

جمهورية العراق  
وزارة التربية  
المديرية العامة للتعليم المهني

أساسيات الكهرباء والالكترونيك  
فرع الحاسوب وتقنية المعلومات  
الأول عام

إعداد  
لجنة في المديرية العامة للتعليم المهني



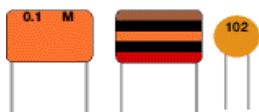
## المقدمة

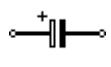
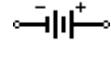
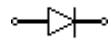
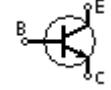
اهتمامًا من وزارة التربية بتطوير التعليم المهني وزيادة ارتباطه بمتطلبات ميادين العمل، جاء تخصص فرع الحاسوب الذي يتضمن نواحي المعرفة ومجموعات المهارات المحددة في مفردات المنهاج المقرر. ويشتمل الكتاب على سبع وحدات، تتناول الوحدة الأولى أجهزة القياس الكهربائية المختلفة وطرق استخدامها في قياس الكثافة الكهربائية 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 والمتناسب. 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 الوحدتين السادسة والسابعة الدوائر المتكاملة ومكبر العمليات والمذبذبات. يُعد هذا الكتاب دليل بما يحويه من تمارينات عملية وتفصيلاً بخطوات معززة بالرسوم التوضيحية لمساعدة الطلبة على اكتساب المهارات بإشراف المدربين وتجبيهم. ختاماً نود أن نتقدم بالشكر إلى أعضاء اللجنة المشاركين باعداد الكتاب. والله ولي التوفيق.

## المحتويات

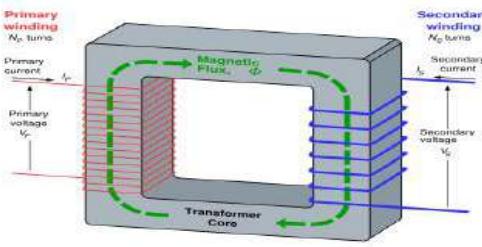
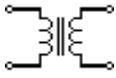
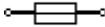
رقم الصفحات	الموضوع
3	المقدمة
4	المحتويات
8 - 5	الرموز الكهربائية والالكترونية
24 - 9	الوحدة الاولى (اجهزة القياس)
48 - 25	الوحدة الثانية (الاسس الكهربائية)
71 - 49	الوحدة الثالثة (المتسعات والملفات)
86 - 72	الوحدة الرابعة (اشياء الموصلات)
100 - 87	الوحدة الخامسة (الترانزستورات)
117 - 101	الوحدة السادسة (الدوائر المتكاملة والمكبرات)
129 - 118	الوحدة السابعة (المذبذبات)

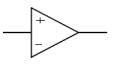
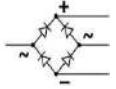
## الرموز الكهربائية والإلكترونية

صورة العنصر	رمز العنصر	اسم العنصر
	—	سلك wire
	—   —	مفتاح ثانوي Toggle switch
	—   —	مفتاح ضغط فتح Push button switch
	— + —	سلك وصل Jumper
	○ ~ ○	مصدر متناوب Alternating Source
	— wavy —	مقاومة Resistor
	— zigzag —	مقاومة متغيرة Variable resistor Rheostat
	— ⊥ ⊥ ⊥	أرضي Earth
	—    —	متسعة Capacitor

صورة العنصر	رمز العنصر	اسم العنصر
		متسعة الكترولايت Electrolytic capacitor
		ملف Inductor
		نضيدة جافة Battery
		مقياس فولتميتر Voltmeter
		مصابح Lamp / Light bulb
		دايود ثانوي Diode
		ترانزستور BJT BJT Transistor

		محرك كهربائي Electric motor
---	---	--------------------------------

صورة العنصر	رمز العنصر	اسم العنصر
		محولة Transformer
		فاصم Fuse
		سماعة Loudspeaker
		مايكروفون Microphone
		هوائي Antenna / aerial

الرموز الإلكترونية				
صوره العنصر	العناصر	الرموز	الوظيفة	
	ثاني الدايود	Diode		يسمح لمرور التيار باتجاه ولا يسمح بمروره بالأتجاه المعاكس
	ثاني ضوئي	LED Light Emitting Diode		ثاني يعمل عند تسلط الضوء عليه
	ثاني زنر	Zener Diode		ثاني يعمل بانحياز عكسي عن جهد محدد
	ترانزستور ثانوي الوصلة	Transistor NPN		يعمل كمكبر أشاره ومفتاح إلكتروني
	ترانزستور ثانوي الوصلة	Transistor PNP		
	ترانزستور تأثير المجال	Transistor, Field Effect N-Channel		
	ترانزستور تأثير المجال	Transistor, Field Effect P-Channel		
	مكبر عمليات	Amplifier		يستخدم في أجهزة التحكم والحواسيب والاتصالات وموارد الإشارة
	توصيله الجسر	Bridge		موحد موجه كامله

## أجهزة القياس Measuring Instruments

الأهداف

## الهدف العام

التعرف على كيفية استخدام أجهزة القياس الكهربائية.

## الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادراً على ان:

1. يميز بين مقياس التيار والمقاومة والفولتية.
2. ينفذ القياسات الكهربائية لجهاز الأفوميتر.
3. يتعرف على مجهز القدرة الكهربائية DC Power Supply.
4. يتعرف على مولد الدالة Function Generator.
5. يتعرف على جهاز راسم الأشارة وكيفية استخدامه Oscilloscope.
6. ينفذ ترينين عملي يربط فيه مولد الأشارة مع راسم الأشارة لتوليد أشارة متناوبة ومرجعية وأشارة سن المنشار.

## تمرين رقم (1)

التعرف على جهاز الأفوميتر التناضري والرقمي.

## تمرين رقم (2)

التعرف على جهاز مجهز القدرة.

## تمرين رقم ( 3 )

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

## أجهزة القياس

قبل التكلم عن أجهزة القياس لابد من التعرف عن الكميات الكهربائية الأساسية:

**1-1 الكميات الكهربائية الأساسية** هي الشحنة والتيار والفولتية وأخيراً 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.

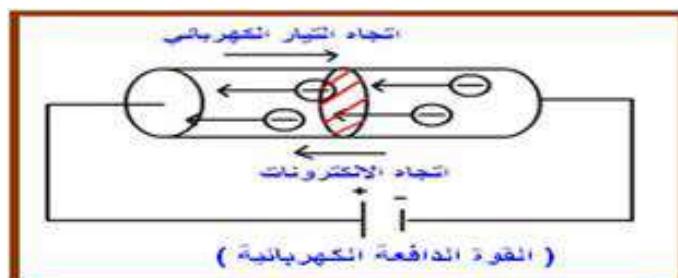
اذ أن:

$I = \frac{dq}{dt}$  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 الموصى 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

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

**1. التيار المستمر DC ( Direct Current ) :**

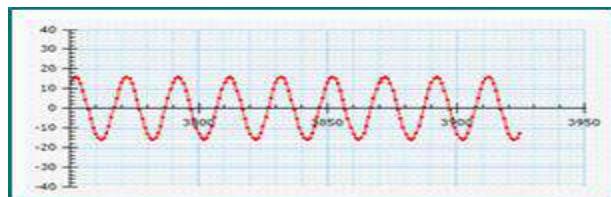
التيار المستمر ثابت القيمة ولا يغير اتجاهه بالنسبة إلى الزمن كما هو مبين بالشكل (1-2).



شكل 2-1 اشارة موجة التيار المستمر

## 2. التيار المتناوب AC (Alternating Current)

وهو تيار متغير القيمة والاتجاه دوريًا 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 الرئيسية المكونة للدوائر الكهربائية ، إذ تعتمد عليها قيمة بقية العناصر الأخرى مثل التيار والقدرة . والمقاومة هي النسبة بين الجهد (الفولتية) والتيار وهذا التناسب أثبته العالم (أوم) وتناسب عكسيًا مع التيار أي انه كلما زاد التيار قلت قيمة المقاومة والعكس صحيح.

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

وحدة قياس المقاومة (R) هي الأوم ويرمز لها  $\Omega$

ولقياس الكميات الكهربائية الأساسية لابد من التعرف على أجهزة القياس والفحص المستخدمة في الورش العملية لقياس المقاومة والفولتية والتيار للدوائر الكهربائية والالكترونية بوساطة جهاز الآفوميتر (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:  
مقاييس الأمبير ومقاييس الفولت ومقاييس الأوم.

. ومنها ما يقىس القيم الكهربائية الدقيقة (الصغرى جداً) فسمى المقاييس الغافانية (كلفانوميتر). وأجهزة القياس جميعها يمكن أن تقيىس قيماً آنية أو حسابية أو قيماً وسطى أو فعالة، كما يمكن أن تقيىس تكامل القيم في زمن معين مثل الشحنة الكهربائية والطاقة الكهربائية وتسمى أحياناً المقاييس التكاملية.

## 2-1 أجهزة القياس ذات الملفات المتحركة:

هي مقاييس كهروميكانيكية تماثيلية 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 فوئدية مغناطيسية عالية ومن أمثلة هذا النوع هو:

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



الشكل 5-5 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 يقىس التيارات الصغيرة، بدقة عالية، وتناسب زاوية القياس فيه مع شدة التيار.

ب- مقياس الأمبير (الأميتر):

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

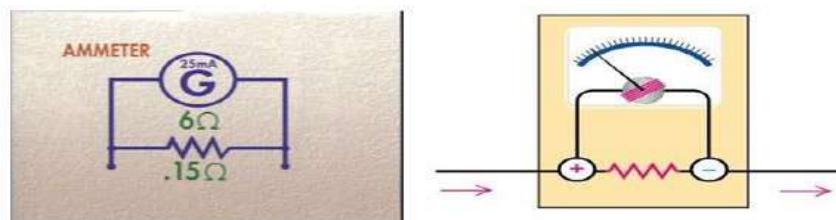


الشكل 1-6 مقياس شدة التيار

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

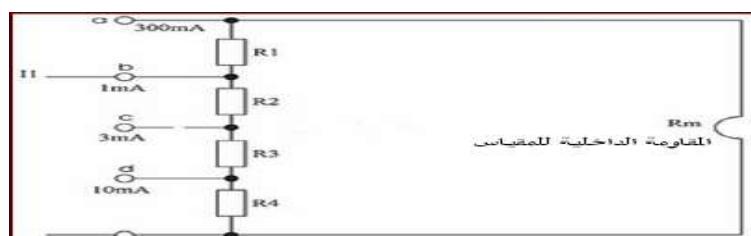
**السبب:** ليحدث تفرع للتيار المراد قياسه حيث يمر جزء صغير من التيار عبر ملف الكلفانومتر والجزء الكبير من التيار يمر عبر المقاومة الصغيرة كما موضح في الشكل (1-7).

