

جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

أساسيات الكهرباء والإلكترونيك
فرع الحاسوب وتقنية المعلومات
الأول عام

إعداد

لجنة في المديرية العامة للتعليم المهني

المقدمة

اهتماماً من وزارة التربية بتطوير التعليم المهني وزيادة ارتباطه بمتطلبات ميادين العمل، جاء تخصص فرع الحاسوب الذي يتضمن نواحي المعرفة ومجموعات المهارات المحددة في مفردات المنهاج المقرر. ويشتمل الكتاب على سبع وحدات، تتناول الوحدة الأولى أجهزة القياس الكهربائية المختلفة وطرق استخدامها في قياس الكميات الكهربائية أو توليد الإشارات. أما الوحدة الثانية فتتضمن الأسس الكهربائية حيث يتعرف الطالب على عناصر الدائرة الكهربائية البسيطة ووحدات القياس وقانون أوم والخلايا وطرق ربطها وطرق ربط المقاومات. يتطرق الكتاب في الوحدة الثالثة إلى المتسعات والملفات وأنواعها ووحدة قياسها وكذلك بالنسبة للملفات وأهمية استخدامها في دوائر التيار المستمر والمتناوب. كما يحتوي الكتاب في الوحدة الرابعة على ماهية أشباه الموصلات وأنواعها وتطبيقاتها في دوائر التقويم والترشيح. تتناول الوحدة الخامسة الترانزستورات فحصها وأنواعها وكيفية عملها وطرق ربطها في دوائر التكبير. وتتضمن الودعتين السادسة والسابعة الدوائر المتكاملة ومكبر العمليات والمذبذبات. يُعدّ هذا الكتاب دليل بما يحويه من تمرينات عملية وتفصيلاً بخطوات معززة بالرسوم التوضيحية لمساعدة الطلبة على اكتساب المهارات بإشراف المدربين وتوجيههم. ختاماً نود أن نتقدم بالشكر إلى أعضاء اللجنة المشاركين بأعداد الكتاب. والله ولي التوفيق.

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحات
المقدمة	٣
المحتويات	٤
الرموز الكهربائية والالكترونية	٨ - ٥
الوحدة الاولى (اجهزة القياس)	٢٤ - ٩
الوحدة الثانية (الاسس الكهربائية)	٤٨ - ٢٥
الوحدة الثالثة (المتسعات والملفات)	٧١ - ٤٩
الوحدة الرابعة (اشباه الموصلات)	٨٦ - ٧٢
الوحدة الخامسة (الترانزستورات)	١٠٠ - ٨٧
الوحدة السادسة (الدوائر المتكاملة والمكبرات)	١١٧ - ١٠١
الوحدة السابعة (المذبذبات)	١٢٩ - ١١٨

أجهزه القياس Measuring Instruments

الأهداف

الهدف العام

التعرف على كيفية استخدام أجهزه القياس الكهربائية.

الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:

١. يميز بين مقياس التيار والمقاومة والفولتية.
٢. ينفذ القياسات الكهربائيه لجهاز الأفوميتر.
٣. يتعرف على مجهز القدرة الكهربائيه DC Power Supply.
٤. يتعرف على مولد الإشارة Function Generator.
٥. يتعرف على جهاز راسم الإشارة وكيفية استخدامه (Oscilloscope).
٦. ينفذ تمرين عملي يربط فيه مولد الإشارة مع راسم الإشارة لتوليد إشارة متناوبة ومربعة وإشارة سن المنشار.

تمرين رقم (1)

التعرف على جهاز الافوميتر التناظري والرقمي.

تمرين رقم (2)

التعرف على جهاز مجهز القدرة.

تمرين رقم (3)

التعرف على طريقة ربط جهاز مولد الدالة مع جهاز راسم الإشارة.

أجهزة القياس

قبل التكلم عن اجهزة القياس لابد من التعرف عن الكميات الكهربائية الاساسية:

١-١ الكميات الكهربائية الأساسية هي الشحنة والتيار والفولتية وأخيرا المقاومة الكهربائية.

الشحنة (Charge) : ويرمز لها بالرمز (q) و تكون أما شحنة سالبة تمثل إلكترون وأخرى موجبة تمثل البروتون ووحدة قياس الشحنة هي (كولوم) ويرمز لها بالرمز C.

التيار (Current) : يعد التيار الكهربائي من أهم الوحدات الأساسية ويرمز له بالرمز (I) وهو معدل مرور الشحنة باتجاه ما بالنسبة إلى الزمن تحت تأثير قوة هي الفولتية وتسمى (الجهد) أيضاً.

اذ أن:

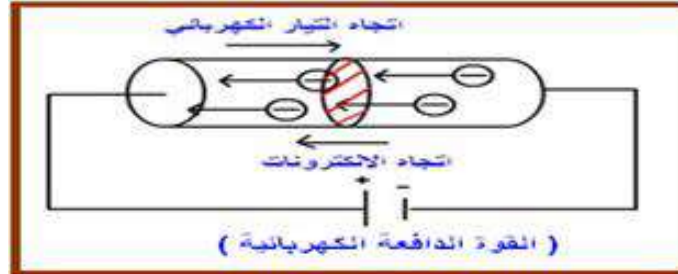
$$I = \frac{dq}{dt}$$

I = التيار ويقاس بالأمبير (A)

q = الشحنة وتقاس بالكولوم (C)

t = الزمن ويقاس بالثانية

ولكي يمر تيار في الدائرة الكهربائية يتطلب وجود مصدر خارجي يحرك الإلكترونات خلال الموصل بين نقطتين. وينشأ فرق الجهد بين هاتين النقطتين. ويمكن التعبير عن مسار التيار الكهربائي بأنه يسري من القطب الموجب إلى القطب السالب لمصدر الفولتية مثل بطارية (القوة الدافعة الكهربائية) أو أي مصدر فولتية خارجي بينما يسري التيار الإلكتروني من القطب السالب إلى القطب الموجب لاحظ الشكل (1-1).



الشكل 1-1 اتجاه التيار الكهربائي

وللتيار الكهربائي أنواع مختلفة باختلاف شكل المصدر الكهربائي وهي كما يأتي:

1. التيار المستمر DC (Direct Current) :

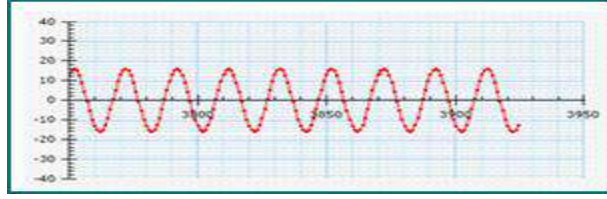
التيار المستمر ثابت القيمة ولا يغير اتجاهه بالنسبة إلى الزمن كما هو مبين بالشكل (1-2) .



شكل 1-2 إشارة موجة التيار المستمر

2. التيار المتناوب AC (AIternate Current):

وهو تيار متغير القيمة والاتجاه دوريا مثل موجة sine wave لاحظ الشكل (3-1).



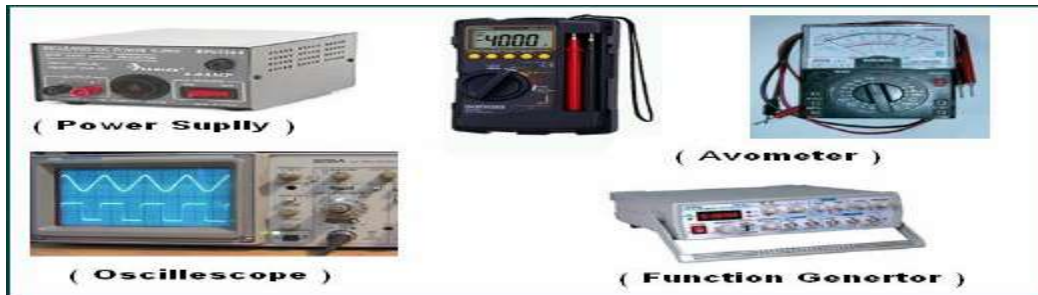
شكل 1-3 اشارة موجة التيار المتناوب

الجهد (voltage): يعرف الجهد بأنه الشغل اللازم لنقل وحدة الشحنات من نقطه لأخرى ويقاس بالفولت.
المقاومة (Resistance): تعد المقاومة من العناصر الرئيسة المكونة للدوائر الكهربائية ، إذ تعتمد عليها قيمة بقية العناصر الأخرى مثل التيار والقدرة . والمقاومة هي النسبة بين الجهد (الفولتية) والتيار وهذا التناسب أثبتته العالم (أوم) وتتناسب عكسيا مع التيار أي انه كلما زاد التيار قلت قيمة المقاومة والعكس صحيح.

$$(R) = \frac{V}{I} \text{ وبهذا وضع قانونه الشهير بقانون أوم وهو}$$

وحدة قياس المقاومة (R) هي الأوم ويرمز لها Ω

ولقياس الكميات الكهربائية الأساسية لابد من التعرف على أجهزة القياس والفحص المستخدمة في الورش العملية لقياس المقاومة والفولتية والتيار للدوائر الكهربائية والالكترونية بوساطة جهاز الأفوميتر (AVO meter) التماثلي والرقمي، ورسم الأشكال الموجية المتنوعة المستخدمة في هذه الدوائر بوساطة جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope)، ومن الأجهزة الضرورية لتنفيذ التمارين العملية جهاز مولد الدالة (Function Generator) ومجهز القدرة (Power Supply)، لاحظ الشكل (4-1)



شكل 1-4 الأجهزة اللازمة لورش الحاسوب

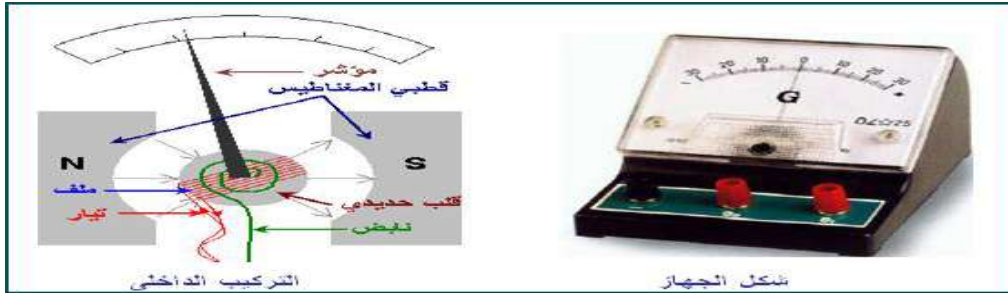
وتقسم أجهزة القياس الكهربائية، بحسب المقدار الكهربائي الذي تقيسه، إلى:
مقياس الأمبير ومقياس الفولت ومقياس الأوم.

ومنها ما يقيس القيم الكهربائية الدقيقة (الصغيرة جداً) فيسمى المقاييس الغلفانية (كلفانوميتر) . وأجهزة القياس جميعها يمكن أن تقيس قيماً أنية أو حسابية أو قيماً وسطى أو فعالة، كما يمكن أن تقيس تكامل القيم في زمن معين مثل الشحنة الكهربائية والطاقة الكهربائية وتسمى أحياناً المقاييس التكاملية.

1-2 أجهزة القياس ذات الملفات المتحركة:

هي مقاييس كهروميكانيكية تماثلية ذات مؤشر ميكانيكي أو بقعة ضوئية تؤخذ نتائجها من لوحة مدرجة ومقسمة بحسب نظام وحدة القياس الدولية، وتعتمد المقاييس ذات الملف المتحرك في مبدأ عملها على التأثير المتبادل بين الحقل المغناطيسي لمغناطيس دائم والحقل المغناطيسي لتيار مستمر يمر في ملف يلتف حول نواة حديدية ذات نفوذ مغناطيسية عالية ومن أمثلة هذا النوع هو:

أ- الكلفانوميتر ذو الملف المتحرك كما موضح في الشكل (1-5)



الشكل 1-5 الكلفانوميتر ذو الملف المتحرك

يتكون جهاز الكلفانوميتر من: مغناطيس قوي على شكل حرف U ونابض خفيف يعمل على إعادة الملف لوضعه الأصلي وملف قابل للدوران وملف متصل بالمؤشر. ويتميز هذا المقياس بأنه يقيس التيارات الصغيرة، بدقة عالية، وتتناسب زاوية القياس فيه مع شدة التيار.

ب- مقياس الأمبير (الأميتر):

جهاز يستخدم لقياس شدة التيارات الكبيرة في الدائرة الكهربائية، كما موضح في الشكل (1-6)

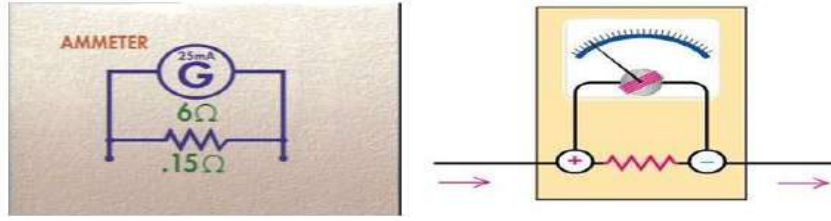


الشكل 1-6 مقياس شدة التيار

تركيبه: كلفانومتر مضافاً إليه مقاومة صغيرة جداً وتوصل مع ملف الكلفانومتر على التوازي تسمى (مجزئ التيار).

السبب: ليحدث تفرع للتيار المراد قياسه حيث يمر جزء صغير من التيار عبر ملف الكلفانومتر والجزء الكبير من التيار يمر عبر المقاومة الصغيرة كما موضح في الشكل (1-7).

(تذكر أن العلاقة بين شدة التيار والمقاومة هي علاقة عكسية وفق قانون أوم)



شكل 1-7 تركيب جهاز الأميتر

الإشارة الكهربائية الداخلة في جميع المقاييس ذات الملفات المتحركة هي التيار الكهربائي، وتعمل مقاييس الأمبير بمقاومة داخلية مع مقاومة الملف والمقاومة الإضافية لتحقيق استقرار درجة الحرارة في أثناء عملها. والمقاومة الداخلية هي بوجه عام مقاومة صغيرة مما يزيد من أفضليات هذه الأجهزة في قياس التيارات الكهربائية. وإن درجة دقتها يمكن أن تصل إلى ٠.١ وهي أعلى درجة دقة للأجهزة الكهروميكانيكية، ويدخل في هذه المجموعة من المقاييس مقاييس الأمبير والملي أمبير والميكروأمبير وهي مقاييس تربط على التسلسل مع الأحمال المراد قياس تياراتها وذلك واضح من مبدأ عمل الجهاز. وإن مقاييس الأمبير ذات الملفات المتحركة يمكن تغيير مجال قياسها بسهولة بواسطة مقاومات أومية تربط على التوالي مع الأحمال المراد قياس تياراتها. كما موضح في الشكل (1-8) .



شكل 1-8 تغيير مجال قياس الأميتر

ج- مقياس الفولت (الفولتميتر):

جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة الكهربائية. كما موضح في الشكل (1-9)

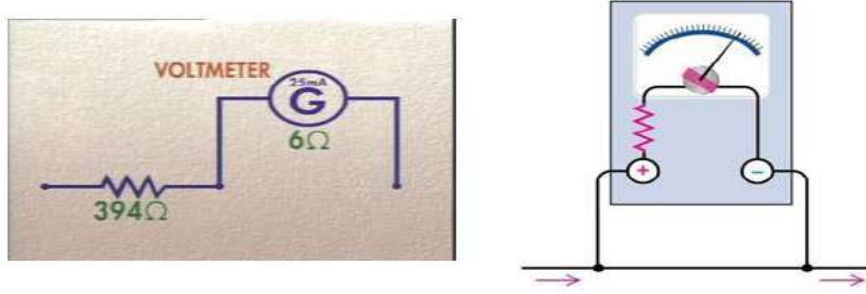


شكل 1-9 جهاز الفولتميتر

تركيبه:

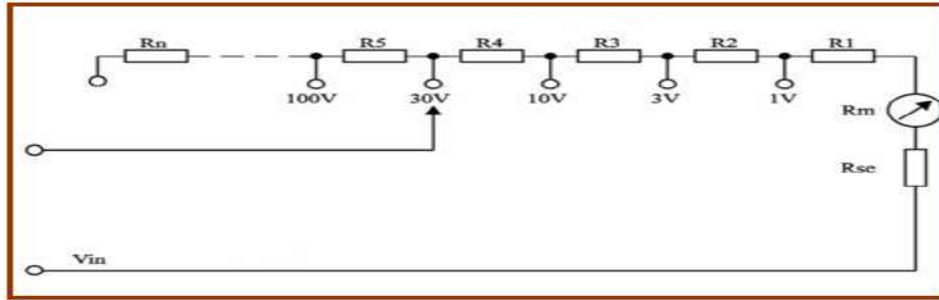
كلفانومتر مضافا إليه مقاومة كبيرة توصل مع ملف الكلفانومتر على التوالي تسمى مضاعف الجهد.

السبب: لتقليل كمية التيار المار في ملف الكلفانومتر حتى لا يؤثر على شدة التيار المار في الدائرة الرئيسية ويحافظ على سلامة ملف الكلفانومتر. كما موضح في الشكل (10-1).



شكل 10-1 تركيب جهاز الفولتميتر

يحول مقياس الأمبير، ذو المقاومة الداخلية إلى مقياس الفولت بربطه مع مقاومة عالية على التوالي. ويوصل الفولتميتر بالتوازي مع أطراف الحمل المراد قياس الفولتية عليه وللحصول على قياس مضبوط يجب أن تكون مقاومة الجهاز أكبر بكثير من مقاومة الحمل. لاحظ الشكل (11-1).



شكل 11-1 تغيير مجال قياس الفولتميتر

وتمتاز المقاييس الكهربائية ذات الحديد المتحرك بسهولة تصميمها وبمتانتها الميكانيكية العالية، وهي تستخدم في قياس قيم التيارات المستمرة والقيم الفعالة للتيارات المتناوبة، لاحظ الشكل (12-1) الذي يوضح أنواعا مختلفة من هذه الأجهزة.



شكل 12-1 أجهزة قياس ذات الحديد المتحرك

د- جهاز الأفوميتر:

هو جهاز متعدد الأغراض يقيس كلا من الجهد والتيار والمقاومة وكلمة أفوميتر (a.v.o) هي اختصار للكلمات الآتية:

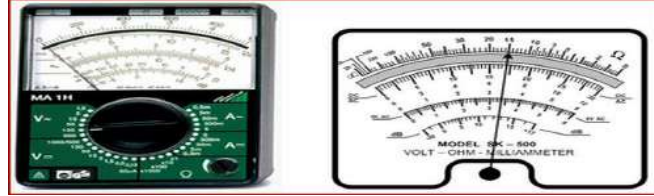
وحدة قياس المقاومة (ohm) ، وحدة قياس فرق الجهد (volt)، وحدة قياس التيار (ampere)

ويوجد منه نوعان:

١. جهاز افوميتر تناظري.

٢. جهاز افوميتر رقمي.

تجمع أجهزة القياس للتيار والفولتية والمقاومة في جهاز واحد هو الافوميتر AVO Meter
ويصنع بأشكال مختلفة. لاحظ الشكل (1-13).



شكل 13-1 جهاز آفوميتر

واجهة جهاز الأفوميتر التناظري المستخدم:

1. التدرج العلوي ويختص بقراءة قيمة المقاومة (Ω).
2. التدرج الذي يليه ويختص بقياس الفولتية المتناوبة والمستمرة وكذلك التيار المستمر والمتناوب.
3. التدرج الذي يليه ويختص بقياس الفولتية المتناوبة (AC From 0 to 6 V).
4. التدرج الذي يليه ويختص بقياس مستوى تكبير الإشارة (dB).

1-3 أجهزة القياس الرقمية:

تتميز أجهزة القياس الرقمية بالمقارنة بالمقاييس التناظرية، بعدة نقاط مهمة هي: الدقة العالية، والسرعة الكبيرة في القياس، وإعطاء النتيجة على شكل أرقام جاهزة، وإمكانية تنظيم عملها مع الذاكرة والحواشيب، وتحقيق القياس عن بعد بسهولة. لذلك انتشرت هذه الأجهزة بسرعة كبيرة في الحياة العملية. جهاز الافوميتر الرقمي يستخدم لقراءة وفحص العناصر الالكترونية المختلفة مثل الملفات والمتسعات فضلا عن المقاومات وفحص الثنائيات والترانزستورات، يعتمد عملها على دوائر الكترونية تقوم بتحويل الكميات مثل التيار والفولتية لما يناظرها إلى قيم رقمية وتدعى بالتحويل من التناظري إلى الرقمي A/D (Analog To Digital) تعرض على شاشة رقمية، الشكل (1-14) يوضح أجهزة افوميتر رقمية.



شكل 14-1 نموذج لأجهزة قياس رقمية

مميزات أجهزه القياس الرقمية:

1. تعطي قراءة واضحة ومباشرة.
2. دقة القراءة وقلة الخطأ.
3. سهولة القراءة لأي شخص غير متخصص.
4. سهولة حمل ووضع الجهاز ولا يوجد شرط لوضع الجهاز سواء أفقي أو رأسي.
5. لا تحتاج لضبط الاصفار.

بطاقة العمل للتمرين (1)

اسم التمرين : التعرف على جهاز الأفوميتر التناظري والرقمي .

مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك **الوقت المخصص: ساعتان**

الأهداف التعليمية:

أن يكون الطالب قادراً على التعرف على جهاز الأفوميتر التناظري والرقمي.

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة العمل .
- 2- منضدة عمل.
- 3- جهاز أفوميتر تناظري (Analog) عدد (١) جهاز أفوميتر رقمي (Digital) عدد (١).
- 4 -منضدة كهربائية (بطارية) (Battery 1.5V) عدد (٣)، 9V وبطارية حاسوب وبطارية سيارة وبطارية هاتف جوال وغيرها.
- 5 - مجهز قدرة (١٢ - ٠) V.
- 6- حقيبة أدوات إلكترونية.



خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- باستخدام جهاز الأفوميتر التناظري إقرأ مقدار الفولتية للأعمدة الكهربائية 1.5V , 9V

3- سجل قيمة الفولتية لبطارية هاتف محمول باستخدام الأفوميتر التناظري.

4- سجل قيمة الفولتية لبطارية حاسوب.



بطارية هاتف محمول

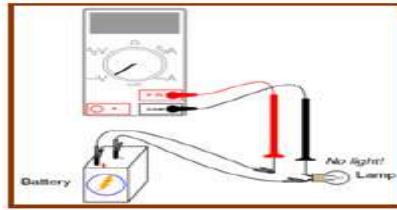


بطارية حاسوب

5- سجل قيمة الفولتية لبطارية سيارة باستخدام الأفوميتر التناظري.

6- سجل فولتية بطارية مكونة من ثلاث أعمدة كهربائية قيمة العمود الواحد (1.5)V

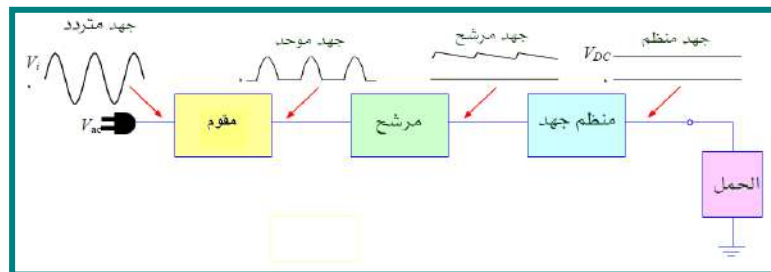
7- سجل تيار بطارية 1.5V غير مستخدمة موصل بالتوالي مع مصباح 1.5 .



قياس الفولتية لبطارية سيارة

جهاز مجهز القدرة Power Supply

تتكون دوائر مجهز القدرة في الكثير من الأحيان من محول قدرة لتخفيض الفولتية إلى القيمة المطلوبة ومقوم لتعديل الفولتية المتناوبة إلى فولتية مستمرة ودوائر إستقرارية لتثبيت الفولتيات المستمرة الخارجة كما موضح بالشكل (1-15).



شكل 15-1 مخطط كتلوي لمجهز القدرة

هذا الجهاز يعطي فولتيات مختلفة له أهمية كبيرة لإجراء التجارب الالكترونية حيث يعمل على فولتية متناوبة 230 V وتردد 50Hz ويعطي فولتيات مستمرة ثابتة مثل 12V , +12V , 5V , 15V , VAR-12V , VAR+12V وهي فولتيات يمكن تغييرها والتحكم بها بواسطة مقاومات

متغيرة. تستخدم الفولتية +5V لدوائر TTL الدوائر المنطقية (Transistor Transistor Logic) تستخدم الفولتية 15V لدوائر CMOS . تستخدم الفولتيات -12V , +12V لمكبر العمليات OP Amp تستخدم الفولتيات VAR=+12V , VAR=-12V للدوائر الالكترونية المختلفة مثل المكبرات والمذبذبات ودوائر السيطرة إلى آخره. وتوجد أنواع كثيرة من أجهزة القدرة تعطي مختلف الفولتيات مثل (٠ إلى ٣٠ فولت) و (٠ إلى ١٢ فولت) الخ ، لاحظ الشكل (1-16).



شكل 1-16 انواع مختلفة لمجهرات القدرة

بطاقة العمل للتمرين رقم (2)	
اسم التمرين:	التعرف على جهاز مجهز القدرة.
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك	الوقت المخصص: ساعتان
الأهداف التعليمية:	
أن يكون الطالب قادراً على التعرف على جهاز مجهز القدرة.	

التسهيلات التعليمية :

- 1- مجهز قدرة $3A / V (0 - 12)$. عدد (1). 2- جهاز أفوميتر تناظري ورقمي. عدد (2).
- 3- مجهز قدرة $5A / V (0 - 30)$ عدد (1). 4 - مصابيح كهربائية 3V , 6V , 12V
- عدد (6). 5- دائرة كهربائية تحتوي على مفتاح، حامل مصباح، اسلاك ربط بطول مترواحد .
- 6- أعمدة كهربائية جافة 1.5V , 3V , 9V, عدد (9) . ٧- حقيبة أدوات الكترونية.



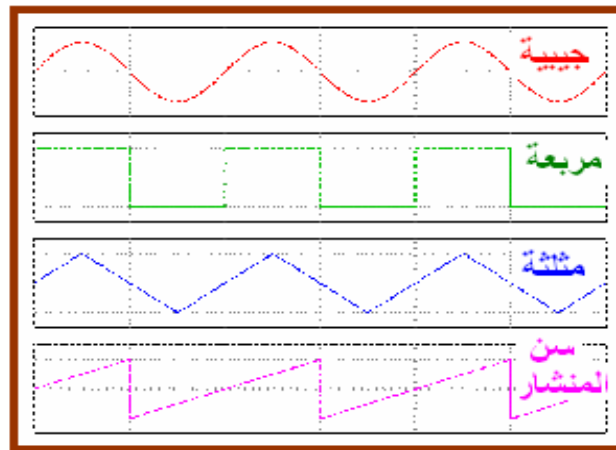
خطوات تنفيذ التمرين:		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

1. أوصل جهاز الافوميتر الى مجهز القدرة كما في الشكل أدناه.
2. حقق الحصول على فولتية 6V , 12V , 3V من مجهز القدرة.
3. نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 3V موصل إلى مجهز قدرة 3V .
4. نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 6V موصل إلى مجهز قدرة 6V .
5. نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 9V موصل إلى مجهز قدرة 9V .
6. من مجهز القدرة حقق مصدر فولتية 15V و 25V .



جهاز مولد الدالة الرقمية Digital Function Generator

مولد الإشارة (Signal Generators): هو جهاز اختبار الكتروني يستخدم في المختبرات الالكترونية لتوليد الموجات الكهربائية بمختلف أنواعها وأشكالها (موجة جيبية, موجة مربعة, موجة مثلثة, موجة سن المنشار). لاحظ الشكل (1-17).



شكل 1-17 الأشكال الموجية لمولد الدالة

وتختلف مولدات الدالة من نوع إلى آخر بمدى الترددات للأشكال الموجية، فمنها ما يكون مداه الترددي (0-500) kHz ، (0-100) MHz ، (0-10) gHz وغيرها. يمكن تحديد التردد

المطلوب والشكل الموجي وفولتية الموجة بواسطة مفاتيح وعنصر تحكم (Knob) كما موضح بالشكل (1-18). يستخدم مولد الدالة لتشغيل الدوائر الالكترونية والتأكد من عملها.



شكل 1 - 18 مولد الدالة الرقمي

جهاز راسم الإشارة Oscilloscope

جهاز راسم الإشارة (الأوسيليسكوب) من أهم أجهزة قياس واختبار الدوائر الإلكترونية، حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدائرة وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا. ويمكننا أيضا من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها، فيما إذا كانت جيبيه أو مربعة مثلا، الشكل (1-19) يوضح صورة راسم الإشارة وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على مفاتيح تحكم متشابهة.



شكل 1 - 19 جهاز راسم الإشارة

إذا نظرت إلى واجهة جهاز راسم الإشارة ستجد أنها تحتوي على ستة أقسام رئيسية معرفة بالأسماء الآتية:

- ☒ عمودي (Vertical)
- ☒ التشغيل (Power)
- ☒ الشاشة (Screen)
- ☒ المداخل (Inputs)
- ☒ إطلاق (Trigger)
- ☒ أفقي (Horizontal)

في القسم العمودي يمكن التحكم بالجزء العمودي (محور الجهد) من الإشارات في الشاشة. وحيث أن معظم أجهزة راسم الإشارة تحتوي على قناتي إدخال (Input Channels). وكل قناة يمكنها عرض

شكل موجي (Waveform) على الشاشة، فإن القسم العمودي يحتوي على قسمين متشابهين، وكل قسم يمكننا من التحكم في الإشارة لكل قناة باستقلالية عن الأخرى، كما هو موضح في الشكل (1-20) .



شكل 1-20 القسم العمودي في راسم الإشارة

في القسم الأفقي يمكن التحكم بالجزء الأفقي (محور الزمن) من الإشارات في الشاشة. دائرة الإطلاق في راسم الإشارة تؤدي وظيفة مهمة وهي تثبيت صورة الموجة على الشاشة، حتى يسهل قياسها. وبدون تأثير دائرة الإطلاق، فإن الصورة ستكون غير ثابتة وغير واضحة.

المداخل (Inputs):

يوجد في راسم الإشارة ثلاثة مداخل رئيسية، كما هو واضح في الشكل (1-19) وهذه المداخل هي: **مدخل القناة الأولى:** عن طريقه يمكننا إدخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الأولى. **مدخل القناة الثانية:** عن طريقه يمكننا إدخال الموجة التي نريد رؤيتها في القناة الثانية. يستخدم نوع من التوصيلات يسمى بالمجسات (Probes) وهي تأتي بأشكال متعددة، حسب إستعمالها، كما هو موضح في الشكل (1-21).



شكل 1-21 مجسات القياس لراسم الإشارة

إذا كنا سنربط راسم الإشارة بجهاز يولد الإشارات فإننا نستخدم المجس ذو الرأسين من نوع BNC- حيث نربط أحد الأطراف بداخل الإشارة في الأوسيليكوب والطرف الآخر بخارج جهاز مصدر الإشارات، كما هو موضح في الشكل (1-22).



شكل 22-1 كيفية توصيل المجس بين مولد الإشارات ورأس الإشاراة

يستخدم رأس الإشارات لقياس سعة وزمن الموجة الكهربائية حيث يمكن خلاله حساب ترددها على اختلاف أنواعها كما يستخدم لقياس القيمة الفعالة (RMS) للفولتيات المستمرة كما يستخدم لتعيين الأعطال للأجهزة الإلكترونية بتتبع شكل الإشارات. تحتوي معظم هذه الأجهزة على قناتين (Channel B، Channel A) لإظهار إشارتين في وقت واحد.

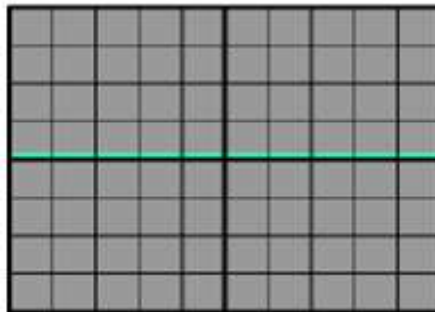
عمل الجهاز:

1. عند تشغيل الجهاز تظهر نقطة من شعاع الكتروني متحركة كما موضح في الشكل (1-23).



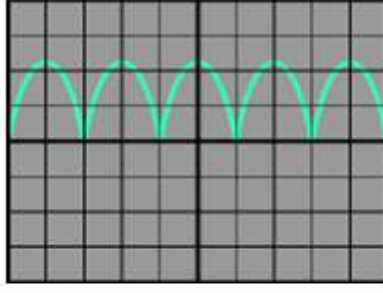
شكل 23-1 نقطة مضيئة على شاشة رأس الإشارات

2. وبزيادة التردد من مفتاح (Time/Base) نحصل على خط براق وسط الشاشة، لاحظ الشكل (1-24).



شكل 24-1 خط براق وسط شاشة رأس الإشاراة

3. بتسليط الإشارة المطلوب قياسها تظهر كما في الشكل (1-25).



شكل 25-1 شكل الإشارة على شاشة راسم الإشارة

بطاقة العمل للتمرين رقم (3)	
اسم التمرين: التعرف على طريقة ربط جهاز مولد الدالة مع جهاز راسم الإشارة.	
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك	الزمن المخصص: ساعتان
الأهداف التعليمية: إن يكون الطالب قادراً على التعرف على جهاز مولد الدالة وراسم الإشارة.	

التسهيلات التعليمية :

1- جهاز مولد دالة Function Generator



2- جهاز راسم إشارات شعاعين 60MHz.

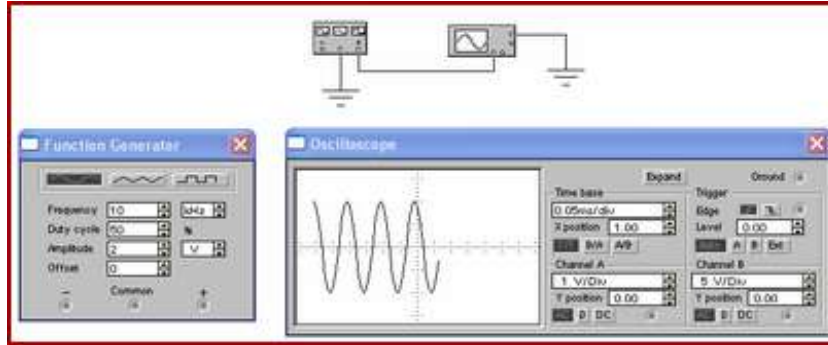
3- اسلاك توصيل.

4- جهاز حاسوب يتوغل فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

1- أرتد بدلة العمل.

- 2- قم بتوصيل مولد الدالة الى جهاز راسم الاشارة وحقق موجة جيبية مقدارها $10V_{p-p}$ بتردد $2Hz$.
- 3- اعد خطوة ٢ وحقق موجة مربعة ومثلثة.
- 4- غير قيمة الفولتية الى $5V_{p-p}$ لكل من الموجة الجيبية والمربعة والمثلثة.
- 5- ارسم كل الاشارات الخارجة اعلاه على ورق بياني.
- 6- باستخدام الحاسوب طبق برنامج EWB.
- 7- قم بتوصيل مولد الدالة مع راسم الاشارة وحقق موجة جيبية $4V_{p-p}$ وبتردد $10kHz$.



أسئلة الوحدة الأولى

- 1 - عدد الكميات الكهربائية الأساسية مع الشرح.
- 2- عدد اجهزة القياس ذات الملفات المتحركة.
- 3- ماذا يحدث للمصباح عندما تزداد فولتية مجهز القدرة.
- 4- عدد مميزات اجهزة القياس الرقمية.
- 5- عرف جهاز مولد الدالة.
- 6- عرف جهاز راسم الاشارة وبين اقسامه الرئيسية.

Fundamentals Electricity

الاسس الكهربائية

الأهداف

الأهداف الخاصة

معرفة واكتساب الطالب المهارة لأساسيات الكهرباء وعناصر الدائرة الكهربائية البسيطة ووحدات القياس (الفولت، الأمبير، الأوم)، قانون اوم، الخلايا (الاعمدة)، طرق توصيل الاعمدة والمقاومات الكهربائية.

الأهداف العامة

- بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان :
١. يقيس فولتية عدد من الاعمدة الجافة المختلفة باستخدام اجهزة القياس التناظرية والرقمية وطرق ربطها، والتعرف على البطاريات المستخدمة في الهاتف الجوال Mobile Phone والحاسوب المحمول Laptop.
 ٢. يبني الدائرة الكهربائية البسيطة Simple Electric Circuit قياس التيار الكهربائي Electric Current باستخدام جهاز الافوميتر الرقمي والتمثلي.
 ٣. يُميز بين مصدر التيار المستمر DC والتيار المتناوب AC.
 ٤. يتعرف على عدد من المقاومات الكهربائية المختلفة بالاشكال والتركيب وأجراء تجربة لإثبات قانون اوم Ohm's Law تبين العلاقة بين التيار والفولتية بثبوت المقاومة والعلاقة بين التيار والمقاومة بثبوت الفولتية.
 ٥. يبني دائرة كهربائية مكونة من عدد من المقاومات موصلة على التوالي (Resistors In Series)، حساب الكميات الكهربائية للدائرة ، المقاومة الكلية ، التيار الكلي والتيارات الفرعية، الفولتية على كل مقاومة وحساب القدرة الكهربائية للدائرة.
 ٦. يبني دائرة كهربائية مكونة من عدد من المقاومات موصلة على التوازي (Resistors In Parallel)، حساب الكميات الكهربائية للدائرة ، المقاومة الكلية ، التيار الكلي والتيارات الفرعية، الفولتية على كل مقاومة وحساب القدرة الكهربائية للدائرة باستخدام مصابيح (6V/12W).

في هذه الوحدة سنتعلم المواضيع الآتية في مختبر أساسيات الكهرباء

تمرين رقم (4)

قياس فولتية مجموعة خلايا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاريات باستخدام توصيل التوالي، قياس فولتية مجموعة خلايا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاريات باستخدام توصيل التوازي.

تمرين رقم (5)

بناء دائرة كهربائية بسيطة مكونة من (بطارية، اسلاك، حمل، مفتاح كهربائي).

تمرين رقم (6)

التدريب على أنواع المقاومات وفحصها، بناء دائرة كهربائية لإثبات قانون أوم الطردي والعكسي.

تمرين رقم (7)

بناء دائرة كهربائية مكونة من مجموعة مقاومات كربونية (توصيل توالي ، توازي مختلط) وإجراء القياسات عليها.

الأسس الكهربائية (Fundamentals Electricity)

1-2 الخلايا (الاعمدة) الكهربائية والبطاريات Electrical Cells and Batteries

إن الخلايا الكهربائية هي إحدى وسائل توليد التيار الكهربائي المستمر (D.C) وهذه الخلايا (البطاريات) نوعان هما:

أ - الخلايا الابتدائية Primary Cells.

ب - الخلايا الثانوية Secondary Cells.

أ - الخلايا الابتدائية :

هي أدوات يمكن بواسطتها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية وتتكون من موصلين موضوعين في محلول كيميائي تأثيره في أحدهما يختلف عن الآخر مما يسبب حدوث فرق جهد بين الموصلين وهي على أنواع:

١) عمود فولتا. ٢) العمود الجاف. ٣) عمود لاكلانشيه.

يُعدّ **العمود الجاف** أكثر هذه الأعمدة استعمالاً، و يتركب من إناء مصنوع من الخارصين يمثل القطب السالب ويحاط بعجنتين الأولى نشارة الخشب والرمل والقار لمسك عمود الكربون في مكانه وكلوريد الخارصين وكلوريد الأمونيوم والماء من الداخل والثانية عجينة من ثنائي أوكسيد المنغنيز والكربون وفي القلب قطب من الكربون يمثل القطب الموجب والقوة الدافعة الكهربائية لهذا العمود (ق.د.ك = ١.٥ فولت). لاحظ الشكل رقم (1-2).



الشكل 1-2 الاعمدة الجافة

ويمتاز هذا العمود بخفة وزنه و سهولة استعماله، إلا أنه قصير الأجل لعدم سهولة تجديد أجزائه. ويستعمل العمود الجاف بكثرة في مصابيح الجيب والراديو والأجهزة الإلكترونية الصغيرة.

ب- الخلايا الثانوية:

وتسمى أيضا البطاريات السائلة أو الكيميائية (كبطارية السيارة) ويتم تصنيعها وفق الآتي:

١. اللوح السالب من مادة الرصاص (Pb).

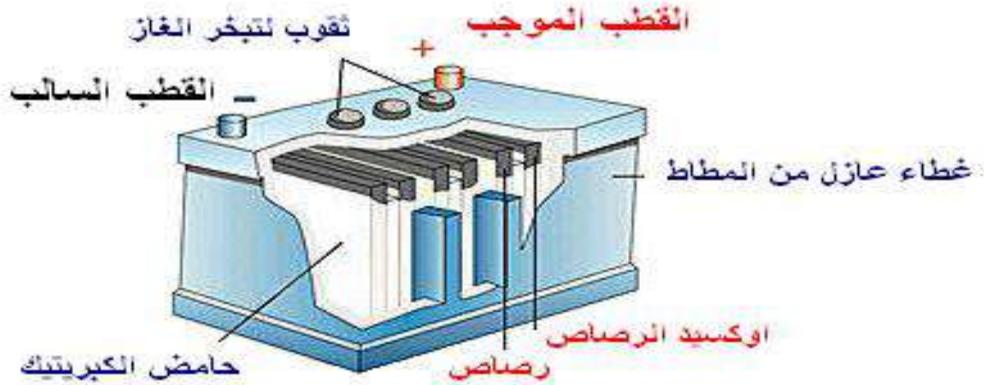
٢. اللوح الموجب من مادة ثاني أوكسيد الرصاص (PbO_2).

٣. تجمع الألواح السالبة سوية وترتبط بتوصيلة من الرصاص ذات نهاية بارزة تكوّن القطب السالب ومثلها للقطب الموجب.

٤. توضع المجموعات داخل صندوق أو علبة مصنوعة من مادة عازلة مثل المطاط الصلب الذي يحتوي على حامض الكبريتيك المخفف.

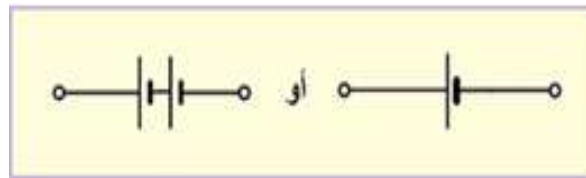
٥. ق.د.ك للعمود الواحد = ٢ فولت.

تعتمد فكرة عمل البطارية السائلة (الكيميائية) على قاعدة كيميائية تقول أن: (إذا غمر لوحان موصلان من نوعين مختلفين في حامض كيميائي " ويسمى الإلكتروليت"، فإن هذا الحامض سيعمل على فصل الإلكترونات من أحد اللوحين، وترسيب هذه الإلكترونات على اللوح الآخر، مما يؤدي إلى نشوء فرق جهد بين اللوحين الموصلين). والشكل (2-2) يوضح شكل البطارية السائلة.