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



شكل 1-7 تركيب جهاز الأميتر

الإشارة الكهربائية الداخلة في جميع المقايس ذات الملفات المتحركة هي التيار الكهربائي، وتعمل مقاييس الأميتر 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 0.1 وهي أعلى درجة دقة للأجهزة الكهروميكانيكية، ويدخل في هذه المجموعة من المقايس مقاييس الأميتر والملي أميتر والمايكرأميتر وهي مقاييس تربط على التسلسل مع الأحمال المراد قياس تياراتها وذلك واضح من مبدأ عمل الجهاز. وإن مقاييس الأميتر ذات الملفات المتحركة يمكن تغيير مجال قياسها بسهولة بوساطة 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 (9-1)

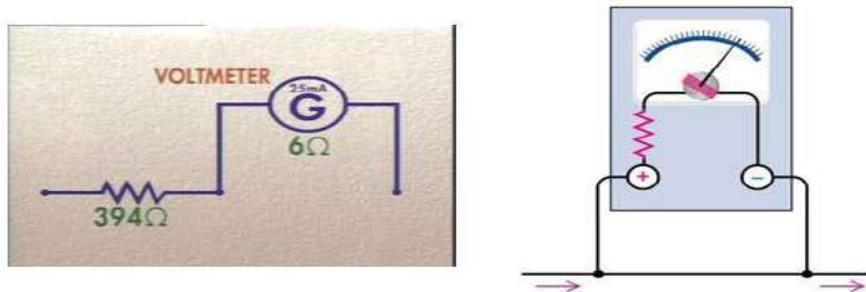


شكل 1-9 جهاز الفولتميتر

تركيب:

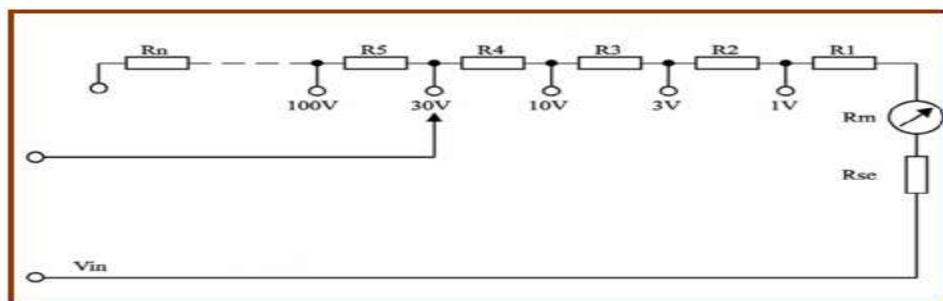
كافانومتر مضافاً إليه مقاومة كبيرة توصل مع ملف الكلفانومتر على التوالي تسمى مضاعف الجهد.

**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

يتحول مقاييس الأمبير، ذو المقاومة الداخلية إلى مقاييس 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(11-11).



شكل 11-1 تغيير مجال قياس الفولتميتر

وتميز المقاييس الكهربائية ذات الحديد المتحرك بسهولة تصميمها وبمتانتها الميكانيكية العالية، وهي تستخدم في قياس التيار المستمر والقيم الفعالة للتغيرات المتناوبة، لاحظ الشكل (12-12) الذي يوضح أنواعاً مختلفة من هذه الأجهزة.



شكل 12-12 أجهزة قياس ذات الحديد المتحرك

#### د- جهاز الافوميتر:

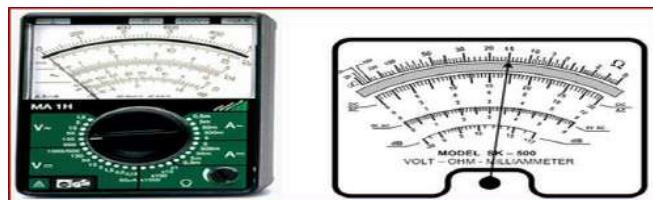
هو جهاز متعدد الأغراض يقيس كل من الجهد والتيار والمقاومة وكلمة أفوميتر (a.v.o) هي اختصار الكلمات الآتية:

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

ويوجد منه نوعان:

1. جهاز افوميتر تناضري.
2. جهاز افوميتر رقمي.

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



شكل 13-1 جهاز آفوميتر

واجهة جهاز الأفوميتر التناضري المستخدم:

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

### 1-3 أجهزة القياس الرقمية:

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



شكل 14-1 نموذج لأجهزة قياس رقمية

**مميزات أجهزة القياس الرقمية:**

1. تعطي قراءة واضحة و مباشرة.
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 الأصفار.

### بطاقة العمل للتمرين (1)

**اسم التمرين :** التعرف على جهاز الأفوميتر التناضري والرقمي .

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية:**

أن يكون الطالب قادرًا على التعرف على جهاز الأفوميتر التناضري والرقمي.

### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة العمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز أفوميتر تناضري (Analog) عدد (1) جهاز أفوميتر رقمي(Digital) عدد(1). 4 - نصيدة كهربائية (بطارية ) (Battery (1.5V) عدد (3)، 9V عدد (3)، 9V). وبطارية حاسوب وبطارية سيارة وبطارية هاتف جوال وغيرها. 5 - مجهز قدرة V (0-12). 6- حقيبة أدوات إلكترونية.



## خطوات تنفيذ التمرين:

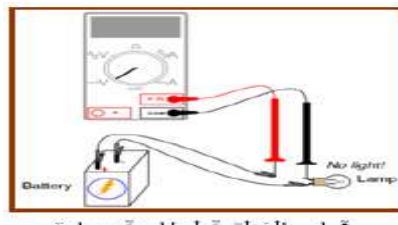
الرسومات التوضيحية	النقاط الحاكمة	خطوات العمل
--------------------	----------------	-------------

- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- باستخدام جهاز الأفوميتر التناطري إقرأ مقدار الفولتية للأعمدة الكهربائية  $9V$  ،  $1.5V$ .
- 3- سجل قيمة الفولتية لبطارية هاتف محمول باستخدام الأفوميتر التناطري.
- 4- سجل قيمة الفولتية لبطارية حاسوب.



بطارية هاتف محمول      بطارية حاسوب

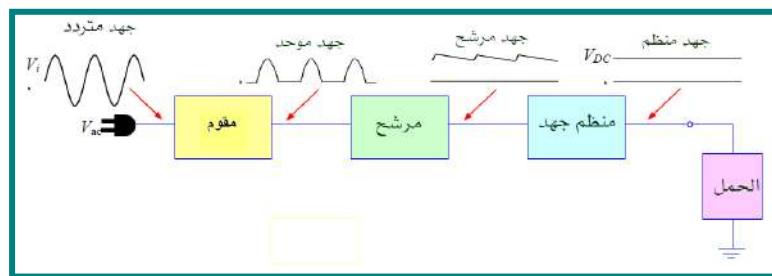
- 5- سجل قيمة الفولتية لبطارية سيارة باستخدام الأفوميتر التناطري.
- 6- سجل فولتية بطارية مكونة من ثلاثة أعمدة كهربائية قيمة العمود الواحد  $V(1.5)$
- 7- سجل تيار بطارية  $1.5V$  غير مستخدمة موصى بالتوالي مع مصباح  $1.5$  .



قياس الفولتية لبطارية سيارة

## جهاز مجهز القدرة Power Supply

ت تكون دوائر مجهز القدرة في الكثير من الأحيان من محول قدرة لتخفيض الفولتية إلى القيمة المطلوبة و مقوم لتعديل الفولتية المتناوبة إلى فولتية مستمرة و دوائر إستقرارية لثبتت الفولتيات المستمرة الخارجة كما موضح بالشكل (15-1).



**شكل 15-1 مخطط كنلوبي لمجهز القدرة**

هذا الجهاز يعطي فولتيات مختلفة له أهمية كبيرة لإجراء التجارب الالكترونية حيث يعمل على فولتية متناوبة  $V$   $220$  وتردد  $50Hz$  ويعطي فولتيات مستمرة ثابتة مثل  $-12V$  ،  $+12V$  ،  $+5V$  ،  $-5V$  و هي فولتيات يمكن تغييرها والتحكم بها بوساطة مقاومات  $VAR+12V$  ،  $VAR-12V$  ،  $-5V$

متغيرة. تستخدم الفولتية  $+5V$  لدوائر TTL (Transistor Transistor Logic) الدوائر المنطقية . تستخدم الفولتية  $15V$  لدوائر CMOS . تستخدم الفولتية  $-12V$  ،  $+12V$  لمكبر العمليات OP Amp . تستخدم الفولتية  $VAR=+12V$  ،  $VAR=-12V$  للدوائر الالكترونية المختلفة مثل المكبرات والمذبذبات ودوائر السيطرة إلى آخره . وتوجد أنواع كثيرة من مجهزات القدرة تعطي مختلف الفولتيات مثل ( $0$  إلى  $30$  فولت) و( $0$  إلى  $12$  فولت) الخ ، لاحظ الشكل (1-16).



**شكل 1-16 انواع مختلفة لمجهزات القدرة**

**بطاقة العمل للتمرين رقم (2)**

**اسم التمرين:** التعرف على جهاز مجهز القدرة.

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية:**

أن يكون الطالب قادرًا على التعرف على جهاز مجهز القدرة.

**التسهيلات التعليمية :**

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



### خطوات تفريذ التمارين:

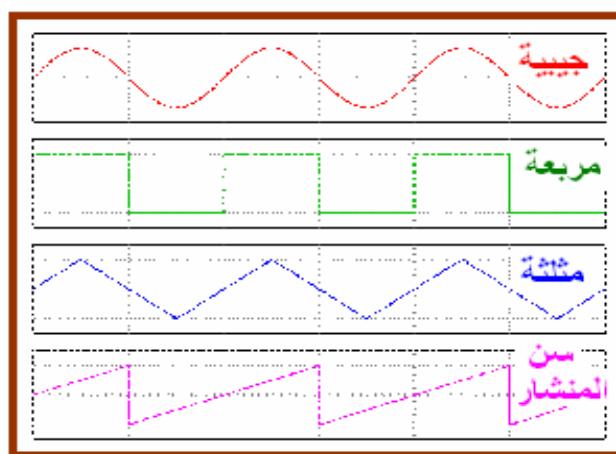
الرسومات التوضيحية	النقاط الحاكمة	خطوات العمل
--------------------	----------------	-------------

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



### جهاز مولد الدالة الرقمية Digital Function Generator

مولد الإشارة (Signal Generators): هو جهاز اختبار الكتروني يستخدم في المختبرات الإلكترونية لتوليد الموجات الكهربائية ب مختلف 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 ب مدى الترددات للأشكال الموجية، فمنها ما يكون مدها الترددية KHz (0-500) ، MHz (0-100) ، GHz (0-10) وغيرها. يمكن تحديد التردد

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



شكل 1 - 18 مولد الدالة الرقمي

### جهاز راسم الإشارة Oscilloscope

جهاز راسم الإشارة (الأوسيلسكوب) 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 أيضاً من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها، فيما إذا كانت جيبية أو مربعة مثلاً، الشكل (19-1) يوضح صورة راسم الإشارة وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على مفاتيح تحكم متشابهة.



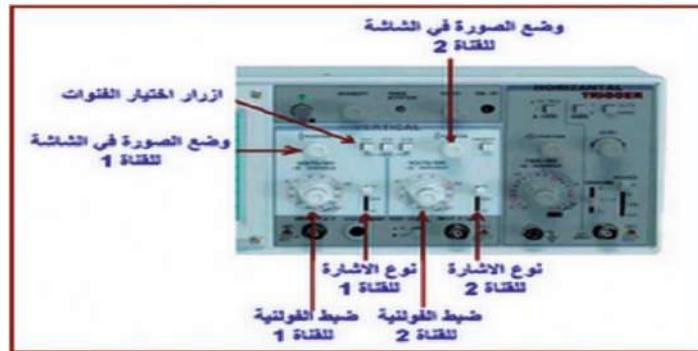
شكل 1 - 19 جهاز راسم الإشارة

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

- عمودي (Vertical)
- التشغيل (Power)
- الشاشة (Screen)
- المدخل (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 ثبيت صورة الموجة على الشاشة، حتى يسهل قياسها. وبدون تأثير دائرة الإطلاق، فإن الصورة ستكون غير ثابتة وغير واضحة.

#### المدخل (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 21-1** 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 الأوسيليسkop والطرف الآخر بخارج جهاز مصدر الإشارات، كما هو موضح في الشكل (1-22).

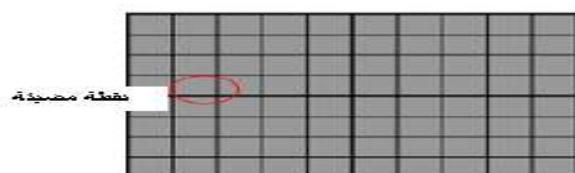


**شكل 1-22** كيفية توصيل المجرس بين مولد الإشارات وراسم الإشارة

يستخدم راسم الإشارات لقياس سعة و زمن الموجة الكهربائية حيث يمكن خلاله حساب ترددتها على اختلاف أنواعها كما يستخدم لقياس القيمة الفعالة (RMS) للفولتیات المستمرة كما ويستخدم لتعيين الأعطال للأجهزة الالكترونية بتتابع شكل الإشارات. تحتوي معظم هذه الأجهزة على قناتين (Channel A, Channel B) لإظهار إشارتين في وقت واحد.

#### عمل الجهاز:

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



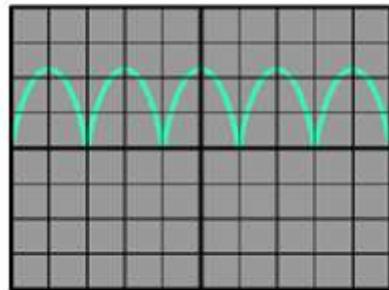
**شكل 1-23** نقطة مضيئة على شاشة راسم الإشارات

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



**شكل 1-24** خط براق وسط شاشة راسم الإشارة

- بتسلیط الإشارة المطلوب قیاسها تظهر كما في الشكل (1-25).



**شكل 1-25 شكل الإشارة على شاشة راسم الإشارة**

**بطاقة العمل للتمرين رقم (3)**

اسم التمرين: التعرف على طريقة ربط جهاز مولد الدالة مع جهاز راسم الإشارة.

الزمن المخصص: ساعتان

مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية:**

ان يكون الطالب قادرًا 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 يتوفر فيه برنامج EWB.

**خطوات تنفيذ التمرين:**

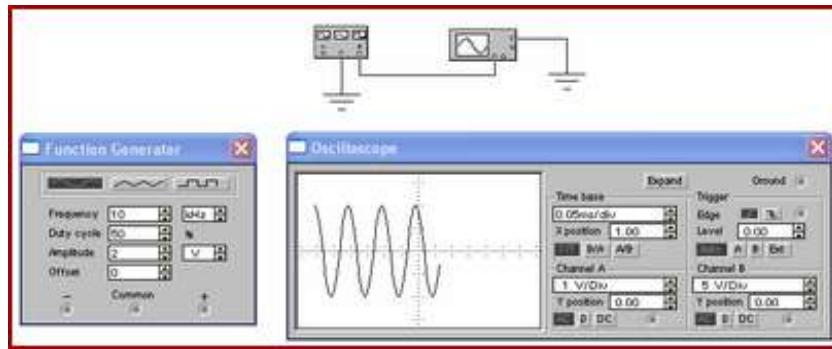
**الرسومات التوضيحية**

**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

1- أرتد بدلة العمل.

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



## أسئلة الوحدة الأولى

1 - عدد الكميات الكهربائية الاساسية مع الشرح.

2- عدد اجهزة القياس ذات الملفات المتحركة.

3- ماذا يحدث للمصباح عندما تزداد فولتية مجهر 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 قادرآ على ان :
1. يقيس فولتية عدد من الاعمدة الجافة المختلفة باستخدام اجهزة القياس التماضية والرقمية وطرق ربطها، والتعرف على البطاريات المستخدمة في الهاتف الجوال Mobile Phone والحاسوب المحمول Laptop.
  2. يبني الدائرة الكهربائية البسيطة Simple Electric Circuit قياس التيار الكهربائي Electric Current باستخدام جهاز الاوفوميتر الرقمي والتماثلي.
  3. يميز بين مصدر التيار المستمر DC والتيار المتناوب AC.
  4. 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 .
  5. يبني دائرة كهربائية مكونة من عدد من المقاومات موصولة على التوالي (Resistors In Series)، حساب الكميات الكهربائية للدائرة ، المقاومة الكلية ، التيار الكلي والتيارات الفرعية، الفولتية على كل مقاومة وحساب القدرة الكهربائية للدائرة.
  - 6 . يبني دائرة كهربائية مكونة من عدد من المقاومات موصولة على التوازي (Resistors In Parallel)، حساب الكميات الكهربائية للدائرة ، المقاومة الكلية ، التيار الكلي والتيارات الفرعية، الفولتية على كل مقاومة وحساب القدرة الكهربائية للدائرة باستخدام مصايب (6V/12W).

**في هذه الوحدة ستعلم المواقع الاتية في مختبر اساسيات 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 او姆 الطردي والعكسي.

**تمرين رقم (7)**

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

## الأسس الكهربائية (Fundamentals Electricity)

### 1-2 الخلايا (الأعمدة) 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:

#### (1) عمود فولتا. (2) العمود الجاف. (3) عمود لاكلانشيه.

**يُعد العمود الجاف** أكثر هذه الأعمدة استعمالاً، ويترکب من إناء مصنوع من الخارصين يمثل القطب السالب ويحاط بعجينة نشاره الخشب والرمل والقار لمسك عمود الكاربون في مكانه وكلوريد الخارصين وكلوريد الأمونيوم والماء من الداخل والثانية عجينة من ثاني أوكسيد المنغنيز والكاربون وفي القلب قطب من الكاربون يمثل القطب الموجب والقوة الدافعة الكهربائية لهذا العمود (ق.د.ك = 1.5 فولت). لاحظ الشكل رقم (1-2).