الشكل 2-2 البطارية السائلة

ومن مميزاتها أنه يمكن إعادة شحنها. لقد اتفق على توحيد الفولتيات المستخدمة في البطاريات، نذكر منها فولتية البطاريات الجافة مثل (1.5) و (٦) و (٩) فولت، وفولتيات البطاريات السائلة مثل (6) فولت (١٢) فولت و (٢٤) فولت. والشكل (٣-٢) يمثل رمز العمود الكهربائي والبطارية وهي تمثل (ق.د.ك).



الشكل 3-2 رمز العمود الكهربائي و البطارية

ونظرا لأهمية البطارية القابلة للشحن سنتطرق الى أنواع مختلفة منها:

١- بطارية الليثيوم- بوليمر (Li-poly) Lithium-polymer Batteries:

تُعدّ بطارية الليثيوم بوليمر الموضحة في الشكل (4-2) أحدث تقنية للبطاريات المستخدمة في الأجهزة المختلفة وتمتاز بصغر الحجم وخفة الوزن ولها سعة عالية.



الشكل 4-2 بطارية الليثيوم بوليمر

٢- بطارية ايون الليثيوم (Li-Ion) Lithium Ion Battery:

تُعدّ هذه البطارية النوع الأكثر شيوعا لبطاريات الهاتف الجوال (الأجهزة الخلوية) إلا أنها تعد غالية الثمن وذات عمر أطول وذات وزن اخف بكثير من مثيلتها من بطاريات النيكل (Nickel Metal) لاحظ الشكل (5-2). ومن خصائص هذا النوع من البطاريات هو أنها تتلف عند شحنها لأكثر من 24 ساعة.



الشكل 5-2 المظهر الخارجي لبطارية ايون الليثيوم

٣- بطارية النيكل - كادميوم (Nied) Nickel Cadmium (Nied):

وهي بطارية ذات تقنية ليست بالحديثة, قابلة للشحن عدة مرات وقد اعتاد عليها الناس لكثرة استخدامها لاحظ الشكل (6-2) أما العناصر الفعالة فيها فهي:

- ١- المركب Ni(OH) للوح الموجب.
- ٢- مزيج الكادميوم أو اوكسيد الكادميوم مع الحديد (Iron).
- ٣- محلول (Electrolyte).

ولهذه البطارية مزايا حسنة منها أن خسائر الدائرة المفتوحة (Open Circuit) لها تكون واطئة جدا أي أنها تفقد شحنها خلال فترة طويلة مقارنة بالأنواع الأخرى. لاحظ الشكل (7-2)



الشكل 6-2 بطارية النيكل - كادميوم مفردة

الشكل 7-2 بطارية النيكل - كادميوم مركبة

٤- بطارية هيدريد معدن النيكل (NiMH) Nickel Metal Hybrid (NiMH):

تفضل هذه البطارية على بطارية النيكل كادميوم لكونها لا تحتوي على الكادميوم وكذلك تصنع من مواد غير سامة (Non-Toxic) وغير ملوثة للبيئة كما أن لها سعة اكبر مقارنة بالأنواع الأخرى من البطاريات ووزن أخف. إن تقنية بطارية الموبايل الهيدريد معدن النيكل تعد حديثة نسبيا ، لاحظ الشكل (8-2). ولأجل الحصول على أفضل أداء لهذه البطارية ينصح بتفريغها كليا بعد كل عشرين مرة يتم فيها شحنها.



الشكل 8-2 بطارية هيدريد معدن النيكل

2-2 توصيل الأعمدة والبطاريات Connection of Batteries

نحتاج أحياناً إلى توصيل عدة بطاريات في الدائرة الكهربائية ويكون توصيلها بطرق ثلاث:

١- التوصيل على التوالي: Connection in Series

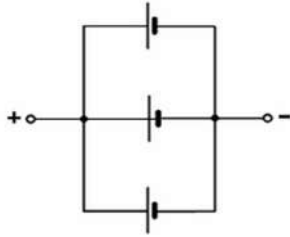
في هذا النوع من التوصيل يتم ربط القطب السالب لبطارية مع القطب الموجب لبطارية أخرى تليها كما في الشكل (2-9). إذا وصلنا بطاريتين فرق جهد الواحدة فيها ١.٥ فولت على التوالي يكون فرق الجهد ٣ فولت وهو مجموع فرقي الجهد للبطاريتين وإذا وصلت ثلاث بطاريات سيكون فرق الجهد ٤.٥ فولت لذلك نلاحظ دائماً أن البطاريات توصل على التوالي للحصول على فولتية كبيرة.



الشكل 2-9 توصيل البطاريات على التوالي

٢- التوصيل على التوازي: Connection in Parallel

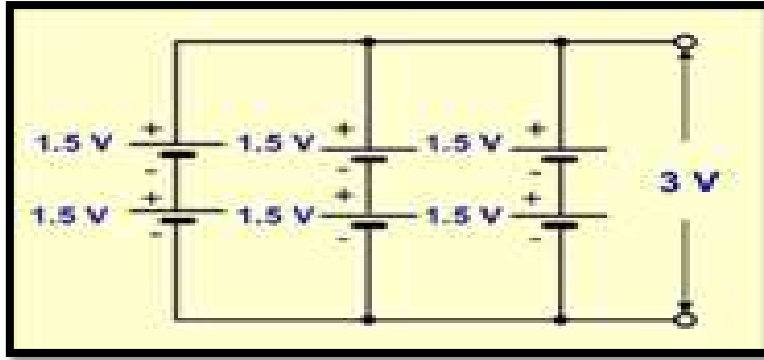
وفيه توصل الأقطاب الموجبة للأعمدة (الخلايا) كلها معاً بنقطة واحدة هي القطب الموجب للبطارية وبالمثل توصل الأقطاب السالبة كلها معاً بنقطة واحدة إلى القطب السالب للبطارية ويشترط في توصيل البطاريات على التوازي أن تكون متماثلة (لها نفس الفولتية والمقاومة الداخلية)، وتستخدم هذه الطريقة من التوصيل للحصول على قدرة أعلى (زمن تشغيل أطول) لاحظ الشكل (2-10). البطارية تعطي التيار لوقت طويل بحسب حجم البطارية والمادة المصنعة منها وإذا كان التيار المستهلك من البطارية كبيراً في هذه الحالة سيقول عمر البطارية لاستهلاكها الكبير. ولإطالة عمر البطارية واستهلاكها توصل الدائرة توصيلة التوازي، إذ ستبقى الفولتية الكلية للدائرة مساوية لفولتية العمود الواحد وتوفر التيار المناسب لفترة أطول.



الشكل 2-10 توصيل الأعمدة على التوازي

٣- التوصيل المختلط : Compound Connection

في توصيل الأعمدة الكهربائية المختلط يتم تطبيق كل من توصيل الأعمدة بالتوالي وتوصيل الأعمدة بالتوازي في دائرة واحدة ونحصل منه على زيادة في الفولتية والتيار لاحظ الشكل (2-11). يكون مجموع الفولتية للصف الواحد 3V وتساوي الفولتية الكلية وإذا كان تيار الصف الواحد 1000mA فإن التيار الكلي يساوي 3000mA.



الشكل 2-11 التوصيل المختلط للبطاريات

بطاقة العمل للتمرين (4 - a)

اسم التمرين: قياس فولتية مجموعة خلايا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاريات باستخدام توصيل التوالي
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص: ٤ ساعات

الأهداف التعليمية:
 إن يكون الطالب قادراً على حساب فولتية خلايا مربوطة على التوالي .

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- أعمدة كهربائية 1.5V العدد (10). 4- مصابيح كهربائية (3V/12W , 6V/12W , 12V/12W) العدد (٣). 5- قاعدة بطارية لعمودين , أربعة أعمدة ثلاثة أعمدة عدد (2). 6- مفتاح كهربائي عدد (1). 7- أسلاك توصيل ١ ملم² - متر واحد. 8- حقيبة أدوات الكترونية.

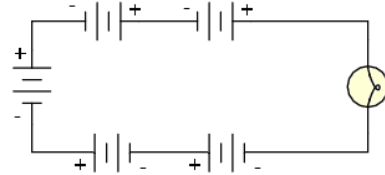


خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاکمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتدِ بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة العملية الآتية.



3- قس بوساطة الافوميتر فولتية العمود الواحد.

4- قس الفولتية الكلية للدائرة.

5- ضع مصباح 6V ومفتاح كهربائي مع الدائرة ولاحظ توهج المصباح.

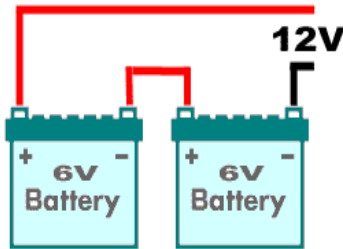
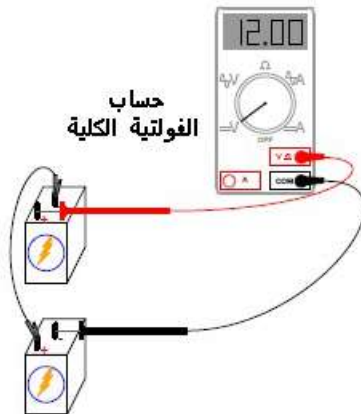
6- ضع سلكاً بين طرفي احد الخلايا (دورة قصر Short) ولاحظ توهج المصباح، علل ذلك.

7- قم باعادة التمرين بوضع ثماني خلايا بدلاً من اربعة خلايا.

8- وصل بطاريتين سيارة 6V بالتوالي.

9- قس فولتية البطارية الواحدة بجهاز الافوميتر.

10- قس الفولتية الكلية للدائرة كما في الشكل ادناه.



11- ضع مصباحاً 12V ومفتاحاً مع الدائرة ولاحظ توهج المصباح.

بطاقة العمل للتمرين رقم (b-4)

اسم التمرين: قياس فولتية مجموعة خلايا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاريات باستخدام توصيل التوازي

الوقت المخصص: ٤ ساعات

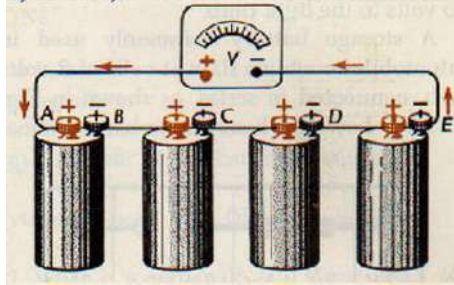
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على حساب فولتية خلايا على التوازي.

التسهيلات التعليمية :

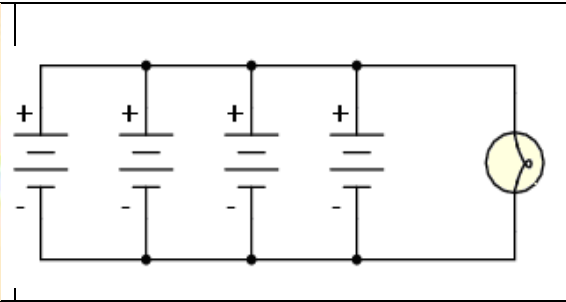
- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل 3- أعمدة كهربائية 1.5V العدد ١٠. 4- مصابيح كهربائية 3V/12W
- 5- قاعدة بطارية لعمودين ، أربعة أعمدة ، ثلاثة أعمدة عدد (٣). العدد (٣). 6V/12W, 12V/12W
- 6- مفتاح كهربائي. عدد (١). 7- أسلاك توصيل ملم - متر واحد 8- حقيبة أدوات الكترونية.



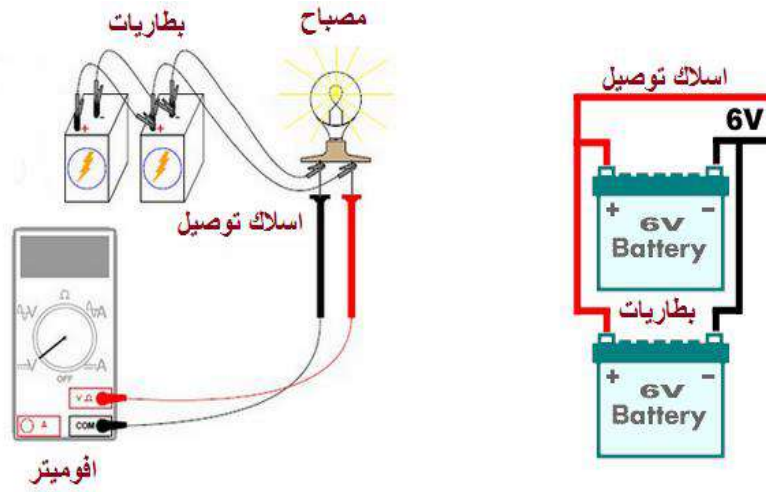
خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة العملية الآتية.



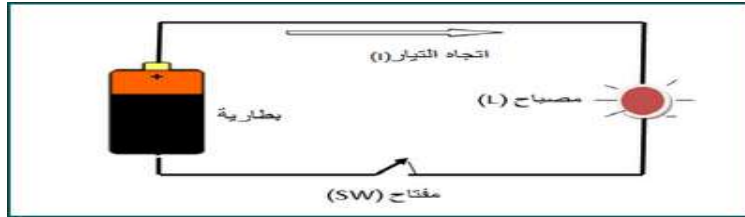
- 3- قس بوساطة الافوميتر فولتية العمود الواحد.
- 4- قس الفولتية الكلية للدائرة.
- 5- ضع مصباح 6V ومفتاح كهربائي مع الدائرة ولاحظ توهج المصباح.
- 6- ضع سلك بين طرفي احد الخلايا (دورة قصر Short) ولاحظ توهج المصباح، علل ذلك.
- 7- قم باعادة التمرين بوضع ثمانية خلايا بدلاً من اربعة خلايا.
- 8- صل بطاريتي سيارة 6V على التوالي.
- 9- قس فولتية البطارية الواحدة بجهاز الافوميتر.
- 10- قس الفولتية الكلية للدائرة كما في الشكل ادناه.



11- ضع مصباحاً 12 ومفتاحاً مع الدائرة ثم اغلق المفتاح ولاحظ توهج المصباح.

3-2 الدائرة الكهربائية البسيطة Simple Electric Circuit

يسمى المسار المغلق لتحرك الشحنات السالبة (الالكترونات) بـ (الدائرة الكهربائية), ونموذج الدائرة الكهربائية البسيطة هو عبارة عن مصدر للجهد الكهربائي يتمثل بالبطارية ومفتاح لفتح وغلق الدائرة ومصباح كهربائي يمثل الحمل, وأسلاك توصيل لربط هذه الأجزاء مع بعضها كما هو موضح في الشكل (12-2).



الشكل 12-2 دائرة كهربائية بسيطة

المفتاح الكهربائي هو عنصر الكتروميكانيكي لاحظ الشكل (13-2) يستعمل لتوصيل وفصل التيار الكهربائي.



الشكل 13-2 عمل المفتاح الكهربائي

وتقسم المفاتيح الى مفاتيح قياسية ومفاتيح خاصة، من أنواع المفاتيح القياسية هي مفتاح سكين، المفتاح الاحادي، المفتاح الثنائي، المفتاح المزدوج والمفتاح الضاغط لاحظ الشكل (14-2).



الشكل 2-14 أنواع المفاتيح الكهربائية القياسية

بطاقة العمل للتمرين رقم (5)
<p>اسم التمرين: بناء دائرة كهربائية بسيطة مكونة من (بطارية، اسلاك، حمل، مفتاح كهربائي) مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك</p> <p>الوقت المخصص: ساعتان</p>
<p>الأهداف التعليمية: إن يكون الطالب قادراً على التعرف مكونات الدائرة الكهربائية البسيطة وتشغيلها .</p>

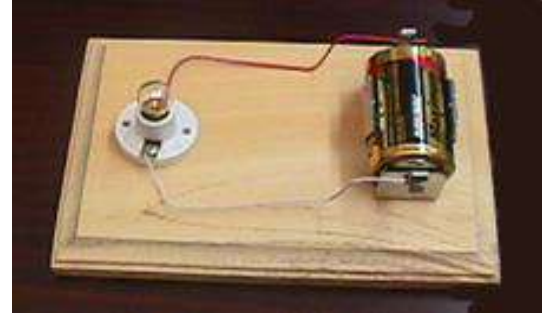
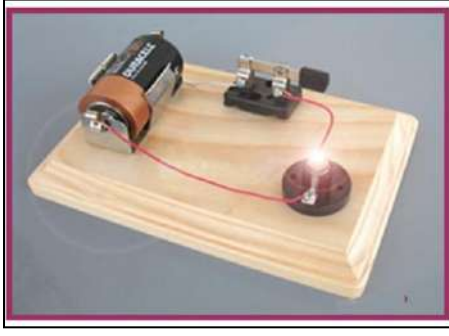
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل 3. عمود كهربائي 1.5V عدد (1). 4- مصباح كهربائي 1.5V عدد (1). 5- مفاتيح كهربائية (مفتاح احادي) عدد (1) 6- اسلاك توصيل ملم² (متر واحد) 7 - لوحة تجارب.



خطوات تنفيذ التمرين:		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل ادناه ولاحظ توهج المصباح.
- 3- اقطع سلك التوصيل وسجل الظاهرة.
- 4- شغل الدائرة من جديد.
- 5- ضع المفتاح في حالة فتح (OFF) وسجل الظاهرة.
- 6- بدل المفتاح بوضع مفتاح نوع الأحادي ثم مفتاح بالضغط.



4-2 المقاومة الكهربائية Resistance Electrical

إذا كان هناك جسم موصل وأردنا أن ينساب خلاله تيار كهربائي فلا بد من وجود فرق جهد بين طرفيه وان هذا التيار يعتمد في مقداره على نوع مادة الجسم الموصل وعلى أبعاده وكذلك على شكله، وبمعنى آخر أننا لو أخذنا ثلاثة أسلاك متناظرة من مواد مختلفة، وسلطنا فرق جهد متساوي على طرفي كل منها فان مقدار التيار المار في كل واحد منها سيكون مختلفا عن الآخر، وذلك لوجود خاصية لكل جسم موصل تسبب هذا الاختلاف، إذ أن حاصل قسمة فرق الجهد (V) الموضوع بين نهايتي الموصل الى التيار (I) المناسب خلاله يساوي كمية ثابتة تدعى **(مقاومة الموصل)**. لاحظ الشكل (2-15).

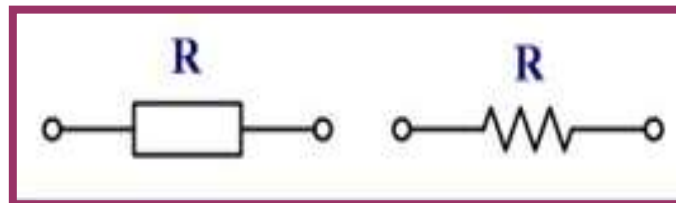


الشكل 2- 15 المقاومة الكهربائية ورمزها

ومن كل هذا يمكن القول أن المقاومة هي الإعاقة التي يبديها الموصل للتيار المناسب خلاله. وهي تخضع لقانون اوم:

$$R = \frac{V \text{ (Volt)}}{I \text{ (Ampere)}}$$

ومن العلاقة نرى أن وحدة المقاومة هي (فولت على أمبير) وتدعى بالاولم (**Ohm**) ويشار إليها برمز لاتيني هو (Ω). يحصل تصادم مستمر بين الالكترونات الحرة المناسبة في الموصل والذرات الثابتة مما يسبب فقدان الطاقة وهذا بطبيعة الحال يعيق سريان التيار في ذلك الموصل وتسمى هذه الظاهرة بـ **(المقاومة)** (Resistance) .



رمز المقاومة الكهربائية 2-16 الشكل

وللمقاومات الكهربائية أنواع عدة وهي:

أولاً- المقاومة الثابتة Fixed Resistor

١- المقاومة السلكية Wire Wound Resistor:

تختصر تسمية هذا النوع من المقاومات بـ (ww) وتتألف من سلك ذي مقاومة عالية أو شريط ذي مقاومة عالية من (الكروم) عادة حيث يلف حول مادة عازلة. لاحظ الشكل (2-17). ولا تقتصر المقاومة السلكية على شكل معين فمنها تصنع المقاومة المتغيرة ومجزئات الجهد ومقاومات التحديد وغيرها. ومن أسباب استخدام الكروم (النيكل والكروم) في صناعة السلك المقاوم، هو أن مقاومتها النوعية عالية ولها درجة استقرار عالية، فضلا عن ذلك أن المعامل الحراري للمقاومة يكون ذا قيمة قليلة.



الشكل 2-17 المقاومات السلكية

٢- المقاومة الكربونية Carbon Resistor:

تصنع المقاومة الكربونية من قضيب من الكربون النقي المضغوط ثم توصل نهايتها بالإطراف المعدنية وتطلى بمادة عازلة كالسيراميك، لاحظ الشكل (2-18).



الشكل 2-18 المقاومات الكربونية

هذا النوع من المقاومات تكون موضوعة في غلاف واحد وبلون واحد وبأرجل عمودية وتكون المقاومة موصلة من النهاية بنقطة واحدة مشتركة وبدايتها حرة، وتكون في بعض الأحيان أربع مقاومات أو سبع أو ثمان، تستخدم المقاومات الشبكية لتستغل مساحة أصغر في بناء الدوائر الإلكترونية لاحظ الشكل (2-19).



الشكل 2-19 المقاومة الشبكية

وتوجد أنواع أخرى للمقاومات الكهربائية هي المقاومة الصفيرية (Zero Resistor) وذات الغشاء (Film Resistor) ومقاومات شبكية ذات قدرة عالية وغيرها والشكل (2-20) يوضح بعض من هذه المقاومات.



الشكل 20-2 مقاومات كهربائية متنوعة

ثانياً. المقاومة المتغيرة Variable Resistor

وهي مقاومة كاربونية تصنع بترسيب مركبات الكاربون الى لوحة فايبر شبه دائرية وتتصل بها توصيلة نحاسية منزلقة ودوارة تتحكم بقيمة المقاومة لاحظ الشكل (٢ - ٢١).



الشكل 21-2 المقاومة المتغير

وتتراوح قيمتها من الصفر الى اقصى قيمة لها، فعلى سبيل المثال اذا كانت المقاومة المتغيرة $10k\Omega$ فأن هذا يعني ان قيمة المقاومة تتراوح بين الصفر أوم وتزداد بالتدرج يدوياً الى ان تصل $10k\Omega$ والشكل (22-2) يوضح رمز المقاومة المتغيرة.



الشكل 22-2 رمز المقاومة المتغيرة



الشكل 23-2 مقاومات متغيرة متنوعة

ثالثاً - المقاومات الخاصة Special Resistors

تصنع من مواد خاصة وبطرق لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدوائر الإلكترونية، وهي مقاومات قيمتها غير ثابتة بل تتوقف على عدة عوامل مثل التيار والجهد والضوء والحرارة، ومن هذه المقاومات:

- أ - المقاومات الحرارية.

ب- المقاومات الجهدية.

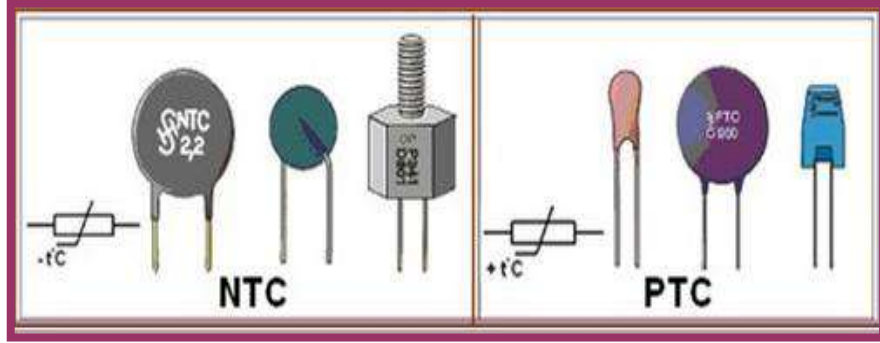
ج- المقاومات الضوئية.

أ. المقاومات الحرارية Thermostat :

تتغير مقاومتها مع تغير درجة الحرارة، والشكل (24-2) يبين رمز المقاومات الحرارية وأشكالها، وهي على نوعين:

١. **المقاومات ذات المعامل الحراري الموجب** (PTC) Positive Temperature Coefficient تكون مقاومتها واطئة عندما تكون باردة وتزداد مقاومتها بازدياد درجة الحرارة.

٢. **المقاومات ذات المعامل الحراري السالب** (NTC) Negative Temperature Coefficient تكون مقاومتها عالية عندما تكون باردة وتقل مقاومتها بازدياد درجة الحرارة.



الشكل 24-2 مقاومات حرارية

ب. المقاومات الجهدية Voltage Dependent Resistors (VDR)

تعتمد قيمة المقاومة الجهدية على فرق الجهد المسلط عليها وأن زيادة فرق الجهد يؤدي إلى انخفاض قيمة هذه المقاومة وتستعمل لحماية الدوائر الإلكترونية من الارتفاع المفاجئ في فرق الجهد وكما موضح في الشكل (25-2).



الشكل 25-2 مقاومة جهدية

ج. المقاومات الضوئية (L.D.R) (Light Dependent Resistors)

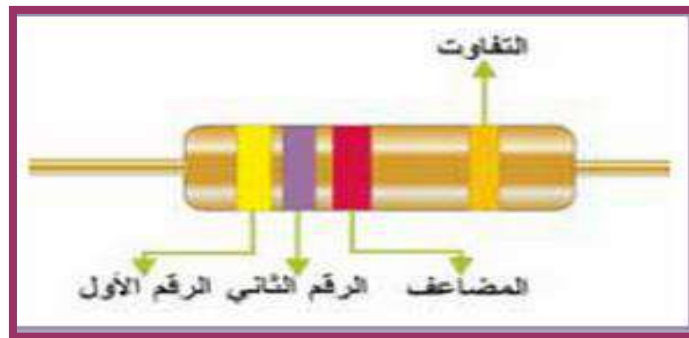
تتغير قيمة المقاومة الضوئية مع تغير مقدار الضوء الساقط عليها إذ تزيد قيمتها في الظلام وتقل عند سقوط الضوء عليها وتستخدم في التحكم الذاتي لبعض الأجهزة الكهربائية التي تعمل بتحسس وجود الضوء، وهذا المبدأ يمكن أن يستخدم لإنارة الشوارع ذاتياً. وللمقاومة المعتمدة على الضوء تطبيقات عديدة في الدوائر الإلكترونية كالتحكم بالأبواب الآلية وفي أجهزة الإنذار، وكاشف اللهب في المراجل إذ يتطلب الأمر التحسس بوجود الضوء أو غيابه. والشكل (2-26) يبين رمز المقاومة الضوئية وتركيبها.



الشكل 2-26 رمز وتركيب المقاومة الضوئية

5-2 قراءة قيمة المقاومة بوساطة طريقة الألوان

تسمى هذه الطريقة بالطريقة غير المباشرة حيث يرسم على المقاومة مجموعة من الحلقات بألوان مختلفة، تحدد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة، وتحدد الحلقة الثانية الرقم الثاني للمقاومة، وتحدد الحلقة الثالثة المضاعف العشري (عدد الأصفر)، أما الحلقة الرابعة فتحدد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظرية. لاحظ الشكل (2-27).



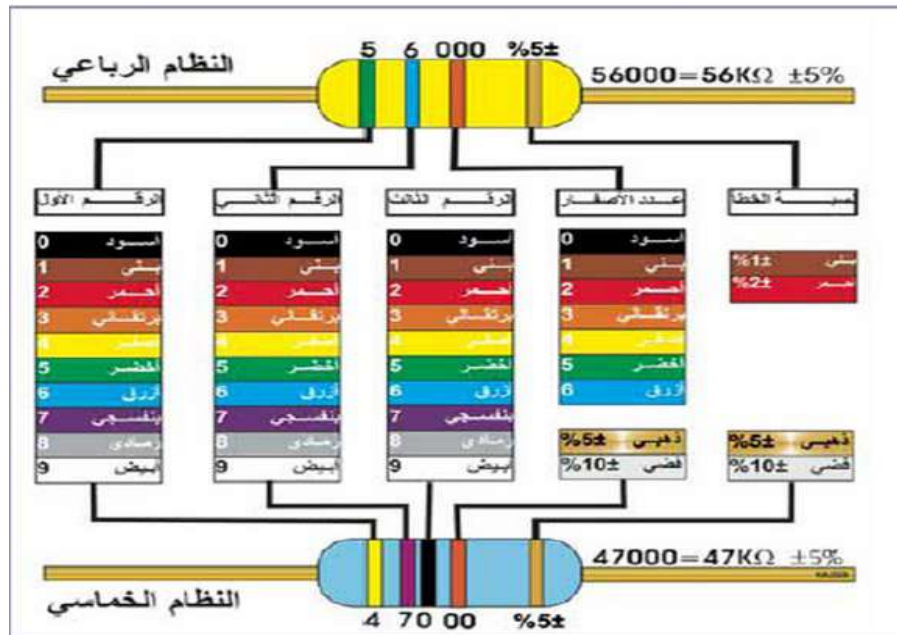
الشكل 2 - 27 الترميز اللوني للمقاومة

الجدول (١-١) يوضح الألوان المستخدمة لتعريف المقاومات وقيمها.

اللون Color	الخطبة الأولى First digit	الخطبة الثانية Second digit	معامل الضرب Multiplier	اللون الرابع Forth band
Black الأسود	0	0	$10^0 \times$	
Brown بني	1	1	$10^1 \times$	
Red أحمر	2	2	$10^2 \times$	
Orange برتقالي	3	3	$10^3 \times$	
Yellow أصفر	4	4	$10^4 \times$	
Green أخضر	5	5	$10^5 \times$	
Blue أزرق	6	6	$10^6 \times$	
Violet بنفسجي	7	7	$10^7 \times$	
Gray رمادي	8	8	$10^8 \times$	
White أبيض	9	9	-	
Gold ذهبي			$0.1 \times$	$\pm 5\%$
Silver فضي			$0.01 \times$	$\pm 10\%$
No band بدون لون				$\pm 20\%$

جدول ١-١ الألوان المستخدمة لتعريف المقاومات وقيمها

أما في حالة المقاومات لخمس حلقات فإن الأمر مماثل تماماً للحالة السابقة ولكن اللون الأول والثاني والثالث تكون أرقاماً أما اللون الرابع فهو عدد الأصفر والخامس نسبة التفاوت. لاحظ الشكل (2-28).



الشكل 2-28 قيم ألوان المقاومات

مثال (2-1):

أحسب قيم المقاومة ذات الألوان الآتية من اليسار إلى اليمين
أحمر أخضر أصفر ذهبي

الحل:

$$25 \times 10^4 \pm 5\% = 250 k\Omega \pm 5\%$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (6- a)

اسم التمرين: التدريب على أنواع المقاومات وفحصها
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص: ساعتان

الأهداف التعليمية:
إن يكون الطالب قادراً على التعرف على أنواع المقاومات الكهربائية وكيفية فحصها.

التسهيلات التعليمية :

- ١- بدلة عمل . ٢- منضدة عمل ٣. جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4 - جهاز أفوميتر تماثلي عدد (١).
- 5- مقاومات كهربائية كربونية ($100k\Omega / 0.5W$ - 1Ω) عدد (١٠). 6- مقاومات صفرية عدد (٥). 7. - مقاومة ذات الغشاء (الفلمية) عدد (٥). ٨. - مقاومة شبكية Net Resistor . ٩- مقاومات VDR, NTC , PTC ١٠- ثيرمستور.



خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- ١- ارتد بدلة العمل.
- ٢- قس عشر مقاومات كربونية مختلفة القيم باستخدام الافوميتر (أوميتر) التماثلي.
- ٣- قس عشر مقاومات كربونية مختلفة القيم باستخدام الافوميتر (أوميتر) الرقمي.
- ٤- قس مقاومة متغيرة بوضع مجسي الاميتر بين احد الاطراف والطرف الوسط وغير المقاومة ولاحظ التغير في قراءة الجهاز.
- ٥- افحص مقاومة ذات الغشاء (الفلمية) باستخدام الاميتر.
- ٦- قس المقاومة الشبكية VDR, NTC , PTC , Net Resistor .
- ٧- نفذ الفحص لمقاومة الثيرمستور.

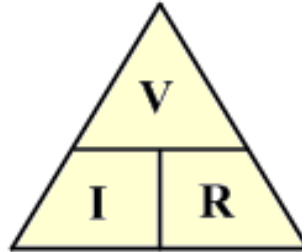
6-2 قانون اوم Ohm'S Law (العلاقة المتبادلة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة)

تعتمد قيم الفولتية (فرق الجهد) والتيار والمقاومة في الدائرة الكهربائية على بعضها البعض، وقد اكتشف العالم الألماني جورج أوم أن لجميع المواد نوعاً من المقاومة أمام التيار الكهربائي المار فيها، وأن المقاومة الأكبر التي تبديها المادة تفرض تسليط جهد كهربائي أكبر لضمان سريان التيار. وأثبتت التجارب التي أجراها العالم أوم، وجود علاقة تربط العوامل الأساسية للدائرة الكهربائية على فرق الجهد (V) والمقاومة (R) والتيار (I).

وتنص على : أن التيار المار في دائرة مغلقة يتناسب طردياً مع مقدار فرق الجهد المسبب لمرور هذا التيار وعكسياً مع مقدار مقاومة الدائرة.

$$\begin{aligned} I &\propto V \\ I &\propto \frac{1}{R} \\ I = \frac{V}{R} &\Rightarrow V = I \times R \Rightarrow R = \frac{V}{I} \end{aligned}$$

وهذا ما يسمى بقانون أوم.
أن هذه المعادلات تساعدنا على حساب قيمة التيار والفولتية والمقاومة في الدائرة الكهربائية. فإذا عرفنا كميتين لأمكن الحصول على الكمية الثالثة بوساطة قانون أوم. ويمكن حفظ قانون أوم بسهولة عن طريق المثلث الآتي:



بطاقة العمل للتمرين رقم (b-6)

اسم التمرين: بناء دائرة كهربائية لإثبات قانون أوم الطردي والعكسي.
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص: ٤ ساعات

الأهداف التعليمية:
إن يكون الطالب قادراً على تطبيق قانون أوم الطردي والعكسي .

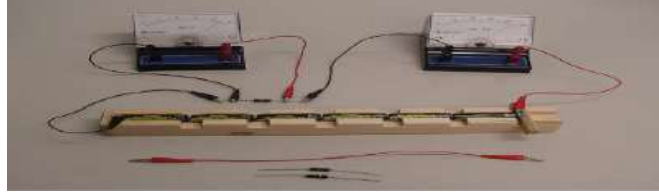
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل . 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (٢). 4- جهاز أفوميتر تماثلي عدد (٢)
- 5- مقاومات كهربائية كربونية 0.25W / (10Ω, 100Ω, 1kΩ) عدد (٣). 6- مقاومة متغيرة 5kΩ عدد (١). 7- مجهز قدرة V (0 – 12) عدد (١). 8- اسلاك توصيل 1 ملم^٢ (متر واحد)
- 9- قاعدة بطارية (ست اعمدة). 10- حقيبة ادوات الكترونية. 11- صندوق مقاومات.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

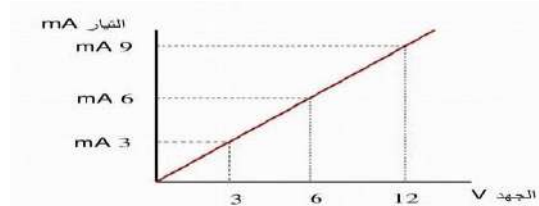
- 1- ارتدِ بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً. المقاومة 10Ω وست اعمدة فولتية العمود $1.5V$ مع جهاز اميتر بالتوالي مع الدائرة وفولتميتر بالتوازي مع المقاومة.



- 3- قس التيار المار في الدائرة والفولتية عبر المقاومة وسجل ذلك في جدول.
- 4- اوجد قيمة المقاومة من قسمة مقدار الفولتية على مقدار التيار.
- 5- قس المقاومة بجهاز الاميتر.
- 6- قارن بين حساباتك وقيمة المقاومة. علل سبب الاختلاف ان وجد.
- 7 - اعد التمرين بوضع مقاومة 100Ω بدلاً من المقاومة 10Ω وسجل قراءاتك في الجدول.
- 8- قس قيمة المقاومة وقارن ذلك مع حساباتك.
- 9- اعد التمرين بوضع مقاومة $1k\Omega$ بدلاً من المقاومة 100Ω وسجل قراءاتك في الجدول.
- 10- قس قيمة المقاومة وقارن ذلك مع حساباتك.
- 11- من الجدول ستلاحظ كلما زادت المقاومة قلَّ التيار المار في الدائرة عندما تكون فولتية الدائرة ثابتة وهو (قانون اوم العكسي).
- 12- قم باعادة التمرين باستخدام اجهزة القياس الرقمية. قارن بين حساباتك وأيهما افضل؟ وضح ذلك.
- 13- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً المكونة من مجهز قدرة وصندوق مقاومات وأجهزة القياس.



- 14- غير صندوق المقاومات للحصول على مقاومة معينة مطلوب قياسها.
- 15- غير فولتية مجهز القدرة $(1,2,3,4,5)V$ وسجل التيار في كل حالة. دَوِّن ذلك في جدول.
- 16- أرسم العلاقة بين الفولتية والتيار. احسب مقدار المقاومة.



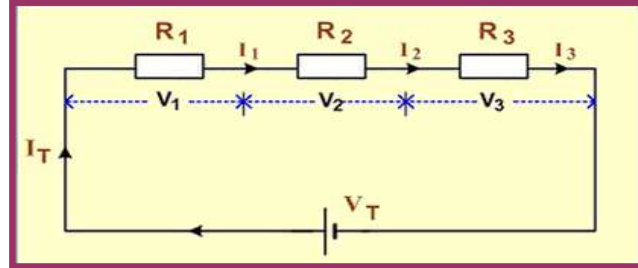
17- لاحظ انه بزيادة الفولتية يزداد التيار المار في الدائرة عند ثبوت المقاومة وهذا هو تحقيق (لقانون أوم الطردي).

7-2 ربط المقاومات

هناك ثلاث طرائق لربط المقاومات في الدوائر الكهربائية وهي:

١. الربط على التوالي

الشكل (2-29) يوضح دائرة توالي والخواص الأساسية لهذه الدائرة:



الشكل 2 - 29 توصيل المقاومات على التوالي

أ- التيار متساوي الشدة في نقاط الدائرة جميعها:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

ب- مجموع فرق الجهد على المقاومات يساوي فرق الجهد على طرفي البطارية:

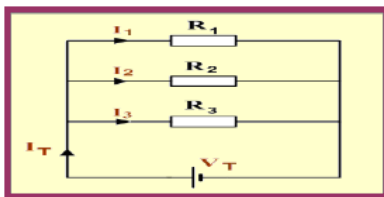
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

ج- القيمة الكلية للمقاومة تساوي حاصل جمع قيم المقاومات:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

٢. الربط على التوازي

يبين الشكل (2-30) دائرة التوازي، وتتميز هذه الدائرة بالخصائص الآتية:



الشكل 2-30 توصيل المقاومات على التوازي

أ (الجهد على المقاومات جميعها متساوٍ:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

ب) التيار الكلي يساوي حاصل جمع التيارات المارة في كل مقاومة، والتيار المار خلال كل مقاومة يتناسب تناسبا عكسيا مع قيمة تلك المقاومة:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

ج) مقلوب المقاومة الكلية لعدة مقاومات يساوي مجموع مقلوب كل من هذه المقاومات على حدة ، وكلما ازداد عدد المقاومات المربوطة على التوازي انخفضت قيمة المقاومة المكافئة في الدائرة الكهربائية:

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

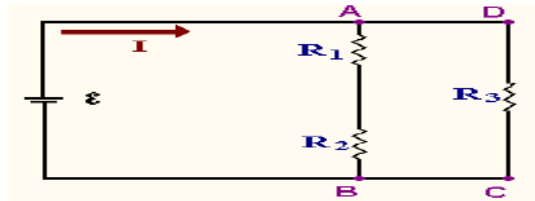
في حالة ربط مقاومتين R_1 , R_2 على التوازي فالمقاومة المكافئة:

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

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

٣. الربط المختلط

تشتمل الدوائر الكهربائية عادة على أنواع ربط تتركب من ربط التوالي وربط التوازي للحصول على فرق جهد مختلف وقيم مختلفة للتيار في الدائرة. وعند حساب قيمة المقاومة المكافئة تبسط الدائرة المركبة إلى دائرة التوازي أو دائرة التوالي وتحسب المقاومة للدائرة المبسطة الناتجة لاحظ الشكل (31-2) .



الشكل 31-2 دائرة ربط مختلط للمقاومات

بطاقة العمل للتمرين رقم (7)

بناء دائرة كهربائية مكونة من مجموعة مقاومات كربونية (توصيل توالٍ، توازي، مختلط) وإجراء القياسات عليها.

الوقت المخصص: ٤ ساعات

مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على قياس التيار والفولتية لدوائر التوالي والتوازي والربط المختلط.

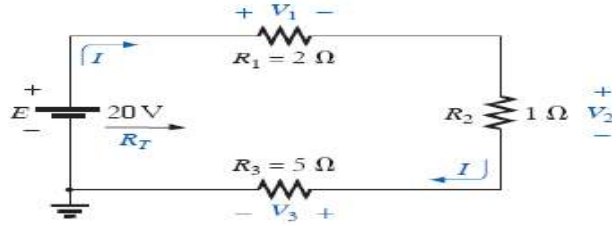
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر تماثلي عدد (2). 4- جهاز أفوميتر رقمي عدد (2).
- 5- مقاومات كهربائية (5Ω, 1Ω, 2Ω, 2.2Ω, 6.8Ω) عدد (١٠). 6- مجهز قدرة (30-0)Vdc عدد (١) .

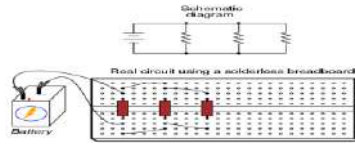
خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل أدناه. احسب المقاومة المكافئة. قس المقاومة المكافئة باستخدام الاوميتر.



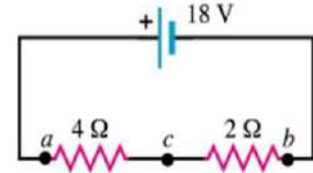
- 3- ضع جهاز اميتر رقمي بالتوالي مع الدائرة و قس مقدار التيار الكلي.
- 4- بوساطة الفولت ميتر قس V_1 , V_2 , V_3 .
- 5- اثبت ان $E = V_1 + V_2 + V_3$
- 6- غير مجهز القدرة من 20V الى 10V وأعد التمرين باستخدام الافوميتر التماثلي.
- 7- قارن بين قيمة التيار في الحالتين. علل ذلك.
- 8- نفذ دائرة توصيل المقاومات بالتوازي الموضحة بالشكل أدناه والمكونة من ثلاثة ($1.5k\Omega$, $0.6k\Omega$, $1.5k\Omega$) واحسب المقاومة المكافئة. قس المقاومة المكافئة باستخدام الاوميتر.



- 9- ضع مجهز القدرة بالفولتية 10 V (فولتية المصدر للدائرة).
- 10- قس التيار الكلي للدائرة.
- 11- قس التيار المار في كل مقاومة.
- 12- اثبت ان التيار الكلي يساوي مجموع التيارات الفرعية.
- 13- سجل الفولتية على كل مقاومة.
- 14- اعد التمرين بوضع ثلاث مقاومات متساوية (10Ω) وفولتية 20 V.
- 15 قارن بين توصيل المقاومات بالتوالي وتوصيل المقاومات بالتوازي.
- 16- نفذ دائرة توصيل المقاومات المختلط. مقاومتان بالتوازي $5.1k\Omega // 1k\Omega$ مع مقاومة 330Ω بالتوالي و قس كل من التيار الكلي والفرعي.

أسئلة الوحدة الثانية

- 1- اشرح باختصار الخلايا الابتدائية والخلايا الثانوية.
- 2- عرف ما يأتي: قانون أوم، المقاومة الكربونية، بطارية أيون الليثيوم.
- 3- وضح مع الرسم توصيل الأعمدة على التوالي والتوازي.
- 4- مما تتكون الدائرة الكهربائية البسيطة، عددها ووضح اجابتك مع الرسم.
- 5- عدد خمسة انواع مختلفة من المفاتيح الكهربائية.
- 6- عدد انواع المقاومات الكهربائية وشرح واحدة منها.
- 7- كيف يتم قياس المقاومة الكهربائية.
- 8- ما هي قيمة المقاومة ذات الالوان الآتية من اليسار الى اليمين (ذهبي-احمر- بني- احمر).
- 9- اكتب المعادلات المستخدمة لتطبيق قانون اوم.
- 10- في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل .جد قيمة التيار الكلي المار في الدائرة (I_T) , R_T , V_{cb} , V_{ac} ؟



- 11- ماهي أنواع البطاريات القابلة للشحن ؟ عددها مع التوضيح .

المتسعات والملفات Capacitors & Inductors

الهدف العام

اكتساب الطالب المعرفة حول المتسعات الكهربائية (Capacitors) أنواعها وحدة قياسها طرق الربط ، شحن وتفريغ المتسعة، الملفات (Inductors) ، وحدة قياسها ، وأهمية استخدامها في دوائر التيار المستمر DC والمتناوب AC.

الاهداف الخاصة

- بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:
 - ١- يميز بين أنواع المتسعات الكهربائية.
 - ٢- يثبت عملية الشحن والتفريغ.
 - ٣- يبني دائرة كهربائية مكونة من ثلاث متسعات موصلة بالتوالي و بالتوازي مع مصدر تيار مستمر وإجراء قياسات الدائرة.
 - ٤- يصنع ملفاً صناعياً مكون من عدد لفات مختلفة.
 - ٥- يفكك سماعة وميكرفون مغناطيسي لهاتف محمول (الهاتف الجوال).
 - ٦- يتعلم كيفية توليد الاشارات المتناوبة.
 - ٧- التعرف على أشكال الاشارات المتناوبة من خلال ربط مولد الدالة بجهاز راسم الاشارة.
 - ٨- يفحص أنواع المحولات.

في هذه الوحدة ستتعلم المواضيع الآتية

تمرين رقم (8)

التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها.

تمرين رقم (9)

شحن وتفريغ المتسعة.

تمرين رقم (10)

توصيل المتسعات على التوالي والتوازي.

تمرين رقم (11)

بناء ملف صناعي مكون من عدة لفات مختلفة.

تمرين رقم (12)

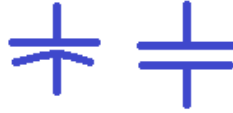
توليد اشارات متناوبة

تمرين رقم (13)

المحولات الكهربائية

1-3 المتسعات الكهربائية Electric Capacitors

هي عنصر يخزن الطاقة على شكل شحنة كهربائية و يتكون من زوج من الصفائح المعدنية الموصلة المتوازية يفصل بينهما عازل كهربائي (Dielectric). الصفائح الموصلة يمكن أن تكون دائرية أو مستطيلة و يمكن أن تأخذ شكلا كرويا أو اسطوانيا. الغرض من المتسعة هو تخزين الطاقة الكهربائية. الشكل (١-٣) يمثل الرموز الرئيسية المستخدمة في الدوائر الالكترونية للإشارة الى المتسعة.



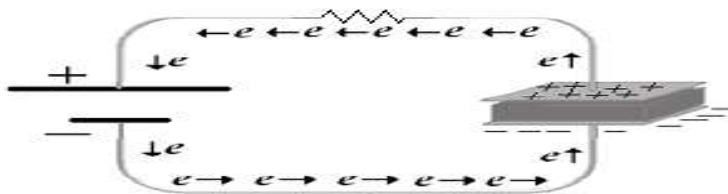
الشكل 1-3 رموز المتسعة الكهربائية

1-1-3 استخدامات المتسعات الكهربائية:

- ١- تنعيم التيار في وحدات القدرة power supply.
- ٢- دوائر التوقيت timer.
- ٣- المرشحات filters.
- ٤- الربط بين بعض مراحل الدائرة coupling.
- ٥- المذبذبات oscillator.
- ٦- دوائر الرنين resonant circuit.
- ٧- تخزين الطاقة مثل استخدامه في فلاش الكاميرا.
- ٨- تفاضل وتكامل الإشارة.

2-1-3 مبدأ عمل المتسعة:

عند توصيل المكثف بجهد كهربائي مستمر عبر مقاومة كما في الشكل (2-3) فإن القطب الموجب للبطارية يجذب الالكترونات (سالبة الشحنة) الحرة الموجودة على لوح المكثف المتصل به (وذلك لأن لوح المكثف موصل للتيار الكهربائي) فيصبح اللوح موجب الشحنة، وفي نفس الوقت تتحرك الالكترونات من القطب السالب للبطارية نحو لوح المكثف المتصل به وتتراكم عليه فيصبح اللوح سالب الشحنة. ويستمر ذلك الى أن يتساوى الجهد بين طرفي المكثف مع جهد البطارية، ولا تعبر الالكترونات المكثف نظرا لوجود العازل الكهربائي الذي يقوم بمنع مرور التيار الكهربائي. اذا قمنا بفصل المكثف من الدائرة فإنه سيحتفظ بالجهد الكهربائي بين طرفيه لفترة زمنية تتوقف على نوع مادة العازل الموجود بين اللوحين.



الشكل 2-3 مبدأ عمل المتسعة

3-1-3 سعة المكثف Capacitance

سعة المكثف هي مقياس لكمية الشحنات التي يستطيع المكثف تخزينها، ورمزها C ووحدتها فاراد Farad ورمزها F ، إلا أن الفاراد يمثل كمية كبيرة جداً لذلك تستخدم أجزاء من الفاراد لقياس السعة يوضحها الجدول (1-3) .

وحدة القياس	الرمز	المضروب
مايكرو micro	μ	10^{-6}
نانو nano	n	10^{-9}
بيكو pico	p	10^{-12}

جدول 1-3

تكون قيمة المتسعات الكيماوية بالميكرو فاراد (μF) وتكتب عادة عليها مع علامات تحدد القطبية وفولتية التشغيل فمثلاً متسعة مطبوع عليها ($100\mu F/200V$) وأخرى مطبوع عليها ($10\mu F/25V$)... الخ وتربط هذه المتسعات بالصورة الصحيحة لأنها ذات قطبية موجبة +ve وقطبية سالبة -ve وتعمل بالتيار المستمر (في حالة وضعها بالصورة الخاطئة سوف تنفجر أو تتلف) ويكون الطرف الموجب أطول من الطرف السالب للتمييز بينهما. المتسعات بالقيم الصغيرة تكون غير مستقطبة وتربط بالدائرة دون الاعتماد على القطبية ومن أنواعها متسعات المايكا والبولستير وغيرها ولها قيم بالنانوفاراد والبيكوفاراد، يطبع عليها قيمة السعة مثلاً (10 nF ، 10 pF) أو (104 ، 103) أو ($104K$ ، $103K$) والجدول (2-3) يوضح الشفرات المستخدمة لقراءة قيمة المتسعة.

CODE / Marking	μF microfarads	nF nanofarads	pF picofarads
1R0	0.000001	0.001	1
100	0.00001	0.01	10
101	0.0001	0.1	100
102	0.001	1	1,000
103	0.01	10	10,000
104	0.1	100	100,000
105	1	1,000	1,000,000
106	10	10,000	10,000,000
107	100	100,000	100,000,000

جدول 2-3 شفرات لقراءة المتسعات

من الجدول (2-3) نلاحظ أن قيمة المتسعة هي الرقم الأول والثاني مضروباً بالرقم الثالث والذي يعني عدد الأصفار فعلى سبيل المثال (١٠١) يعني ($10 \times 10 = 100\text{ pF}$) والرقم (104) يعني ($10 \times 10000 = 100000\text{ pF}$) وهكذا. أما الحروف المطبوعة بعد الأرقام الثلاثة فتدل على نسبة السماح ١٠% أو ٥% أو ١%، والجدول (3-3) يمثل نسبة السماح. فقيمة المتسعة ($103K$) هي ($10 \times 1000 = 10000\text{ pF}$) ونسبة السماح هي 10% وقيمة المتسعة ($104M$) هي ($10 \times 10000 = 100\text{ nF}$) ونسبة السماح هي ٢٠%. وتطبع أشرطة ملونة على المتسعات في بعض

الأحيان وكثيراً ما نجد لها على متسعات البولوستر وتقرأ كما مر ذلك في قراءة المقاومات الملونة وبوحدة البيكوفاراد لاحظ الشكل (3-3).



الشكل 3-3 متسعة البولوستر

والجدول (3-3) يوضح كيفية قراءة هذه المتسعات.

الترقيم الأول اللون الأول	(pF)	الترقيم الثاني اللون الثاني	(pF)	المضروب به اللون الثالث	نسبة التسامح اللون الرابع
BLACK	0		0	x 1	20 percent
BROWN	1		1	x 10	
RED	2		2	x 100	
ORANGE	3		3	x 1000	
YELLOW	4		4	x 10,000	
GREEN	5		5	x 100,000	5 percent
BLUE	6		6	x 1,000,000	
VIOLET	7		7	x 10,000,000	
GREY	8		8	x 100,000,000	
WHITE	9		9	x 1,000,000,000	10 percent

الشريط الملون الخامس يمثل قيمة الفولتية التي تعمل بها ولا تتحمل أكثر منها

Brown 100 Volts	Red 250 Volts	Yellow 400 Volts
--------------------	------------------	---------------------

جدول 3-3

4-1-3 ربط المتسعات:

يوجد ثلاثة أنواع ربط مختلفة يمكن من خلالها ربط مجموعة من المتسعات وحساب السعة المكافئة (C_{eq}) لكل نوع، وهذه الأنواع هي:

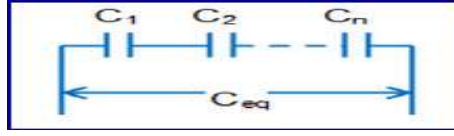
- ١- ربط المتسعات بالتوالي.
- ٢- ربط المتسعات بالتوازي.
- ٣- ربط المتسعات المختلط .

١- ربط المتسعات بالتوالي:

في هذا النوع يتم ربط المتسعات بالتوالي عن طريق ربط القطب الموجب لكل متسعة مع القطب السالب للمتسعة الأخرى. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط سيكون مقدار السعة المتكونة بين القطب السالب من المتسعة الأولى والقطب الموجب من المتسعة الأخيرة في دائرة الربط. الشكل (3-4) يوضح ربط المتسعات على التوالي.

إذا كان لدينا n من المتسعات (C_1, C_2, \dots, C_n) مربوطة على التوالي فان مقلوب السعة المكافئة ($1/C_{eq}$) سيكون المجموع الكلي لمقلوب المتسعات C_1, C_2 .

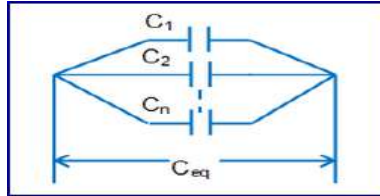
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



الشكل 3-4 ربط المتسعات على التوالي

٢- ربط المتسعات بالتوازي:

في هذا النوع يتم ربط المتسعات بالتوازي عن طريق ربط الأقطاب الموجبة لجميع المتسعات مع بعضها والأقطاب السالبة مع بعضها. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط سيكون مقدار السعة المتكونة بين النقطة المشتركة للأقطاب الموجبة والنقطة المشتركة للأقطاب السالبة. الشكل (3-5) يوضح طريقة ربط المتسعات على التوازي.



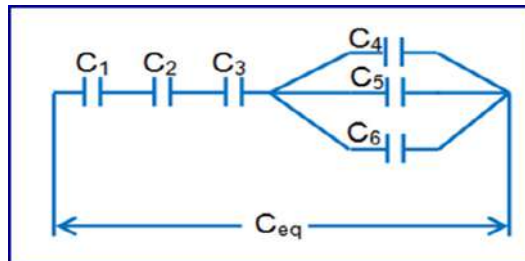
الشكل 3-5 ربط المتسعات على التوازي

إذا كان لدينا n من المتسعات (C_1, C_2, \dots, C_n) مربوطة على التوازي فإن السعة المكافئة (C_{eq}) ستكون المجموع الكلي لقيم المتسعات C_1, C_2 .

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

٣- ربط المتسعات المختلط:

يتكون هذا النوع من ربط المتسعات عادة من خلال المزج بين نوعي الربط المتوازي والمتوالي ضمن دائرة متسعات واحدة. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط ستكون حاصل جمع السعة المكافئة لمجموعة متسعات التوازي مع السعة المكافئة لمجموعة متسعات التوالي. الشكل (3-6) يوضح الربط المختلط للمتسعات.



الشكل 3-6 مجموعة متسعات مربوطة بشكل مختلط

بطاقة العمل للتمرين رقم (8)

اسم التمرين : التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
 إن يكون الطالب قادراً على التمييز بين المتسعات وكيفية فحصها .

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١). 5- متسعات كهربائية متنوعة عدد (١). 6- مجهز قدرة (٠ الى ١٢ فولت) عدد (١). 7- حقيبة ادوات الكترونية واسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة مطبوعة تحتوي على عدد من المتسعات بعضها تالف عدد (١). 9- جهاز قياس المتسعات ESR. 10- لوحة مطبوعة لهاتف جوال مستهلك.

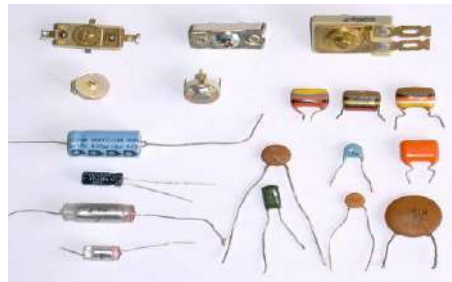


جهاز ESR

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- ميز بين المتسعات الموضحة بالشكل الآتي .
- 3- افحص عددا من المتسعات الكيماوية والمايكا وغيرها باستخدام جهاز RLC .



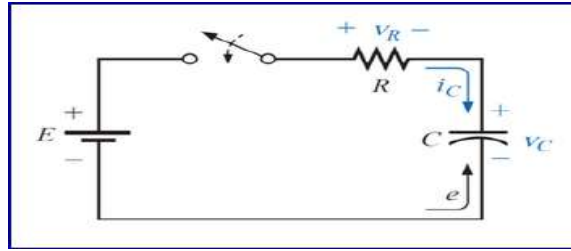
- 4- افحص عدداً من المتسعات الكهربائية باستخدام جهاز (ESR).

- 5- لديك متسعة كيماوية ($100\mu F / 250V$) المطلوب فحصها باستخدام جهاز الاوميتر.
- 6- ما قراءة الاوميتر عندما تكون المتسعة في حالة دورة قصر (Short)؟
- 7- ما قراءة الاوميتر عندما تكون المتسعة في حالة فتح (Open)؟
- 8- كيف تعين متسعة كيماوية تالفة موضوعة على لوحة مطبوعة بدون استخدام أجهزة الفحص؟
- 9- تأكد من سلامة متسعة كيماوية $10\mu F / 10V$ بتوصيلها الى بطارية 6V.

3-1-5 شحن وتفريغ المتسعة

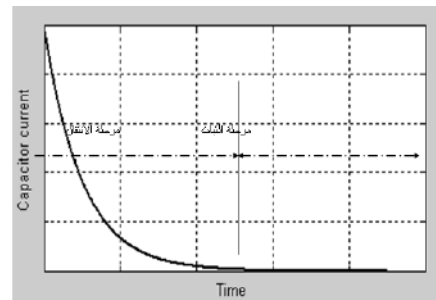
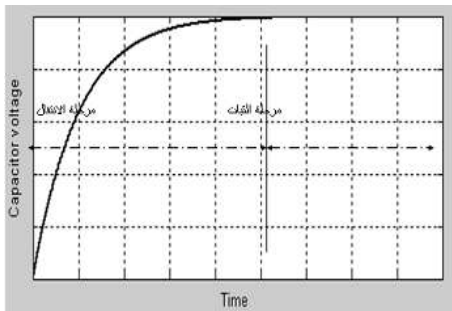
تعرفنا في ما مضى على الطريقة التي تحتفظ بها المتسعة بالشحنة الكهربائية. دعنا الآن نوسع الفكرة بدراسة تصرف كل من التيار والجهد الكهربائي ضمن دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مصدر فولتية ومقاومة فضلا عن المتسعة.

١- **شحن المتسعة:** لفهم الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل (3-7) لنتخيل أن المكثف عبارة عن مخزن فارغ وسيتم فيه تخزين الشحنات ففي بادئ الأمر يمكننا أن ندخل كمية كبيرة من الشحنات (التيار الكهربائي) دفعة واحدة وذلك نظرا لأن المخزن فارغ وبابه مفتوح (لا يوجد مقاومة). ولذلك سيكون الجهد المبذول لادخال الشحنة قليل، بعد فترة زمنية يأخذ المخزن بالامتلاء وتبدأ تغلق البوابة (فتزيد المقاومة)، ولذلك سيزداد الجهد المبذول لادخال الشحنة ولا يمكننا غير ادخال كميات بسيطة من الشحنات (أي يقل التيار الكهربائي). حتى يتم غلق البوابة ولايسمح بمرور أي شحنات (وبالتالي سيتوقف مرور التيار).



الشكل 3-7 دائرة شحن المتسعة

في الشكل (3-8) نلاحظ ان المكثف يبدأ عملية الشحن عند جهد يساوى صفر ثم يبدأ بالأزدىاد مع مرور الزمن، ثم بعد ذلك يأخذ المنحنى شكل اقرب الى الافقى حيث يصبح جهد المكثف ثابت مع مرور الزمن. ونلاحظ ان المكثف يبدأ عملية الشحن عند اعلى قيمة للتيار ثم تبدأ هذه القيمة فى النقصان مع مرور الزمن، ثم بعد ذلك يأخذ المنحنى شكل اقرب الى الافقى حيث يصبح تيار المكثف ثابت مع مرور الزمن يساوي صفر.



الشكل 3-8 مخططات تيار وفولتية الشحن للمتسعة

نلاحظ أن العلاقة بين الجهد والتيار أثناء الشحن علاقة عكسية، حيث نلاحظ أن الجهد يتزايد بالتدريج وفيها يزداد الجهد من صفر فولت الى أقصى قيمة له، ثم بعد ذلك يصل الى حالة الاستقرار، وفيها يتوقف مرور التيار ويصل الجهد بين طرفي المكثف الى أقصى قيمة وعندها يمكن اعتبار المكثف دائرة مفتوحة open circuit.

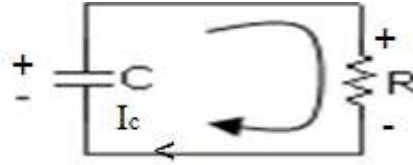
ويتوقف زمن مرحلة الانتقال على ما يعرف بالثابت الزمني، ويرمز له بالرمز T (تنطق تاو)

$$\tau = R * C$$

ووحدها بالثانية، وتحسب من المعادلة التالية:

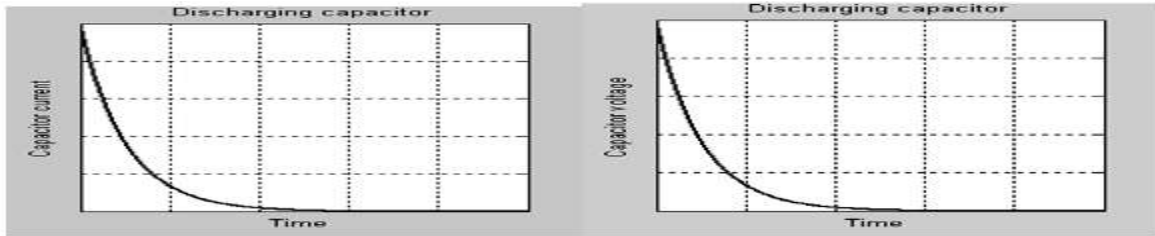
من المعادلة أعلاه يمكن أن ندرك بأن قيمة ثابت الزمن (T) تتناسب طردياً مع كل من قيمة المتسعة وقيمة المقاومة، عملياً يمكن أن نعتبر أن المكثف قد وصل الى أقصى قيمة للجهد بعد مرور زمن مقداره $5T$ وذلك مناسب لمعظم التطبيقات إذن $T = 5T$.

٢- **تفريغ المتسعة:** ذكرنا أنه بعد شحن المكثف فإنه يحتفظ بالشحنة لفترة زمنية، فإذا قمنا بتوصيله في دائرة كالموضحة في الشكل (3-9) فإنه يعمل عمل البطارية لفترة زمنية تتوقف على الثابت الزمني ويقوم بتفريغ شحنته حتى يصل الى صفر فولت، وجهد المقاومة في هذه الحالة هو نفسه جهد المكثف، والتيار المار في المقاومة هو نفسه التيار المار في المكثف.



الشكل 3- 9

والشكل (3-10) يوضح منحنى الجهد والتيار، وفيه نلاحظ أن شكل منحنى الجهد هو نفس شكل منحنى التيار، وأن العلاقة بينهما علاقة طردية فعند بداية التفريغ تكون القيمة عظمى وتقل مع مرور الزمن الى أن تصل الى الصفر.



الشكل 3-10

مثال (3-1)

ما هو الزمن المطلوب (T) لغرض شحن متسعة (C) قيمتها $4\mu F$ الى أقصى قيمة إذا كانت هذه المتسعة مربوطة الى دائرة الشحن الموضحة بالشكل (3-7)، وكانت قيمة المقاومة (R) في الدائرة تساوي $8k\Omega$.

الحل:

في البداية يجب أن نحسب ثابت الزمن للدائرة كالآتي:

$$T = R.C = (8 \times 10^3 \Omega).(4 \times 10^{-6} F) = 32 \text{ ms}$$

الآن نحسب الزمن الكلي اللازم لشحن المتسعة الى أقصى قيمة.

$$T = 160 \text{ ms } T = 5$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (9)

اسم التمرين : شحن وتفريغ المتسعة.
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على اثبات شحن وتفريغ المتسعة.

التسهيلات التعليمية :

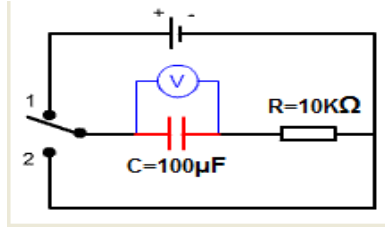
- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز آفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز اميتر رقمي عدد (١).
- 5- متسعة كيماوية $100\mu F$ عدد (١). 6- مقاومة $10k\Omega$ عدد (١). 7- مجهز قدرة مستمر عدد (١).
- 8- مفتاح ثنائي القطبية عدد (١). 9- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 10- لوحة ربط Breadboard.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة العملية الآتية وادخل فولتية مستمرة مقدارها 9V.



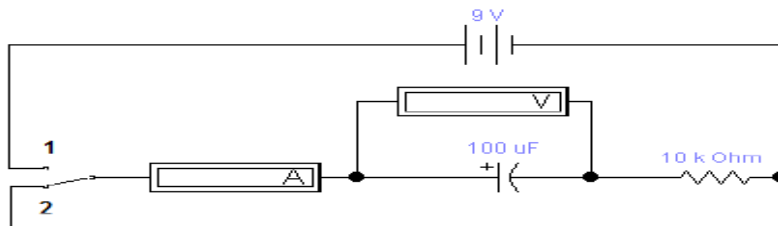
3- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتسعة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (١) وضعية (شحن).

4- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتسعة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (٢) وضعية (تفريغ).

5- احسب ثابت الزمن Time Constant بتطبيق القانون الآتي:

$$\tau = RC$$

6- اعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB.



بطاقة العمل للتمرين رقم (10)

اسم التمرين : توصيل المتسعات على التوالي والتوازي
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ٤ ساعات

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على تنفيذ دوائر التوالي والتوازي للمتسعات الكهربائية.

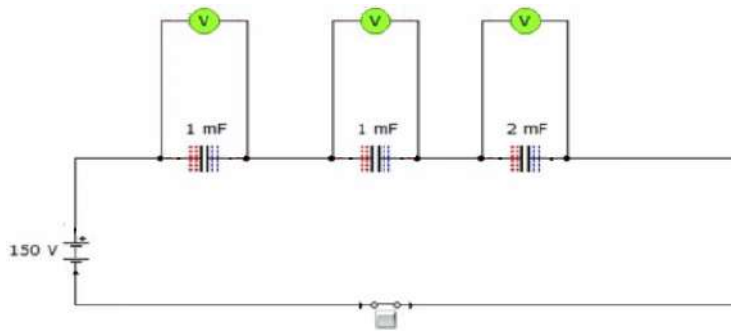
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١). 5- مجهر قدرة مستمر عدد (١). 6- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة توصيلات Breadboard عدد (١). 9- متسعات كيماوية $C=500\mu F$ عدد (٣), $C=1mF$ عدد (٢), $C=2mF$ عدد (١), 10- مفتاح ضغط فتح عدد (١). 11- جهاز حاسبة يحتوي على برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات متصلة بالتوالي على لوحة التوصيل (Veroboard).

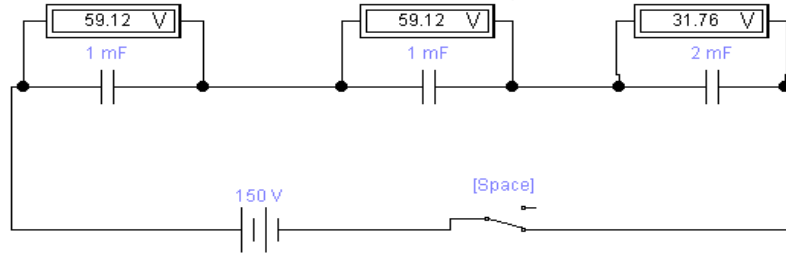


- 3- جهز فولتية مقدارها 150V.
- 4- باستخدام جهاز RLC سجل قيمة المتسعة الكلية.
- 5- قارن بين حساباتك العملية والنظرية. استعن بالقانون الآتي:

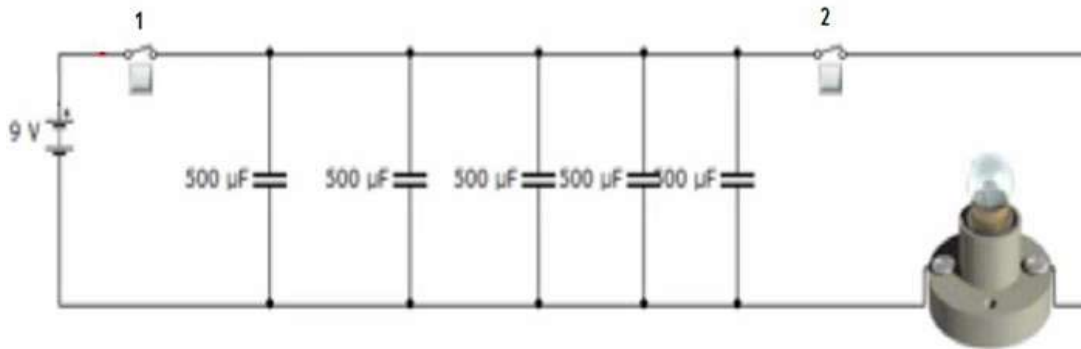
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- 6- سجل الفولتية على كل متسعة باستخدام جهاز الفولتميتر.
- 7- عند ربط متسعة واحدة $C=1mF$ الى مصدر جهد 150V سوف نلاحظ تلف المتسعة والسبب (عدم تحمل المتسعة الجهد المسلط عليها).

8- اعد الخطوات السابقة بطريقة برنامج EWB.



9- أربط الدائرة الموضحة بالشكل أدناه (ربط التوازي) على لوحة التوصيل (Veroboard).



10- باستخدام جهاز RLC سجل قيمة المتسعة الكلية عملياً وقارن حساباتك العملية والنظرية استعن

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

بالقانون التالي:

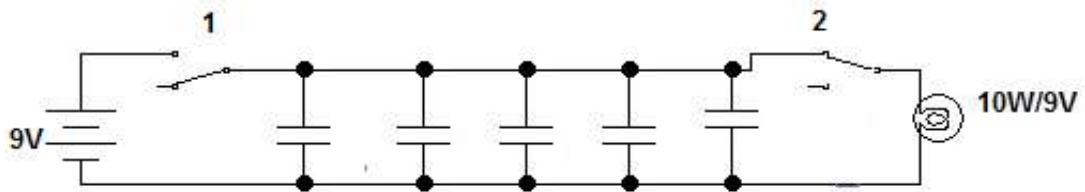
11- صل مفتاح (١) وافتح مفتاح (٢) .

12- أربط الفولتميتر على التوازي وقس قيمة الفولتية الكلية المسلطة على المتسعات.

13- أفصل مفتاح (١) واربط مفتاح (٢) ستشاهد توهج المصباح لفترة قصيرة بسبب شحن المتسعات.

14- أربط المصباح الى متسعة واحدة فقط ونفس فرق الجهد في الدائرة اعلاه و بوجود المفتاحين سوف نلاحظ عدم توهج المصباح (لأن التيار المار غير كافي لتوهج المصباح) .

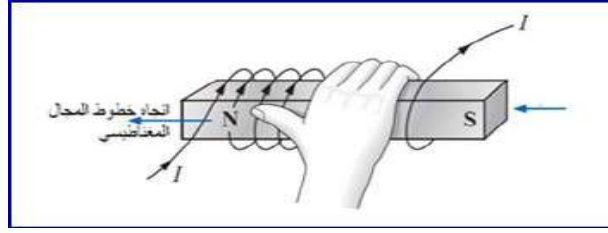
15- أربط الدائرة بطريقة EWB.



2-3 مبدأ عمل الملف

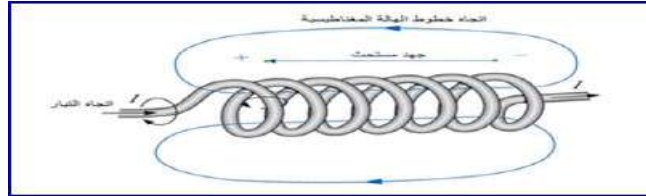
يعمل الملف وفق نظرية علمية تنص على انه (عندما يمر تيار كهربائي في سلك موصل ينشأ حول هذا السلك مجال مغناطيسي. ويتزايد هذا المجال بزيادة التيار المار في السلك). اتجاه المجال المغناطيسي المتشكل حول الموصل يمكن تحديده استناداً الى ما يدعى بقاعدة اليد اليمنى التي تنص على انه إذا وضع الملف في اليد اليمنى وقام الشخص بلف أصابع اليد باتجاه مرور التيار المار في الموصل نفسه فان إصبع الإبهام سيشير الى القطب الشمالي للمجال المغناطيسي الذي سيتشكل مؤقتاً حول الملف.

الشكل (3-11) يوضح كيفية تطبيق قاعدة اليد اليمنى علماً أن المغناطيس الموضوع داخل الملف في الشكل هو مغناطيس تم افتراض تشكيله نتيجة مرور التيار (I).



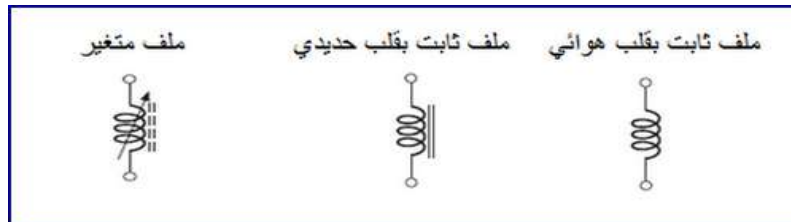
الشكل 3 - 11 تطبيق قاعدة اليد اليمنى

إن خطوط المجال المغناطيسي تترك القطب الشمالي لتدخل الى القطب الجنوبي للمغناطيس الافتراضي لذلك ستتشكل هالة مغناطيسية حول الملف كما في الشكل (3-12).



الشكل 3-12 هالة مغناطيسية حول ملف يمر خلاله تيار

الشكل (3-13) يوضح بان هناك جهداً كهربائياً قد تشكل على طرفي الملف يسمى بالجهد المحتث (Inductive Voltage). هذا الجهد تولد نتيجة التغير الحاصل في شدة المجال المغناطيسي حول الملف وهذا المجال بدوره تكون نتيجة التغير في التيار المار في الملف. بعبارة أخرى يمكننا القول بان الجهد المحتث قد تكون بطريقة غير مباشرة نتيجة التغير بالتيار المار في الملف. إن قطبية الجهد المحتث على طرفي الملف ستولد دورها تياراً آخر داخل الملف سيكون معاكساً لاتجاه التيار الأصلي. هذا التيار الجديد سيحد من التغير السريع للتيار الأصلي. لذلك فانه في اللحظة التي يبدأ بها تيار الملف بالتغير لأي سبب كان سيكون هناك تأثير معاكس سيحد من هذا التغير. على هذا الأساس فأن التيار المار في الملف سوف لا يتغير من قيمة أعلى الى قيمة أدنى مباشرة وإنما سيتطلب وقتاً معيناً لحدوث ذلك. يتبعه بذلك الجهد المحتث على طرفي الملف وبذلك يمكننا أن نعد الملف بأنه يقوم بتخزين الطاقة لمدة معينة.



الشكل 3-13 الرموز الالكترونية للملف الثابت والملف المتغير

3 - 3 أنواع الملفات

الملفات كما في المقاومات والمتسعات يمكن تقسيمها الى نوعين رئيسيين وهما الملف الثابت (Fixed) والملف المتغير (Variable) ويرمز لهما في الدوائر الالكترونية كما موضح في الشكل (٣- ١٣).
الملف الثابت يكون ذا قلب هوائي أو حديدي أما الملف المتغير فان قلبه عبارة عن قضيب مصنوع من مادة الفييرايت المغناطيسية (Ferromagnetic) و قابل للحركة داخل الملف. والشكل (٣- ١٤) يوضح أنواع الملفات الصغيرة الحجم (١ ملم الى ١ سم) والمستخدمه في دوائر الأجهزة الخلوية.



الشكل 3-14 أنواع مختلفة من الملفات

بطاقة العمل للتمرين رقم (11)	
اسم التمرين :	بناء ملف صناعي مكون من عدد لفات مختلفة
مكان التنفيذ /	ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص :	ساعتان
الأهداف التعليمية:	يكون الطالب قادراً على صنع ملف مكون من عدد لفات مختلفة.

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منصدة عمل 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١).
- 5- أسلاك لف 27 swg بكرة عدد (١). 6- مجهز قدرة (0-12)V عدد (١). 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة توصيلات Breadboard عدد (١). 9- سماعة هاتف محمول عدد (١). 10- لوحة مطبوعة لهاتف محمول عدد (١). 11- ميكرفون هاتف محمول عدد (١). 12- سماعة حاسوب محمول عدد (١). 13- ميكرفون حاسوب محمول عدد (١).

خطوات تنفيذ التمرين :		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- اصنع ملفاً بسيطاً مكوناً من ٥٠ لفة موضوعاً على بكرة من البلاستيك ومثبتاً على قلب من الحديد كما موضح بالشكل الآتي. ثم سجل محاثه الملف باستخدام جهاز RLC
- 3- المطلوب بناء اربعة ملفات ذات قلب هوائي كما موضح بالشكل الآتي . ثم سجل محاثه الملف باستخدام جهاز RLC



4- حدد سماعة الهاتف المحمول والحاسوب المحمول مستعيناً بالشكل الآتي. افحص كل منهما بالاستعانة بأجهزة الفحص.



5- حدد مايكروفون الهاتف المحمول والحاسوب المحمول مستعيناً بالشكل أدناه. افحص كلاهما بالاستعانة بأجهزة الفحص.



3-4 التيار المتناوب Alternating Current

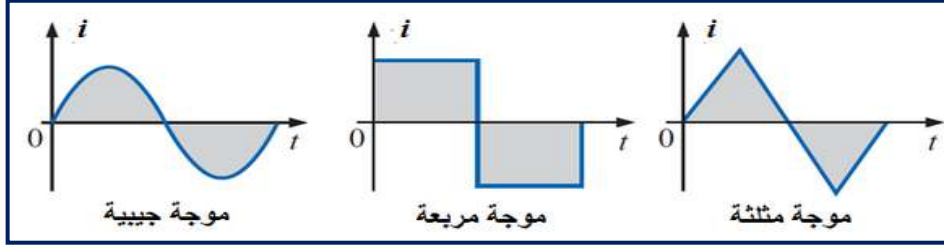
يمكن تعريف التيار المتناوب أو **(المتغير)** بأنه **التيار الذي تتغير قيمته باستمرار مع تغير الزمن ويرمز له (AC)**. ومفهوم هذا النوع من التيار الكهربائي مغاير تماماً لمفهوم النوع الآخر وهو التيار المستمر (Direct Current) الذي يمكن تعريفه على أنه **التيار الذي تكون له قيمة ثابتة مع تغير الزمن ويرمز له (DC)**. إن مصطلح متناوب (Alternating) لا يقتصر على التيار فقط وإنما يشمل الجهد الكهربائي (Voltage).

بسبب سهولة التوليد والتحويل والنقل والاستغلال فإن للتيار المتناوب وفرق الجهد المتناوب استخدامات واسعة في مجالات مختلفة في الحياة اليومية.

3-4-1 أنواع الموجات المتناوبة Types of Alternating Waveforms

يمكن تمثيل التيار المتناوب على شكل موجة لها قيمة تتغير مع الزمن ويمكن لقيمة هذه الموجة أن تأخذ أشكالاً مختلفة. الشكل (3-15) يمثل ثلاثة أشكال لموجات متناوبة وهي الموجة الجيبية (Sinusoidal wave) والمربعة (Square wave) والمثلثة (Triangular wave) وهناك أشكال أخرى ولكل نوع من هذه الموجات تطبيقات واستخدامات محددة ولكن الموجة الأكثر استخداماً والأكثر شيوعاً بالنسبة لأغلب التطبيقات (الكهربائية والإلكترونية والاتصالات والمعامل) هي الموجة الجيبية. إن السبب الرئيس لانتشار الموجة الجيبية هو أن الطاقة المنتجة من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي يستخدمها أغلب الناس هي طاقة يتم تجهيزها على شكل تيار متناوب جيبى وفولتية متناوبة جيبية. أغلب أجهزة المنازل تستخدم الموجة الجيبية كطاقة داخلية إليها. لذلك فإننا في هذا

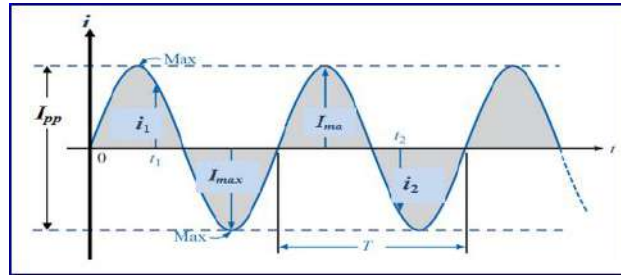
الفصل سنركز على الموجة الجيبية لأهميتها ولكن ذلك لا يعني عدم أهمية الأنواع الأخرى للموجات وإنما لنحصر تركيزنا على النوع الأكثر شيوعا في مجال الكهرباء والالكترونيات.



الشكل 15-3 بعض أنواع الموجات المتناوبة

2-4-3 خصائص التيار المتناوب الجيبي

للتيار المتناوب الجيبي مجموعة من الخصائص نحتاج أن نتعرف عليها لأهميتها في موضوع أساسيات الكهرباء. الشكل (16-3) يمثل موجة تيار جيبيية وعليها مجموعة من الرموز التي سنحتاجها في تعريف الخصائص.



الشكل 16-3 موجة تيار متناوب جيبيية

١- القيمة اللحظية (Instantaneous Value):

وهي قيمة الموجة في أي لحظة زمنية ويتم الرمز لها بحرف صغير مثل (i_1, i_2) .

٢- القيمة العظمى (Maximum Value):

أقصى قيمة للموجة مقاسة من محور الزمن (t) ويتم الرمز لها بحرف كبير (I_{max}) .

٣- القيمة من القمة الى القمة (Peak-to-Peak Value):

وهي قيمة الموجة المحصورة بين القمة الموجبة والقمة السالبة لمخطط الموجة وهذا يعني أن القيمة من القمة الى القمة هي حاصل جمع قيمة القمة الموجبة للموجة مع القيمة المطلقة للقمة السالبة. ويرمز لها بحرف كبير (I_{p-p}) .

٤- الموجة الدورية (Periodic Waveform):

وهي الموجة التي تكرر نفسها باستمرار بعد مرور الزمن نفسه. الموجة الموضحة في الشكل (١٦-٣) هي موجة دورية كونها تكرر نفسها بعد مرور T من الزمن باستمرار.

٥- المدة (Period):

هي المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة الدورية لتعيد نفسها مرة أخرى (T) .

٦- الدورة (Cycle):

هي جزء الموجة المحصور في مدة من الزمن مقدارها T واحدة و يرمز لها بالرمز (c).

٧- التردد (Frequency):

وهي عدد الدورات التي تظهر في الموجة في زمن مقداره ثانية واحدة. ووحدة قياس التردد هي الهيرتز (Hertz) ويرمز لها بالرمز (f) .

$$1 \text{ Hertz (Hz)} = 1 \text{ Cycle Per Second (c/s)}$$

والتردد يساوي معكوس المدة (T) أي أن:

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

3-4-3 القيمة اللحظية للتيار المتناوب Instantaneous Value of AC Current

إن القيمة اللحظية للتيار المتناوب هي قيمة التيار التي يمكن حسابها بالنسبة الى زمن (t) معين ويمكن تمثيلها بالمعادلة الجيبية الآتية:

$$i = I_{max} \sin \omega t$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \text{ (rad/sec)}$$

إذ يمثل (i) قيمة التيار اللحظي الجيبية الذي يتغير مع الزمن t.

(I_{max}) يمثل القيمة العظمى للتيار.

(ω) تمثل السرعة الزاوية (Angular Velocity) التي يدور فيها الملف وتقاس بالزاوية نصف

القطرية (Radian) على الزمن ومختصرها (rad/sec) .

(f) تمثل التردد الذي يقاس بالهرتز (Hz).

(π) يمثل قيمة ثابتة مقدارها التقريبي هو 3.14.