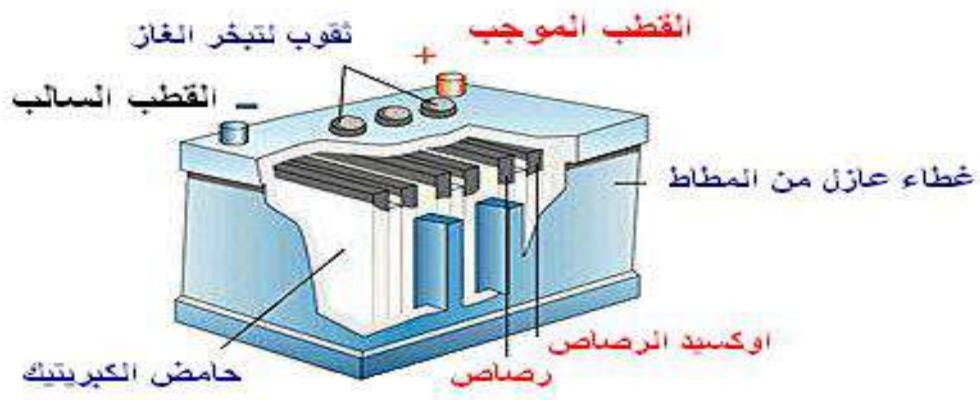
#### الشكل 1-2 الأعمدة الجافة

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

#### **ب- الخلايا الثانوية:**

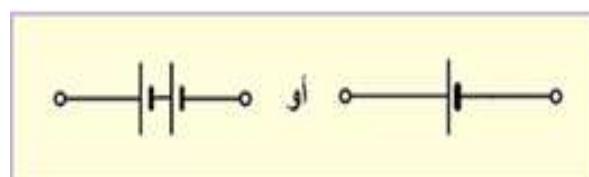
- وتسمى أيضاً البطاريات السائلة أو الكيميائية (بطارية السيارة) ويتم تصنيعها وفق الآتي:
1. اللوح السالب من مادة الرصاص (Pb).
  2. اللوح الموجب من مادة ثانوي أوكسيد الرصاص ( $PbO_2$ ).
  3. تجمع الألواح السالبة سوية وترتبط بتوصيلة من الرصاص ذات نهاية بارزة تكون القطب السالب ومثلها للقطب الموجب.
  4. توضع المجموعات داخل صندوق أو علبة مصنوعة من مادة عازلة مثل المطاط الصلب الذي يحتوي على حامض الكبريتيك المخفف.
  5. ق.د.ك للعمود الواحد = 2 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 الفولتیات المستخدمة في البطاریات ،نذكر منها فولتیة البطاریات الجافة مثل (1.5) و (6) و (9) فولت، وفولتیات البطاریات السائلة مثل (6) فولت (12) فولت و (24) فولت. والشكل (2-3) يمثل رمز العمود الكهربائي والبطارية وهي تمثل (ق.د.ك.).



**الشكل 2-3 رمز العمود الكهربائي و البطارية**

ونظراً لأهمية البطارية القابلة للشحن سنتطرق إلى أنواع مختلفة منها:

### 1- بطارية الليثيوم- بوليمر (Lithium-polymer Battery)

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



**الشكل 2-4 بطارية الليثيوم بوليمر**

## 2- بطارية ايون الليثيوم (Li-Ion Battery)

تُعد هذه البطارية النوع الأكثر شيوعاً لبطاريات الهاتف الجوال (الأجهزة الخلوية) إلا أنها تعد غالباً الثمن ذات عمر أطول وذات وزن أخف بكثير من مثيلتها من بطاريات النikel (Nickel Metal) لاحظ الشكل (5-2). ومن خصائص هذا النوع من البطاريات هو أنها تختلف عند شحنها لأكثر من 24 ساعة.



الشكل 5-2 المظهر الخارجي لبطارية ايون الليثيوم

## 3- بطارية النيكيل - كادميوم (NiCd)

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:

- 1- المركب  $\text{Ni(OH)}_4$  للوح الموجب.
- 2- مزيج الكادميوم أو اوكسيد الكادميوم مع الحديد (Iron).
- 3- محلول (Electrolyte).

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



الشكل 6-2 بطارية النيكيل - كادميوم مفردة

الشكل 7-2 بطارية النيكيل - كادميوم مركبة

## 4- بطارية هيدрид معدن النيكيل (NiMH)

تفصل هذه البطارية على بطارية النيكيل كادميوم لكونها لا تحتوي على الكادميوم وكذلك تصنف من مواد غير سامة (Non-Toxic) وغير ملوثة للبيئة كما أن لها سعة أكبر مقارنة بالأنواع الأخرى من البطاريات ووزنا أخف. إن تقنية بطارية الموبايل الهيدريد معدن النيكيل تعد حديثة نسبياً ، لاحظ الشكل (8-2). ولأجل الحصول على أفضل أداء لهذه البطارية ينصح بتفرغيها كلية بعد كل عشرين مرة يتم فيها شحنها.



الشكل 8-2 بطارية هيدрид معدن النيكيل

## 2-2 توصيل الأعمدة والبطاريات Connection of Batteries

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

### 1- التوصيل على التوالى: Connection in Series

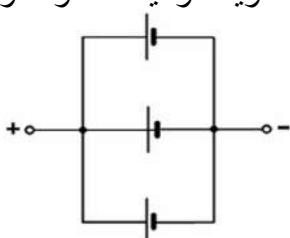
في هذا النوع من التوصيل يتم ربط القطب السالب لبطارية مع القطب الموجب لبطارية أخرى تليها كما في الشكل (2-9). إذا وصلنا بطاريتين فرق جهد الواحدة فيها 1.5 فولت على التوالى يكون فرق الجهد 3 فولت وهو مجموع فرقى الجهد للبطاريتين وإذا وصلت ثلاثة بطاريات سيكون فرق الجهد 4.5 فولت لذلك نلاحظ دائماً أن البطاريات توصل على التوالى للحصول على فولتية كبيرة.



الشكل 2-9 توصيل البطاريات على التوالى

### 2- التوصيل على التوازي: Connection in Parallel

وفيه توصيل الأقطاب الموجبة للأعمدة (الخلايا) كلها معاً بنقطة واحدة هي القطب الموجب للبطارية وبالمثل توصيل 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 سيقل عمر البطارية لاستهلاكها الكبير. ولإطالة عمر البطارية واستهلاكها توصل الدائرة توصيلة التوازي، إذ ستبقى الفولتية الكلية للدائرة متساوية لفولتية العمود الواحد وتتوفر التيار المناسب لفترة أطول.

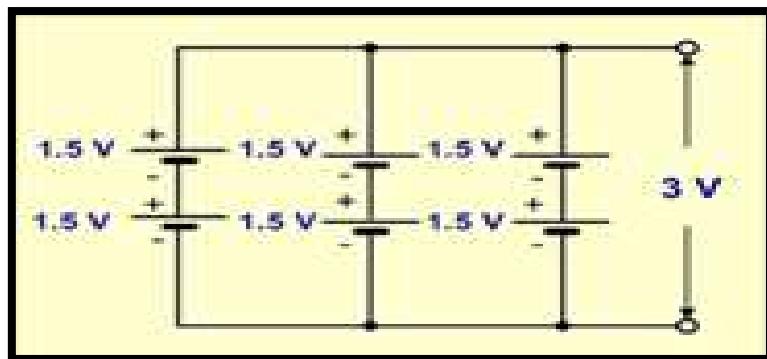


الشكل 2-10 توصيل الأعمدة على التوازي

### 3- 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 التوصيل المختلط للبطاريات**

**بطاقة العمل للتمرین (a - 4)**

**اسم التمرین:** قیاس فولتیة مجموعه خلایا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاریات باستخدام توصیل التوالی

**الوقت المخصص:** 4 ساعات

**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية:**

إن يكون الطالب قادرًا على حساب فولتية خلایا مربوطة على التوالی .

**التسهیلات التعليمیة :**

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



## خطوات تنفيذ التمرين:

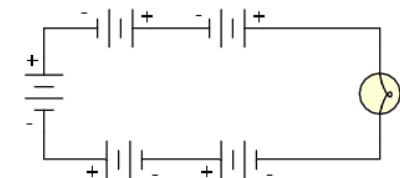
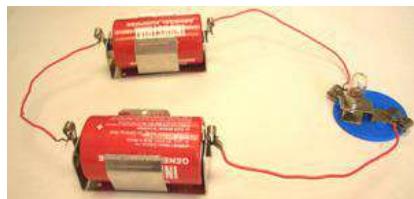
الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

1- ارتدي بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة العملية الآتية.



3- قس بوساطة الأفوميتر فولتبية العمود الواحد.

4- قس الفولتبية الكلية للدائرة.

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

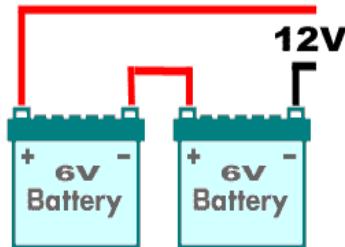
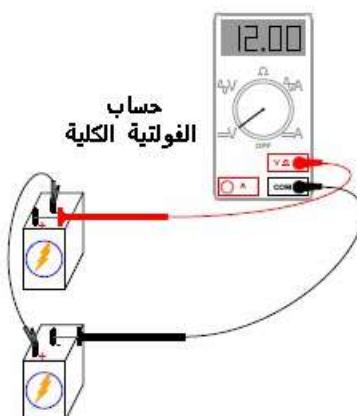
6- ضع سلكاً بين طرفي احد الخلايا (دوره قصر Short) ولاحظ توهج المصباح، علل ذلك.

7- قم باعادة التمرين بوضع ثمانى خلايا بدلاً من اربعه خلايا.

8- وصل بطاريتين سيارة 6V بالتوالي.

9- قس فولتبية البطارية الواحدة بجهاز الأفوميتر.

10- قس الفولتبية الكلية للدائرة كما في الشكل ادناه.



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

## بطاقة العمل للتمرین رقم (b-4)

**اسم التمرین:** قیاس فولتبية مجموعة خلايا (أعمدة كهربائية) متنوعة وبطاريات باستخدام توصيل التوازي

**الوقت المخصص:** 4 ساعات

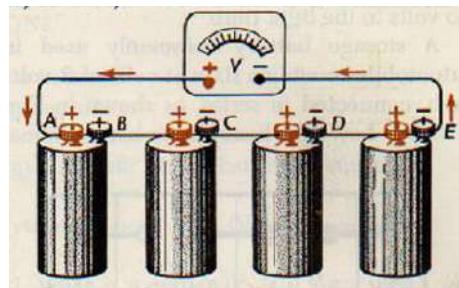
**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية :**

ان يكون الطالب قادراً على حساب فولتبية خلايا على التوازي.

### التسهيلات التعليمية :

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



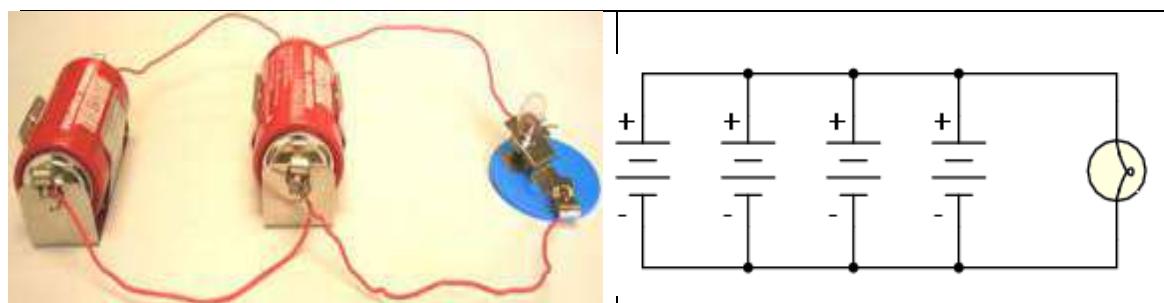
### خطوات تنفيذ التمارين:

الرسومات التوضيحية

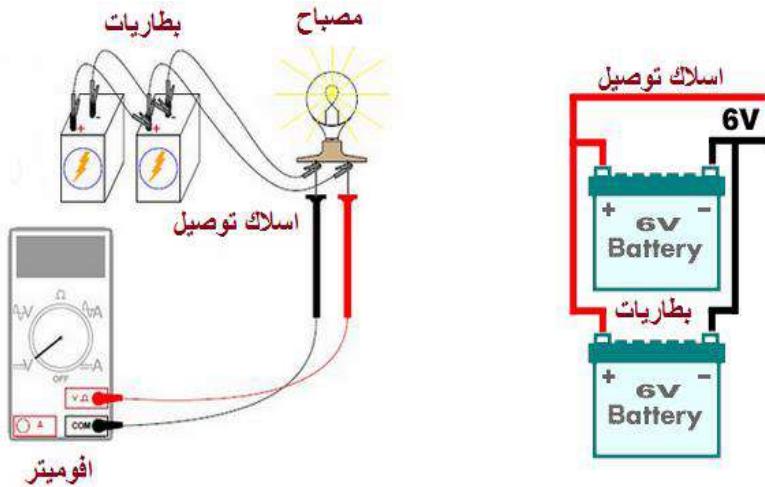
النقاط الحاكمة

خطوات العمل

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



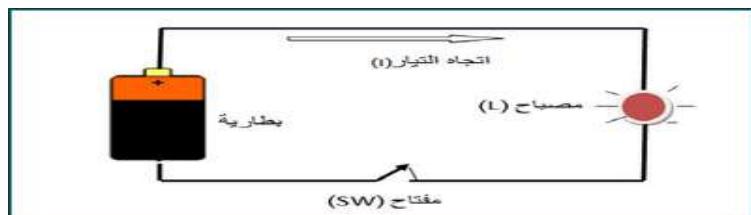
- 3- قس بوساطة الافوميتر فولتية العمود الواحد.
- 4- قس الفولتية الكلية للدائرة.
- 5- ضع مصباح 6V ومفتاح كهربائي مع الدائرة ولاحظ توهج المصباح.
- 6- ضع سلك بين طرفي احد الخلايا (دوره قصر Short) ولاحظ توهج المصباح، علل ذلك.
- 7- قم باعادة التمارين بوضع ثمانية خلايا بدلاً من اربعة خلايا.
- 8- صل بطاريتي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



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

### 3-2 الدائرة الكهربائية البسيطة Simple Electric Circuit

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



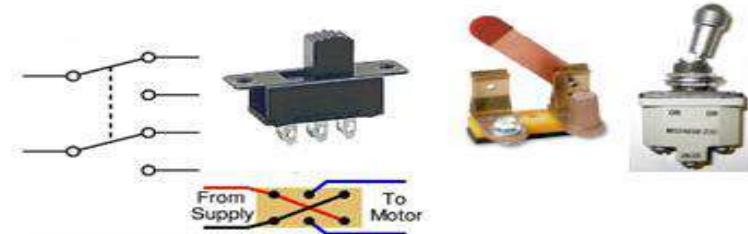
**الشكل 12-2 دائرة كهربائية بسيطة**

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



**الشكل 13-2 عمل المفتاح الكهربائي**

وتقسم المفاتيح إلى مفاتيح قياسية و MFATI خاصية، من أنواع المفاتيح القياسية هي مفتاح سكين، المفتاح الاحادي، المفتاح الثنائي، المفتاح المزدوج والمفتاح الضاغط لاحظ الشكل (14-2).



**الشكل 2-14 انواع المفاتيح الكهربائية القياسية**

### بطاقة العمل للتمرين رقم (5)

**اسم التمرين:** بناء دائرة كهربائية بسيطة مكونة من (بطارية، اسلاك، حمل، مفتاح كهربائي)  
**المكان التفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك  
**الوقت المخصص:** ساعتان

**الأهداف التعليمية :**  
 إن يكون الطالب قادراً على التعرف مكونات الدائرة الكهربائية البسيطة وتشغيلها .

### 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 ملم<sup>2</sup> (متر واحد) 7 - لوحة تجارب.



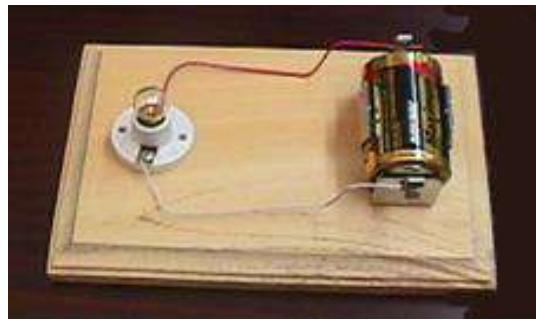
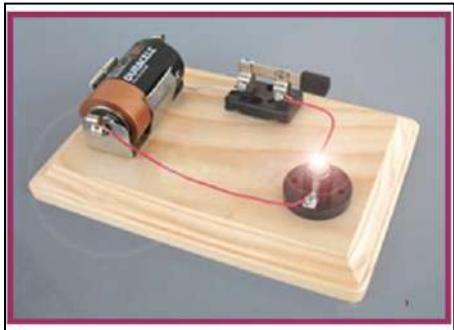
### خطوات تنفيذ التمرين:

**الرسومات التوضيحية**

**النقط الحاكمة**

**خطوات العمل**

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل أدناه 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 Electrical Resistance

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

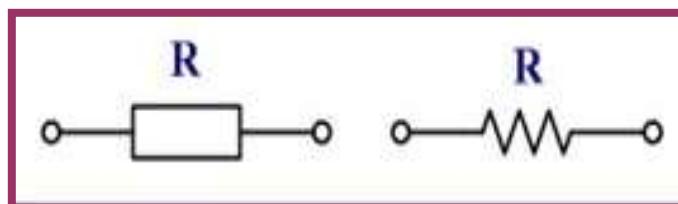


**الشكل 2-15 المقاومة الكهربائية ورمزها**

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 بالأوم (Ohm) ويشار إليها برمز لاتيني هو ( $\Omega$ ). يحصل تصادم مستمر بين الإلكترونات الحرجة المنسابة 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**

والمقاومات الكهربائية أنواع عدّة وهي:

## اولاً- المقاومة الثابتة Fixed Resistor

### 1- المقاومة السلكية Wire Wound Resistor

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



الشكل 17-2 المقاومات السلكية

### 2- المقاومة الكاربونية Carbon Resistor

تصنع المقاومة الكاربونية من قضيب من الكربون النقى المضغوط ثم توصل نهايتها بالإطراف المعدنية وتطلی بمادة عازلة كالسيراميك، لاحظ الشكل (18-2).



الشكل 18-2 المقاومات الكربونية

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



الشكل 19-2 المقاومة الشبكية

وتوجد انواع اخرى للمقاومات الكهربائية هي المقاومة الصفرية (Zero Resistor) وذات الغشاء (Film Resistor) ومقاومات شبکية ذات قدرة عالية وغيرها والشكل (20-2) يوضح بعض من هذه المقاومات.



الشكل 20 مقاومات كهربائية متنوعة

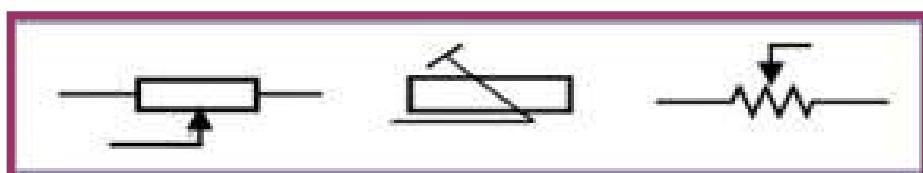
### ثانياً. المقاومة المتغيرة Variable Resistor

وهي مقاومة كاربونية تصنع بترسيب مركبات الكاربون الى لوحة فايبر شبه دائيرية وتنصل بها تصيلة نحاسية منزلقة ودوارة تحكم بقيمة المقاومة لاحظ الشكل (21).



الشكل 21 المقاومة المتغير

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



الشكل 22 رمز المقاومة المتغيرة



الشكل 23 مقاومات متغيرة متنوعة

### ثالثاً - المقاومات الخاصة Special Resistors

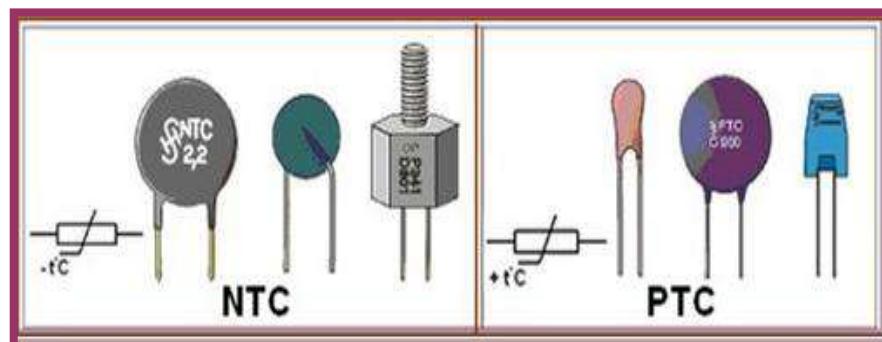
تصنع من مواد خاصة وبطرق لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدوائر الإلكترونية، وهي مقاومات قيمتها غير ثابتة بل تتوقف على عدة عوامل مثل التيار والجهد والضوء والحرارة، ومن هذه المقاومات:

- 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:

1. المقاومات ذات المعامل الحراري الموجب (PTC) تكون مقاومتها واطئة عندما تكون باردة وتزداد مقاومتها بازدياد درجة الحرارة.
2. المقاومات ذات المعامل الحراري السالب (NTC) تكون مقاومتها عالية عندما تكون باردة وتقل مقاومتها بازدياد درجة الحرارة.