وبالطريقة نفسها يمكن تمثيل القيمة اللحظية للجهد المتناوب من خلال المعادلة الآتية:

$$v = V_{max} \sin \omega t$$

4-4-3 توليد التيار المتناوب Generation of AC Current

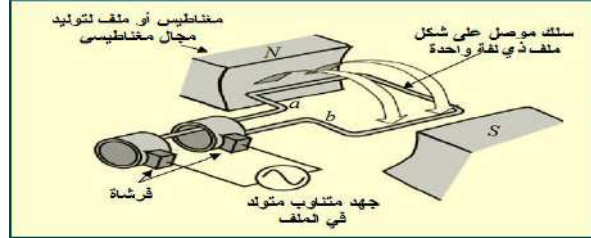
يمكن توليد التيار المتناوب بالاعتماد على نظرية علمية تدعى نظرية فاراداي التي تنص على انه :

إذا قطع سلك كهربائي خطوط مجال مغناطيسي فان جهد كهربائي محتث سيتولد على طرفي السلك وكذلك يمكن للجهد الكهربائي أن يتولد نتيجة تدوير مجال مغناطيسي حول ملف كهربائي ثابت.

الشكل (3-17) يمكن عده مولدا للتيار المتناوب أو (الجهد المتناوب) و يتكون من ملف على شكل إطار مستطيل مثبت على محور يتحرك بسرعة زاوية باتجاه عقرب الساعة داخل مجال مغناطيسي قاطعا إياه. والإطار المستطيل هو موصل من النحاس يرتبط في نهايتيه بحلقتي توصيل نحاسيتين معزولتين تسمى حلقات انزلاقية أو فرشاة (Brushes).

ونتيجة دوران الملف وتقاطع جانبيه مع خطوط المجال المغناطيسي ينحث فيه جهد كهربائي تتحدد قيمته بالعوامل الآتية:

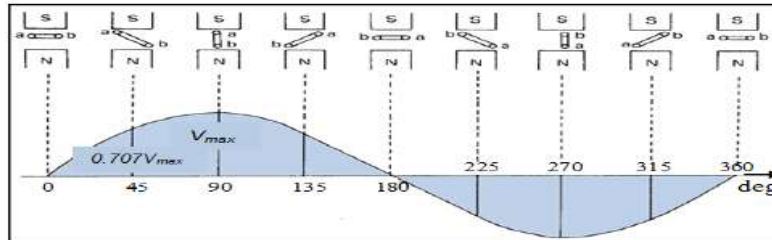
- ١- كثافة الفيض المغناطيسي (Flux).
- ٢- الطول الفعال للملف الذي يقع ضمن هذا الفيض.
- ٣- سرعة الزاوية لدوران الملف.
- ٤- مقدار الزاوية المتكونة من اتجاه الدوران مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.



الشكل 3-17 مولد تيار متناوب

ولغرض دراسة الجهد المتولد نفترض بان العوامل الثلاثة الأولى ثابتة ونبدأ بقراءة قيم الجهد المتولد لكل مرة تزداد بها الزاوية بين جانبي الملف (a و b) بمقدار 45° ابتداءً من الصفر. أي يتم قراءة قيم الجهد للزاويا (0,45,90,135,180,225,270,315,360).

الشكل (3-18) يوضح القيم المقروءة للجهد الكهربائي المتولد على الفرشتين نتيجة تدوير الملف داخل المجال المغناطيسي. ولهذا فان التغير في قيمة المجال يولد موجة جيبية الشكل تتغير في قطبيتها حسب موقع جانبي الملف بالنسبة لخطوط المجال المغناطيسي.



الشكل 3-18 موجة جيبية متولدة نتيجة دوران الملف ضمن مجال مغناطيسي

بطاقة العمل للتمرين رقم (12)	
اسم التمرين : توليد اشارات متناوبة.	مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص : ساعنان	
الأهداف التعليمية : إن يكون الطالب قادراً على صنع ملف مكون من عدد لفات مختلفة.	

التسهيلات التعليمية :

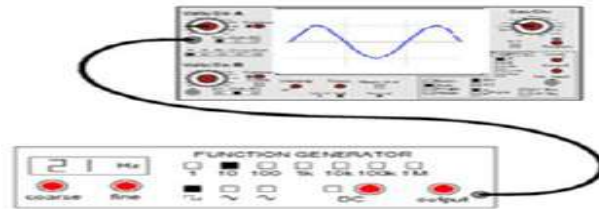
- 1- بدلة عمل. 2 - جهاز مولد الدالة Function Generator عدد (١). 3- أسلاك توصيل عدد (١).
- 4- جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) عدد (١). 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

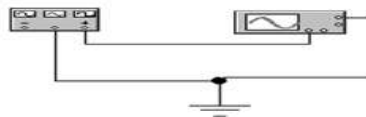
2- قم بتوصيل مولد الدالة مع راسم الإشارة وحقق موجة جيبية مقدارها $2V$ وتردد $10Hz$.



3- قم بقياس (V_p , V_{p-p} , T) باستخدام راسم الإشارة عملياً.

4 - أعد الخطوات السابقة للإشارة المربعة بسعة $4V_{p-p}$ وتردد $2kHz$.

5- أعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB لكل من الاشارات (الجيبية , المثلثة , المربعة).



5-3 المحولات الكهربائية Electrical Transformers

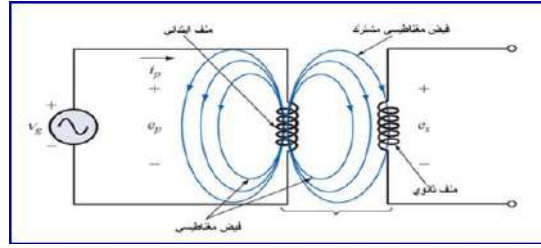
المحولة: هي جهاز كهربائي يتكون من ملفين معزولين و ملفين حول قلب مغلق مصنوع من الحديد المطاوع. وظيفة المحولة الأساسية هي تحويل تيار متناوب ذي فولتية معينة الى تيار متناوب آخر بفولتية أخرى (أعلى أو أقل). هناك استخدام واسع للمحولات الكهربائية في حياتنا اليومية فهي تستخدم كجهاز أو معدة منفردة أو تدخل ضمن أجهزة كثيرة وتأتي في مجموعة متنوعة وواسعة من الأحجام والسعات (القدرات) والفولتيات، وتستخدم أكبر المحولات لربط شبكات الكهرباء الوطنية والصغيرة في العديد من التوصيلات والمنظومات الكهربائية والصغيرة جدا منها في الأجهزة الالكترونية.

3-5-1 مبدأ عمل المحولة

المحولة الكهربائية تعتمد في عملها على القانونين للعالم فاراداي الذي يتعلق احدهما بتولد مجال مغناطيسي حول الملف الموصل نتيجة مرور التيار خلاله ويتعلق القانون الآخر بتولد جهد كهربائي على طرفي الملف الموصل عندما يتقاطع مع خطوط المجال المغناطيسي.

الشكل (3-19) يوضح طريقة عمل المحولة كما ذكرنا بان المحولة تتكون من ملفين احدهما يدعى الملف الابتدائي (Primary Coil) ويرمز له (L_p) ولعدد لفاته (N_p) ويمثل المدخل للمحولة ويتم ربطه لمصدر الجهد المتناوب (V_g). والملف الثاني يدعى بالملف الثانوي (Secondary Coil) ويرمز له (L_s) وعدد لفاته (N_s) ويمثل المخرج بالنسبة للمحولة ويتم ربط الحمل عليه.

عند مرور التيار المتناوب (i_p) في الملف الابتدائي فان فيضا مغناطيسيا (Magnetic Flux) سيتولد فيه وحوله فضلا عن جهد لحظي مستحث (e_p) قيمته مساوية لجهد المصدر. الفيض المغناطيسي نفسه المتولد



الشكل 19-3 مبدأ عمل المحولة الكهربائية

سيتقاطع مع لفات الملف الثانوي مولداً بذلك جهداً لحظياً محتثاً (e_s) على طرفي الملف الثانوي. يمكن أن يكون هناك أكثر من ملف ثانوي واحد وبأعداد لفات مختلفة للحصول على جهود خرج مختلفة.

3-2-5 المحولة الرافعة والمحولة الخافضة

يمكن للمحولة أن تكون رافعة للفولتية أو خافضة لها اعتماداً على نسبة الجهد اللحظي المستحث (e_p) إلى الجهد اللحظي المستحث (e_s). وهذه النسبة بدورها تساوي نسبة عدد لفات الملف الابتدائي (N_p) إلى عدد لفات الملف الثانوي (N_s) وكالاتي:

$$\frac{e_p}{e_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

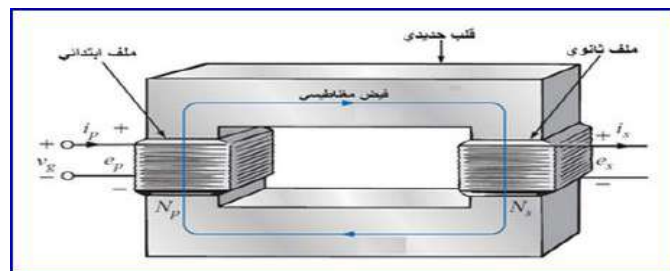
غالبا ما يتم تسمية نسبة N_p إلى N_s بمعامل التحويل (Transformation Coefficient) ويعطى لها رمز وليكن K إذ أن:

$$\frac{N_p}{N_s} = K$$

عندما تكون قيمة K اقل من واحد ($K < 1$) فإن المحولة تدعى بالمحولة الرافعة (Step-Up Transformer) كونها تعطي جهداً في جهة الخرج اكبر منه في جهة الدخل ($e_s > e_p$). وفي حالة قيمة K اكبر من واحد ($K > 1$) فإن المحولة تدعى بالمحولة الخافضة (Step-Down Transformer) كونها تعطي جهداً في جهة الخرج اصغر منه في جهة الدخل ($e_s < e_p$).

مثال (٢-٣)

للمحولة الموضحة في الشكل (20-3) إذا كان $N_p = 50$ و $N_s = 600$ و $V_g = e_p = 200V$. احسب قيمة الفولتية الخارجة من المحولة (e_s) ومعامل التحويل (K). ناقش النتائج



الشكل 20-3 محولة كهربائية

الحل:

يمكن إيجاد قيمة e_s وكالاتي:

$$e_s = \frac{e_p \cdot N_s}{N_p} = \frac{200V \cdot 600}{50} = 2400 \text{ V}$$

كذلك يجب حساب قيمة K وكالاتي :

$$K = \frac{N_p}{N_s} = \frac{50}{600} = 0.083$$

بعد إيجاد قيمة K وكانت اقل من ١ فإننا ندعو المحولة بالمحولة الرافعة لأنها ترفع الفولتية الداخلة لها من 200V الى 2400V. وقد تم ذلك كون عدد لفات الملف الثانوي أكثر من عدد لفات الملف الابتدائي.

3-5-3 أنواع المحولات Types of Transformers

يمكن تصنيف المحولات اعتمادا على مقدار التردد الذي تعمل به التيارات والفولتيات الداخلة للمحولة والخارجة منها وكالاتي:

١- محولات التردد المنخفض:

وهي محولات ذات قلب حديدي (Iron-Core) وتشمل محولات القدرة (Power Transformers) ومحولات الترددات الصوتية (Audio Transformers).

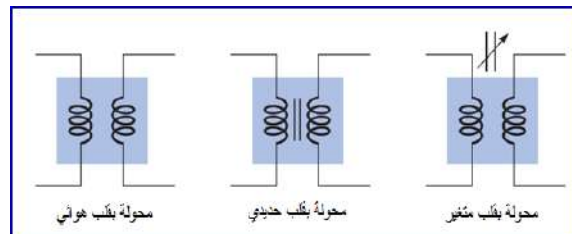
٢- محولات التردد المتوسط (Intermediate-Frequency Transformers):

وهي محولات ذات قلب مصنوع من مسحوق الحديد أو من مادة الفيرريت (Ferrite-Core) وتستخدم هذه المحولات في الربط بين مكبرات التردد المتوسط في أجهزة الراديو والتلفزيون إذ تسمح لإشارة التردد المتوسط أن تنتقل من مرحلة الى أخرى وتحول دون انتقال الجهود المستمرة من مرحلة الى أخرى مجاورة.

٣- محولات التردد العالي (Radio-frequency Transformers):

وهي محولات ذات قلب هوائي (Air-Core) وتستخدم في التطبيقات التي تتعامل مع ترددات عالية مثل ترددات الراديو والهاتف الخليوي.

الرموز المستخدمة للإشارة الى أنواع المحولات الرئيسية موضحة بالشكل (٣-21) والشكل (٣-٢٢) يوضح بعض أنواع المحولات المستخدمة في اغلب الدوائر الكهربائية والالكترونية.



الشكل 3-22 بعض أنواع المحولات

الشكل 3-21 رموز المحولة الكهربائية

بطاقة العمل للتمرين رقم (13)

اسم التمرين : المحولات الكهربائية
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على قياس والتمييز بين المحولات الكهربائية.

التسهيلات التعليمية :

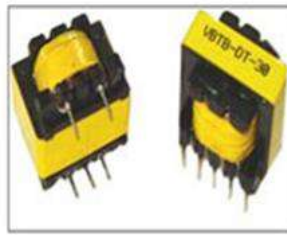
- 1- بدلة عمل .2- منصدة عمل .3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١).
- 5- محولة قدرة 220V/12V .6- محولة خرج ، محولة قيادة عدد (٣). 7- محولة شحن لهاتف
- محمول عدد (١). 8- حقيبة أدوات الكترونية عدد (١).

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

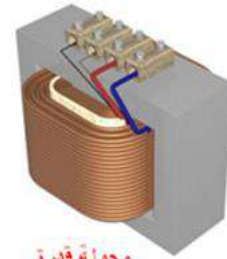
2- في الشكل الآتي عدد مختلف من المحولات الكهربائية (محولة القدرة ، محولة الخرج ، محولة القيادة) ميز بين هذه المحولات.



محولة قيادة



محولة خرج



محولة قدرة

- 3- أفحص المحولات باستخدام الاوميتر وسجل مقاومة كل من الملف الابتدائي والثانوي لكل منها.
- 4- حدد طرف الفولتية العالي والطرف الواطئ من خلال خطوة ٣.
- 5- افحص محولة تالفة (حرق او قصر) من خلال الاوميتر وسجل النتائج.
- 6- فكك محولة شحن للهاتف المحمول وسجل فولتية المصدر والفولتية الخارجة اثناء شحن بطارية الجهاز.



أسئلة الوحدة الثالثة

1- كيف تميز بين المتسعة الكيميائية ومتسعة السيراميك؟

2- عدد انواع المتسعات الكهربائية المستخدمة في الدوائر الالكترونية.

3- وضح بالتفصيل مع الرسم شحن وتفريغ المتسعة الكيميائية.

4- وضح مع الرسم طرق توصيل (ربط) المتسعات الكهربائية.

5- وضح كيفية فحص الملفات والمحولات الكهربائية.

6- اشرح عمل المحولة .

المتسعات والملفات Capacitors & Inductors

الهدف العام

اكتساب الطالب المعرفة حول المتسعات الكهربائية (Capacitors) أنواعها وحدة قياسها طرق الربط ، شحن وتفريغ المتسعة، الملفات (Inductors) ، وحدة قياسها ، وأهمية استخدامها في دوائر التيار المستمر DC والمتناوب AC.

الاهداف الخاصة

- بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:
 - ١- يميز بين أنواع المتسعات الكهربائية.
 - ٢- يثبت عملية الشحن والتفريغ.
 - ٣- يبني دائرة كهربائية مكونة من ثلاث متسعات موصلة بالتوالي و بالتوازي مع مصدر تيار مستمر وإجراء قياسات الدائرة.
 - ٤- يصنع ملفاً صناعياً مكون من عدد لفات مختلفة.
 - ٥- يفكك سماعة وميكرفون مغناطيسي لهاتف محمول (الهاتف الجوال).
 - ٦- يتعلم كيفية توليد الاشارات المتناوبة.
 - ٧- التعرف على أشكال الاشارات المتناوبة من خلال ربط مولد الدالة بجهاز راسم الاشارة.
 - ٨- يفحص أنواع المحولات.

في هذه الوحدة ستتعلم المواضيع الآتية

تمرين رقم (8)

التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها.

تمرين رقم (9)

شحن وتفريغ المتسعة.

تمرين رقم (10)

توصيل المتسعات على التوالي والتوازي.

تمرين رقم (11)

بناء ملف صناعي مكون من عدة لفات مختلفة.

تمرين رقم (12)

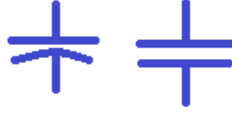
توليد اشارات متناوبة

تمرين رقم (13)

المحولات الكهربائية

1-3 المتسعات الكهربائية Electric Capacitors

هي عنصر يخزن الطاقة على شكل شحنة كهربائية و يتكون من زوج من الصفائح المعدنية الموصلة المتوازية يفصل بينهما عازل كهربائي (Dielectric). الصفائح الموصلة يمكن أن تكون دائرية أو مستطيلة و يمكن أن تأخذ شكلا كرويا أو اسطوانيا. الغرض من المتسعة هو تخزين الطاقة الكهربائية. الشكل (١-٣) يمثل الرموز الرئيسية المستخدمة في الدوائر الالكترونية للإشارة الى المتسعة.



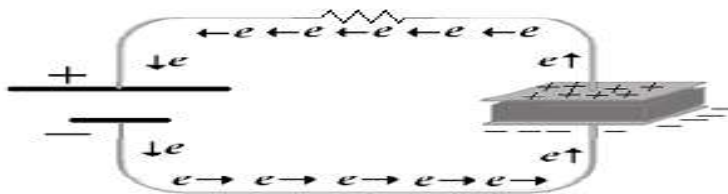
الشكل 1-3 رموز المتسعة الكهربائية

1-1-3 استخدامات المتسعات الكهربائية:

- ١- تنعيم التيار في وحدات القدرة power supply.
- ٢- دوائر التوقيت timer.
- ٣- المرشحات filters.
- ٤- الربط بين بعض مراحل الدائرة coupling.
- ٥- المذبذبات oscillator.
- ٦- دوائر الرنين resonant circuit.
- ٧- تخزين الطاقة مثل استخدامه في فلاش الكاميرا.
- ٨- تفاضل وتكامل الإشارة.

2-1-3 مبدأ عمل المتسعة:

عند توصيل المكثف بجهد كهربائي مستمر عبر مقاومة كما في الشكل (2-3) فإن القطب الموجب للبطارية يجذب الالكترونات (سالبة الشحنة) الحرة الموجودة على لوح المكثف المتصل به (وذلك لأن لوح المكثف موصل للتيار الكهربائي) فيصبح اللوح موجب الشحنة، وفي نفس الوقت تتحرك الالكترونات من القطب السالب للبطارية نحو لوح المكثف المتصل به وتتراكم عليه فيصبح اللوح سالب الشحنة. ويستمر ذلك الى أن يتساوى الجهد بين طرفي المكثف مع جهد البطارية، ولا تعبر الالكترونات المكثف نظرا لوجود العازل الكهربائي الذي يقوم بمنع مرور التيار الكهربائي. اذا قمنا بفصل المكثف من الدائرة فإنه سيحتفظ بالجهد الكهربائي بين طرفيه لفترة زمنية تتوقف على نوع مادة العازل الموجود بين اللوحين.



الشكل 2-3 مبدأ عمل المتسعة

3-1-3 سعة المكثف Capacitance

سعة المكثف هي مقياس لكمية الشحنات التي يستطيع المكثف تخزينها، ورمزها C ووحدتها فاراد Farad ورمزها F ، الا أن الفاراد يمثل كمية كبيرة جداً لذلك تستخدم أجزاء من الفاراد لقياس السعة يوضحها الجدول (1-3) .

وحدة القياس	الرمز	المضروب
مايكرو micro	μ	10^{-6}
نانو nano	n	10^{-9}
بيكو pico	p	10^{-12}

جدول 1-3

تكون قيمة المتسعات الكيماوية بالميكرو فاراد (μF) وتكتب عادة عليها مع علامات تحدد القطبية وفولتية التشغيل فمثلاً متسعة مطبوع عليها ($100\mu F/200V$) واخرى مطبوع عليها ($10\mu F/25V$)... الخ وتربط هذه المتسعات بالصورة الصحيحة لأنها ذات قطبية موجبة +ve وقطبية سالبة -ve وتعمل بالتيار المستمر (في حالة وضعها بالصورة الخاطئة سوف تنفجر أو تتلف) ويكون الطرف الموجب أطول من الطرف السالب للتمييز بينهما. المتسعات بالقيم الصغيرة تكون غير مستقطبة وتربط بالدائرة دون الاعتماد على القطبية ومن أنواعها متسعات المايكا والبولستير وغيرها ولها قيم بالنانوفاراد والبيكوفاراد، يطبع عليها قيمة السعة مثلاً (10 nF ، 10 pF) أو (104 ، 103) أو ($104K$ ، $103K$) والجدول (2-3) يوضح الشفرات المستخدمة لقراءة قيمة المتسعة.

CODE / Marking	μF microfarads	nF nanofarads	pF picofarads
1R0	0.000001	0.001	1
100	0.00001	0.01	10
101	0.0001	0.1	100
102	0.001	1	1,000
103	0.01	10	10,000
104	0.1	100	100,000
105	1	1,000	1,000,000
106	10	10,000	10,000,000
107	100	100,000	100,000,000

جدول 2-3 شفرات لقراءة المتسعات

من الجدول (2-3) نلاحظ ان قيمة المتسعة هي الرقم الاول والثاني مضروباً بالرقم الثالث والذي يعني عدد الازهار فعلى سبيل المثال (١٠١) يعني ($10 \times 10 = 100\text{ pF}$) والرقم (104) يعني ($10 \times 10000 = 100000\text{ pF}$) وهكذا. أما الحروف المطبوعة بعد الأرقام الثلاثة فتدل على نسبة السماح ١٠% أو ٥% أو ١%، والجدول (3-3) يمثل نسبة السماح. فقيمة المتسعة ($103K$) هي ($10 \times 1000 = 10000\text{ pF}$) ونسبة السماح هي 10% وقيمة المتسعة ($104M$) هي ($10 \times 10000 = 100\text{ nF}$) ونسبة السماح هي ٢٠%. وتطبع أشرطة ملونة على المتسعات في بعض

الأحيان وكثيراً ما نجد لها على متسعات البولوستر وتقرأ كما مر ذلك في قراءة المقاومات الملونة وبوحدة البيكوفاراد لاحظ الشكل (3-3).



الشكل 3-3 متسعة البولوستر

والجدول (3-3) يوضح كيفية قراءة هذه المتسعات.

الترقيم الأول اللون الأول	(pF)	الترقيم الثاني اللون الثاني	(pF)	المضروب به اللون الثالث	نسبة التسامح اللون الرابع
BLACK	0		0	x 1	20 percent
BROWN	1		1	x 10	
RED	2		2	x 100	
ORANGE	3		3	x 1000	
YELLOW	4		4	x 10,000	
GREEN	5		5	x 100,000	5 percent
BLUE	6		6	x 1,000,000	
VIOLET	7		7	x 10,000,000	
GREY	8		8	x 100,000,000	
WHITE	9		9	x 1,000,000,000	10 percent

الشريط الملون الخامس يمثل قيمة الفولتية التي تعمل بها ولا تتحمل أكثر منها

Brown 100 Volts	Red 250 Volts	Yellow 400 Volts
--------------------	------------------	---------------------

جدول 3-3

4-1-3 ربط المتسعات:

يوجد ثلاثة أنواع ربط مختلفة يمكن من خلالها ربط مجموعة من المتسعات وحساب السعة المكافئة (C_{eq}) لكل نوع، وهذه الأنواع هي:

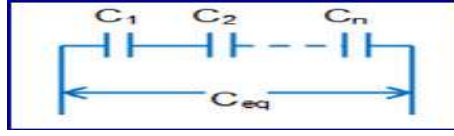
- ١- ربط المتسعات بالتوالي.
- ٢- ربط المتسعات بالتوازي.
- ٣- ربط المتسعات المختلط .

١- ربط المتسعات بالتوالي:

في هذا النوع يتم ربط المتسعات بالتوالي عن طريق ربط القطب الموجب لكل متسعة مع القطب السالب للمتسعة الأخرى. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط سيكون مقدار السعة المتكونة بين القطب السالب من المتسعة الأولى والقطب الموجب من المتسعة الأخيرة في دائرة الربط. الشكل (3-4) يوضح ربط المتسعات على التوالي.

إذا كان لدينا n من المتسعات (C_1, C_2, \dots, C_n) مربوطة على التوالي فان مقلوب السعة المكافئة ($1/C_{eq}$) سيكون المجموع الكلي لمقلوب المتسعات C_1, C_2 .

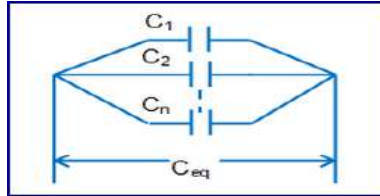
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



الشكل 3-4 ربط المتسعات على التوالي

٢- ربط المتسعات بالتوازي:

في هذا النوع يتم ربط المتسعات بالتوازي عن طريق ربط الأقطاب الموجبة لجميع المتسعات مع بعضها والأقطاب السالبة مع بعضها. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط سيكون مقدار السعة المتكونة بين النقطة المشتركة للأقطاب الموجبة والنقطة المشتركة للأقطاب السالبة. الشكل (3-5) يوضح طريقة ربط المتسعات على التوازي.



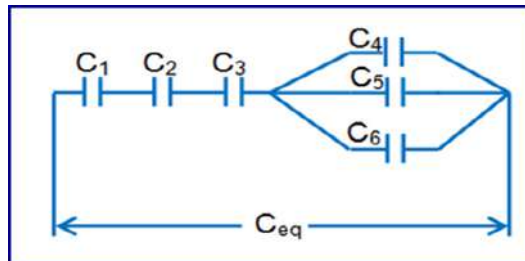
الشكل 3-5 ربط المتسعات على التوازي

إذا كان لدينا n من المتسعات (C_1, C_2, \dots, C_n) مربوطة على التوازي فإن السعة المكافئة (C_{eq}) ستكون المجموع الكلي لقيم المتسعات C_1, C_2 .

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

٣- ربط المتسعات المختلط:

يتكون هذا النوع من ربط المتسعات عادة من خلال المزج بين نوعي الربط المتوازي والمتوالي ضمن دائرة متسعات واحدة. السعة المكافئة لهذا النوع من الربط ستكون حاصل جمع السعة المكافئة لمجموعة متسعات التوازي مع السعة المكافئة لمجموعة متسعات التوالي. الشكل (3-6) يوضح الربط المختلط للمتسعات.



الشكل 3-6 مجموعة متسعات مربوطة بشكل مختلط

بطاقة العمل للتمرين رقم (8)

اسم التمرين : التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
 إن يكون الطالب قادراً على التمييز بين المتسعات وكيفية فحصها .

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١). 5- متسعات كهربائية متنوعة عدد (١). 6- مجهز قدرة (٠ الى ١٢ فولت) عدد (١). 7- حقيبة ادوات الكترونية واسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة مطبوعة تحتوي على عدد من المتسعات بعضها تالف عدد (١). 9- جهاز قياس المتسعات ESR. 10- لوحة مطبوعة لهاتف جوال مستهلك.

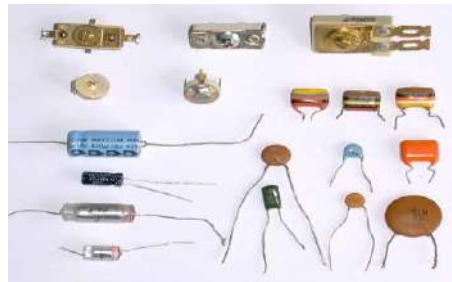


جهاز ESR

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- ميز بين المتسعات الموضحة بالشكل الآتي .
- 3- افحص عددا من المتسعات الكيماوية والمايكا وغيرها باستخدام جهاز RLC .



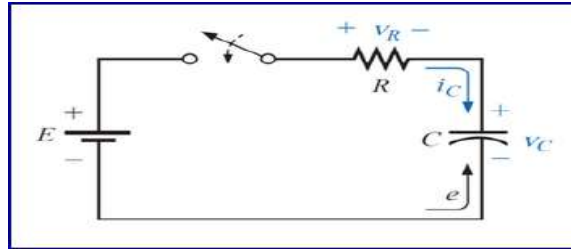
- 4- افحص عدداً من المتسعات الكهربائية باستخدام جهاز (ESR).

- 5- لديك متسعة كيماوية ($100\mu F / 250V$) المطلوب فحصها باستخدام جهاز الاوميتر.
- 6- ما قراءة الاوميتر عندما تكون المتسعة في حالة دورة قصر (Short)؟
- 7- ما قراءة الاوميتر عندما تكون المتسعة في حالة فتح (Open)؟
- 8- كيف تعين متسعة كيماوية تالفة موضوعة على لوحة مطبوعة بدون استخدام أجهزة الفحص؟
- 9- تاكد من سلامة متسعة كيماوية $10\mu F / 10V$ بتوصيلها الى بطارية 6V.

3-1-5 شحن وتفريغ المتسعة

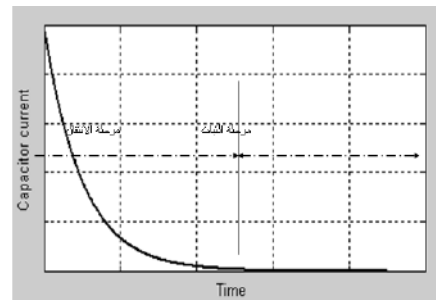
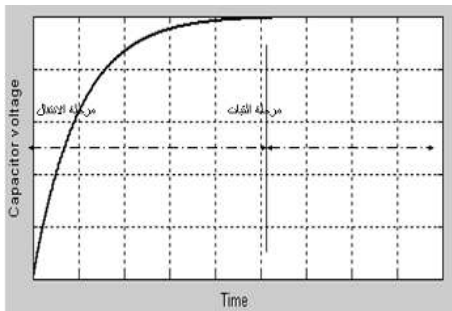
تعرفنا في ما مضى على الطريقة التي تحتفظ بها المتسعة بالشحنة الكهربائية. دعنا الآن نوسع الفكرة بدراسة تصرف كل من التيار والجهد الكهربائي ضمن دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مصدر فولتية ومقاومة فضلا عن المتسعة.

١- **شحن المتسعة:** لفهم الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل (3-7) لنتخيل أن المكثف عبارة عن مخزن فارغ وسيتم فيه تخزين الشحنات ففي بادئ الأمر يمكننا أن ندخل كمية كبيرة من الشحنات (التيار الكهربائي) دفعة واحدة وذلك نظرا لأن المخزن فارغ وبابه مفتوح (لا يوجد مقاومة). ولذلك سيكون الجهد المبذول لادخال الشحنة قليل، بعد فترة زمنية يأخذ المخزن بالامتلاء وتبدأ تغلق البوابة (فتزيد المقاومة)، ولذلك سيزداد الجهد المبذول لادخال الشحنة ولا يمكننا غير ادخال كميات بسيطة من الشحنات (أي يقل التيار الكهربائي). حتى يتم غلق البوابة ولايسمح بمرور أي شحنات (وبالتالي سيتوقف مرور التيار).



الشكل 3-7 دائرة شحن المتسعة

في الشكل (3-8) نلاحظ ان المكثف يبدأ عملية الشحن عند جهد يساوى صفر ثم يبدأ بالأزدىاد مع مرور الزمن، ثم بعد ذلك يأخذ المنحنى شكل اقرب الى الافقى حيث يصبح جهد المكثف ثابت مع مرور الزمن. ونلاحظ ان المكثف يبدأ عملية الشحن عند اعلى قيمة للتيار ثم تبدأ هذه القيمة في النقصان مع مرور الزمن، ثم بعد ذلك يأخذ المنحنى شكل اقرب الى الافقى حيث يصبح تيار المكثف ثابت مع مرور الزمن يساوي صفر.



الشكل 3-8 مخططات تيار وفولتية الشحن للمتسعة

نلاحظ أن العلاقة بين الجهد والتيار أثناء الشحن علاقة عكسية، حيث نلاحظ أن الجهد يتزايد بالتدريج وفيها يزداد الجهد من صفر فولت الى أقصى قيمة له، ثم بعد ذلك يصل الى حالة الاستقرار، وفيها يتوقف مرور التيار ويصل الجهد بين طرفي المكثف الى أقصى قيمة وعندها يمكن اعتبار المكثف دائرة مفتوحة open circuit.

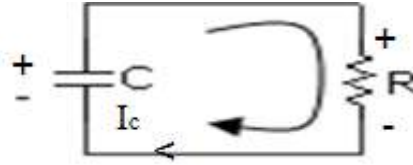
ويتوقف زمن مرحلة الانتقال على ما يعرف بالثابت الزمني، ويرمز له بالرمز T (تنطق تاو)

$$\tau = R * C$$

ووحدها بالثانية، وتحسب من المعادلة التالية:

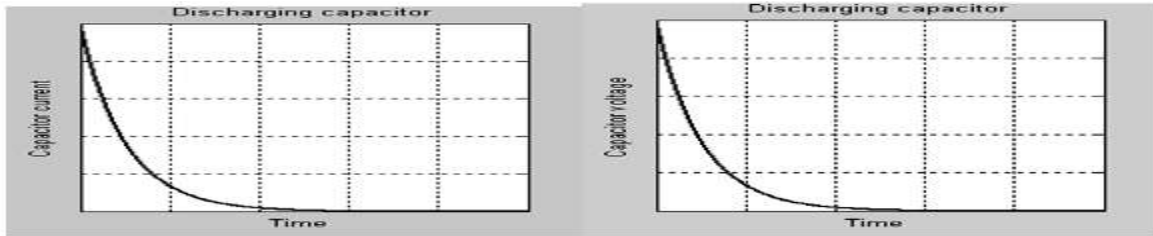
من المعادلة أعلاه يمكن أن ندرك بأن قيمة ثابت الزمن (T) تتناسب طردياً مع كل من قيمة المتسعة وقيمة المقاومة، عملياً يمكن أن نعتبر أن المكثف قد وصل الى أقصى قيمة للجهد بعد مرور زمن مقداره $5T$ وذلك مناسب لمعظم التطبيقات إذن $T = 5T$.

٢- **تفريغ المتسعة:** ذكرنا أنه بعد شحن المكثف فإنه يحتفظ بالشحنة لفترة زمنية، فإذا قمنا بتوصيله في دائرة كالموضحة في الشكل (3-9) فإنه يعمل عمل البطارية لفترة زمنية تتوقف على الثابت الزمني ويقوم بتفريغ شحنته حتى يصل الى صفر فولت، وجهد المقاومة في هذه الحالة هو نفسه جهد المكثف، والتيار المار في المقاومة هو نفسه التيار المار في المكثف.



الشكل 3- 9

والشكل (3-10) يوضح منحنى الجهد والتيار، وفيه نلاحظ أن شكل منحنى الجهد هو نفس شكل منحنى التيار، وأن العلاقة بينهما علاقة طردية فعند بداية التفريغ تكون القيمة عظمى وتقل مع مرور الزمن الى أن تصل الى الصفر.



الشكل 3-10

مثال (3-1)

ما هو الزمن المطلوب (T) لغرض شحن متسعة (C) قيمتها $4\mu F$ الى أقصى قيمة إذا كانت هذه المتسعة مربوطة الى دائرة الشحن الموضحة بالشكل (3-7)، وكانت قيمة المقاومة (R) في الدائرة تساوي $8k\Omega$.

الحل:

في البداية يجب أن نحسب ثابت الزمن للدائرة كالاتي:

$$T = R.C = (8 \times 10^3 \Omega). (4 \times 10^{-6} F) = 32 \text{ ms}$$

الآن نحسب الزمن الكلي اللازم لشحن المتسعة الى أقصى قيمة.

$$T = 160 \text{ ms} \quad T = 5$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (9)

اسم التمرين : شحن وتفريغ المتسعة.
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على اثبات شحن وتفريغ المتسعة.

التسهيلات التعليمية :

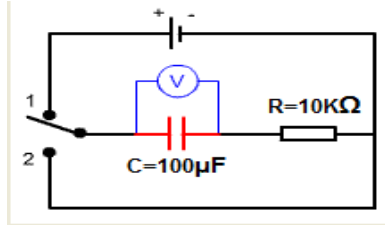
- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز آفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز اميتر رقمي عدد (١).
- 5- متسعة كيماوية $100\mu F$ عدد (١). 6- مقاومة $10k\Omega$ عدد (١). 7- مجهز قدرة مستمر عدد (١).
- 8- مفتاح ثنائي القطبية عدد (١). 9- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 10- لوحة ربط Breadboard.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة العملية الآتية وادخل فولتية مستمرة مقدارها $9V$.



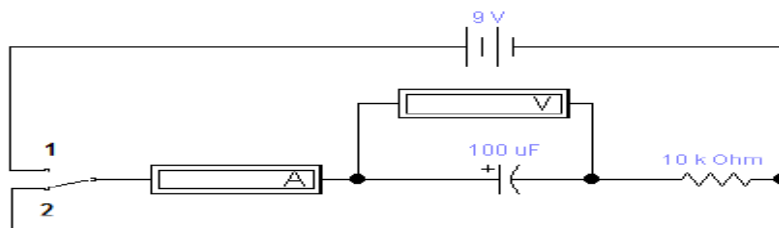
3- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتسعة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (١) وضعية (شحن).

4- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتسعة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (٢) وضعية (تفريغ).

5- احسب ثابت الزمن Time Constant بتطبيق القانون الآتي:

$$\tau = RC$$

6- اعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB.



بطاقة العمل للتمرين رقم (10)

اسم التمرين : توصيل المتسعات على التوالي والتوازي
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ٤ ساعات

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على تنفيذ دوائر التوالي والتوازي للمتسعات الكهربائية.

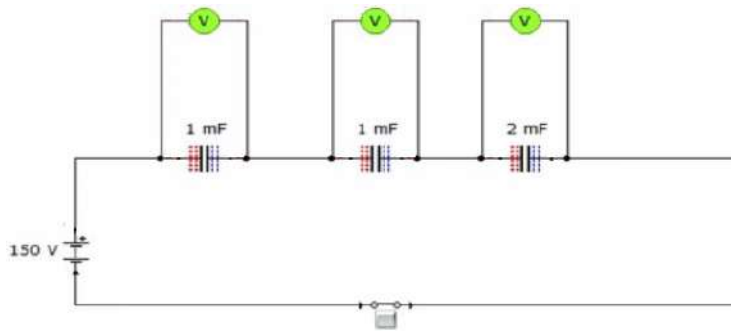
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١).
- 5- جهاز قدرة مستمر عدد (١). 6- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة توصيلات Breadboard عدد (١).
- 9- متسعات كيماوية $C = 500 \mu F$ عدد (٣), $C = 1 mF$ عدد (٢), $C = 2 mF$ عدد (١), 10- مفتاح ضغط فتح عدد (١). 11- جهاز حاسبة يحتوي على برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاکمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات متصلة بالتوالي على لوحة التوصيل (Veroboard).

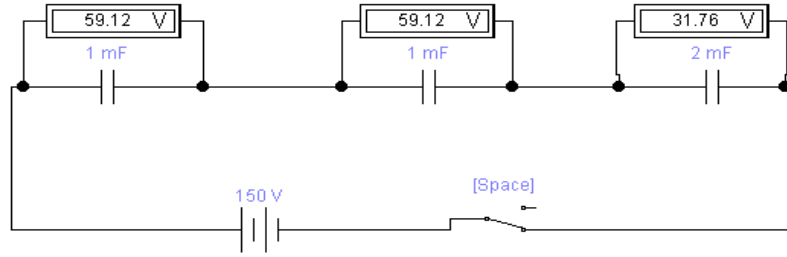


- 3- جهز فولتية مقدارها 150V.
- 4- باستخدام جهاز RLC سجل قيمة المتسعة الكلية.
- 5- قارن بين حساباتك العملية والنظرية. استعن بالقانون الآتي:

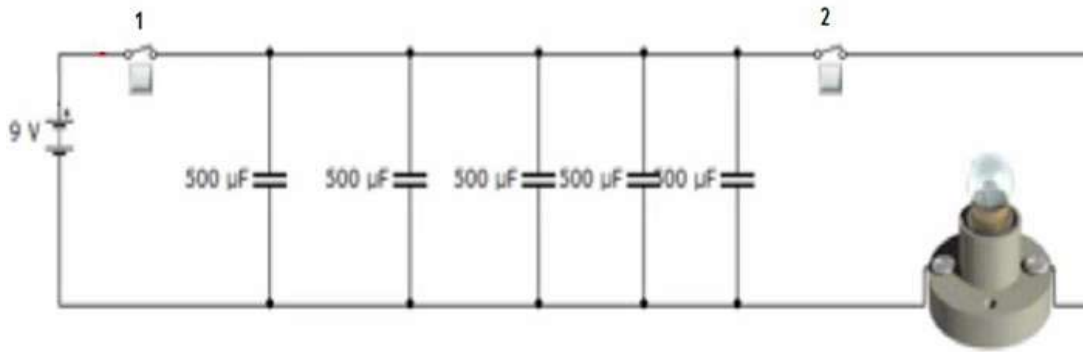
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- 6- سجل الفولتية على كل متسعة باستخدام جهاز الفولتميتر.
- 7- عند ربط متسعة واحدة $C = 1 mF$ الى مصدر جهد 150V سوف نلاحظ تلف المتسعة والسبب (عدم تحمل المتسعة الجهد المسلط عليها).

8- اعد الخطوات السابقة بطريقة برنامج EWB.



9- أربط الدائرة الموضحة بالشكل أدناه (ربط التوازي) على لوحة التوصيل (Veroboard).



10- باستخدام جهاز RLC سجل قيمة المتسعة الكلية عملياً وقارن حساباتك العملية والنظرية استعن

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

بالقانون التالي:

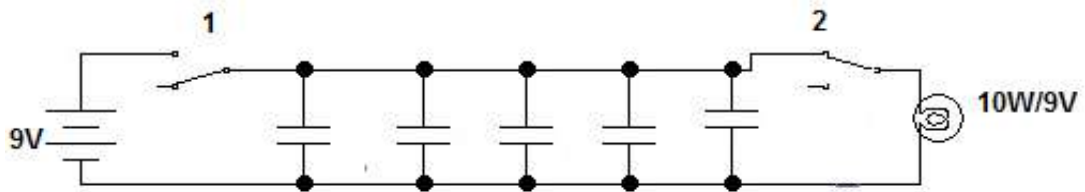
11- صل مفتاح (١) وافتح مفتاح (٢) .

12- أربط الفولتميتر على التوازي وقس قيمة الفولتية الكلية المسلطة على المتسعات.

13- أفصل مفتاح (١) واربط مفتاح (٢) ستشاهد توهج المصباح لفترة قصيرة بسبب شحن المتسعات.

14- أربط المصباح الى متسعة واحدة فقط ونفس فرق الجهد في الدائرة اعلاه و بوجود المفتاحين سوف نلاحظ عدم توهج المصباح (لأن التيار المار غير كافي لتوهج المصباح) .