الشكل 24-2 مقاومات حرارية

#### ب. المقاومات الجهدية (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 ( Light Dependent Resistors ) ( L.D.R )

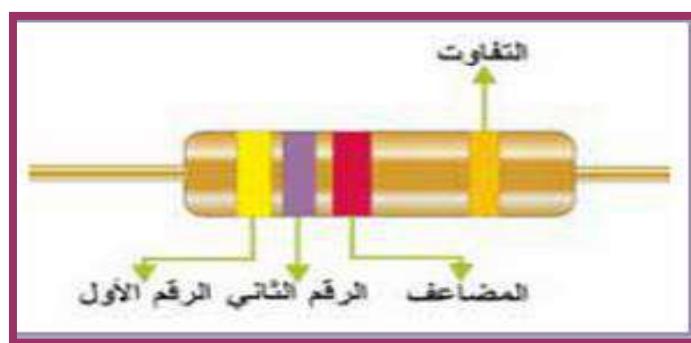
تتغير قيمة المقاومة الضوئية مع تغير مقدار الضوء الساقط عليها إذ تزيد قيمتها في الظلام وتقل عند سقوط الضوء عليها وستعمل في التحكم الذاتي لبعض الأجهزة الكهربائية التي تعمل بتحسس وجود الضوء، وهذا المبدأ يمكن أن يستخدم لإنارة الشوارع ذاتياً. ولل مقاومة المعتمدة على الضوء تطبيقات عديدة في الدوائر الإلكترونية 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 بواسطة 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 الأصفار)، أما الحلقة الرابعة فتحدد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظرية. لاحظ الشكل (2-27).



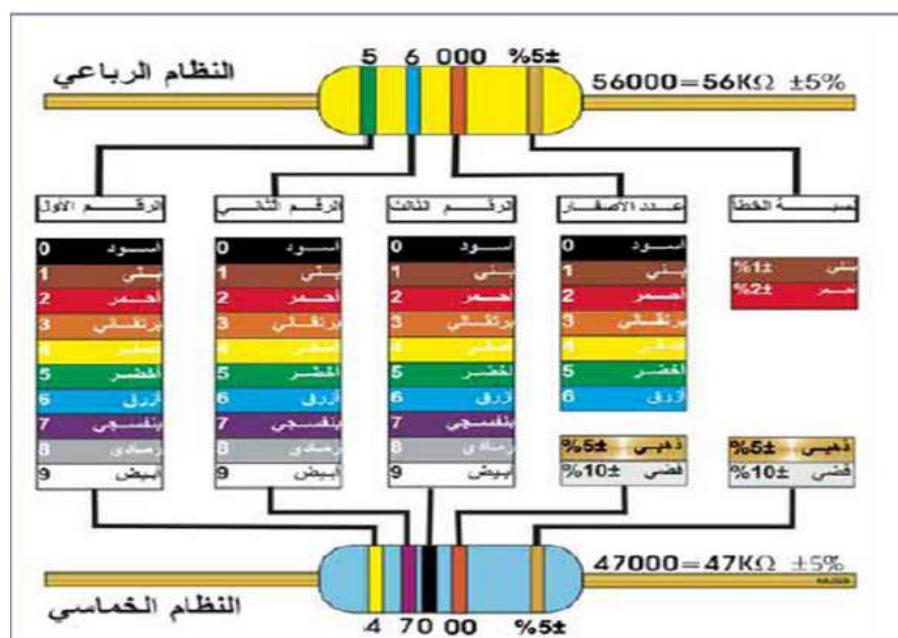
الشكل 2 - 27 الترميز اللوني للمقاومة

الجدول (1-1) يوضح الألوان المستخدمة لتعريف المقاومات وقيمها.

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

### جدول 1-1 الالوان المستخدمة لتعريف المقاومات وقيمها

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



الشكل 2-28 قيم الوان المقاومات

مثال (1-2):

أحسب قيمة 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 (a - 6)

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 :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل 3. جهاز آفوميتر رقمي عدد (1). 4 - جهاز آفوميتر تماطي عدد (1).
- 5- مقاومات كهربائية كاربونية ( $0.5W / 100k\Omega$ ) عدد (10). 6- مقاومات صفرية عدد (5).
- 7- مقاومة ذات الغشاء (الفلمية) عدد (5).8- مقاومة شبكية Net Resistor .9- مقاومات VDR, NTC , PTC 10- ثيرموستور.



### خطوات تنفيذ التمرين:

الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- قس عشر مقاومات كاربونية مختلفة القيم باستخدام الآفوميتر (أوميتر) التماطي.
- 3- قس عشر مقاومات كاربونية مختلفة القيم باستخدام الآفوميتر (أوميتر) الرقمي.
- 4- قس مقاومة متغيرة بوضع مجسي الأميتر بين أحد الأطراف والطرف الوسط وغير المقاومة ولاحظ التغير في قراءة الجهاز.
- 5- افحص مقاومة ذات الغشاء (الفلمية ) باستخدام الأميتر.
- 6- قس المقاومة الشبكية Net Resistor ، VDR، NTC ، PTC .
- 7- نفذ الفحص لمقاومة الثيرمستور.

## 6-2 قانون أوم Ohm's Law (العلاقة المتبادلة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة)

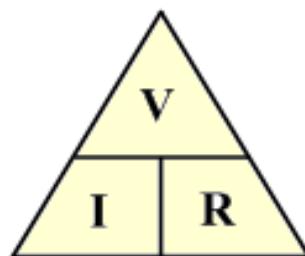
تعتمد قيم الفولتية (فرق الجهد) والتيار والمقاومة في الدائرة الكهربائية على بعضها البعض، وقد اكتشف العالم الألماني جورج أوم أن لجميع المواد نوعاً من المقاومة أمام التيار الكهربائي المار فيها، وأن المقاومة الأكبر التي تبديها المادة تفرض تسلیط جهد كهربائي أكبر لضمان سريان التيار. وأثبتت التجارب التي أجراها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

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

وهذا ما يسمى بقانون أوم.

أن هذه المعادلات تساعدنا على حساب قيمة التيار والفولتية والمقاومة في الدائرة الكهربائية. فإذا عرفنا كميتين لأمكن الحصول على الكميه 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 اوم الطردي والعكسي.  
**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك  
**الوقت المخصص:** 4 ساعات

**الأهداف التعليمية:**  
 ان يكون الطالب قادرًا على تطبيق قانون اوم الطردي والعكسي .

### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل . 3- جهاز آفوميتر رقمي عدد (2). 4- جهاز آفوميتر تماثلي عدد (2).
- 5- مقاومات كهربائية كarbonية  $0.25W / 10\Omega, 1k\Omega, 100\Omega$  عدد (3). 6- مقاومة متغيرة  $5k\Omega$  عدد (1). 7- مجهز قدرة  $V(0 - 12)$  عدد (1). 8- اسلاك توصيل  $1\text{mm}^2$  (متر واحد)
- 9- قاعدة بطارية (ست اعمدة). 10- حقيبة ادوات الكترونية. 11- صندوق مقاومات.

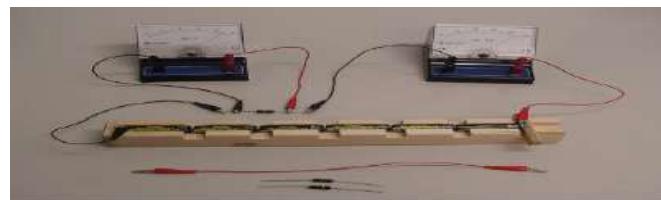
### خطوات تنفيذ التمرين:

الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

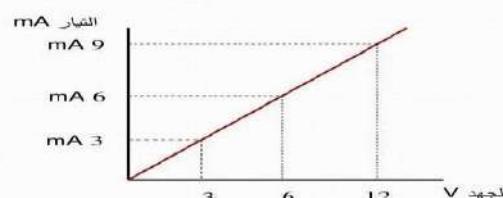
- ارتدي بدلة العمل.
- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً. المقاومة  $10\Omega$  وست اعمدة فولتية العمود  $1.5V$  مع جهاز اميتر بالتوالي مع الدائرة وفولتميتر بالتوازي مع المقاومة.



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



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



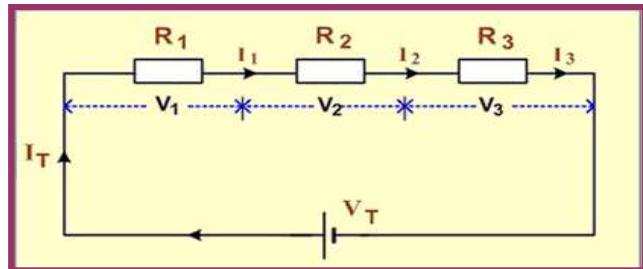
17- لاحظ انه بزيادة الفولتية يزداد التيار المار في الدائرة عند ثبوت المقاومة وهذا هو تحقيق (القانون أول الطردي).