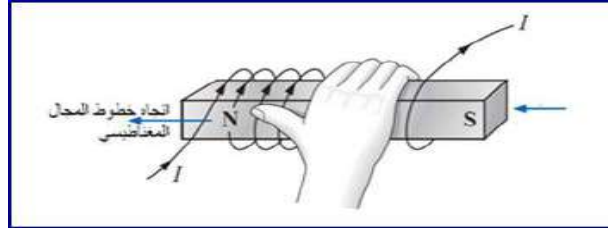
15- أربط الدائرة بطريقة EWB.



2-3 مبدأ عمل الملف

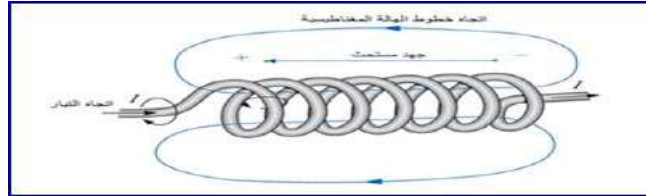
يعمل الملف وفق نظرية علمية تنص على انه (عندما يمر تيار كهربائي في سلك موصل ينشأ حول هذا السلك مجال مغناطيسي. ويتزايد هذا المجال بزيادة التيار المار في السلك). اتجاه المجال المغناطيسي المتشكل حول الموصل يمكن تحديده استناداً الى ما يدعى بقاعدة اليد اليمنى التي تنص على انه إذا وضع الملف في اليد اليمنى وقام الشخص بلف أصابع اليد باتجاه مرور التيار المار في الموصل نفسه فان إصبع الإبهام سيشير الى القطب الشمالي للمجال المغناطيسي الذي سيتشكل مؤقتاً حول الملف.

الشكل (3-11) يوضح كيفية تطبيق قاعدة اليد اليمنى علماً أن المغناطيس الموضوع داخل الملف في الشكل هو مغناطيس تم افتراض تشكيله نتيجة مرور التيار (I).



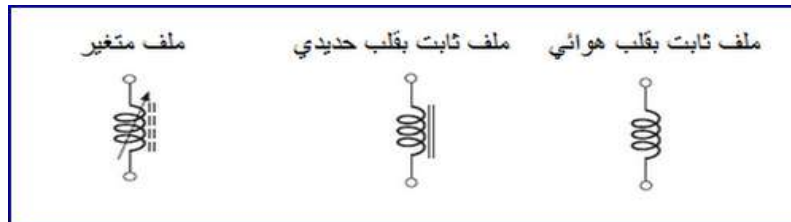
الشكل 3 - 11 تطبيق قاعدة اليد اليمنى

إن خطوط المجال المغناطيسي تترك القطب الشمالي لتدخل الى القطب الجنوبي للمغناطيس الافتراضي لذلك ستتشكل هالة مغناطيسية حول الملف كما في الشكل (3-12).



الشكل 3-12 هالة مغناطيسية حول ملف يمر خلاله تيار

الشكل (3-13) يوضح بان هناك جهداً كهربائياً قد تشكل على طرفي الملف يسمى بالجهد المحتث (Inductive Voltage). هذا الجهد تولد نتيجة التغير الحاصل في شدة المجال المغناطيسي حول الملف وهذا المجال بدوره تكون نتيجة التغير في التيار المار في الملف. بعبارة أخرى يمكننا القول بان الجهد المحتث قد تكون بطريقة غير مباشرة نتيجة التغير بالتيار المار في الملف. إن قطبية الجهد المحتث على طرفي الملف ستولد دورها تياراً آخر داخل الملف سيكون معاكساً لاتجاه التيار الأصلي. هذا التيار الجديد سيحد من التغير السريع للتيار الأصلي. لذلك فانه في اللحظة التي يبدأ بها تيار الملف بالتغير لأي سبب كان سيكون هناك تأثير معاكس سيحد من هذا التغير. على هذا الأساس فأن التيار المار في الملف سوف لا يتغير من قيمة أعلى الى قيمة أدنى مباشرة وإنما سيتطلب وقتاً معيناً لحدوث ذلك. يتبعه بذلك الجهد المحتث على طرفي الملف وبذلك يمكننا أن نعد الملف بأنه يقوم بتخزين الطاقة لمدة معينة.



الشكل 3-13 الرموز الالكترونية للملف الثابت والملف المتغير

3 - 3 أنواع الملفات

الملفات كما في المقاومات والمتسعات يمكن تقسيمها الى نوعين رئيسيين وهما الملف الثابت (Fixed) والملف المتغير (Variable) ويرمز لهما في الدوائر الالكترونية كما موضح في الشكل (٣- ١٣).
الملف الثابت يكون ذا قلب هوائي أو حديدي أما الملف المتغير فان قلبه عبارة عن قضيب مصنوع من مادة الفييرايت المغناطيسية (Ferromagnetic) و قابل للحركة داخل الملف. والشكل (٣- ١٤) يوضح أنواع الملفات الصغيرة الحجم (١ ملم الى ١ سم) والمستخدمه في دوائر الأجهزة الخلوية.



الشكل 3-14 أنواع مختلفة من الملفات

بطاقة العمل للتمرين رقم (11)	
اسم التمرين : بناء ملف صناعي مكون من عدد لفات مختلفة مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك الوقت المخصص : ساعتان	
الأهداف التعليمية: يكون الطالب قادراً على صنع ملف مكون من عدد لفات مختلفة.	

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منصدة عمل 3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١).
- 5- أسلاك لف 27 swg بكرة عدد (١). 6- مجهز قدرة (0-12)V عدد (١). 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١). 8- لوحة توصيلات Breadboard عدد (١). 9- سماعة هاتف محمول عدد (١). 10- لوحة مطبوعة لهاتف محمول عدد (١). 11- ميكرفون هاتف محمول عدد (١). 12- سماعة حاسوب محمول عدد (١). 13- ميكرفون حاسوب محمول عدد (١).

خطوات تنفيذ التمرين :		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- اصنع ملفاً بسيطاً مكوناً من ٥٠ لفة موضوعاً على بكرة من البلاستيك ومثبتاً على قلب من الحديد كما موضح بالشكل الآتي. ثم سجل محاثه الملف باستخدام جهاز RLC
- 3- المطلوب بناء اربعة ملفات ذات قلب هوائي كما موضح بالشكل الآتي . ثم سجل محاثه الملف باستخدام جهاز RLC



4- حدد سماعة الهاتف المحمول والحاسوب المحمول مستعيناً بالشكل الآتي. افحص كل منهما بالاستعانة بأجهزة الفحص.



5- حدد مايكروفون الهاتف المحمول والحاسوب المحمول مستعيناً بالشكل أدناه. افحص كلاهما بالاستعانة بأجهزة الفحص.



3-4 التيار المتناوب Alternating Current

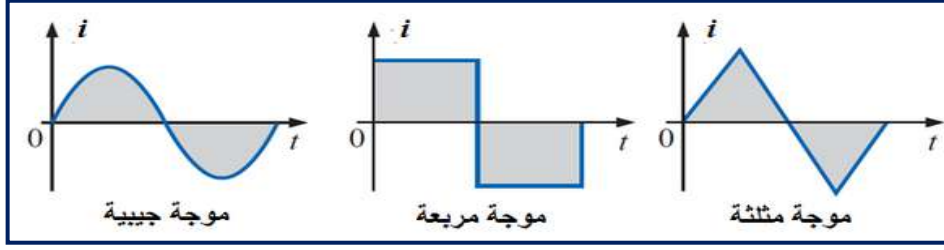
يمكن تعريف التيار المتناوب أو **(المتغير)** بأنه **التيار الذي تتغير قيمته باستمرار مع تغير الزمن ويرمز له (AC)**. ومفهوم هذا النوع من التيار الكهربائي مغاير تماماً لمفهوم النوع الآخر وهو التيار المستمر (Direct Current) الذي يمكن تعريفه على أنه **التيار الذي تكون له قيمة ثابتة مع تغير الزمن ويرمز له (DC)**. إن مصطلح متناوب (Alternating) لا يقتصر على التيار فقط وإنما يشمل الجهد الكهربائي (Voltage).

بسبب سهولة التوليد والتحويل والنقل والاستغلال فإن للتيار المتناوب وفرق الجهد المتناوب استخدامات واسعة في مجالات مختلفة في الحياة اليومية.

3-4-1 أنواع الموجات المتناوبة Types of Alternating Waveforms

يمكن تمثيل التيار المتناوب على شكل موجة لها قيمة تتغير مع الزمن ويمكن لقيمة هذه الموجة أن تأخذ أشكالاً مختلفة. الشكل (3-15) يمثل ثلاثة أشكال لموجات متناوبة وهي الموجة الجيبية (Sinusoidal wave) والمربعة (Square wave) والمثلثة (Triangular wave) وهناك أشكال أخرى ولكل نوع من هذه الموجات تطبيقات واستخدامات محددة ولكن الموجة الأكثر استخداماً والأكثر شيوعاً بالنسبة لأغلب التطبيقات (الكهربائية والإلكترونية والاتصالات والمعامل) هي الموجة الجيبية. إن السبب الرئيس لانتشار الموجة الجيبية هو أن الطاقة المنتجة من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي يستخدمها أغلب الناس هي طاقة يتم تجهيزها على شكل تيار متناوب جيبى وفولتية متناوبة جيبية. أغلب أجهزة المنازل تستخدم الموجة الجيبية كطاقة داخلية إليها. لذلك فإننا في هذا

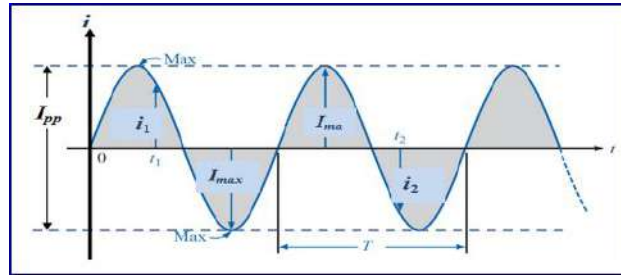
الفصل سنركز على الموجة الجيبية لأهميتها ولكن ذلك لا يعني عدم أهمية الأنواع الأخرى للموجات وإنما لنحصر تركيزنا على النوع الأكثر شيوعا في مجال الكهرباء والالكترونيات.



الشكل 3-15 بعض أنواع الموجات المتناوبة

2-4-3 خصائص التيار المتناوب الجيبي

للتيار المتناوب الجيبي مجموعة من الخصائص نحتاج أن نتعرف عليها لأهميتها في موضوع أساسيات الكهرباء. الشكل (3-16) يمثل موجة تيار جيبيية وعليها مجموعة من الرموز التي سنحتاجها في تعريف الخصائص.



الشكل 3-16 موجة تيار متناوب جيبيية

١- القيمة اللحظية (Instantaneous Value):

وهي قيمة الموجة في أي لحظة زمنية ويتم الرمز لها بحرف صغير مثل (i_1, i_2) .

٢- القيمة العظمى (Maximum Value):

أقصى قيمة للموجة مقاسة من محور الزمن (t) ويتم الرمز لها بحرف كبير (I_{max}) .

٣- القيمة من القمة الى القمة (Peak-to-Peak Value):

وهي قيمة الموجة المحصورة بين القمة الموجبة والقمة السالبة لمخطط الموجة وهذا يعني أن القيمة من القمة الى القمة هي حاصل جمع قيمة القمة الموجبة للموجة مع القيمة المطلقة للقمة السالبة. ويرمز لها بحرف كبير (I_{p-p}) .

٤- الموجة الدورية (Periodic Waveform):

وهي الموجة التي تكرر نفسها باستمرار بعد مرور الزمن نفسه. الموجة الموضحة في الشكل (٣-١٦) هي موجة دورية كونها تكرر نفسها بعد مرور T من الزمن باستمرار.

٥- المدة (Period):

هي المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة الدورية لتعيد نفسها مرة أخرى (T) .

٦- الدورة (Cycle):

هي جزء الموجة المحصور في مدة من الزمن مقدارها T واحدة و يرمز لها بالرمز (c).

٧- التردد (Frequency):

وهي عدد الدورات التي تظهر في الموجة في زمن مقداره ثانية واحدة. ووحدة قياس التردد هي الهيرتز (Hertz) ويرمز لها بالرمز (f) .

$$1 \text{ Hertz (Hz)} = 1 \text{ Cycle Per Second (c/s)}$$

والتردد يساوي معكوس المدة (T) أي أن:

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

3-4-3 القيمة اللحظية للتيار المتناوب Instantaneous Value of AC Current

إن القيمة اللحظية للتيار المتناوب هي قيمة التيار التي يمكن حسابها بالنسبة الى زمن (t) معين ويمكن تمثيلها بالمعادلة الجيبية الآتية:

$$i = I_{max} \sin \omega t$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \text{ (rad/sec)}$$

إذ يمثل (i) قيمة التيار اللحظي الجيبية الذي يتغير مع الزمن t.

(I_{max}) يمثل القيمة العظمى للتيار.

(ω) تمثل السرعة الزاوية (Angular Velocity) التي يدور فيها الملف وتقاس بالزاوية نصف

القطرية (Radian) على الزمن ومختصرها (rad/sec) .

(f) تمثل التردد الذي يقاس بالهرتز (Hz).

(π) يمثل قيمة ثابتة مقدارها التقريبي هو 3.14.

وبالطريقة نفسها يمكن تمثيل القيمة اللحظية للجهد المتناوب من خلال المعادلة الآتية:

$$v = V_{max} \sin \omega t$$

4-4-3 توليد التيار المتناوب Generation of AC Current

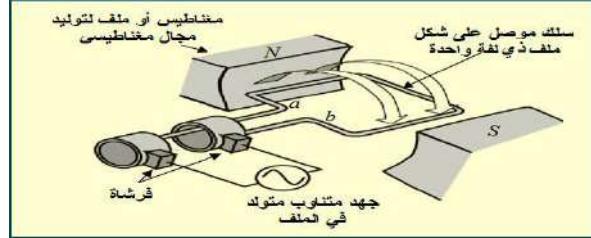
يمكن توليد التيار المتناوب بالاعتماد على نظرية علمية تدعى نظرية فاراداي التي تنص على انه :

إذا قطع سلك كهربائي خطوط مجال مغناطيسي فان جهد كهربائي محتث سيتولد على طرفي السلك وكذلك يمكن للجهد الكهربائي أن يتولد نتيجة تدوير مجال مغناطيسي حول ملف كهربائي ثابت.

الشكل (3-17) يمكن عده مولدا للتيار المتناوب أو (الجهد المتناوب) و يتكون من ملف على شكل إطار مستطيل مثبت على محور يتحرك بسرعة زاوية باتجاه عقرب الساعة داخل مجال مغناطيسي قاطعا إياه. والإطار المستطيل هو موصل من النحاس يرتبط في نهايتيه بحلقتي توصيل نحاسيتين معزولتين تسمى حلقات انزلاقية أو فرشاة (Brushes).

ونتيجة دوران الملف وتقاطع جانبيه مع خطوط المجال المغناطيسي ينحث فيه جهد كهربائي تتحدد قيمته بالعوامل الآتية:

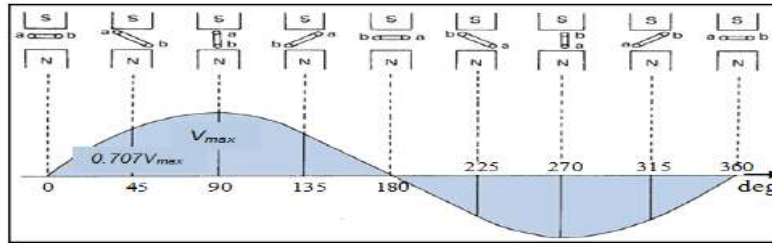
- ١- كثافة الفيض المغناطيسي (Flux).
- ٢- الطول الفعال للملف الذي يقع ضمن هذا الفيض.
- ٣- سرعة الزاوية لدوران الملف.
- ٤- مقدار الزاوية المتكونة من اتجاه الدوران مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.



الشكل 17-3 مولد تيار متناوب

ولغرض دراسة الجهد المتولد نفترض بان العوامل الثلاثة الأولى ثابتة ونبدأ بقراءة قيم الجهد المتولد لكل مرة تزداد بها الزاوية بين جانبي الملف (a و b) بمقدار 45° ابتداءً من الصفر. أي يتم قراءة قيم الجهد للزاويا (0,45,90,135,180,225,270,315,360).

الشكل (18-3) يوضح القيم المقروءة للجهد الكهربائي المتولد على الفرشتين نتيجة تدوير الملف داخل المجال المغناطيسي. ولهذا فان التغير في قيمة المجال يولد موجة جيبية الشكل تتغير في قطبيتها حسب موقع جانبي الملف بالنسبة لخطوط المجال المغناطيسي.



الشكل 18-3 موجة جيبية متولدة نتيجة دوران الملف ضمن مجال مغناطيسي

بطاقة العمل للتمرين رقم (12)	
اسم التمرين : توليد اشارات متناوبة.	مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص : ساعنان	
الأهداف التعليمية : إن يكون الطالب قادراً على صنع ملف مكون من عدد لفات مختلفة.	

التسهيلات التعليمية :

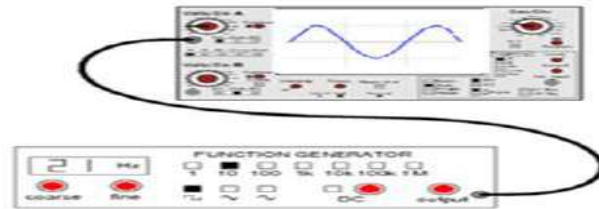
- 1- بدلة عمل. 2 - جهاز مولد الدالة Function Generator عدد (١). 3- أسلاك توصيل عدد (١).
- 4- جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) عدد (١). 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

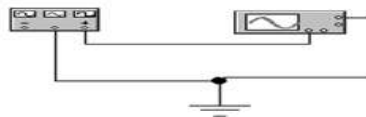
2- قم بتوصيل مولد الدالة مع راسم الإشارة وحقق موجة جيبية مقدارها $2V$ وتردد $10Hz$.



3- قم بقياس (V_p , V_{p-p} , T) باستخدام راسم الإشارة عملياً.

4 - أعد الخطوات السابقة للإشارة المربعة بسعة $4V_{p-p}$ وتردد $2kHz$.

5- أعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB لكل من الاشارات (الجيبية , المثلثة , المربعة).



5-3 المحولات الكهربائية Electrical Transformers

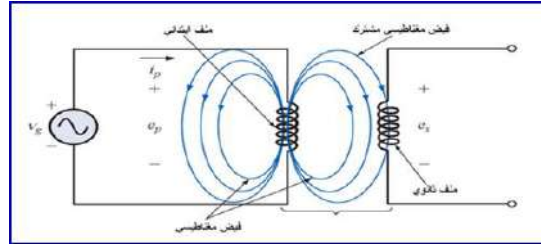
المحولة: هي جهاز كهربائي يتكون من ملفين معزولين و ملفين حول قلب مغلق مصنوع من الحديد المطاوع. وظيفة المحولة الأساسية هي تحويل تيار متناوب ذي فولتية معينة الى تيار متناوب آخر بفولتية أخرى (أعلى أو أقل). هناك استخدام واسع للمحولات الكهربائية في حياتنا اليومية فهي تستخدم كجهاز أو معدة منفردة أو تدخل ضمن أجهزة كثيرة وتأتي في مجموعة متنوعة وواسعة من الأحجام والسعات (القدرات) والفولتيات، وتستخدم أكبر المحولات لربط شبكات الكهرباء الوطنية والصغيرة في العديد من التوصيلات والمنظومات الكهربائية والصغيرة جدا منها في الأجهزة الالكترونية.

3-5-1 مبدأ عمل المحولة

المحولة الكهربائية تعتمد في عملها على القانونين للعالم فاراداي الذي يتعلق احدهما بتولد مجال مغناطيسي حول الملف الموصل نتيجة مرور التيار خلاله ويتعلق القانون الآخر بتولد جهد كهربائي على طرفي الملف الموصل عندما يتقاطع مع خطوط المجال المغناطيسي.

الشكل (3-19) يوضح طريقة عمل المحولة كما ذكرنا بان المحولة تتكون من ملفين احدهما يدعى الملف الابتدائي (Primary Coil) ويرمز له (L_p) ولعدد لفاته (N_p) ويمثل المدخل للمحولة ويتم ربطه لمصدر الجهد المتناوب (V_g). والملف الثاني يدعى بالملف الثانوي (Secondary Coil) ويرمز له (L_s) وعدد لفاته (N_s) ويمثل المخرج بالنسبة للمحولة ويتم ربط الحمل عليه.

عند مرور التيار المتناوب (i_p) في الملف الابتدائي فان فيضا مغناطيسيا (Magnetic Flux) سيتولد فيه وحوله فضلا عن جهد لحظي مستحث (e_p) قيمته مساوية لجهد المصدر. الفيض المغناطيسي نفسه المتولد



الشكل 19-3 مبدأ عمل المحولة الكهربائية

سيتقاطع مع لفات الملف الثانوي مولداً بذلك جهداً لحظياً محتثاً (e_s) على طرفي الملف الثانوي. يمكن أن يكون هناك أكثر من ملف ثانوي واحد وبأعداد لفات مختلفة للحصول على جهود خرج مختلفة.

3- 2-5 المحولة الرافعة والمحولة الخافضة

يمكن للمحولة أن تكون رافعة للفولتية أو خافضة لها اعتماداً على نسبة الجهد اللحظي المستحث (e_p) إلى الجهد اللحظي المستحث (e_s). وهذه النسبة بدورها تساوي نسبة عدد لفات الملف الابتدائي (N_p) إلى عدد لفات الملف الثانوي (N_s) وكالاتي:

$$\frac{e_p}{e_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

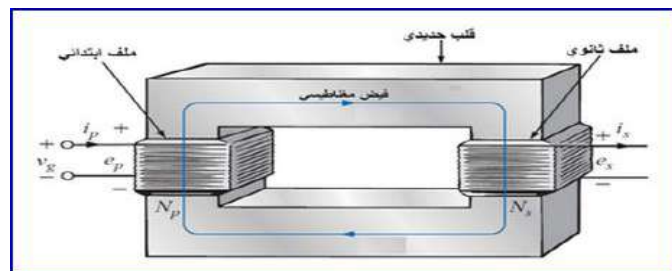
غالبا ما يتم تسمية نسبة N_p إلى N_s بمعامل التحويل (Transformation Coefficient) ويعطى لها رمز وليكن K إذ أن:

$$\frac{N_p}{N_s} = K$$

عندما تكون قيمة K اقل من واحد ($K < 1$) فإن المحولة تدعى بالمحولة الرافعة (Step-Up Transformer) كونها تعطي جهداً في جهة الخرج اكبر منه في جهة الدخل ($e_s > e_p$). وفي حالة قيمة K اكبر من واحد ($K > 1$) فإن المحولة تدعى بالمحولة الخافضة (Step-Down Transformer) كونها تعطي جهداً في جهة الخرج اصغر منه في جهة الدخل ($e_s < e_p$).

مثال (٢-٣)

للمحولة الموضحة في الشكل (20-3) إذا كان $N_p = 50$ و $N_s = 600$ و $V_g = e_p = 200V$. احسب قيمة الفولتية الخارجة من المحولة (e_s) ومعامل التحويل (K). ناقش النتائج



الشكل 20-3 محولة كهربائية

الحل:

يمكن إيجاد قيمة e_s وكالاتي:

$$e_s = \frac{e_p \cdot N_s}{N_p} = \frac{200V \cdot 600}{50} = 2400 \text{ V}$$

كذلك يجب حساب قيمة K وكالاتي :

$$K = \frac{N_p}{N_s} = \frac{50}{600} = 0.083$$

بعد إيجاد قيمة K وكانت اقل من ١ فإننا ندعو المحولة بالمحولة الرافعة لأنها ترفع الفولتية الداخلة لها من 200V الى 2400V. وقد تم ذلك كون عدد لفات الملف الثانوي أكثر من عدد لفات الملف الابتدائي.

3-5-3 أنواع المحولات Types of Transformers

يمكن تصنيف المحولات اعتمادا على مقدار التردد الذي تعمل به التيارات والفولتيات الداخلة للمحولة والخارجة منها وكالاتي:

١- محولات التردد المنخفض:

وهي محولات ذات قلب حديدي (Iron-Core) وتشمل محولات القدرة (Power Transformers) ومحولات الترددات الصوتية (Audio Transformers).

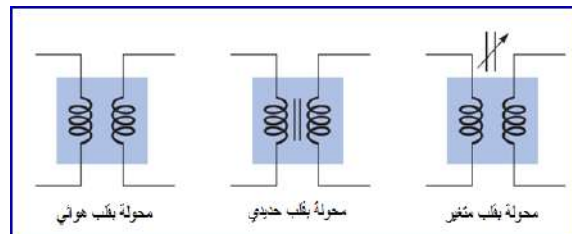
٢- محولات التردد المتوسط (Intermediate-Frequency Transformers):

وهي محولات ذات قلب مصنوع من مسحوق الحديد أو من مادة الفيرريت (Ferrite-Core) وتستخدم هذه المحولات في الربط بين مكبرات التردد المتوسط في أجهزة الراديو والتلفزيون إذ تسمح لإشارة التردد المتوسط أن تنتقل من مرحلة الى أخرى وتحول دون انتقال الجهود المستمرة من مرحلة الى أخرى مجاورة.

٣- محولات التردد العالي (Radio-frequency Transformers):

وهي محولات ذات قلب هوائي (Air-Core) وتستخدم في التطبيقات التي تتعامل مع ترددات عالية مثل ترددات الراديو والهاتف الخليوي.

الرموز المستخدمة للإشارة الى أنواع المحولات الرئيسية موضحة بالشكل (٣-21) والشكل (٣-٢٢) يوضح بعض أنواع المحولات المستخدمة في اغلب الدوائر الكهربائية والالكترونية.



الشكل 3-22 بعض أنواع المحولات

الشكل 3-21 رموز المحولة الكهربائية

بطاقة العمل للتمرين رقم (13)

اسم التمرين : المحولات الكهربائية
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص : ساعتان

الأهداف التعليمية :
إن يكون الطالب قادراً على قياس والتمييز بين المحولات الكهربائية.

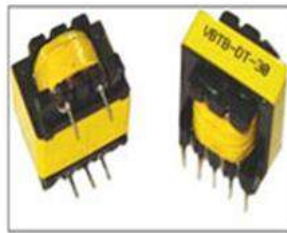
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل .2- منصدة عمل .3- جهاز أفوميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز أفوميتر تناظري عدد (١).
- 5- محولة قدرة 220V/12V .6- محولة خرج ، محولة قيادة عدد (٣). 7- محولة شحن لهاتف محمول عدد (١). 8- حقيبة أدوات الكترونية عدد (١).

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

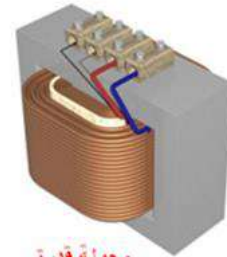
- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- في الشكل الآتي عدد مختلف من المحولات الكهربائية (محولة القدرة ، محولة الخرج ، محولة القيادة) ميز بين هذه المحولات.



محولة قيادة



محولة خرج



محولة قدرة

- 3- أفحص المحولات باستخدام الاوميتر وسجل مقاومة كل من الملف الابتدائي والثانوي لكل منها.
- 4- حدد طرف الفولتية العالي والطرف الواطئ من خلال خطوة ٣.
- 5- افحص محولة تالفة (حرق او قصر) من خلال الاوميتر وسجل النتائج.
- 6- فكك محولة شحن للهاتف المحمول وسجل فولتية المصدر والفولتية الخارجة اثناء شحن بطارية الجهاز.



أسئلة الوحدة الثالثة

1- كيف تميز بين المتسعة الكيميائية ومتسعة السيراميك؟

2- عدد انواع المتسعات الكهربائية المستخدمة في الدوائر الالكترونية.

3- وضح بالتفصيل مع الرسم شحن وتفريغ المتسعة الكيميائية.

4- وضح مع الرسم طرق توصيل (ربط) المتسعات الكهربائية.

5- وضح كيفية فحص الملفات والمحولات الكهربائية.

6- اشرح عمل المحولة .

Semiconductors & Diodes أشباه الموصلات والثنائيات

الاهداف

الهدف العام

تهدف هذه الوحدة الى اكتساب الطالب المعلومات والمعرفة حول ما هي المواد شبه الموصلة النوع الموجب P ، النوع السالب N ، الثنائي P- N ، طرق الانحياز، أنواع الثنائيات وتطبيقاتها مثل دوائر التقويم والترشيح ودوائر تثبيت الفولتية.

الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:

- ١ - يعرف تكوين الثنائي.
- ٢ - يتعلم التمييز بين الثنائيات.
- ٣ - يتعلم بناء دوائر التقويم (نصف الموجة والموجة الكاملة).
- ٤ - يطبق الدوائر العملية لتنظيم الفولتية والترشيح.

في هذه الوحدة ستتعلم المواضيع الآتية

تمرين رقم (14):

فحص الثنائيات المستخدمة في الدوائر الالكترونية والأجهزة المحمولة.

تمرين رقم (15):

كيفية عمل ثنائي زينر في الانحياز العكسي (Reverse biased) كمثبت للفولتية.

تمرين رقم (16):

بناء دائرة لتشغيل ثنائي الانبعاث الضوئي والثنائي الذي يتحسس الضوء.

تمرين رقم (17):

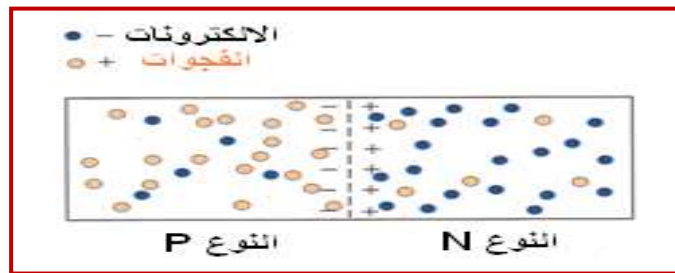
بناء دائرة مقوم نصف موجة ومقوم كامل الموجة والمقارنة بين حالات التقويم ، و بناء دائرة مقوم نصف موجة مع مرشح ومعرفة تأثير المتسعة على خرج الإشارة.

1-4 المواد شبه الموصلة (Semiconductors):

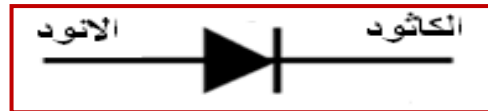
تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي الى ثلاثة انواع هي (مواد موصلة، مواد عازلة مواد شبه موصلة) تقع المواد شبه الموصلة بين المواد العازلة والموصلة.

1-1-4 الثنائيات (Diodes):

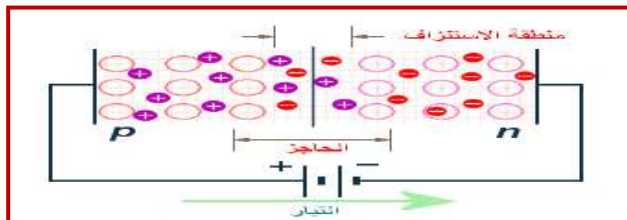
نحصل على وصلة P-N من دمج مادتين من شبه الموصل موجب P وسالب N بطريقة الانتشار والشكل (1-4) يوضح رسماً تخطيطياً للوصلة P-N (P-N junction) يدعى بالثنائي (Diode).

**الشكل 1-4 الوصلة (P-N junction)**

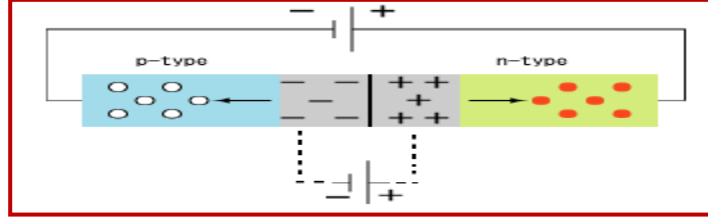
لاحظ الشكل (2-4) حيث يشير رأس المثلث الى منطقة N وهي الكاثود بينما تشير قاعدة المثلث الى منطقة P وهي الأنود.

**الشكل 2-4 رمز الثنائي**

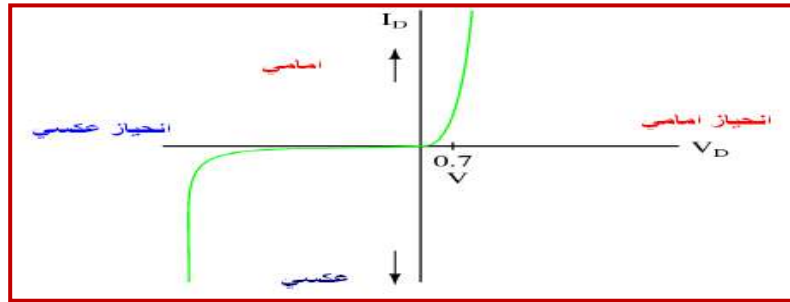
الانحياز الامامي للثنائي: يكون الثنائي بالانحياز الامامي (Forward Biased) عند توصيل الطرف الموجب للدايود مع القطب الموجب للبطارية والطرف السالب من الداويود مع القطب السالب للبطارية سوف تقل المقاومة ويزداد التيار.

**الشكل 3-4 الانحياز الامامي للثنائي**

الانحياز العكسي للثنائي: يكون الثنائي بالانحياز العكسي (Reverse Biased) عند توصيل الطرف الموجب للدايود مع القطب السالب للبطارية والطرف السالب من الدايدود مع القطب الموجب للبطارية سوف تزداد المقاومة ويقل التيار والشكل (4-5) يوضح خواص الثنائي بالانحياز الامامي والانحياز العكسي .

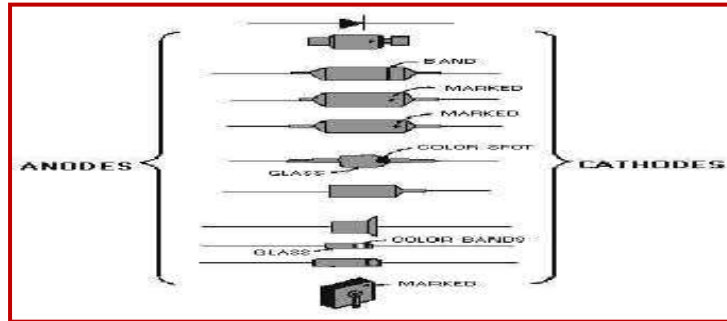


الشكل 4-4 الانحياز العكسي للثنائي



الشكل 4-5 خواص الثنائي بالانحياز الامامي والانحياز العكسي

توجد عدة إشكال وأحجام مختلفة للثنائيات تعتمد على قدرة كل منها، لاحظ الشكل (4-6)



الشكل 4-6 اشكال مختلفة من الثنائيات

4-1-2 أنواع الثنائيات:

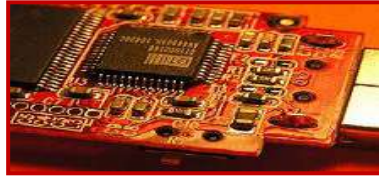
- توجد أنواع عديدة من الثنائيات والشكل (4-7) يبين رمز كل منها.
- ١- ثنائي (المقوم): يعمل على تقويم التيار المتناوب AC الى تيار مستمر DC.
- ٢- ثنائي زينر: يستخدم لتثبيت الفولتية المستمرة بالدوائر الالكترونية.
- ٣- ثنائي الانبعاث الضوئي: يبعث ضوءاً باللون الأحمر أو الأصفر أو الأخضر بتسليط فولتية على طرفيه بالانحياز الأمامي.
- ٤- الثنائي الذي يتحسس بالضوء: ملائم لتحويل الضوء الى تيار او فولتية حسب استخدامه في الدوائر الالكترونية.

- ٥- الثنائي النفقي: يستخدم كمذبذب لتوليد الإشارات بالترددات العالية.
- ٦- الثنائي السعوي: يعمل في دوائر رنين في أجهزة الإرسال والاستلام.
- ٧- ثنائي شوكلي: له استخدامات كثيرة أهمها استخدامه في السيطرة على فولتية بوابة الثايرستور.



الشكل 4-7 رموز لأنواع الثنائيات

في الثمانينات من القرن الماضي ظهرت عناصر الكترونية صغيرة الحجم لتحل مكان العناصر التقليدية وسميت هذه التقنية بـ SMT - surface mounted technology فهي تستخدم عناصر زيادة السطح (SMD) Surface Mount Devices عناصر تثبت على سطح اللوح الالكتروني المطبوع (PCB) ومن ذلك الوقت حققت تلك العناصر انتشاراً واسعاً واصبحت هناك عناصر الكترونية جديدة لا تتوفر الا على شكل (SMD) وبها فتحت افاق وتطبيقات جديدة لاحظ شكل (4-8).



الشكل 4-8 عناصر الكترونية نوع SMD على الدائرة المطبوعة

وعناصر زيادة السطح (SMD) Surface Mount Devices صغيرة الحجم وخفيفة الوزن ومنها المقاومات والمتسعات والثنائيات والترانزستورات ثنائية القطب وترانزستورات تأثير المجال FET.. الخ. وتستخدم في الوقت الحاضر في الأجهزة المحمولة مثل الهاتف الخليوي والحاسوب المحمول Laptop. وبسبب هذه التقنية زاد الإنتاج وقلت أسعار الأجهزة. والشكل (4-9) يوضح عدداً من هذه العناصر المستخدمة في الأجهزة المحمولة مثل الهاتف المحمول.



الشكل 4-9 أنواع مختلفة من الثنائيات مستخدمة في الهاتف المحمول

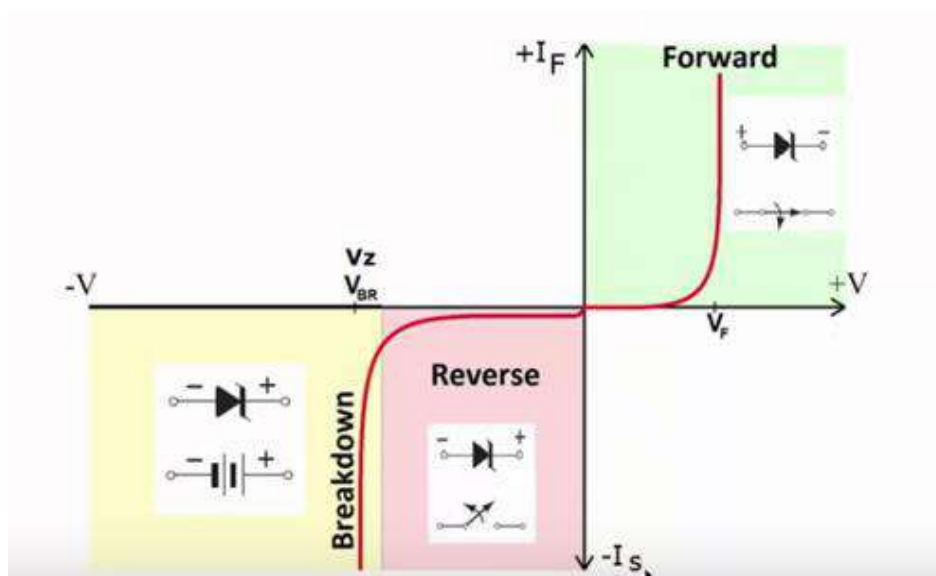
3-1-4 ثنائي زينر (Zener diode):

هو نوع من أنواع الثنائيات مصمم للعمل في حالة الانحياز العكسي ويمتاز بثبات فرق الجهد بين طرفيه بالرغم من تغير التيار المار خلاله.



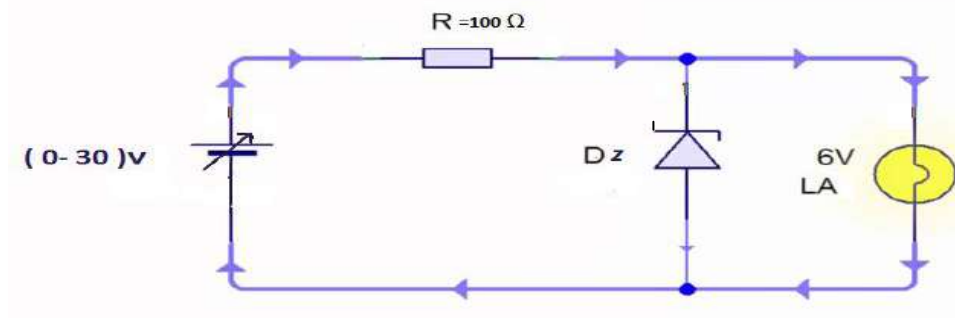
شكل 10-4 رمز ثنائي زينر

الغرض من ثنائي زينر هو تثبيت الجهد الكهربائي والشكل (11-4) منحنى يوضح طريقة مبسطة لنقاط عمل ثنائي زينر.



شكل 11-4 منحنى خواص ثنائي زينر

الفكرة العملية لعمل ثنائي زينر : في الشكل (12-4) دائرة ثنائي زينر يعمل كمثبت فولتية ،حيث المصباح يعمل على فولتية مقدارها 6 فولت فعندما تزداد الفولتية المسلطة على المصباح اكثر من ٦ فولت سوف يحترق، اذن ثنائي زينر يعمل على توهج المصباح ويمنعه من الاحتراق.



شكل 12-4 دائرة ثنائي زينر دايود

بطاقة العمل للتمرين رقم (14)

اسم التمرين: ثنائي الانبعاث الضوئي، الثنائي الذي يتحسس بالضوء، ثنائي زينر، الثنائي السعوي، الفحص باستخدام الافوميتر وتعيين مراحل التطبيقات للثنائيات في الهاتف المحمول والحاسوب المحمول.

مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك **الوقت المخصص : ساعتان**

الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على فحص الثنائيات المستخدمة في الدوائر الالكترونية والأجهزة المحمولة.

التسهيلات التعليمية :

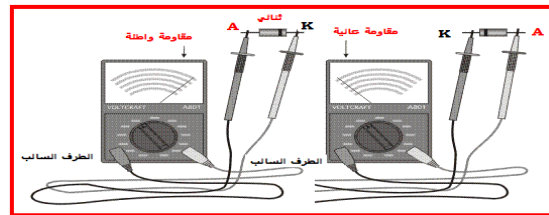
- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (١). 4- ثنائي تقويم عدد (٢). 5- ثنائي زينر 3.3V عدد (١). 6- ثنائي الانبعاث الضوئي (احمر، اخضر، اصفر) عدد (٣). 7- حقيبة أدوات الكترونية عدد (١). 8- ثنائيات مختلفة مستخدمة في الأجهزة المحمولة نوع SMD عدد (٤).

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة الآتية لفحص الثنائي.

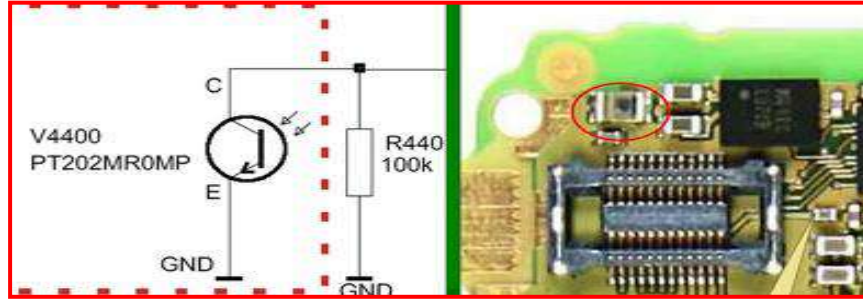


3- حدد احد الثنائيات المستخدمة في الأجهزة المحمولة.

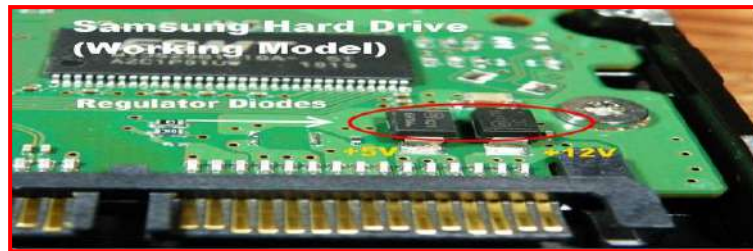
- 4 - نفذ الدائرة الآتية لفحص ثنائي زينر 3.3 V . ضع مقاومة من (1–10 kΩ)، ضع جهاز الفولتميتر (ملتيميتر) الرقمي بالقياس 10 V . ضع مجس الجهاز الموجب على طرف الكاثود وطرف مجس الجهاز السالب على الأنود، غير فولتية الفحص الى ان تصل 4V وسجل الفولتية على طرفي ثنائي زينر.



- 5- لفحص ثنائي الانبعاث الضوئي للون الاصفر مثلاً ضع طرف الانود الثنائي على القطب الموجب للبطارية وطر عن وجود ضوء في مساحة معينة اي كمتحسس وبالعكس. ف الكاثود الى الطرف السالب للبطارية.
- 6- قم باعادة فحص ثنائي الانبعاث الضوئي للون الاحمر واللون الاخضر.
- 7- في جهاز الهاتف المحمول يستخدم الثنائي الضوئي كمفتاح لغلاق (OFF) فلاش الكاميرا بالكشف



- 8- حدد الثنائي الضوئي للدائرة المطبوعة للهاتف المحمول واحجب الضوء عنه ثم سلط الضوء عليه ولاحظ عمل فلاش الكاميرا.
- 9- حدد ثنائيات تنظيم الفولتية على اللوحة المطبوعة للحاسوب المحمول Laptop . أستعن بالشكل الآتي.



بطاقة العمل للتمرين رقم (15)

اسم التمرين : كيفية عمل ثنائي زينر في الانحياز العكسي (Reverse biased) كمثبت للفولتية.

التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص: ساعتان

الأهداف التعليمية :

إن يكون الطالب قادراً على معرفة الفرق بين الدايود العادي وثنائي زينر.

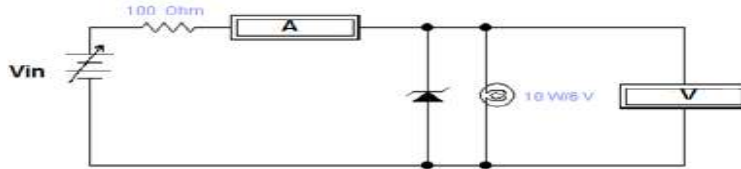
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل. 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (١). 5- لوحة تدريبية لاستخراج خواص ثنائي زينر عدد (١). 6- حقيبة ادوات الكترونية واسلاك توصيل عدد (١). 7- مجهز قدرة (dc) V (10-200) عدد (١). 8- مقاومة 100Ω عدد (١). 9- مصباح كهربائي ٦V عدد (١). 10- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل:



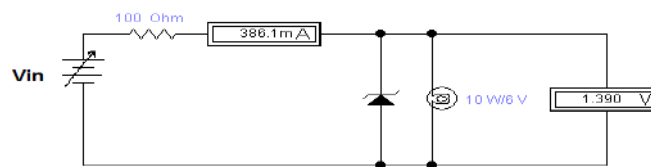
2- اربط الدائرة اعلاه واحسب الجدول التالي.

$V_{in}(V)$	60	80	100	120	140	160	180
$I_z (A)$							

3- سجل ماذا يحدث للمصباح عند تغير الفولتية في الخطوة السابقة.

4- ارفع دايود زينر والمقاومة وسجل التغير الذي يطرأ على المصباح.

5- اعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB.



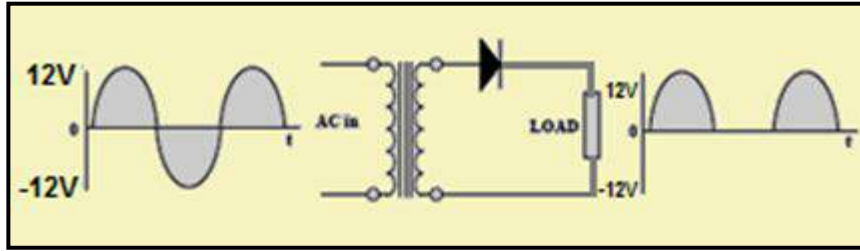
2-4-2 التقويم:

التقويم: هو عملية تحويل التيار المتناوب الى مستمر بأستخدام الثنائي.

1-2-4 أنواع المقومات:

١- دائرة مقوم نصف موجة:

نعلم أن الثنائي شبه الموصل يمرر التيار الكهربائي في اتجاه واحد فقط وهو الاتجاه الذي يجعله متصلاً توصيلاً أمامياً لذلك فإن الثنائي شبه الموصل إذا اتصل بمصدر تيار متردد فإنه سوف يمرر اتجاه واحد فقط من الإشارة هو الاتجاه الموجب أو السالب حسب ربطه، لاحظ الدائرة الموضحة في الشكل (4-13).

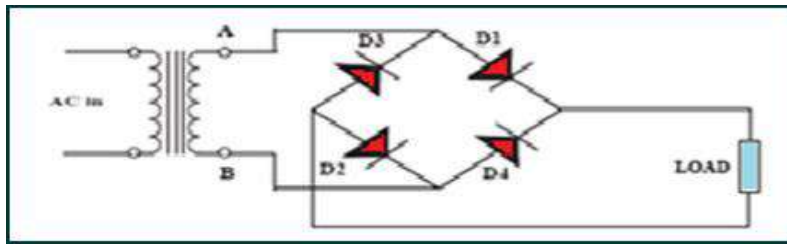


الشكل 4-13 دائرة مقوم نصف موجة

نلاحظ أن الاتجاه الموجب للإشارة هو الذي جعل الثنائي شبه الموصل يتصل بشكل أمامي لذلك مرره في حين أن الاتجاه السالب من الإشارة يجعل الثنائي شبه الموصل يتصل بشكل عكسي أو خلفي لذلك لم يمر وهذا ما يسمى بتوحيد نصف الموجة أو مقوم نصف الموجة.

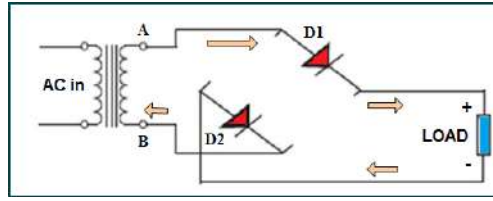
٢- دائرة مقوم موجة كاملة:

يمكن تقويم الإشارة (تقويم موجة كاملة) باستخدام القنطرة:
لاحظ الدائرة الموضحة في الشكل (4-14).



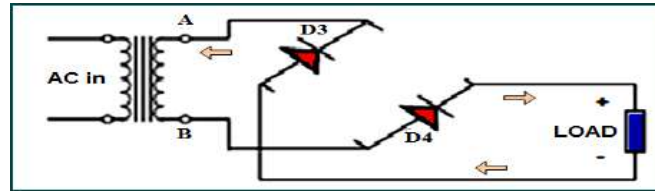
الشكل 4-14 دائرة مقوم موجة كاملة باستخدام القنطرة (الجسر)

عند دخول النصف الموجب للموجة ينحاز (D1 و D2) أمامياً فيمر تيار خلال الحمل كما في الشكل (4-15).

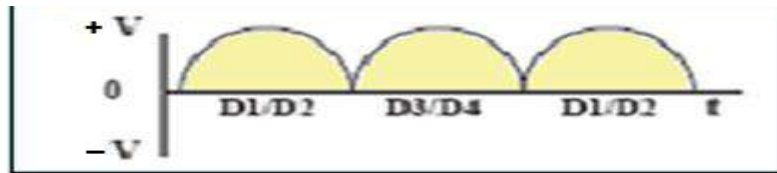


الشكل 4-15 دائرة مقوم نصف الموجة باستخدام القنطرة وفتح دائرة الداويدين D_3 و D_4

عند دخول النصف السالب للموجة ينحاز (D_3 و D_4) أمامياً فيمر تيار خلال الحمل كما في الشكل (4-16).



الشكل 4-16 دائرة مقوم نصف الموجة باستخدام القنطرة وفتح دائرة



الشكل 4-17 شكل إشارة خرج دائرة الحمل لمقوم كامل الموجة

بطاقة العمل للتمرين رقم (16)	
اسم التمرين : بناء دائرة لتشغيل ثنائي الانبعاث الضوئي، بناء دائرة لتشغيل الثنائي الذي يتحسس الضوء.	
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترون	الوقت المخصص : ساعتان
الأهداف التعليمية: إن يكون الطالب قادراً على تشغيل ثنائي الانبعاث الضوئي والثنائي الذي يتحسس بالضوء	

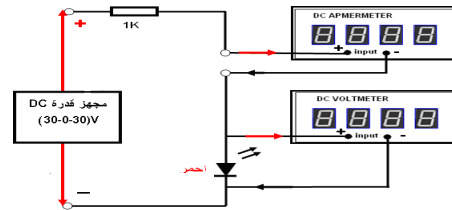
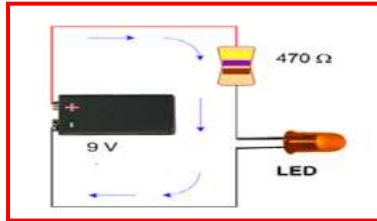
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منصدة عمل 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (1).
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1). 6- مقاومات متفرقة. 7- مصدر مستمر (Vdc)

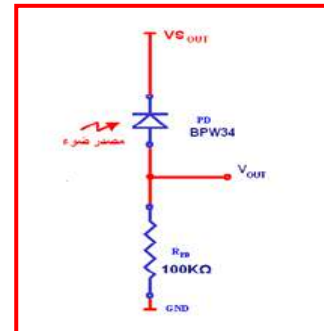
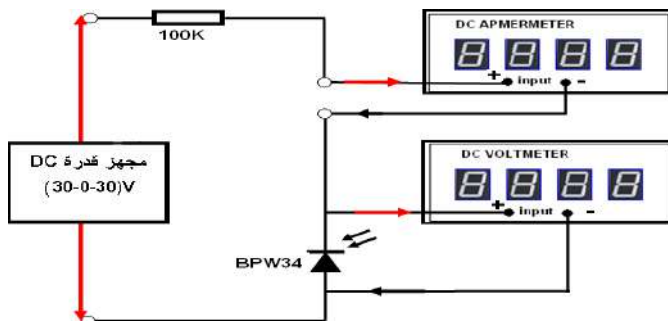


خطوات تنفيذ التمرين:		
الرسومات التوضيحية	النقاط الحاكمة	خطوات العمل

- 1- ارتدِ بدلة العمل.
- 2- نفذ الدوائر العملية الآتية لتشغيل ثنائي الانبعاث الضوئي .



- 3- غير الفولتية المسلطة على الثنائي بالانحياز الامامي الى 6V وسجل الظاهرة.
- 4- سجل التيار المار في الدائرة.
- 5- نفذ الدائرة العملية لتشغيل الثنائي الضوئي.



- 6 - ضع $V_{in} = 12V$. سجل تيار الدائرة مع ضوء الغرفة ثم سجل الفولتية V_{OUT} .
- 7- قرب مصدر الضوء من الثنائي وسجل تيار الدائرة ثم سجل الفولتية V_{OUT} .

بطاقة العمل للتمرين رقم (a-17)

اسم التمرين: بناء دائرة لمقوم نصف موجة، ومقوم موجة كاملة باستخدام القنطرة
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيات

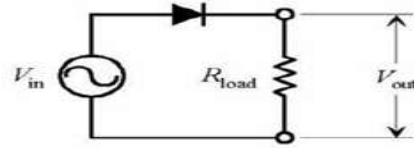
الأهداف التعليمية:
إن يكون الطالب قادراً على المقارنة بين حالات التقويم.

التسهيلات التعليمية :

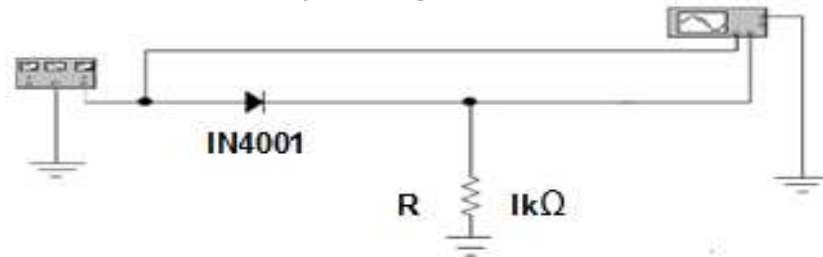
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (1).
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1). 6- ثنائي تقويم IN4001 عدد (1). 7- ثنائي تقويم IN4009 عدد (4). 8- مولد الدالة Function Generator عدد (1) 9- راسم الإشارة OSC عدد (1). 10- مقاومة $11.1k\Omega$ جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

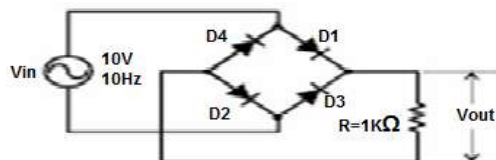
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------



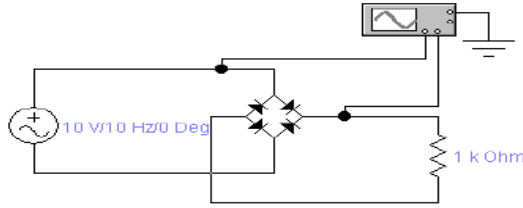
- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- اربط الدائرة في الشكل اعلاه وادخل فولتية مقدارها $4V_{p-p}$ بتردد $100Hz$ من مولد الدالة .
- 3- ضع جهاز راسم الإشارة على مخرج الدائرة .
- 4- ارسم واحسب V_p ، V_{p-p} ، T .
- 5- احسب V_{dc} حيث $(V_{dc} = \frac{v_p}{\pi})$.
- 6- نفذ الدائرة مرة أخرى بطريقة برنامج (EWB).



- 7- اربط دائرة مقوم كامل الموجة في الشكل أدناه واعد الخطوات السابقة حيث $V_{dc} = \frac{2v_p}{\pi}$.



8- نفذ الدائرة مرة أخرى بطريقة برنامج (EWB).



2-2-4 مقوم نصف موجة مع مرشح:

لاحظنا في دائرة مقوم نصف موجة ان الإشارة الخارجة عبارة عن انصاف موجبة وعند ربط مكثف سوف يعمل على شحن المتسعة حتى القيمة العظمى التي تصل اليها الإشارة وعند هبوط الإشارة فأن المكثف سوف يبدأ بالتفريغ. وهكذا مع كل نصف موجة اذن دائرة الترشيح تعمل على التخلص من التموجات في الإشارة الخارجة كما في الشكل (4-19).



شكل 4-18 مقوم نصف موجة مع مرشح



شكل 4-19 الإشارة الخارجة بعد الترشيح

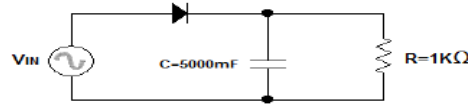
بطاقة العمل للتمرين رقم (b-17)	
اسم التمرين: مقوم نصف موجة مع مرشح مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك	الوقت المخصص: ساعتان
الأهداف التعليمية: إن يكون الطالب قادراً على بناء دائرة مقوم نصف موجة مع مرشح ومعرفة تأثير المتسعة على خرج الإشارة.	

التسهيلات التعليمية :

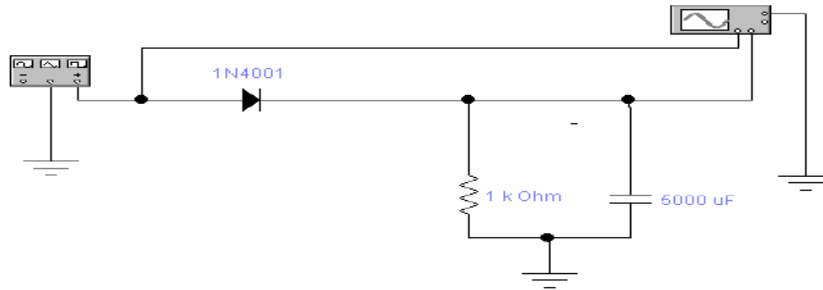
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (1)
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1). 6- ثنائي تقويم IN4001 عدد (1)
- 7- مولد الدالة Function Generator عدد (1). 8- راسم الإشارة OSC عدد (1). 9- مقاومة $1k\Omega$.
- 10- متسعة $5000mF$.
- 11- جهاز حاسبة يحتوي على برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين :

خطوات العمل	النقاط الحاکمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------



- 1- ارتد بدلة العمل .
- 2- اربط الدائرة اعلاه.
- 3- اربط مولد الدالة وادخل فولتية مقدارها $5V_{p-p}$ وتردد مقداره 10 Hz .
- 4- ارسم الإشارة الداخلة و الخارجة عن طريق راسم الإشارة واحسب T, V_{p-p} .
- 5- نفذ الدائرة مرة أخرى بطريقة برنامج (EWB).



اسئلة الوحدة الرابعة

- 1- اشرح مع الرسم الانحياز الامامي للثنائي.
- 2- عدد أنواع الثنائيات وارسم رمز كل منها.
- 3- كيف يتم فحص الثنائي؟
- 4- ارسم خواص الثنائي، العلاقة بين $(I - V)$.
- 5- اشرح مع الرسم الدائرة العملية لمقوم نصف الموجة.
- 6- اشرح مع الرسم الدائرة العملية لتقويم الموجة الكاملة (القنطرة).
- 7- اشرح مع الرسم مقوم نصف موجة مع مرشح.

الاهداف

الهدف العام

معرفة واكتساب الطالب المهارة و التدريب لفحص الترانزستورات نوع PNP،NPN والتميز بين ترانزستورات الإشارة الواطنة والعالية وترانزستورات القدرة مع استخراج خواص الدخل والخرج للترانزستور وكيفية عمل الترانزستور كمفتاح وطرق الربط في المكبرات المتعددة المراحل.

الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على أن:

- 1- يعرف التركيب المبسط للترانزستور PNP و NPN .
- 2- يتعلم فحص الترانزستورات.
- 3- يتعلم كيفية عمل الترانزستور كمفتاح.
- 4- يتعلم طريقة الربط المباشر للمكبرات المتعددة المراحل.

في هذه الوحدة ستتعلم المواضيع الآتية:

تمرين رقم (18):

فحص الترانزستور ثنائي القطب (Bipolar junction transistor) نوع PNP و NPN باستخدام أجهزة القياس.

تمرين رقم (19):

بناء دائرة عملية لاستخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني Transistor As Switch.

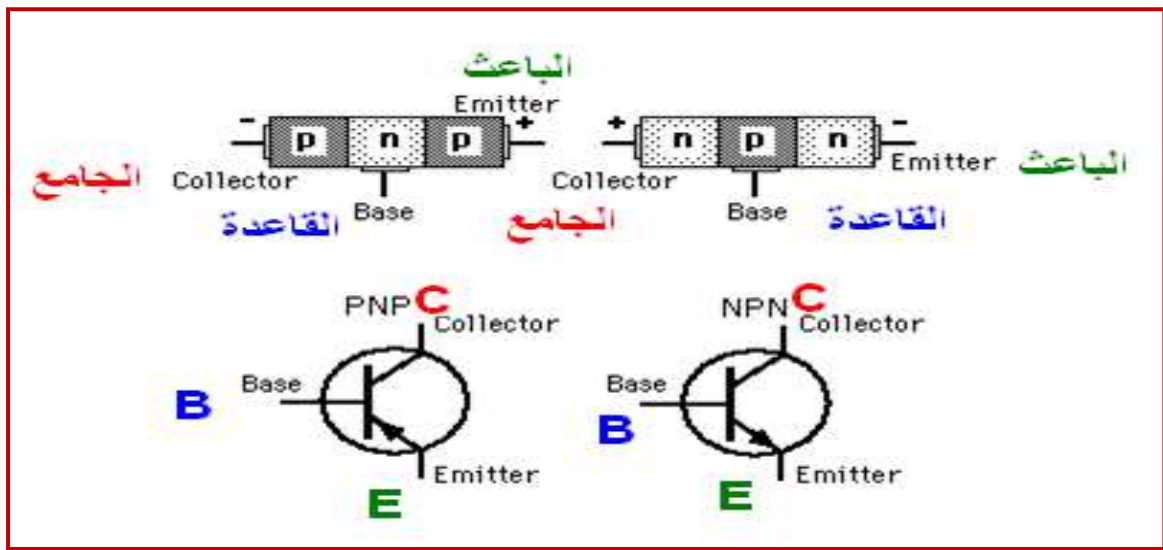
تمرين رقم (20):

بناء دائرة عملية لاستخدام طريقة الربط المباشر في المكبرات متعددة المراحل . Direct Coupling

الترانزستور Transistor

1-5 الترانزستور (Transistor)

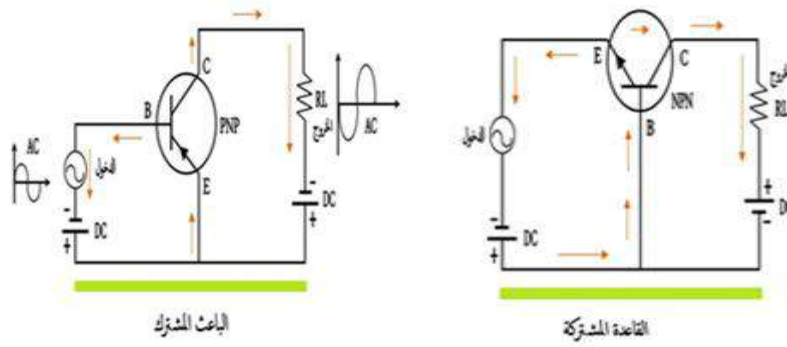
اشتقت كلمة ترانزستور من كلمتين (Transfer Resistor) أي مقاومة انتقالية ، وقد تم حذف المقطع الاخير من الاولى والمقطع الاول من الثانية واصبح Transistor مكوناً من احد النوعين الموجب او السالب موضوع بين نوعين متشابهين او بمعنى آخر تم وضع مادة (p-type) بين مادتين من النوع (N-type) لتكوين الترانزستور من النوع (NPN) او وضع النوع (N-type) بين النوعين (p-type) للحصول على الترانزستور من النوع (PNP) والشكل (1-5) يوضح اطراف الترانزستور.



الشكل 1-5 الترانزستور PNP و NPN

5- 1-1 اقطاب الترانزستور:

- 1- الباعث أو المشع (Emitter) يرمز له بالرمز (E):
هو طرف متصل بالبلورة الجانبية الأولى وهي أكثر تركيز للشحنات الكهربائية والتي تقوم بدورها بتوليد الإلكترونات وحاملات الشحنة الكهربائية ويوصل أمامي مع القاعدة.
- 2- القاعدة (Base) ويرمز له بالرمز (B):
هي طرف متصل بالبلورة الوسطى التي تقع بين المشع والمجمع وهي التي تقوم بالتحكم في كمية واتجاه حاملات الشحنة للتيار الكهربائي.
- 3 - المجمع (Collector) ويرمز له بالرمز (C):
هو طرف متصل بالبلورة الجانبية الأخرى وهي أقل تركيز للشحنات الكهربائية والتي تقوم بدورها بتجميع حاملات الشحنة القادمة من المشع وبهذا تتم عملية التوصيل والتكبير ويوصل عكسياً مع القاعدة ويدعى الترانزستور غالباً بالترانزستور الاتصالي ثنائي القطبية (BJT).



الشكل 2-5 أقطاب الترانزستور

2-1-5 مميزات الترانزستور:

من مميزات الترانزستور في الدوائر الالكترونية :

- 1- صغير الحجم.
- 2- خفيف الوزن.
- 3- يستهلك تيارا كهربائيا صغيرا.
- 4- عمره طويل.
- 5- رخيص الثمن.
- 6- لا يحتاج لزمان عند تشغيله.

5- 1-3 مساوي الترانزستور:

- 1- يتأثر الترانزستور بالتغيرات في درجة الحرارة (حيث تعمل الحرارة على تفكيك الروابط بين الالكترونات في اي من البلورات السالبة او الموجبة مما يلغي خصائصهن ويتسبب بتلف الترانزستور).
- 2- لا يتحمل الترانزستور جهدا كهربائيا عاليا.

5- 1-4 استخدامات الترانزستور:

يستخدم الترانزستور بصورة عامة:

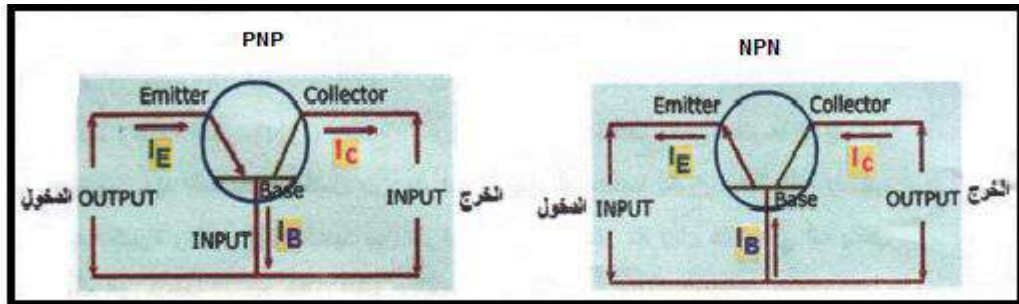
- 1- كمفتاح لأداء وظيفة الغلق (ON) والفتح (OFF) اي انه عندما يكون مفتوحا لا ينساب خلاله تيار ويظهر جهد المصدر بالكامل بين طرفيه تقريبا، او عندما يكون مغلقاً فإنه ينساب خلاله تيار بقيمة كبيرة ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً للصفر تقريباً وهذا يعني انه ينتقل من منطقة القطع الى منطقة التشبع خلال الغلق والفتح.
- 2- استخدامه في دوائر التكبير.

5-2 انحياز الترانزستور : يدعى الترانزستور غالباً بالترانزستور الاتصالي ثنائي القطبية (BJT) وفي اغلب الاستخدامات يكون انحياز وصلة الباعث والقاعدة (انحيازاً امامياً) في حين يكون انحياز الجامع والقاعدة (انحيازاً عكسياً) كما في الشكل (5-3).

5-2-1 تيارات الترانزستور: يعتمد هذا التصنيف على الية مرور التيار ، ففي الترانزستور ثنائي القطب (BJT) يعتمد مرور التيار على نوعي حاملات الشحنة (الكترونات, فجوات) الذي يبين اتجاه التيارات للترانزستور NPN و PNP .

تختلف قيم التيارات واتجاهاتها في الترانزستور كما في الشكل (5-3) ونلاحظ ان اتجاه سهم الباعث يحدد اتجاه التيار المار فيه. فإذا كان اتجاه تيار الباعث I_E الى الخارج في النوع NPN، فأتجاه سهم تيار الجامع I_C وتيار القاعدة I_B الى الداخل والعكس صحيح في نوع PNP. دائماً يكون تيار القاعدة صغيراً جداً مقارنة بتيار الجامع او الباعث ، فأن تيار الباعث يكون مساوياً لمجموع تيار القاعدة والجامع.

$$I_E = I_B + I_C$$

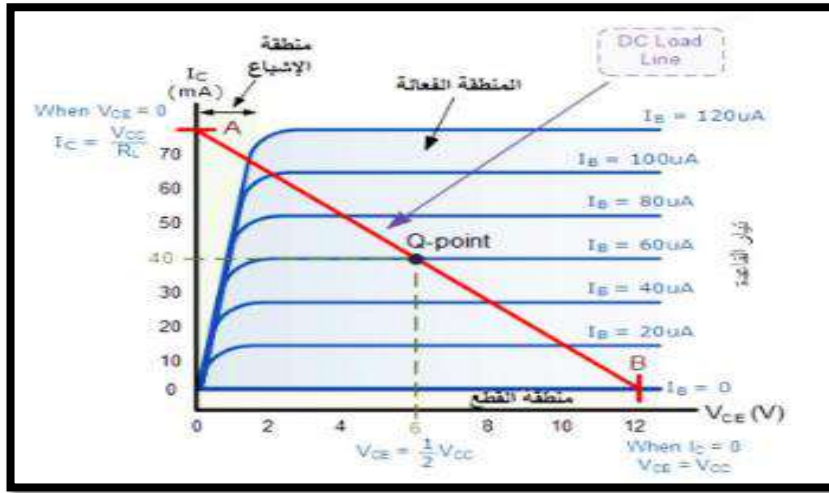


الشكل 5-3

5-2-2 خصائص الترانزستور:

يوصل الترانستور تياراً في الاتجاه الامامي ولايوصل تياراً في الاتجاه العكسي ومنطقة التوصل تنقسم الى ثلاث مناطق:

- 1- منطقة القطع التي لا يمر فيها تيار في جامع الترانزستور.
 - 2- منطقة التكبير او المنطقة الفعالة او منطقة التشغيل الخطية للترانزستور.
 - 3- منطقة التشبع التي يمر فيها اكبر تيار في مجمع الترانزستور.
- في المنطقة الاولى والثالثة يعمل الترانزستور كمفتاح ، وفي المنطقة الثانية يعمل الترانزستور كمكبر لاحظ الشكل (5-4).



الشكل 4-5 منحنيات خواص الخرج للترانزستور

3-5 فحص الترانزستور

يمثل الترانزستور بدايودين موصولين على التضاد فقبل فحص الترانزستور يجب علينا معرفة أقطابه ويمكننا ذلك من خلال مقياس الاوميتير وكمايلي:

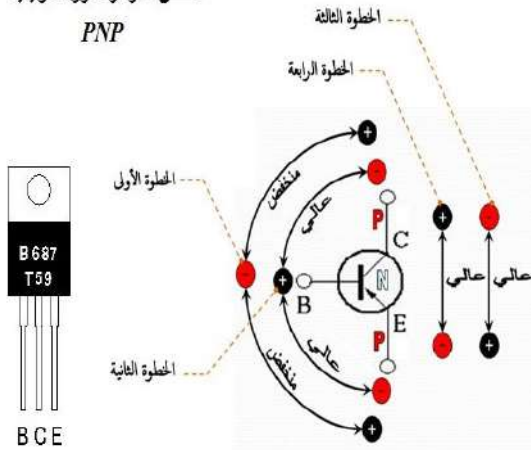
بين القاعدة وكل من المجمع والباعث مقاومة منخفضة / في حال التوصيل الأمامي / أي يؤشر المؤشر أما إذا عكسنا الأقطاب فيشير إلى مقاومة لانتهائية أي لا يؤشر المؤشر. بين الباعث والمجمع مقاومة مرتفعة في كلا الحالتين.

كما يمكننا معرفة نوعه (NPN , PNP) وذلك:

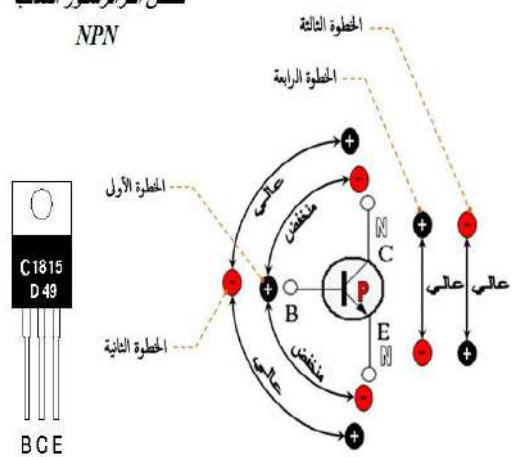
إذا كان القطب الموجب للمقياس موجوداً على القاعدة عندما تعطي مقاومة منخفضة مع المجمع والباعث فالترانزستور نوع (NPN).

أما إذا كان القطب السالب للمقياس موجوداً على القاعدة عندما تعطي مقاومة منخفضة مع المجمع والباعث فالترانزستور نوع (PNP) والشكل (5-5) يوضح طريقة فحص الترانزستور.

فحص الترانزستور الموجب PNP



فحص الترانزستور السالب NPN



شكل 5-5 ملخص فحص الترانزستور

4-5 أنواع الترانزستور

1- ترانزستور ثنائي القطبية ذو الأغراض المتعددة / والإشارة الصغيرة (General Purpose Transistor Small Signal):

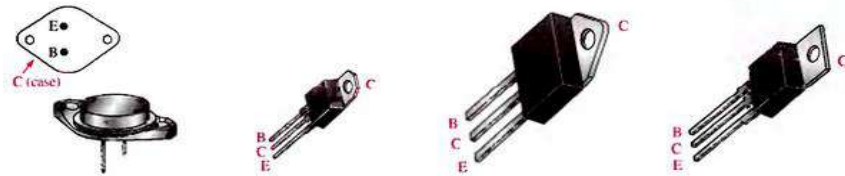
يستخدم هذا الصنف لأغراض متعددة ويوجد في العديد من الدوائر الإلكترونية ، كما أنه يتخذ أشكالاً مختلفة مثل الشكل الأسطواني الصغير (ذو القبة المعدنية) والشكل المسطح المستطيل الصغير والشكل الأسطواني الصغير الأسود المقطوع من أحد الجوانب فضلاً عن أشكال مختلفة أخرى موضحة في الشكل (5-6).



الشكل 5-6 الأشكال المختلفة للترانزستور ثنائي القطبية متعدد الأغراض / ذو الإشارة الصغيرة

2- ترانزستورات القدرة (Power Transistors):

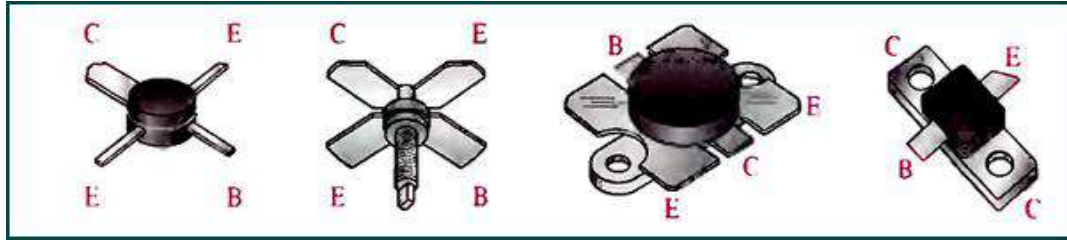
تتخذ ترانزستورات القدرة أشكالاً مختلفة أيضاً فمنها الشكل الأسطواني المسطح والشكل المستطيل العمودي والشكل المسطح المستطيل (يشبه شكل الدائرة المتكاملة)، كما موضح في الشكل (5-7). وتمتاز جميع هذه الأشكال بأنها تعمل في الدوائر الإلكترونية التي تتطلب مرور تيارات كهربائية ذات مقادير أكبر من أمبير واحد وبجهود كهربائية كبيرة ، ويمكن ملاحظة هذا النوع في أجهزة مكبرات الصوت .



الشكل 5-7 الأشكال المختلفة لترانزستورات القدرة

3- ترانزستورات الإشارة الراديوية (RF Transistors):

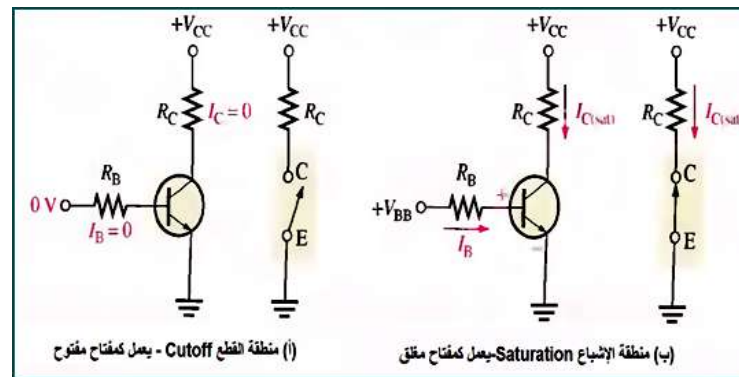
وهي الترانزستورات المستخدمة في دوائر أجهزة الاتصالات، اذ تمتاز بالعمل في الدوائر الإلكترونية التي تستخدم فيها الترددات العالية ، والشكل (5-8) يوضح الأشكال التي من الممكن أن تتخذها هذه الأنواع من الترانزستورات.



الشكل 5-8 ترانزستورات الإشارة الراديوية

5-5 الترانزستور الثنائي القطبية كمفتاح الكتروني

من تطبيقات الترانزستور ثنائي القطبية هو استخدامه مفتاحاً الكترونياً في العديد من الدوائر الإلكترونية، ولكي يعمل هذا الترانزستور كمفتاح الكتروني لابد له من العمل إما في منطقة Cut off أو في منطقة الإشباع Saturation، لاحظ الشكل (5-9).



الشكل 5-9 دوائر استخدام الترانزستور ثنائي القطبية كمفتاح الكتروني

بطاقة العمل للتمرين رقم (18)

اسم التمرين: فحص الترانزستورات ثنائي القطب Bipolar junction transistor نوع

PNP و NPN باستخدام أجهزة القياس

الوقت المخصص: ساعتان

مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية :

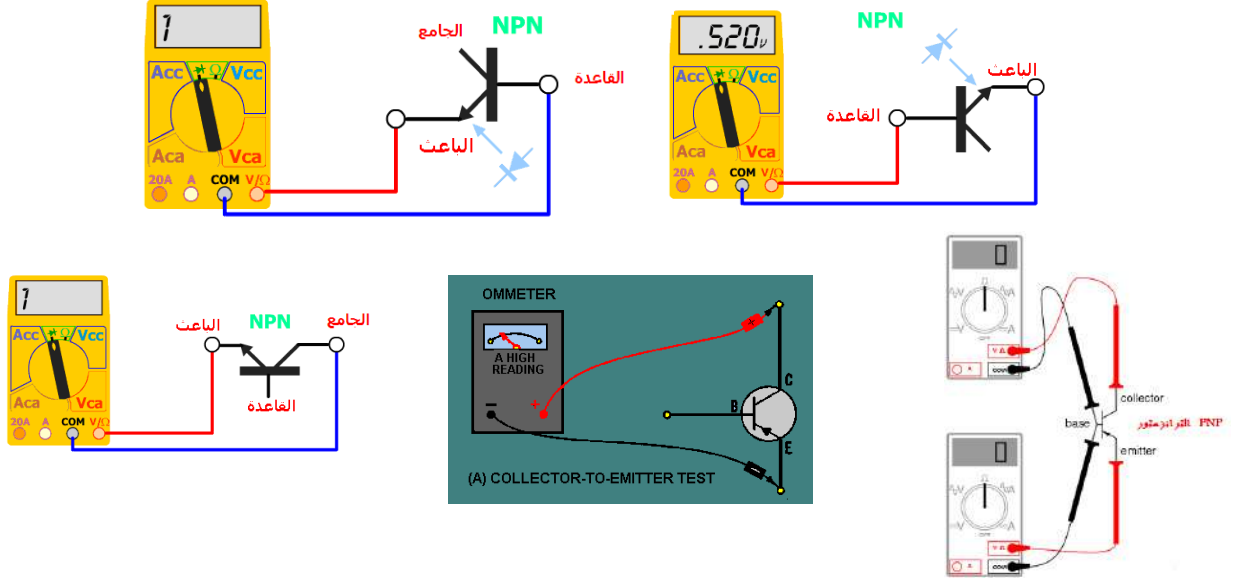
إن يكون الطالب قادراً على فحص الترانزستور واستخراج خواصه.

التسهيلات التعليمية :

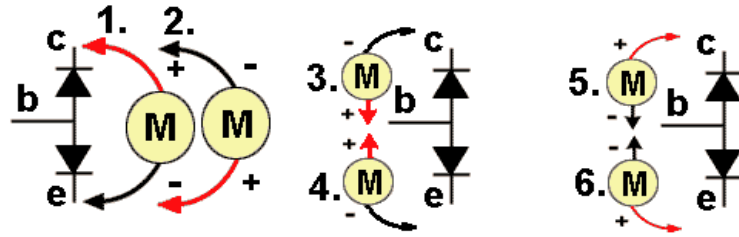
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (1).
- 5- ترانزستورات مختلفة الأنواع عدد (5). 6- حقيبة ادوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).

خطوات تنفيذ التمرين :		
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

- 1- ارتد بدة العمل
- 2- نفذ الخطوات الآتية لفحص الترانزستور: اقرأ المقاومة بين القاعدة والباعث وبين القاعدة والجامع وبقلب المجسات ايضاً.



- 3- نفذ الخطوات الآتية لفحص الترانزستور. سجل المقاومات في كل خطوة .



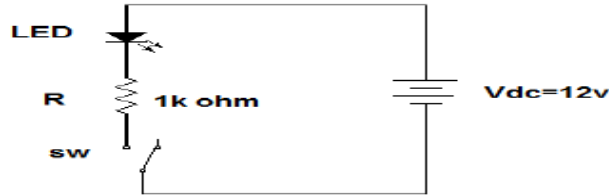
بطاقة العمل للتمرين رقم (19)	
اسم التمرين: بناء دائرة عملية لاستخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني	
Transistor As Switch	
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك	الوقت المخصص: ساعتان
الأهداف التعليمية:	
إن يكون الطالب قادراً على استخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني.	

- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3 - جهاز اميتر رقمي عدد (٢).4- ترانزستور BC107 عدد (١).5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١).6- ثنائي باعث للضوء عدد (١).7- مقاومة $1\text{ k}\Omega$ ، $4.7\text{ k}\Omega$ عدد (1).8- مجهر قدرة V (0 – 12) عدد (2).9- مفتاح كهربائي عدد (2).

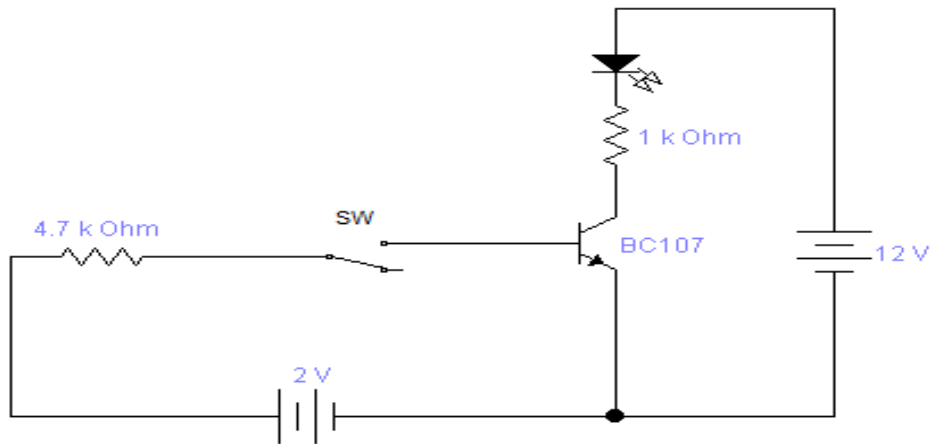
خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- اربط الدائرة ادناه ولاحظ تأثير المصدر المستمر على عمل الثنائي الباعث للضوء عند غلق وفتح المفتاح SW.