## 7-2 ربط المقاومات

هناك ثلاث طرائق لربط المقاومات في الدوائر الكهربائية وهي:

### 1. الرابط على التوالى

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



الشكل 2 - 29 توصيل المقاومات على التوالى

أ- التيار متساوي الشدة في نقاط الدائرة جميعها:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

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

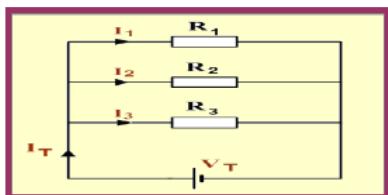
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

ج- القيمة الكلية للمقاومة تساوى حاصل جمع قيم المقاومات:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

### 2. الرابط على التوازي

يبين الشكل (30-2) دائرة التوازي، وتنتمي 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 يساوى حاصل جمع التيارات المارة في كل مقاومة، والتيار المار خلال كل مقاومة يتاسب تناوباً عكسياً 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 المرتبطة على التوازي انخفضت قيمة المقاومة المكافئة في الدائرة الكهربائية:

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

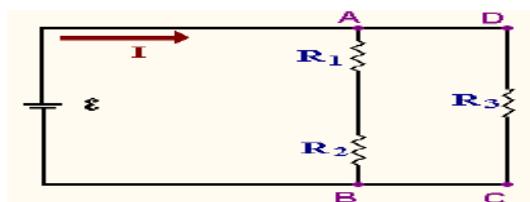
في حالة ربط مقاومتين  $R_1$ ,  $R_2$  على التوازي فالمقاومة المكافئة:

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

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

### 3. الرابط المختلط

تشتمل الدوائر الكهربائية عادة على أنواع ربط تترکب من ربط التوالی 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 التوالی وتحسب المقاومة للدائرة المبسطة الناتجة لاحظ الشكل . (31-2)



الشكل 2-31 دائرة ربط مختلط للمقاومات

#### بطاقة العمل للتمرين رقم (7)

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

**الوقت المخصص: 4 ساعات**

**مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك**

**الأهداف التعليمية:**

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

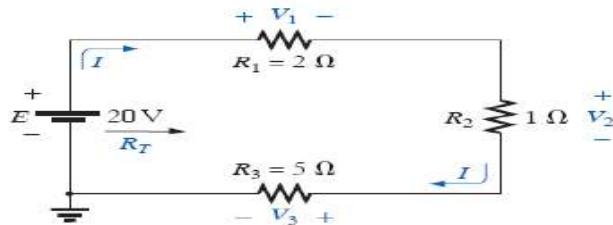
#### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل.2- منضدة عمل.3- جهاز آفوميتر تماثلي عدد (2). 4- جهاز آفوميتر رقمي عدد (2).
- 5- مقاومات كهربائية ( $6.8\Omega$ ,  $2.2\Omega$ ,  $2\Omega$ ,  $1\Omega$ ,  $5\Omega$ ) عدد (10). 6- مجهر قدرة (30-0-30)Vdc عدد (1).

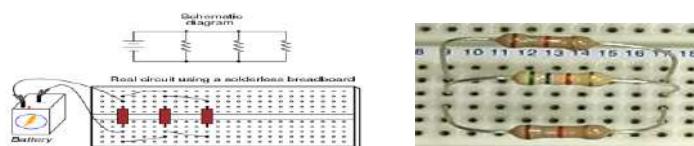
## خطوات تنفيذ التمارين:

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

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



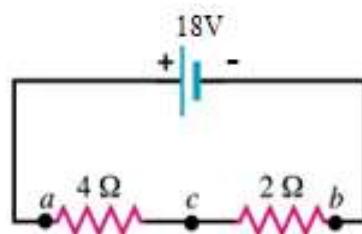
- 3- ضع جهاز اميتر رقمي بالتوازي مع الدائرة وقس مقدار التيار الكلي.
- 4- بوساطة الفولت ميتر قس  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ .
- 5- اثبت ان  $E = V_1 + V_2 + V_3$
- 6- غير مجهر القدرة من 20V الى 10V وأعد التمارين باستخدام الاوميتر التماطي.
- 7- قارن بين قيمة التيار في الحالتين. علل ذلك.
- 8- نفذ دائرة توصيل المقاومات بالتوابي الموضحة بالشكل أدناه والمكونة من ثلاثة مقاومات (  $1.5k\Omega$  ،  $5.6k\Omega$  ،  $1.5k\Omega$  ) واحسب المقاومة المكافئة. قس المقاومة المكافئة باستخدام الاوميتر.



- 9- ضع مجهر القدرة بالفولتية V 10 (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 التمارين بوضع ثلاث مقاومات متساوية ( $10 \Omega$ ) وفولتية V 20.
- 15- قارن بين توصيل المقاومات بالتوازي وتوصيل المقاومات بالتوابي.
- 16- نفذ دائرة توصيل المقاومات المختلط. مقاومتان بالتوازي  $5.1k\Omega // 1k\Omega$  مع مقاومة  $330 \Omega$  بالتوازي وقس 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 التوالى 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 واشرح 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 الكلى المار في الدائرة ( $I_T$ ) ،  
؟  $R_T$  ،  $V_{cb}$  ،  $V_{ac}$



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

# 3

## الوحدة الثالثة

### Capacitors & Inductors

### المتساعات والملفات

#### الهدف العام

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

#### الاهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على ان:

- 1- يميز بين أنواع المتساعات الكهربائية.
- 2- يثبت عملية الشحن والتفریغ.
- 3- يبني دائرة كهربائية مكونة من ثلاثة متساعات موصولة بالتوالي و بالتوازي مع مصدر تيار مستمر وإجراء قياسات الدائرة.
- 4- يصنع ملفاً صناعياً مكون من عدد لفافات مختلفة.
- 5- يفك سماعة وMicروفون مغناطيسي لهاتف محمول (الهاتف الجوال).
- 6- يتعلم كيفية توليد الإشارات المتباينة.
- 7- التعرف على أشكال الإشارات المتباينة من خلال ربط مولد الدالة بجهاز راسم الإشارة.
- 8- يفحص أنواع المحولات.

## في هذه الوحدة سنتعلم المواضيع الآتية

تمرين رقم(8)

التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها.

تمرين رقم(9)

شحن وتغريغ المتسعة.

تمرين رقم(10)

توصيل المتسعات على التوالي والتوازي.

تمرين رقم(11)

بناء ملف صناعي مكون من عدة لفات مختلفة.

تمرين رقم(12)

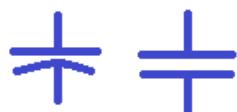
توليد اشارات متداوبة

تمرين رقم(13)

المحوّلات 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 دائيرية أو مستطيلة و يمكن أن تأخذ شكلاً كروياً أو اسطوانياً. الغرض من المتسعة هو خزن الطاقة الكهربائية. الشكل (1-3) يمثل الرموز الرئيسية المستخدمة في الدوائر الإلكترونية للإشارة إلى المتسعة.



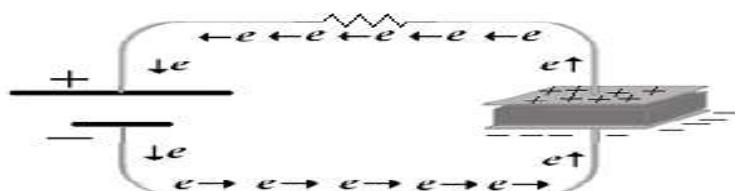
الشكل 1-3 رموز المتسعة الكهربائية

#### 1-1-3 استخدامات المتسعات الكهربائية:

- 1- تتعيم التيار في وحدات القدرة power supply.
- 2- دوائر التوقيت timer.
- 3- المرشحات filters.
- 4- الربط بين بعض مراحل الدائرة coupling.
- 5- المذبذبات oscillators.
- 6- دوائر الرنين resonant circuit.
- 7- تخزين الطاقة مثل إستخدامه في فلاش الكاميرا.
- 8- تقاطل وتكامل الاشارات.

#### 2-1-3 مبدأ عمل المتسعة:

عند توصيل المكثف بجهد كهربائي مستمر عبر مقاومة كما في الشكل (2-3) فان القطب الموجب للبطارية يجذب الالكترونات (سالبة الشحنة) الحرقة 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 وتترافق عليه فيصبح اللوح سالب الشحنة. ويستمر ذلك الى أن يتتساوى الجهد بين طرفي المكثف مع جهد البطارية، ولا تعبر الالكترونات المكثف نظراً 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 اللوحتين.



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) .

المضروب	الرمز	وحدة القياس
$1 \times 10^{-6}$	μ	مايكرو micro
$1 \times 10^{-9}$	n	نانو nano
$1 \times 10^{-12}$	p	بيكو pico

جدول 1-3

تكون قيمة المتساعات الكيميائية بالمايكرو فاراد ( $\mu\text{F}$ ) وتكتب عادة عليها مع علامات تحديد القطبية وفولتية التشغيل فمثلاً متسعة مطبوع عليها ( $10\mu\text{F}/25\text{V}$ ) واخر مطبوع عليها ( $100\mu\text{F}/200\text{V}$ ) ... الخ وترتبط هذه المتساعات 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. المتساعات بالقيم الصغيرة تكون غير مستقطبة وترتبط بالدائرة دون الاعتماد على القطبية ومن أنواعها متساعات الميكا والبوليستير وغيرها ولها قيم بالنانوفاراد والبيكوفاراد، يطبع عليها قيمة السعة مثلاً ( $10\text{nF}$ ،  $10\text{pF}$ ،  $103$  او  $104$  او  $103\text{K}$ ،  $104\text{K}$ ) والجدول (3-2) يوضح الشفرات المستخدمة لقراءة قيمة المتسعة.

CODE / Marking	$\mu\text{F}$ microfarads	$\text{nF}$ nanofarads	$\text{pF}$ 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	100000	100,000,000

جدول 2-3 شفرات لقراءة المتساعات

من الجدول (3-2) نلاحظ ان قيمة المتسعة هي الرقم الاول والثاني مضرباً بالرقم الثالث والذي يعني عدد الاصفار فعلى سبيل المثال (101) 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 10% او 5% او 1% ، والجدول (3-3) يمثل نسبة السماح. قيمة المتسعة ( $103\text{K}$ ) هي ( $10 \times 1000 = 10000\text{pF}$ ) ونسبة السماح هي 10% وقيمة المتسعة ( $104\text{M}$ ) هي ( $10 \times 10000 = 100000\text{pF}$ ) ونسبة السماح هي 20%. وتطبع أشرطة ملونة على المتساعات في بعض

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



**الشكل 3-3 متسعة البوليستر**

والجدول (3) يوضح كيفية قراءة هذه المتسعات.

الرقم الأول اللون الأول	(pF)	الرقم الثاني اللون الثاني	(pF)	المضروب به اللون الثالث	نسبة السماح اللون الرابع
BLACK	0		0	x 1	
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 الخامس يمثل قيمة المكافأة 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 المكافأة ( $C_{eq}$ ) لكل نوع، وهذه الأنواع هي:

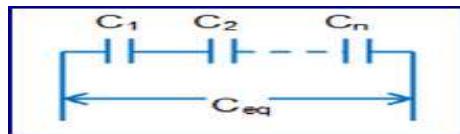
- 1- ربط المتسعات بالتوازي.
- 2- ربط المتسعات بالتوزي.
- 3- ربط المتسعات المختلط.