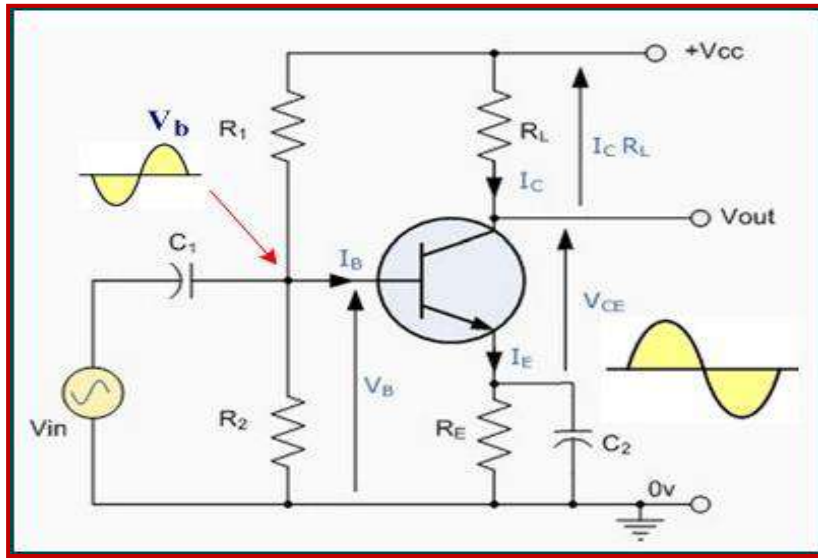
- 3- ارفع المفتاح واضف بدلاً عنه ترانزستور BC107 . ولاحظ عمل الدايمود الباعث للضوء في حالة عدم وجود تغذية على القاعدة.
- 4- غذي قاعدة الترانزستور ببطارية مستمرة مقدارها 2V ومقاومة لحماية الترانزستور كما في الشكل ادناه ولاحظ عمل الدايمود الثنائي .
- 5- احسب التيار المار في الثنائي وفي قاعدة الترانزستور.
- 6- قارن بين التيار المار بالثنائي والتيار المار في قاعدة الترانزستور.
- 7- بين سبب وضع بطارية مقدارها 2V على قاعدة الترانزستور.
- 8- اعد الخطوات السابقة بطريقة EWB.



6-5 مكبر الباعث المشترك The Common-Emitter Amplifier

تعد دائرة مكبر الباعث المشترك الأكثر شيوعاً واستخداماً لما تتمتع به من خصائص تميزها عن غيرها من دوائر التكبير إذ تمتاز:

- 1- مقاومة الدخل عالية نسبياً وتقع بين $\Omega (100-300)$.
- 2- المقاومة الخارجية تكون قليلة وتقع بين $\Omega (5-40)$.
- 3- ربح الفولتية عالي.
- 4- ربح التيار عالي .
- 5- طور الإشارة الخارجة يكون مختلفاً عن طور الإشارة الداخلة بزاوية مقدارها 180° أي ان الإشارة الخارجة تكون عكس الإشارة الداخلة.



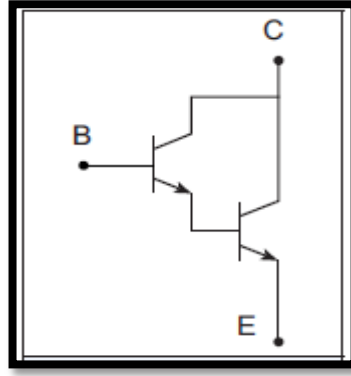
شكل 10-5 مكبر الباعث المشترك

6-5 المكبرات متعددة المراحل:

تحتاج بعض الاجهزة الإلكترونية لإحداث تضخيم عال جداً على الإشارات تصل الى مئات أو آلاف المرات ولا يوجد اي ترانزستور يستطيع عمل ذلك التضخيم، ولكن يمكن عمل تضخيم كبير عن طريق عدة مراحل حيث يتم تضخيم الإشارة في المرحلة الاولى ثم تدخل على الإشارة على مرحلة تضخيم أخرى وتسمى هذه الطريقة التضخيم التعاقبي ويسمى كل جزء من الدائرة الكلية مرحلة ومن هذه الطرق.

١- الربط المباشر (Direct Coupling):

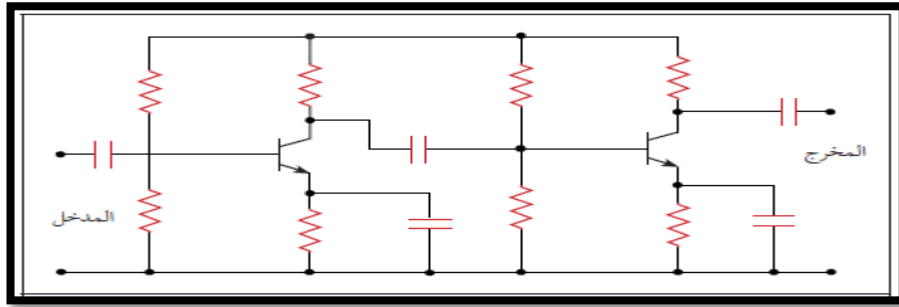
يستخدم هذا النوع عند تضخيم اشارات لها ترددات منخفضة جدا وإشارة التيار المستمر (DC) لأن متسع الربط لا تسمح بمرور مثل هذه الاشارات. الشكل (5-11) يوضح دائرة الكترونية تستخدم الربط المباشر من جامع الترانزستور الاول الى قاعدة الترانزستور الثاني.



الشكل 11-5 الربط المباشر

٢- الربط بواسطة (المقاومة والمتسعة) RC Coupling.

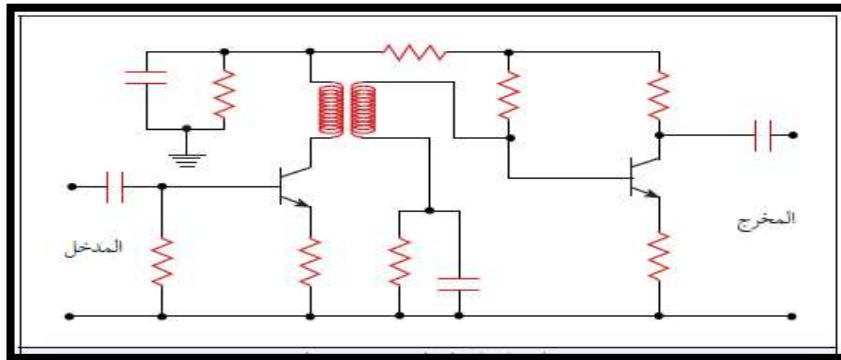
تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداماً إذ تمر الإشارة من مرحلة التكبير الأولى إلى مرحلة التكبير الثانية عبر متسعة ربط والغاية من ذلك هو منع الفولتية المستمرة الناتجة من المرحلة السابقة من الوصول إلى المرحلة الثانية حتى لا يؤثر ذلك على انحيازها كما في الشكل (5-12).



الشكل 12-5 الربط بواسطة المقاومة والمتسعة (RC)

٣- الربط بواسطة المحول (Transformer Coupling).

في هذه الطريقة يتم الربط بين مرحلتي التكبير باستخدام محول إذ يستفاد من عملية الربط هذه التوافق بين ممانعات المراحل مع بعضها والحصول على التحويل الأعظم للقدرة ومن مساوئ هذه العملية أن المحول كبير الحجم وثقيل وغالي بالمقارنة مع المقاومة والمتسعة والمجال الترددي محدود والشكل (5-13) يوضح طريقة الربط بالمحول.



الشكل 13-5 الربط بواسطة المحول

بطاقة العمل للتمرين رقم (20)

اسم التمرين: بناء دائرة الربط المباشر في المكبرات متعددة المراحل (Direct Coupling)
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الوقت المخصص: ساعتان

الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على استخدام الربط المباشر بين الترانزسترات.

التسهيلات التعليمية :

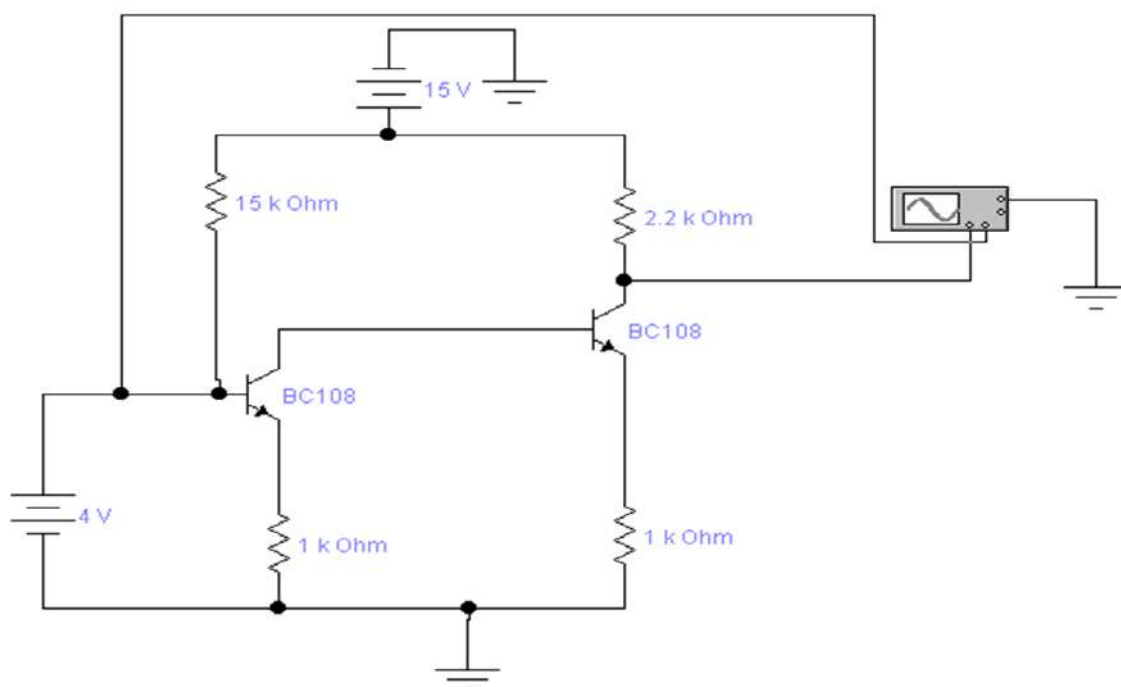
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3 - جهاز فولتميتر رقمي عدد (١).4- ترانزستور BC108 عدد
- 5(2)- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (١).6- مقاومة $15\text{ k}\Omega$ ، $2.2\text{ k}\Omega$ ،
- $1\text{ k}\Omega$ عدد (٢) 7- مجهز قدرة $(0 - 30)\text{V}$ عدد (٢). 8 -مولد دالة عدد(١)، 9- جهاز راسم
- الاشارة عدد (١). 10- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

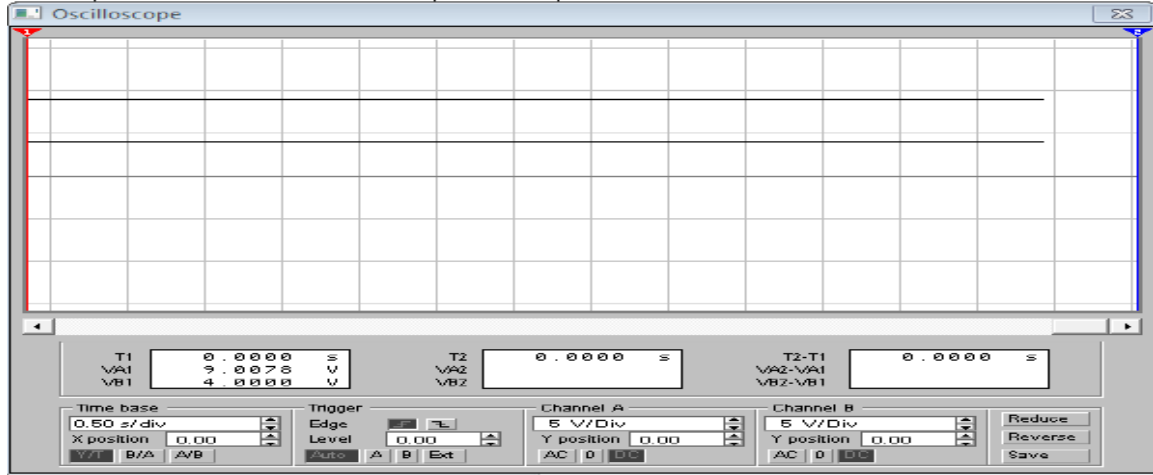
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- اربط الدائرة ادناه.



- 3- جهاز فولتية مستمرة مقدارها (4V ، 15 V) .
- 4- احسب مقدار الفولتية الخارجة بواسطة الفولتميتر مرة وبجهاز راسم الإشارة مرة أخرى .
- 5- بين نوعية الإشارة الخارجة من المكبر.
- 6- ارسم الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة وقارن بين الاثنين .
- 7- اعد الخطوات السابقة بطريقة EWB.



اسئلة الوحدة الخامسة

- 1- وضح مميزات ومساوي الترانزستور واستخداماته.
- 2- وضح خصائص الترانزستور بالرسم.
- 3- اشرح طريقة فحص الترانزستور.
- 4- عدد انواع الترانزستور.
- 5- عدد مميزات مكبر الباعث المشترك.
- 6- عدد طرق الربط في المكبرات متعددة المراحل.

الدوائر المتكاملة ومكبر العمليات

الأهداف

الهدف العام

تهدف هذه الوحدة الى تعليم الطالب الدوائر المتكاملة وأنواعها وكيفية التمييز بين الدوائر المتكاملة التماثلية والرقمية واستخدامها وايضاً مكبر العمليات واستخداماته كمثال على الدوائر المتكاملة

الأهداف الخاصة

- بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:
- 1- يميز الدوائر المتكاملة المستخدمة في الأجهزة السمعية في الهاتف المحمول والحاسوب المحمول.
 - 2- يبني دائرة عملية لمكبر العمليات بدون تغذية عكسية.
 - 3- يبني دائرة عملية لمكبر العمليات (عاكس للطور وغير عاكس للطور).
 - 4- يبني دائرة عملية لمكبر العمليات (الجامع والطارح)

في هذه الوحدة ستتعلم المواضيع الآتية

تمرين رقم (21):

بناء دائرة عملية لمكبر العمليات بدون تغذية عكسية.

تمرين رقم (22):

بناء دائرة عملية لمكبر العمليات عاكس للطور، بناء دائرة عملية لمكبر العمليات غير العاكس للطور.

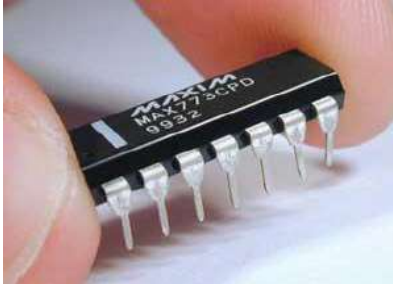
تمرين رقم (23):

بناء دائرة عملية لمكبر العمليات (دائرة الطرح)، بناء دائرة عملية لمكبر العمليات (دائرة الجمع).

الدوائر المتكاملة ومكبر العمليات

1-6 الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits):

توجد الدوائر المتكاملة (المدمجة) تقريباً في أغلب الأجهزة الإلكترونية الحديثة كالحاسبات، أجهزة التلفزيون، مشغلات الأقراص المدمجة، الهواتف الخلوية، وغيرها وتعرف الدائرة المتكاملة عبارة عن شريحة واحدة رقيقة من مادة السيليكون Silicon Chip تدعى رقاقة تضم مجموعة من العناصر الإلكترونية (ترانزستور- دايود - مقاومة - متسعة) مع توصيلاتها لها مجموعة نهايات (اطراف). والشكل (1-6) يوضح بعض أشكال الدوائر المتكاملة.



شكل 1-6 يوضح بعض اشكال الدوائر المتكاملة

2-6 انواع الدوائر المتكاملة:

يمكن تقسيم الدوائر المتكاملة الى قسمين رئيسيين:

(1) الدوائر المتكاملة الخطية Linear ICs:

بشكل عام تنتج الدوائر المتكاملة الخطية إشارة خرج متناسبة مع إشارة الدخل المطبقة على المدخل. وتشمل مكبرات القدرة، مكبرات العمليات، منظمات الجهد، وتستخدم في أجهزة الراديو والتلفزيون والهاتف الخليوي ومكبرات الصوت ووحدات التغذية .

(2) الدوائر المتكاملة الرقمية Digital ICs:

هي تلك الدوائر التي تتعامل مع إشارات رقمية (٠ و ١) وتستخدم في الدوائر المنطقية وفي الحاسبات الرقمية وتشمل الدوائر المتكاملة الرقمية البوابات والنطاطات والمسجلات والعدادات والمعالجات المايكروية ورقاقات الذاكرة. وتستخدم على نطاق واسع في أجهزة الحاسوب. تقسم الدوائر المتكاملة تبعاً لعدد العناصر التي تضمها الى:

- ١- الدوائر المتكاملة ذات القياس الصغير (SSI) Small Scale Integration: وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على اقل من (12) عنصر الكتروني.
- ٢- الدوائر المتكاملة ذات القياس المتوسط (MSI) Medium Scale Integration: وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على (100-12) عنصر الكتروني.
- ٣- الدوائر المتكاملة ذات القياس الكبير (LSI) Large Scale Integration: وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على اكثر من (100) عنصر الكتروني.

٤- الدوائر المتكاملة ذات القياس الكبير جداً (VLSI) Very Large Scale Integration: وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من (1000) عنصر إلكتروني.

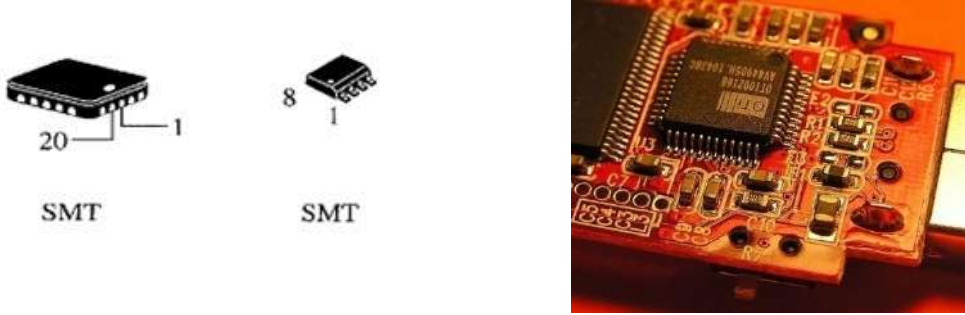
كما وتقسّم الشرائح الإلكترونية إلى نوعين أساسيين وذلك حسب إشارة الدخل إلى هذه الشرائح وهما:

١- الدوائر (الدمجة) المتكاملة التناظرية (التماثلية).

٢- الدوائر (الدمجة) المتكاملة الرقمية.

6-2-1 اشكال الشرائح الالكترونية

يتم بناء الشرائح الإلكترونية بعدة أشكال فقد كان شائعاً استخدام الشكل المكون من صفين من الأرجل كما في شكل (٦-١) في السابق لسهولة استخدامه واخذ القياسات عليه. هذه الصفوف من الأرجل توجد بأعداد مختلفة مثل ٨، ١٤، ١٦..... الخ. أما بعد التطور الهائل لتقنية تصنيع الشرائح الإلكترونية والحاجة لدوائر معقدة ازداد استخدام هذه الشرائح بكثرة وتستخدم في تصنيع أجزاء الحاسوب ومنها النوع (Surface Mount Technology) (SMT) أو تقنية التركيب السطحي. إن هذه الشرائح يتم وضعها على اللوحات الإلكترونية بدون الحاجة إلى وجود ثغوب على اللوحة والشكل (٦-2أ) يوضح النوع SMT. والشكل (٦-2ب) النوع DIP (Dual In-Line Package) ذات ٨ أو ١٤ أو ١٦ دبوس.



الشكل 6-2أ النوع SMT



شكل 6-2ب النوع DIP

2-2-6 مزايا وعيوب الدائرة المتكاملة

عيوب الدوائر المتكاملة	مزايا الدوائر المتكاملة
<ol style="list-style-type: none"> 1 لا تعمل بقدرات عالية. 2 لا يمكن اصلاحها. 3 بعض المكونات لا يمكن تصنيعها داخل دوائر متكاملة مثل الملفات و تطبيقاتها. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 صغر الحجم. 2 تستهلك طاقة أقل. 3 تعمل بسرعة عالية. 4 قليلة التكلفة. 5 الحرارة الناتجة عنها بسيطة لذلك ليس هناك حاجة للتبريد أو التهوية. 6 عالية الموثوقية.

3-6 مكبر العمليات Operational Amplifier:

مكبر العمليات هو عنصر الكتروني له دخلين (V_1, V_2) وخرج واحد فقط (V_o) وعادة نحتاج الى مصدري جهد احدهما يعطي جهداً مستمراً موجباً ($+10V$) والآخر يعطي جهداً مستمراً سالباً ($-15V$) ويتم تمثيل مكبر العمليات بالرمز الموجود في الشكل (٦-٤) ويسمى أيضاً المكبر التشغيلي ويختصر اسمه في الانكليزية الى (OP-Amp) وهو يعتبر من أشهر الدوائر المتكاملة وأكثرها استخداماً في كثير من الدوائر الالكترونية، كما نعلم فان الدوائر المتكاملة (IC) Integrated circuit والمكونة من عشرات العناصر الالكترونية مبنية في وحدة او رقاقة واحدة لتأدية مهمة معينة. لمكبر العمليات ربح (Gain) عالٍ جداً يعمل ضمن نطاق ترددات من صفر هرتز (DC) الى ترددات عالية (ميكا هرتز) وأهم مميزاته انه يمكن التحكم في خواصه بتوصيل عناصر خارجية غير فعالة (passive elements) مثل المقاومات والمتسعات تربط بين الخرج والدخل وهو ما يسمى بالتغذية العكسية. وعملياً أصبح للمكبرات التشغيلية تأثير هائل في تصميم الدوائر الخطية (التناظرية) فهي تستخدم في العمليات الحسابية كالجمع والطرح والتفاضل والتكامل في اجهزة الحاسوب. وتستخدم ايضاً في مكبرات الصوت والصورة وفي الاتصالات وتستخدم في التحكم وتستخدم ايضاً في المذبذبات والمرشحات وكذلك في دوائر تنظيم الجهد. ويمكن القول بان المكبرات التشغيلية أصبحت تستخدم في معظم الدوائر الالكترونية التناظرية والرقمية والشكل (3-6) يوضح اطراف مكبر العمليات من النوع 741.

الطرف ١: يستخدم لتعديل جهد الخطأ (Offset Voltage).

الطرف ٢: طرف الدخل السالب والذي ينتج عنه خرج به 180° فرق في الطور عن الدخل.

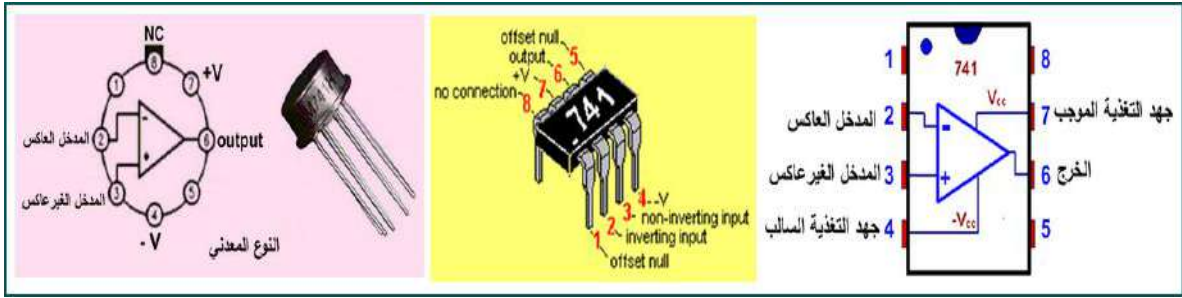
الطرف ٣: طرف الدخل الموجب غير العاكس وينتج عنه خرج مشابه لطور الدخل المطبق عليه.

الطرف ٤: يتصل بمصدر الجهد السالب.

الطرف ٥: يتصل بمقاومة متغيرة طرفها الثابت الاخر بالطرف ١ والطرف المتغير بالجهد السالب.

الطرف ٦: هو الطرف الذي يؤخذ منه جهد الخرج.

أطرف ٧: يتصل بجهد التغذية الموجب.
أطرف ٨: وهو غير مستخدم في أغلب التطبيقات.

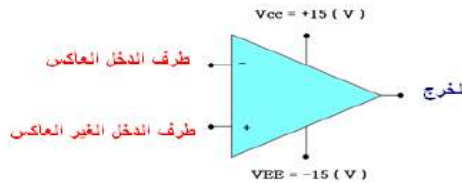


الشكل 3-6 أطراف مكبر العمليات 741

4-6 خصائص مكبر العمليات Properties of Op-Amp:

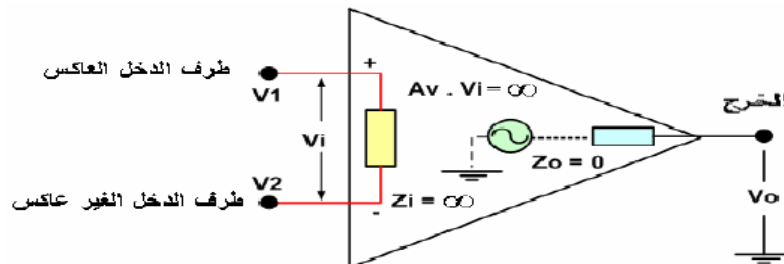
ومن خواص مكبر العمليات ما يأتي:

- 1- ربح الدائرة المفتوحة للمكبر بلا تغذية عكسية كبير جدا يصل إلى مالا نهاية في الحالة المثالية.
 - 2- مقاومة دخل عالية جدا تصل إلى مالا نهاية في الحالة المثالية للمكبر (R_{in}).
 - 3- مقاومة خرج المكبر صغيرة جدا تصل إلى صفر في الحالة المثالية (R_o).
 - 4- قابليته على تحمل درجات الحرارة.
 - 5- التحكم في ربح الجهد وعرض النطاق الترددي من خلال ربط عناصر خارجية مثل المقاومات.
 - 6- استهلاكه للقوة قليل جدا ويكون صغير الحجم ورخيص الثمن.
- وبالتبع لا يمكن الوصول إلى الحالة المثالية ولذلك تتراوح المقاومة في الدخل للمكبر نفسه بين ($16M\Omega - 5M\Omega$) ميكاوم ومقاومة الخرج تتراوح من ($4k\Omega - 50\Omega$) و ربح عالٍ. وهذه القيم تتغير حسب جودة ونوع المكبر.



الشكل 4-6 رمز مكبر العمليات

والدائرة المكافئة لمكبر العمليات موضحة بالشكل (5-6)



شكل 5-6 الدائرة المكافئة لمكبر العمليات

بطاقة العمل للتمرين رقم (21)

اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكبر العمليات بدون تغذية عكسية
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص: ساعتان

الأهداف التعليمية:
 تعريف الطالب بمكبر العمليات وبناء دائرة المكبر بدون تغذية عكسية.

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز ملتيميتر تناظري عدد (١).
- 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB. 6- لوحة توصيل للتمرين (Breadboard). 7- منضدة عمل تصلح للأعمال الإلكترونية. 8- مولد إشارة (Function Generator). 9- مكبر عمليات ٧٤١
- جهاز راسم إشارة (Oscilloscope). 10- دايود ضوئي (LED) عدد (٢) احمر واخضر.
- 11- مجهز قدرة مستمرة (١٥V) لتغذية المكبر. حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل.

خطوات تنفيذ التمرين :

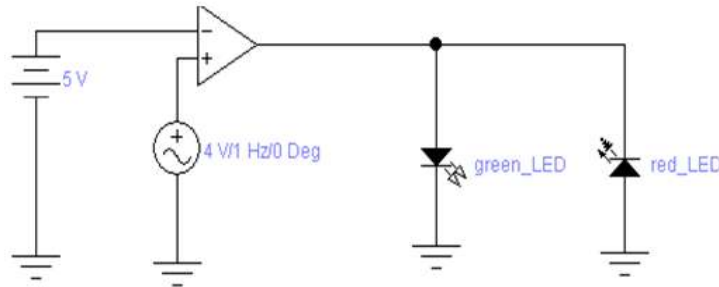
الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

1. ارتد بدلة العمل.

2. نفذ الدائرة الآتية:



3. اضبط مولد الدالة على (4V) وتردد 1Hz.

4. اضبط مصدر التيار المستمر على (5V).

5. وصل جهاز راسم الإشارة على خرج المكبر وانظر شكل الإشارة الخارجة.

6. ارفع قيمة مولد الدالة الى (6V) وتردد 5Hz ولاحظ خرج الدائرة.

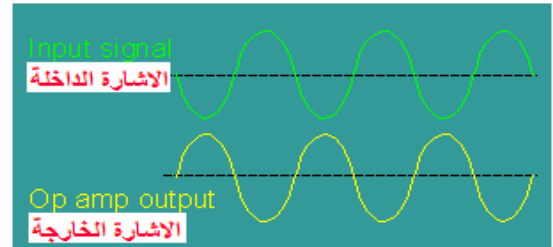
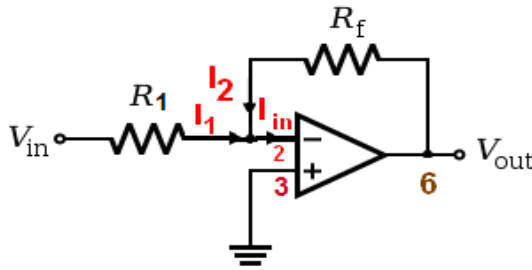
7. ما هو شكل الإشارة الخارجة؟ علل ذلك وما هي الفائدة من ذلك؟

8. نفذ الخطوات السابقة باستخدام برنامج EWB.

5-6 مكبر عاكس للطور :Inverting Amplifier

لتحقيق دائرة المكبر العاكس للنوع 741، يتم توصيل المكبر بمقاومتين R_1 و R_f إذ يطبق الدخل على المقاومة R_1 ويوصل الخرج بالدخل العاكس من خلال المقاومة R_f ، ويتم توصيل الدخل غير العاكس بالأرضي. أن قيمة جهد إشارة الخرج تتعلق بمقدار قيمتي المقاومتين R_1 و R_f ، فعندما يكون الدخل في اتجاه ما فإن الخرج سيكون باتجاه معاكس له، وفي الشكل (6-6) تدخل الإشارة من طرف الدخل العاكس (السالب) رقم 2 ويتصل الطرف 3 بالأرضي ويؤخذ الخرج بإشارة معكوسة من

الطرف 6 اذن القانون الخاص بربح الفولتية هو: $\frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_f}{R_1} = G$



الشكل 6-6 مكبر عاكس للطور وشكل الإشارة الداخلة والخارجة.

بطاقة العمل للتمرين رقم (a-22)

اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكبر العمليات عاكس للطور.
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص: ساعتان

الأهداف التعليمية:

- ١- التعرف على تركيب دائرة المكبر العاكس والقيام بقياسات على الدائرة.
- ١- معرفة شكل الإشارة الخارجة وكيفية حساب ربح الدائرة.

التسهيلات التعليمية :

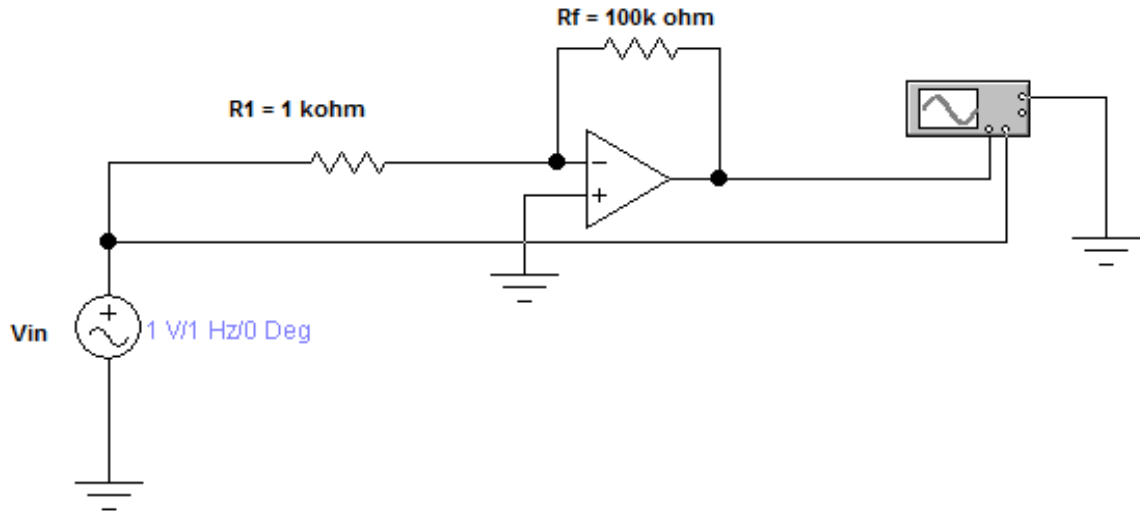
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز افوميتر عدد (١). 4- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (١). 5- مولد دالة (function generator) عدد (١). 6- مكبر عمليات 741 عدد (١). 7- راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) عدد (١). 8- مقاومات 9- مجهز قدرة مستمرة V (0 - 30) عدد (١). 10- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل. 11- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتدِ بدلة العمل.

2- اربط الدائرة الآتية.



إذا علمت ان قيم المقاومات هي ($R_f=100\text{ k}\Omega$ و $R_1=10\text{ k}\Omega$) وقيمة الفولتية الداخلة 1V ومقدار التردد 1Hz.

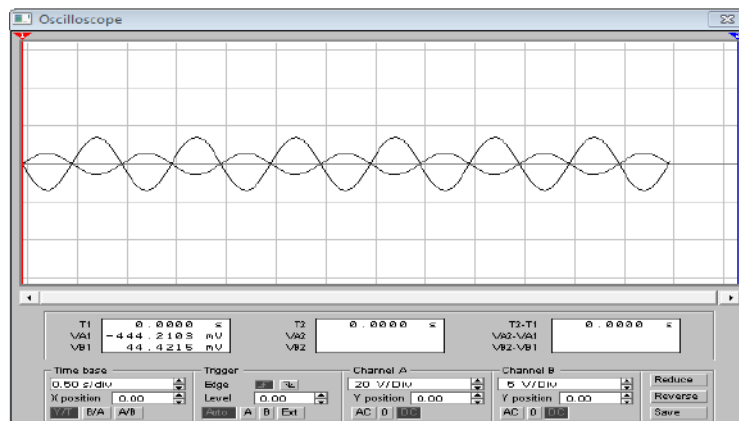
3 - احسب الربح الكلي المثالي G من نسبة المقاومتين.

4- أرسم الإشارة الداخلة والخارجة على ورق بياني .

5- غير قيمة الفولتية الداخلة ولاحظ تأثيرها على مخرج الدائرة.

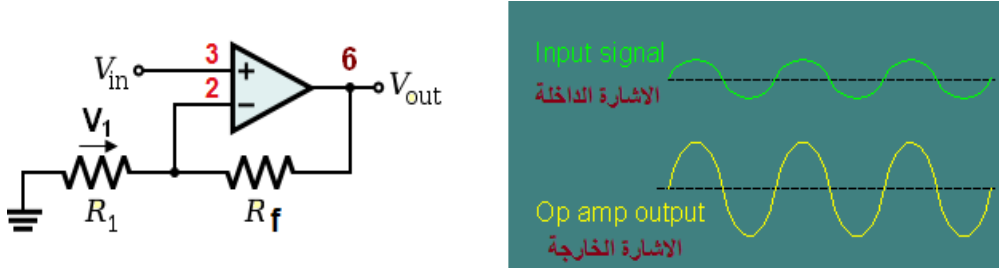
6- احسب قيمة الفولتية الخارجة بواسطة الاوفوميتر.

7- اعد الخطوات السابقة باستعمال برنامج EWB.



8-5 مكبر العمليات غير العاكس للطور (Non-Inverting Amplifier):

في هذه الحالة توصل الإشارة الداخلة الى الدخل غير العاكس (+) للمكبر ويصبح طور الإشارة الخارجة مشابهاً لطور الإشارة الداخلة كما موضح بالشكل (7-6).



شكل 7-6 دائرة المكبر غير العاكس للطور

ويكون قانون ربح الفولتية للمكبر غير العاكس للطور :

$$G = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (22- b)
<p>اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكبر العمليات غير العاكس للطور.</p> <p>مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك</p> <p>الوقت المخصص: ٤ ساعات</p>
<p>الأهداف التعليمية:</p> <p>١- التعرف على تركيب دائرة المكبر غير العاكس للطور والقيام بقياسات على الدائرة.</p> <p>٢- حساب الربح الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل وجهد الخرج.</p> <p>تفسير العلاقة بين الربح الكلي للدائرة والعناصر الخارجية لمكبر العمليات مع رسم شكل الموجة.</p>

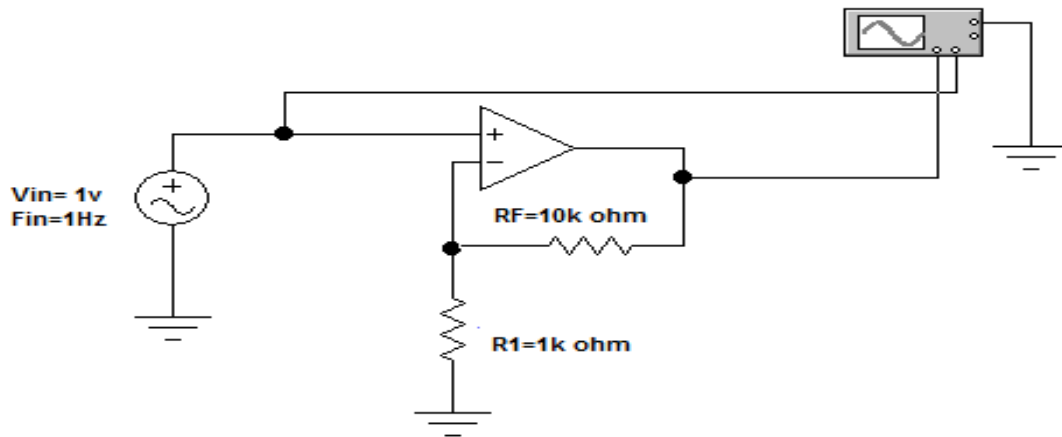
التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز فولتميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز آفوميتر عدد (١). 5- منضدة عمل تناسب الأعمال الإلكترونية. 6- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (١). 7- مولد دالة (Function Generator) عدد (١). 8- مكبر عمليات 741 عدد (١). 9- راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) عدد (١). 10- مقاومات. 11- مجهز قدرة مستمرة V (0 - 30). عدد (١). 12- حقيبة ادوات الكترونية وأسلاك توصيل. 13- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

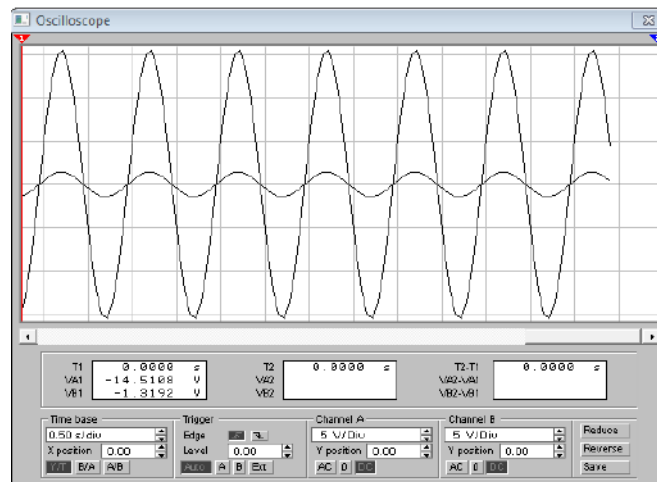
خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

- 1- ارتدِ بدلة العمل.
 - 2- نفذ الدائرة الآتية.
- إذا علمت ان قيم المقاومات هي ($R_f=10\text{ k}\Omega$ و $R_1=1\text{ k}\Omega$) وقيمة الفولتية الداخلة V ومقدار التردد 1Hz .

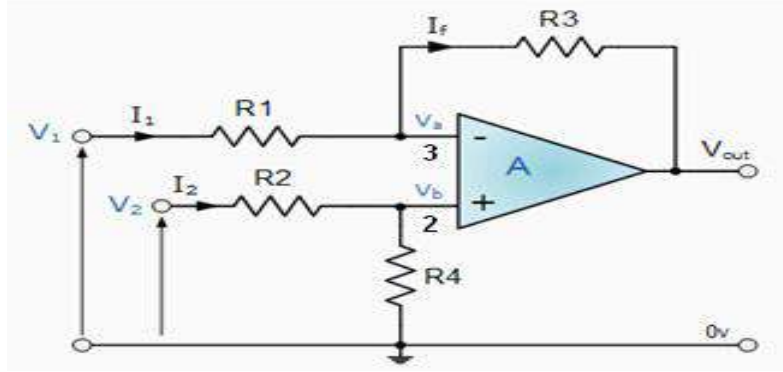


- 3- أرسم الإشارة الداخلة والخارجة على ورق بياني .
- 4- احسب قيمة الفولتية الخارجة بواسطة الاوفوميتر اوجهاز راسم الإشارة.
- 5- احسب الربح الكلي المثالي G من نسبة المقاومتين ؟
- 6- غير قيمة الفولتية الداخلة ولاحظ تأثيرها على مخرج الدائرة .
- 7- غير قيمة المقاومة R_f بحيث تكون اقل من R_1 ولاحظ تأثيرها على إشارة المخرج .
- 8- اعد الخطوات السابقة باستعمال برنامج EWB.



7-6 دائرة المكبر الطرح (Subtraction Amplifier Circuit):

يسلط كل جهد من الجهود المراد إيجاد الفرق بينها على احد طرفي الدخل ويكون V_1 مسلط على الطرف ٣ و V_2 مسلط على الطرف ٢ لاحظ الشكل (8-6) حيث تجمع الدائرة بين العاكس للطور وغير العاكس للطور.



شكل 8-6 المكبر الطرح

حيث اذا كان $R_1 = R_2$, $R_3 = R_4$

$$V_{OUT} = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1)$$

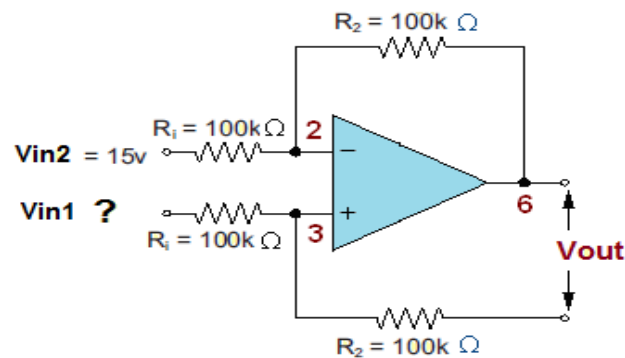
واذا كان $R_1 = R_3$

$$V_{OUT} = (V_2 - V_1)$$

مثال :

احسب قيمة V_{in1} في الدائرة المبينة في الشكل (9-6) اذا كانت فولتية الخرج تساوي 10 V .

الحل:



شكل 9-6 دائرة الطرح

$$V_{out} = V_{in1} - V_{in2}$$

$$10 = V_{in1} - 15$$

$$V_{in1} = 25V$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (23 - a)

اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكبر العمليات الطارح.
مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك
الوقت المخصص: ٤ ساعات

الأهداف التعليمية :
تعريف الطالب التركيب لدائرة المكبر الطارح والتحقق ان الجهد الخارج هو طرح جهود الدخل.

التسهيلات التعليمية :

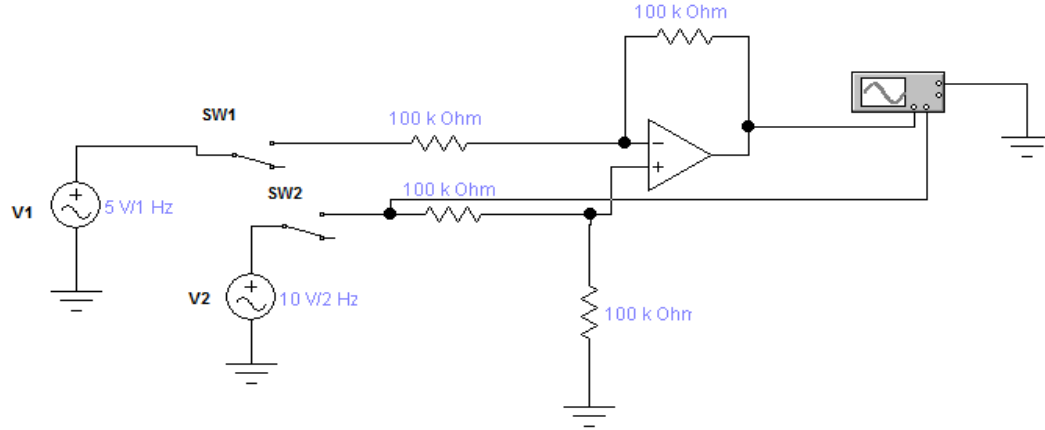
- 1- بدلة عمل. 2 - منضدة عمل مناسبة للأعمال الإلكترونية عدد (١). 3- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (١). 4 - مولد دالة (Function Generator) عدد (٢). 5- مكبر عمليات ٧٤١ عدد (١). 6 - راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) عدد (١). 7- مقاومات ((100kΩ)) (1/2W) عدد (٤). 8- مجهز قدرة مستمرة V (0-30) عدد (2). 9- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل. 10- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين :

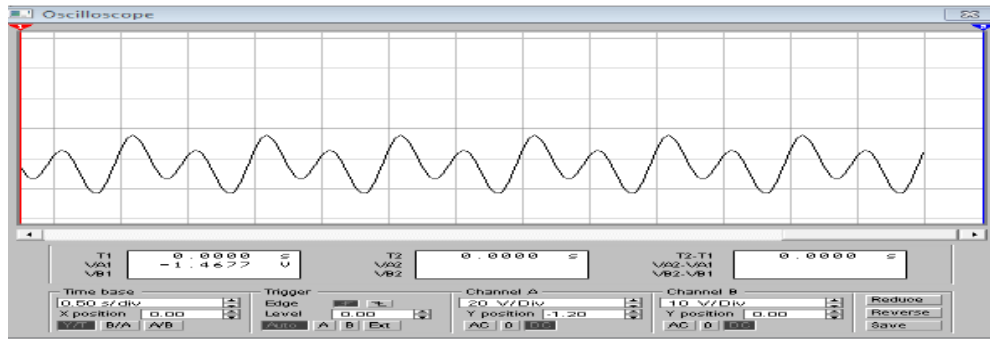
خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتدِ بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة الآتية.



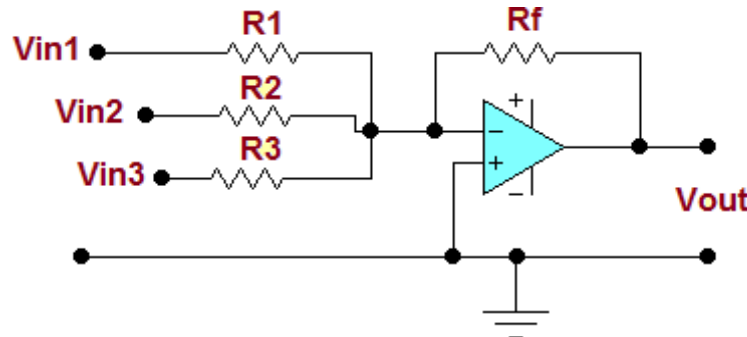
- 3- ادخل $F_2=2\text{Hz}$ ، $V_2= 10\text{V}$ ، $F_1= 1\text{Hz}$ ، $V_1=5\text{V}$
- 4- ارسم الإشارة الخارجة في حالة $(S_2=\text{OFF} , S_1=\text{ON})$.
- 5- اعد خطوة 4 في حالة $(S_2=\text{ON} , S_1=\text{OFF})$.
- 6- اجعل كل من $(S_2=\text{ON} , S_1=\text{ON})$ وارسم الإشارة الخارجة ولاحظ التغير في الإشارة.



- 4- اعد الخطوات السابقة باستخدام برنامج EWB.

6-8 دائرة المكبر الجامع (Summing Amplifier circuit):

يقوم هذا النوع من المكبرات بعملية جمع كل الجهود الداخلة الى المكبر والموضحة بالشكل (10-6) وهذا النوع من المكبرات له أهمية واستخدامات كثيرة في علم الاتصالات.



الشكل 10-6 المكبر الجامع

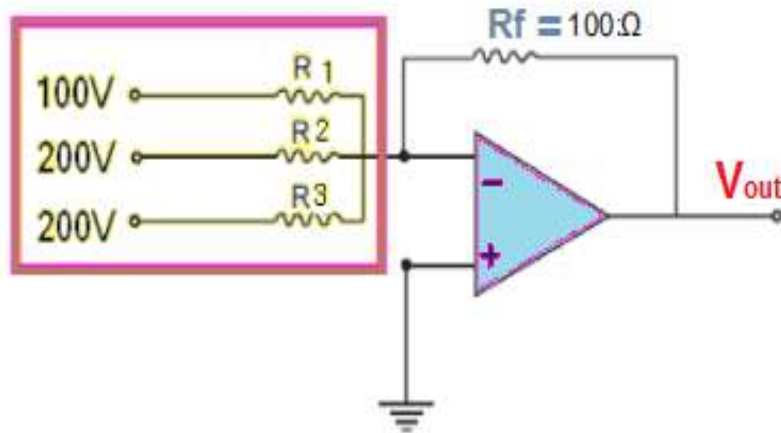
ان قانون الفولتية الخارجة بدلالة الربح للمكبر الجامع هو:

$$V_{out} = - \left[\frac{R_f}{R_1} V_{in1} + \frac{R_f}{R_2} V_{in2} + \frac{R_f}{R_3} V_{in3} \right]$$

مثال:

احسب قيمة الفولتية الخارجة في الشكل (11-6) إذا علمت أن $R_f = 100\Omega$ وان جميع المقاومات المربوطة عند مداخل الجامع متساوية القيمة وتساوي قيمة مقاومة التغذية العكسية مع العلم إن قيمة الفولتيات الداخلة (٢٠٠، ٢٠٠، ١٠٠) V .

الحل:



شكل (11-6) دائرة الجامع

بما إن جميع مقاومات الدخل متساوية وتساوي مقاومة التغذية العكسية فأن:

$$V_{out} = - \left(V_{in1} \cdot \frac{R_f}{R_1} + V_{in2} \cdot \frac{R_f}{R_2} + V_{in3} \cdot \frac{R_f}{R_3} \right)$$

$$\therefore V_{out} = - (100 + 200 + 200) = -500V$$

بطاقة العمل للتمرين رقم (b-23)

اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكبر العمليات الجامع.

الوقت المخصص: ٤ ساعات

مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية:

تعريف الطالب بتركيب لدائرة المكبر الجامع والتحقق ان الجهد الخارج هو جمع جهود الدخل.

التسهيلات التعليمية :

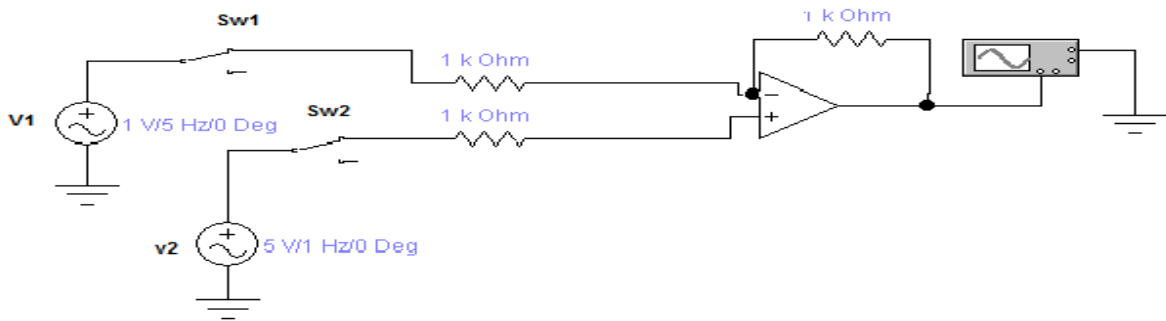
1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز فولتميتر رقمي عدد (١). 4- جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) عدد (١). 5- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (١). 6- مولد دالة (Function Generator) عدد (٢). 7- مكبر عمليات 741 عدد (١). 8- راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) عدد (١). 9- مقاومات $1k\Omega$ عدد (٣). 10- مجهز قدرة مستمرة V (0 - 30) عدد (١). 11- حقيبة ادوات الكترونية واسلاك توصيل. 12- مفتاح كهربائي عدد (٢). 13- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- اربط الدائرة الآتية.

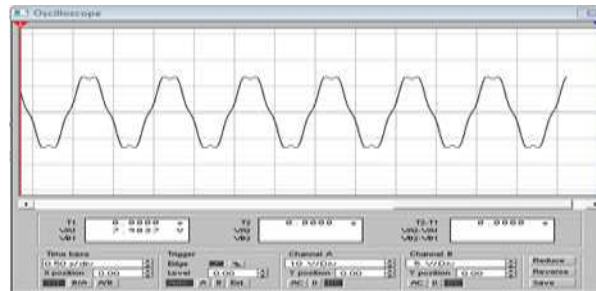


3- ادخل $F_2=1\text{Hz}$ ، $V_2= 5\text{V}$ ، $F_1= 5\text{Hz}$ ، $V_1=1\text{v}$.

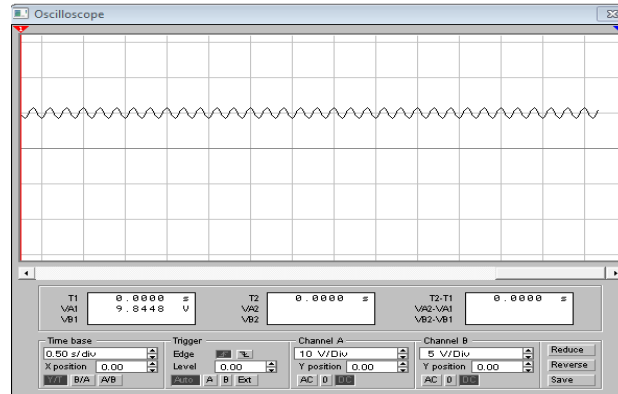
4- ارسم الإشارة الخارجة في حالة $(S_1=\text{ON})$ ، $(S_2=\text{OFF})$.

5- اعد خطوة ٤ في حالة $(S_2=\text{ON})$ ، $(S_1=\text{OFF})$.

6- اجعل كل من $(S_2=\text{ON})$ ، $(S_1=\text{ON})$ وارسم الإشارة الخارجة ولاحظ التغير في الإشارة .



- 7- بدل احد مصادر الفولتية المتناوبة بفولتية مستمرة قيمتها ٥ فولت واعد الخطوات السابقة ولاحظ هل يتم عملية جمع فولتية متناوبة بفولتية مستمرة .
- 8- ارسـم الاشارات الخارجة في الخطوة ٧.



- 9- اعد الخطوات السابقة باستخدام برنامج EWB.

أسئلة الوحدة السادسة

- 1- علل سبب رخص ثمن الدوائر المتكاملة .
- 2- وضح كل من اطراف مكبر العمليات ٧٤١ مستعيناً بالرسم.
- 3- عدد خواص مكبر العمليات OP - amp.
- 4- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات كمكبر غير عاكس للطور.
- 5- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات كمكبر عاكس للطور .
- 6- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات طارح.
- 7- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات جامع.

المذبذبات

الأهداف

الهدف العام

تهدف هذه الوحدة على تعليم الطالب مبدأ عمل الدوائر الالكترونية للمذبذبات الجيبية وغير الجيبية، حالة الرنين وتأثير التغذية العكسية على هذه الدوائر.

الأهداف الخاصة

- بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:
- 1- يتعرف على انواع المذبذبات.
 - 2- يتعرف على دائرة المذبذب المزحزح للطور واجراء الاختبارات على هذه الدائرة.
 - 3- يتعرف على المذبذب البلوري (مذبذب الكوارتز).
 - 4- يطبق دائرة مبسطة لمذبذب هارتلي.

في هذه الوحدة ستتعلم التجربة الاتية:

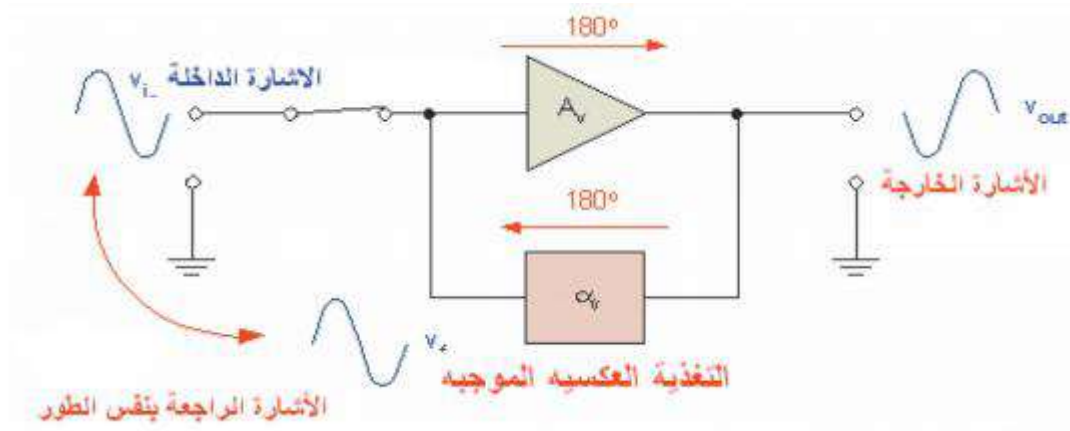
تمرين رقم (24)

بناء دائرة المذبذب المزحزح للطور (RC Shift Oscillator) وقياس الاشارة الخارجة. بناء دائرة هارتلي .

المذبذبات

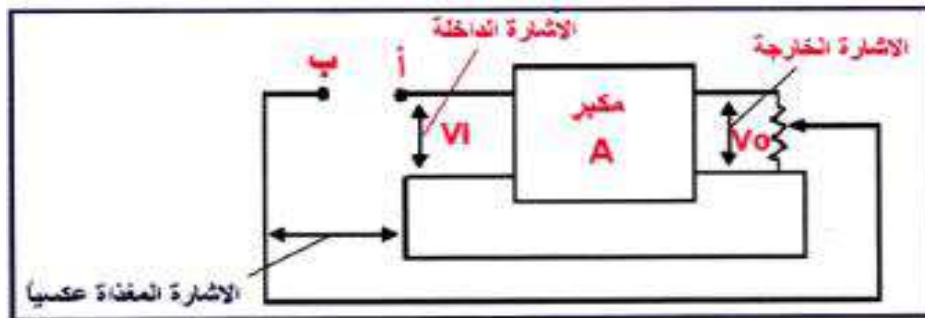
1-7 المذبذبات Oscillators

لكي نفهم عمل المذبذبات لابد من معرفة كل من التغذية العكسية الموجبة ودوائر الرنين حيث تدخل في تصميم المذبذبات Oscillators. فالتغذية العكسية الموجبة هي عملية ارجاع جزء من الخرج الى الدخل حيث اذا سلطت فولتية او تيار بالتغذية العكسية بحيث تزيد من فولتية الدخل تدعى بالتغذية العكسية الموجبة كما موضح بالشكل (1-7).



الشكل 1-7 مبدأ التغذية العكسية

ففي التغذية العكسية الموجبة يكون طور الإشارة الخارجة الراجعة عكسياً متحداً مع طور الإشارة الداخلة اذن المذبذب عبارة عن مكبر ذي تغذية عكسية موجبة وتمثل الإشارة الداخلة له الإشارة المغذات عكسياً كما هو واضح بالشكل (2-7).



الشكل 2-7 مبدأ عمل المذبذب

قبل توصيل النقطتين (أ،ب) نحتاج الى اشارة داخلية للحصول على إشارة خارجة ولكن بعد توصيل النقطتين (أ،ب) فإن الاشارة الداخلية الى المكبر تمثل جزءاً من الإشارة الخارجة هو الجزء المغذى عكسياً وفي هذه الحالة تنتفي الحاجة الى إشارة داخلية اي تتحول الدائرة من مكبر الى مذبذب فيقوم بتجهيز إشارة خارجة دون الحاجة الى إشارة داخلية.

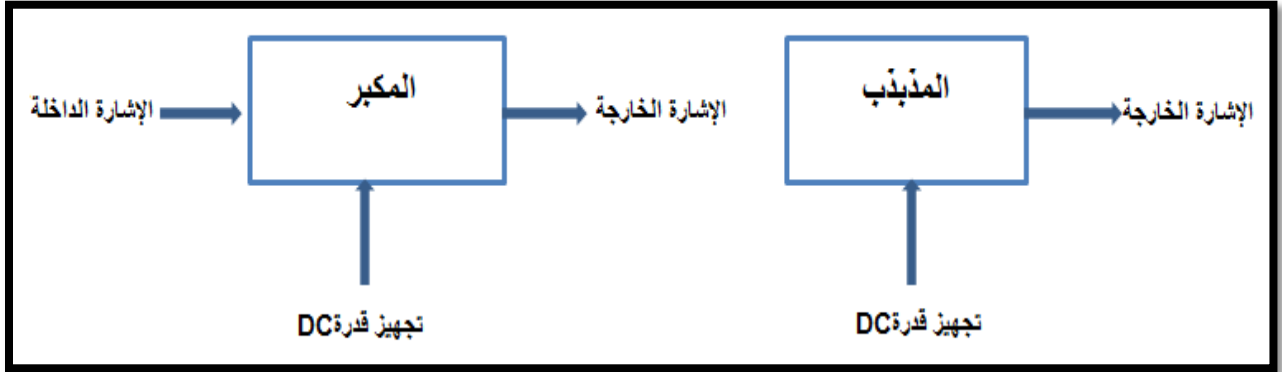
7-1-1 تعريف المذبذب

يعرف المذبذب الإلكتروني كما يأتي:

- 1- الدائرة التي تحول طاقة التيار المستمر DC الى طاقة تيار متناوب AC ذو تردد عال.
- 2- المصدر الإلكتروني للفولتية او التيار المتناوب له موجة جيبيه ، مربعة ، اسنان المنشار او اشكال نبضية.
- 3- هو الدائرة التي تولد إشارة خرج متناوبة بدون الحاجة الى تسليط إشارة داخلية.
- 4- عبارة عن مكبر غير مستقر.

7-1-2 الفرق بين المكبر والمذبذب

يمكن توضيح الفرق بين المكبر والمذبذب بشكل مبسط من خلال الشكل (7-3).



الشكل 7-3 الفرق بين المكبر والمذبذب

2-7 تصنيف المذبذبات Classification of Oscillators

تنقسم المذبذبات الإلكترونية الى مجموعتين هما:

- 1- مذبذبات الموجة الجيبية: تنتج إشارة خارجة عبارة عن اشكال موجية جيبيه.
- 2- مذبذبات الموجة الغير جيبيه : تنتج اشارات غير جيبيه مثل الاشارة المربعة، اسنان المنشار والإشارة النبضية.

تقسم مذبذبات الموجة الجيبية الى اربعة انواع وفقاً لعناصر تحديد تردد المذبذب كما يأتي:

- 1- مذبذبات المقاومة والمتسعة مثل المذبذب المرحزح للطور ومذبذب قنطرة واين.
- 2- مذبذب الملف والمتسعة مثل مذبذب هارتلي ومذبذب كولبيتس.

3- مذبذب المقاومة السالبة مثل المذبذب النفقي.

4- المذبذب البلوري مثل مذبذب بيرس.

ومن انواع مذبذبات الموجة الغير جيبيه:

1- المذبذب المتعدد الغير المستقر.

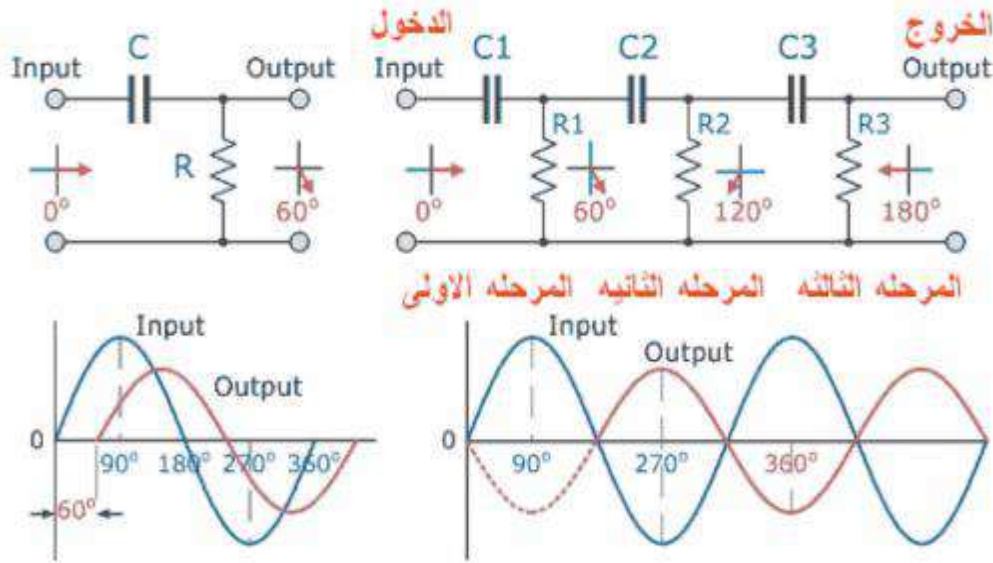
2- المذبذب المتعدد احادي الاستقرار.

3- المذبذب المتعدد ثنائي الاستقرار.

4- المذبذب المانع.

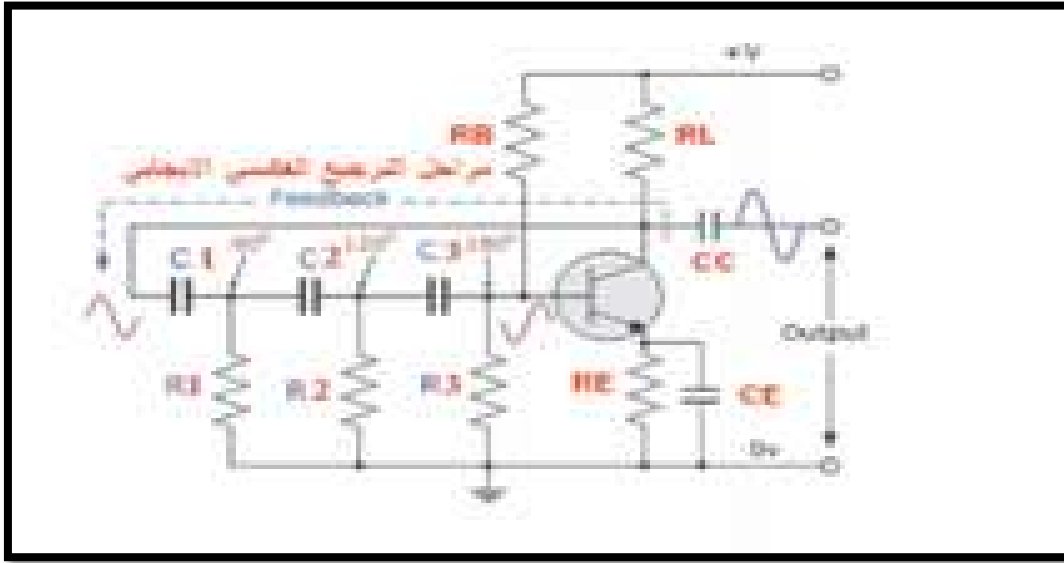
1-2-7 المذبذب المزحزح للطور Phase Shift Oscillator

تستعمل هذه المذبذبات في توليد الإشارات ذات الترددات القليلة، في هذا النوع من مذبذبات الموجة الجيبية يتم بوساطة ازاحة للطور بمقدار 60° لكل من (R_1C_1, R_2C_2, R_3C_3) من المراحل الثلاث لنحصل على ازاحة للطور بمقدار 180° للإشارة الخارجة فتصبح بنفس الطور مع الإشارة الداخلة كما موضح في الشكل (4-7).



الشكل 4-7 يوضح الازاحة بالطور 180° للإشارة الخارجة

يتم عمل مذبذب ازاحة للطور بعملية ارجاع الإشارة الخارجة الى الدخول بعد اجراء عملية قلب الإشارة بمقدار 180° لنحصل على الترجيع الايجابي للموجة (Positive Feedback) والشكل (5-7) يبين مذبذب من نوع ازاحة للطور.



الشكل 5-7 مذبذب ازاحة الطور

من الشكل نلاحظ ان للموجة الراجعة من جامع الترانزستور تصل الى المرحلة الاولى ليتم عمل ازاحة للطور بمقدار 60° خلال المقاومة الاولى والمتسعة الاولى R_1C_1 ومن ثم تصل الى المرحلة الثانية وتتم الازاحة بـ 60° اخرى خلال المقاومة الثانية والمتسعة الثانية لتصبح الازاحة الكلية 120° واخيراً تصل الإشارة الى المرحلة الثالثة المكونة من R_3C_3 وبنفس الطريقة نحصل على ازاحة مقدارها 60° ايضاً وتكون المحصلة النهائية للإزاحة هي 180° اي بنفس الطور مع الإشارة على قاعدة الترانزستور أما المقاومتان $R_B - R_L$ فهما مقاومتان لعمل تغذية الى كل من القاعدة والجامع للترانزستور والمقاومة R_E مع المتسعة C_E فهو عمل انحياز للباعث وعمل استقراريه للترانزستور. إذا كانت كل المقاومات متساوية القيمة والمتسعات متساوية القيمة في مراحل التغذية العكسية الموجبة فيمكن حساب التردد حسب القانون الاتي:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

حيث أن:

f_o = التردد بالهرتز Hz

R = قيمة المقاومة بالأوم Ω

C = قيمة المتسعة بالفاراد F

بطاقة العمل للتمرين رقم (24- a)

اسم التمرين: المذبذب المرحح للطور RC Oscillators.

الوقت المخصص: ساعتان

مكان التنفيذ: ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية:

تعليم الطالب كيفية توليد موجة جيبية بواسطة المذبذب RC واجراء القياسات على الدائرة.

التسهيلات التعليمية :

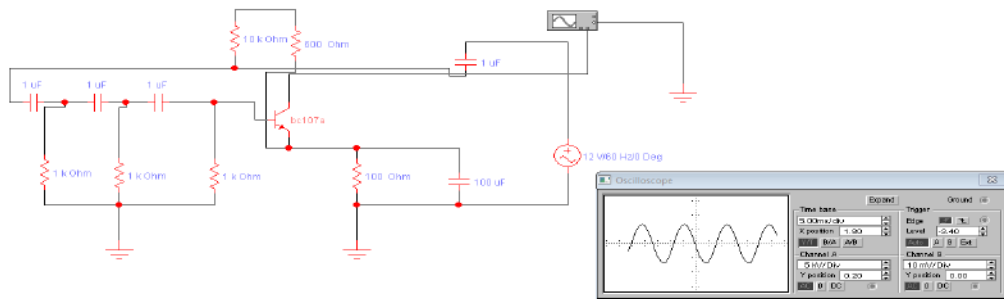
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتي ميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتي ميتر تناظري عدد (1).
- 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB), 6- لوحة توصيل للتمرين Breadboard 7- مصدر قدرة مستمر (VDC).
- 8- مقاومات ($500\Omega, 1k\Omega, 10k\Omega, 100k\Omega$) 9- ترانزستور (BC107A).
- 10- مكثفات ($1\mu F, 100\mu F$). 11- جهاز راسم إشارة . 12- حقيبة ادوات الكترونية.

خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
-------------	----------------	--------------------

1- ارتد بدلة العمل.

2- وصل الدائرة العملية الآتية:



3- وصل راسم الإشارة على دخل المذبذب (قاعدة الترانزستور) وخرج المذبذب على الجامع.

4- غير جهد مصدر التغذية ببطء الى ان تبدأ الدائرة في التذبذب ثم اضبط مصدر الفولتية الى ان يصبح خرج المذبذب بدون تشويه.

5-ثبت الفولتية المستمرة على ١٢ V.

6-ارسم شكل إشارة الدخل والخرج ثم اوجد التردد لإشارة الخرج.

7-احسب تردد المذبذب بتطبيق القانون الآتي:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} = \frac{0.065}{RC} Hz$$

8-سجل سعة الإشارة الخارجة باستخدام راسم الإشارات.

9-اعد الخطوات السابقة بطريقة برنامج (EWB).

2-2-7 حالة الرنين والمذبذب البلوري (Crystal Oscillator):

قبل الدخول في شرح المذبذب البلوري علينا أولاً معرفة حالة الرنين ودوائره حيث تعتبر دوائر الرنين من أكثر الدوائر استعمالاً وتطبيقاً في منظومة الاتصالات خاصة، حيث تكون عبارة عن دوائر انتقائية للتردد توصل تردد الرنين وتمنع باقي الترددات، فحالة الرنين هي أيضاً الحالة التي تتساوى فيها الممانعة الحثية (X_L) مع الممانعة السعوية (X_C) حيث يلغي كل منهم الآخر وتصبح الممانعة الكلية مساوية لممانعة السلك فقط، لهذا تستخدم في أجهزة الاستقبال الراديو والتلفزيون حيث لكل محطة اذاعية او تلفزيونية لها تردد محدد وهو تردد الرنين.

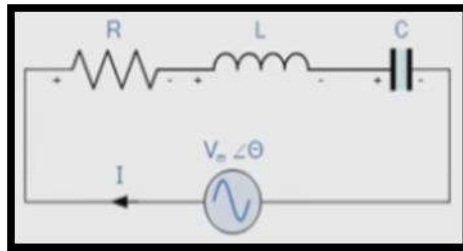
للحصول على تردد الرنين نطبق الشرط $X_L = X_C$ وبما أنه $X_L = 2\pi f l$ و $X_C = \frac{1}{2\pi f c}$

$$2\pi f l = \frac{1}{2\pi f c} \quad \text{----->} \quad f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{l c}} \quad \text{اذن}$$

حيث f_r هو تردد الرنين، L معامل الحث الذاتي للملف، C مقدار سعة المتسعة.

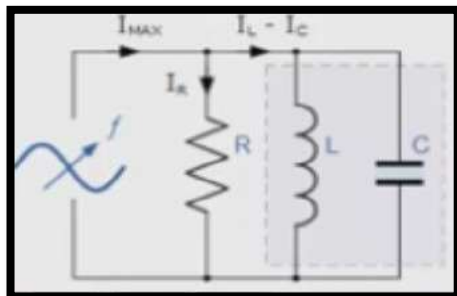
ودوائر الرنين بصورة عامة هي:

١- دائرة رنين التوالي نوع RLC : في حالة الرنين $X_L = X_C$ فتصبح الممانعة الكلية لدائرة رنين التوالي نوع RLC مساوية الى R اي ان $Z = R$ كما في الشكل (7-6) لذلك يكون التيار المار في الدائرة اعلى مايمكن .



شكل 6-7 دائرة رنين التوالي

٢- دائرة رنين التوازي نوع RLC. في حالة الرنين $X_L = X_C$ تصبح الممانعة الكلية لدائرة رنين التوازي نوع RLC مساوية الى R اي ان: $Z = R$ كما في الشكل (7-7) لذلك يكون التيار المار في الدائرة اقل ما يمكن.



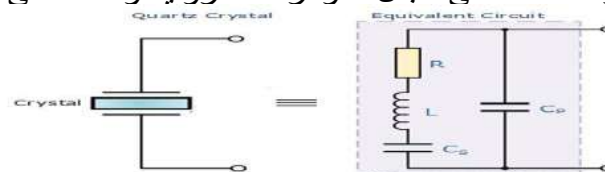
شكل 7-7 دائرة وحالة رنين التوازي

المذبذب البلوري: ان بعض البلورات الموجودة في الطبيعة لها خاصية الاهتزاز الميكانيكي عند تسليط جهد متناوب عليها وتولد جهداً متناوباً عند اهتزازها ومن هذه البلورات بلورة الكوارتز وبلورات أملاح روثيل وبلورات التورمالين لاحظ الشكل (7-8).



الشكل 7-8 بلورات الكوارتز

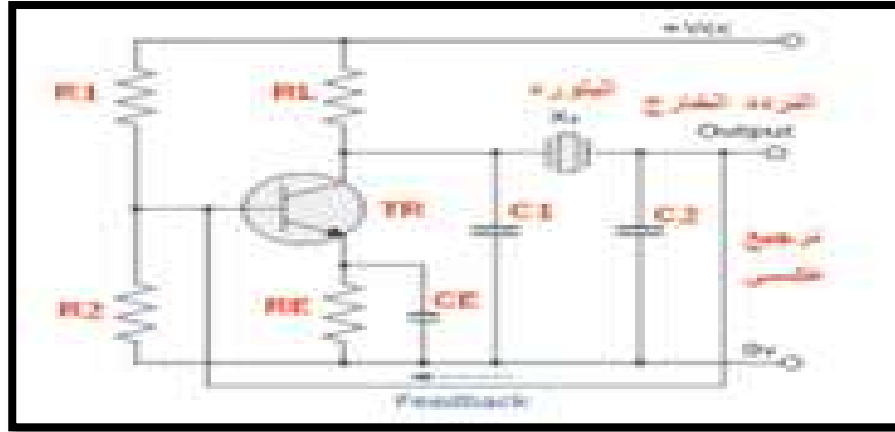
وتُعدّ بلورات الكوارتز هي الأكثر استخداماً في مجال الدوائر الالكترونية وخاصة في دوائر المذبذبات كبدايل لدوائر الرنين، إذ أن الدا.



الشكل 7-9 الدائرة المكافئة لبلورة الكوارتز

الدائرة المكافئة للبلورة مكونة من دائرة توالٍ تحتوي على ملف ومتسعة ومقاومة. اما المتسعة C_p المتصلة بالتوازي فهي تمثل متسعة التوصيل للبلورة. عند تردد الرنين لكل من $(L$ و $C_s)$ تعمل البلورة كدائرة رنين توالٍ وتكون مقاومتها قليلة فيهمل تأثير متسعة أطراف التوصيل C_{in} ولكن بالتردد أعلى من تردد رنين

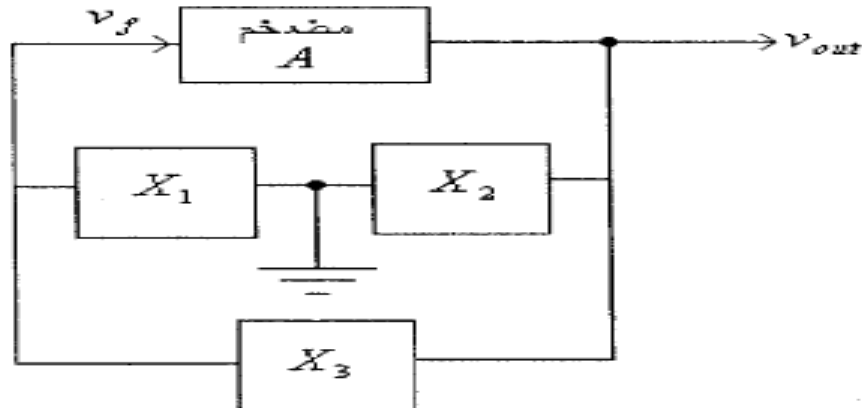
التوالي لدائرة (L و Cs) يغلب تأثير الملف L في دائرة التوالي فيكون مع متسعة الأطراف Cp دائرة رنين توازي. ويمكن الحصول على استقرار تردد عالٍ عند استخدام البلورات عوضاً عن دوائر الرنين لان تردد رنين البلورة يتحدد بحجمها وليس بالمؤثرات الخارجية كالحرارة وغيرها. ان الشكل (7-10) يوضح مذبذب بلوري باستعمال الترانزستور حيث نلاحظ الترتيب العكسي الايجابي الى قاعدة الترانزستور الذي يعمل عمل المكبر والذي هو واضح لدينا من مقاومات تغذية القاعدة ومقاومة حمل الجامع ومقاومة ومتسعة الباعث للحصول على انحياز ثابت، ويعتمد التردد على تردد اهتزاز البلورة التي تم تصنيعها.



الشكل 7-10 المذبذب البلوري باستعمال الترانزستور

3-2-7 مذبذبات (الملف- المتسعة) LC Oscillators:

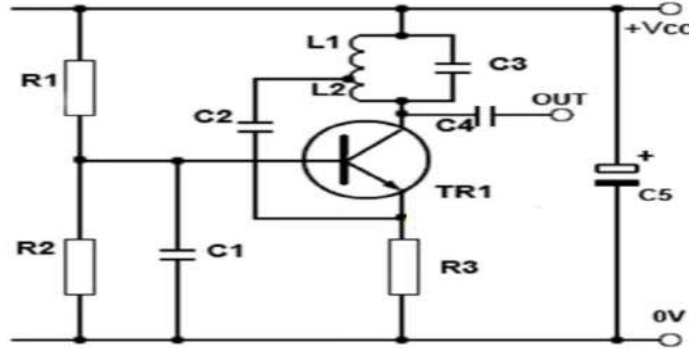
تستخدم هذه المذبذبات لإنتاج إشارات ذات ترددات عالية، وتمتاز بثبات الترددات الناتجة منها. تستخدم هذه المذبذبات دوائر رنين تتألف من متسعات وملفات لتحديد تردد الإشارة الخارجة. والشكل العام لهذه المذبذبات هو كما في شكل (7-11).



شكل 7-11 المخطط الكتلي للمذبذب

يمكن ان يبنى المذبذب باستخدام ترانزستور او مكبر عمليات حيث بالامكان بناء نوعين من هذه المذبذبات بالاعتماد على ما اذا كانت X_1 , X_2 , X_3 ملفات او متسعات وهي :

- ١- مذبذب كولبيتس (Colpitts Oscillator): والتي تكون فيه X_1 , X_2 مكثفات و X_3 ملف.
- ٢- مذبذب هارتلي (Hartley Oscillator): وهي التي تكون فيها X_1 , X_2 ملفات و X_3 مكثف.



شكل 12-7 مذبذب هارتلي

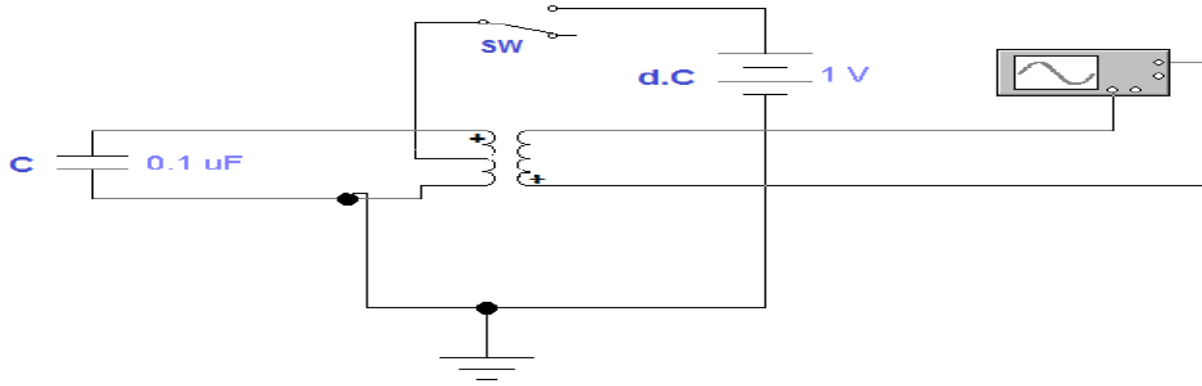
بطاقة العمل للتمرين رقم (b-24)	
اسم التمرين: مذبذب هارتلي (Hartley Oscillator)	مكان التنفيذ/ مختبر الإلكترونيك
الوقت المخصص: ساعتان	
الأهداف التعليمية:	
تعليم الطالب كيفية تحقيق مذبذب هارتلي ومعرفة شكل وتردد الإشارة الخارجة.	

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB. 4- لوحة توصيل للتمرين
- Breadboard . 5- مجهز قدرة مستمر (VDC). 6- مكثف $0.1 \mu F$. 7- محولة (١٠-١). 8- جهاز
- متعدد الاغراض (AVO). 9- جهاز راسم اشارة (Oscilloscope). 10- حقيبة ادوات الكترونية.

خطوات تنفيذ التمرين:		
الرسومات التوضيحية	النقاط الحاكمة	خطوات العمل

- 1- ارتدِ بدلة العمل .
- 2- نفذ الدائرة العملية ادناه.



- 3- اربط جهاز راسم الاشارة على مخرج الدائرة.
- 4- اجعل المفتاح SW في حالة ON.
- 5- بين شكل الاشارة في الحالة اعلاه.
- 6- اجعل المفتاح SW في حالة OFF وبين شكل الاشارة الخارجة .
- 7- ارسم الاشارة الخارجة من الخطوة (٥) واحسب سعتها .
- 8- اربط دائرة مذبذب هارتلي بطريقة EWB واعد الخطوات السابقة.

اسئلة الوحدة السابعة

- 1- ماهو المذبذب ؟ بين فرقه عن المكبر.
- 2- عدد انواع مذبذبات الموجة الجيبية وغير الجيبية.
- 3- اشرح طريقة عمل المذبذب المزحزح للطور.
- 4- وضح حالة الرنين.
- 5- اشرح المذبذب البلوري وارسم الدائرة المكافئة له.