#### 1- ربط المتسعات بالتوازي:

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

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

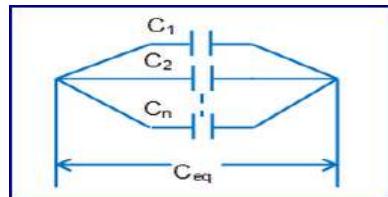
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



**الشكل 4-3 ربط المتساعات على التوالي**

### 2- ربط المتساعات بالتوازي:

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



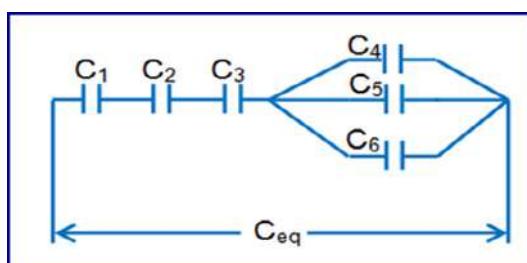
**الشكل 5-3 ربط المتساعات على التوازي**

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

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

### 3- ربط المتساعات المختلط:

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



**الشكل 3-6 مجموعة متساعات مربوطة بشكل مختلط**

## بطاقة العمل للتمرين رقم ( 8 )

اسم التمرين : التمييز بين المتسعات الكهربائية وكيفية فحصها

الوقت المخصص : ساعتان

مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

الأهداف التعليمية :

إن يكون الطالب قادرًا على التمييز بين المتسعات وكيفية فحصها .

التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل . 3- جهاز آفوميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز آفوميتر تناضري عدد (1). 5- متسعات كهربائية متنوعة عدد (1). 6 - مجهر قدرة (0 الى 12 فولت)(عدد (1)). 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1). 8- لوحة مطبوعة تحتوي على عدد من المتسعات بعضها تالف عدد (1). 9- جهاز قياس المتسعات ESR. 10- لوحة مطبوعة ل الهاتف جوال مستهلك.



جهاز ESR

خطوات تنفيذ التمرين :

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

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- ميز بين المتسعات الموضحة بالشكل الآتي .
- 3- افحص عدداً من المتسعات الكيماوية والميكا وغيرها باستخدام جهاز RLC .



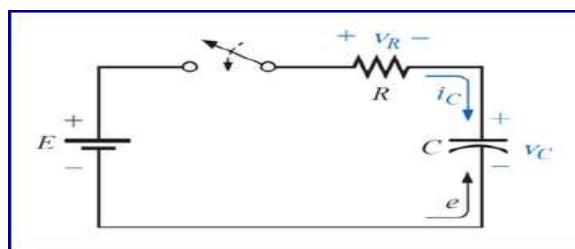
- 4- افحص عدداً من المتسعات الكهربائية باستخدام جهاز (ESR).

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

### 5-1-3 شحن وتفرغ المتعدة

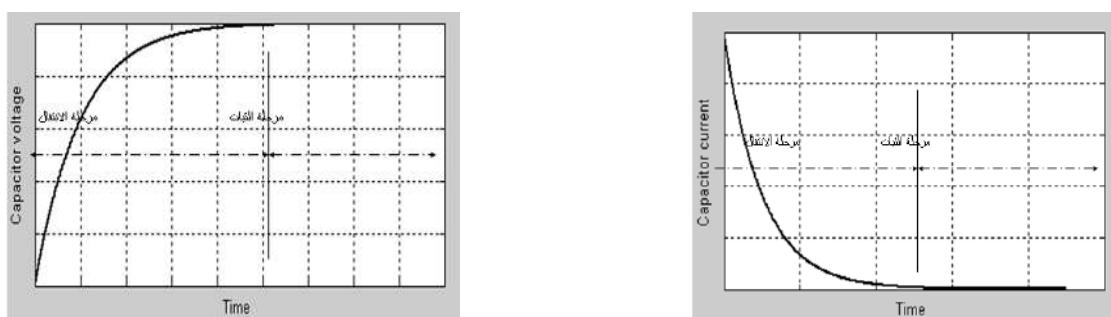
تعرفنا في ما مضى على الطريقة التي تحتفظ بها المتعدة بالشحن الكهربائية. دعنا الآن نوسع الفكرة بدراسة تصرف كل من التيار والجهد الكهربائي ضمن دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مصدر فولتية ومقاومة فضلاً عن المتعددة.

- 1- **شحن المتعددة:** لفهم الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل (7-3) لتخيل أن المكثف عبارة عن مخزن فارغ وسيتم فيه تخزين الشحنات ففي بادئ الأمر يمكننا أن ندخل كمية كبيرة من الشحنات (التيار الكهربائي) دفعاً واحدة وذلك نظراً لأن المخزن فارغ وبابه مفتوح (لا يوجد مقاومة). ولذلك سيكون الجهد المبدول لدخول الشحنة قليل، بعد فترة زمنية يأخذ المخزن بالامتناع وتبدأ تغلق البوابة (قتزيد المقاومة)، ولذلك سيزداد الجهد المبدول لدخول الشحنة ولا يمكننا غير ادخال كميات بسيطة من الشحنات (يقل التيار الكهربائي). حتى يتم غلق البوابة ولا يسمح بمرور أي شحنات (وبالتالي سيتوقف مرور التيار).



الشكل 7-3 دائرة شحن المتعددة

في الشكل (3-8) نلاحظ ان المكثف يبدأ عملية الشحن عند جهد يساوى صفر ثم يبدأ بالأزدياد 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 يساوى صفر.



الشكل 3-8 مخططات تيار وفولتية الشحن للمتعددة

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

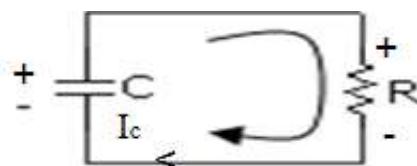
ويتوقف زمن مرحلة الانتقال على ما يعرف بالثابت الزمني، ويرمز له بالرمز  $\tau$  (تنطق تاو)

$$\tau = R * C \quad \text{ووحدتها الثانية، وتحسب من المعادلة التالية:}$$

من المعادلة أعلاه يمكن أن ندرك بان قيمة ثابت الزمن ( $\tau$ ) تتناسب طرديا مع كل من قيمة المتسعة وقيمة المقاومة، عملياً يمكن أن نعتبر أن المكثف قد وصل إلى أقصى قيمة للجهد بعد مرور

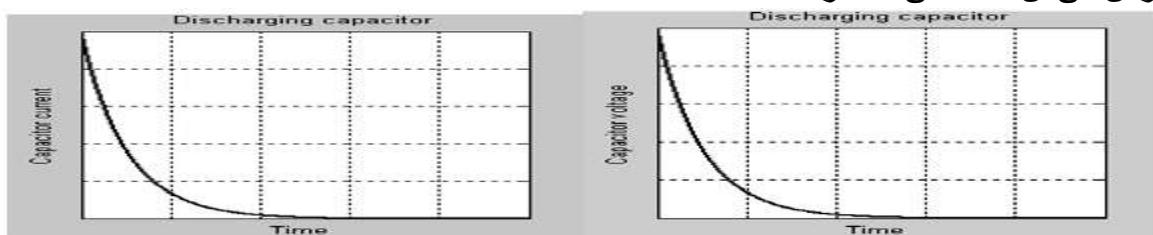
زمن مقداره  $5\tau$  وذلك مناسب لمعظم التطبيقات أدنى  $5\tau$ .

**2- 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 بتفریغ شحنته حتى يصل إلى 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 إلى أن تصل إلى الصفر.



الشكل 10-3

### مثال (1-3)

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

**الحل:**

في البداية يجب أن نحسب ثابت الزمن للدائرة كالتالي:

$$\tau = R.C = (8 \times 10^3) \cdot (4 \times 10^{-6}) = 32 \text{ mS}$$

$$\tau = 5\tau = 5 \times 32 = 160 \text{ mS}$$

$$\tau = 160 \text{ ms}$$

الآن نحسب الزمن الكلي اللازم لشحن المتسعة إلى أقصى قيمة.

## بطاقة العمل للتمرين رقم ( 9 )

**اسم التمرين :** شحن وتفرغ المتعدة.

**الوقت المخصص :** ساعتان

**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية :**

إن يكون الطالب قادرًا على إثبات شحن وتفرغ المتعدة.

**التسهيلات التعليمية :**

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

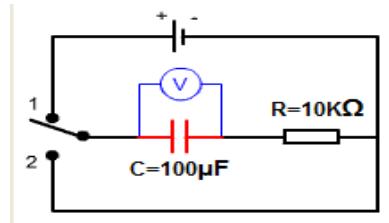
### خطوات تنفيذ التمرين:

**الرسومات التوضيحية**

**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة العملية الآتية وادخل فولتية مستمرة مقدارها  $9\text{V}$ .



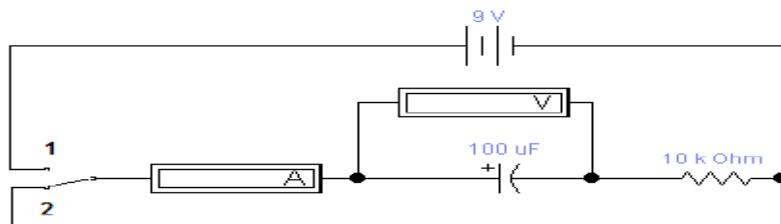
3- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتعدة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (1) وضعية (شحن).

4- احسب قيمة الفولتية المسلطة على المتعدة وقيمة التيار المار من خلالها عندما يكون المفتاح عند النقطة (2) 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 المتsequات على التوالى والتوازي  
**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك  
**الوقت المخصص :** 4 ساعات

**الأهداف التعليمية :**  
 إن يكون الطالب قادرًا على تنفيذ دوائر التوالى والتوازي للمتsequات الكهربائية.

### التسهيلات التعليمية :

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

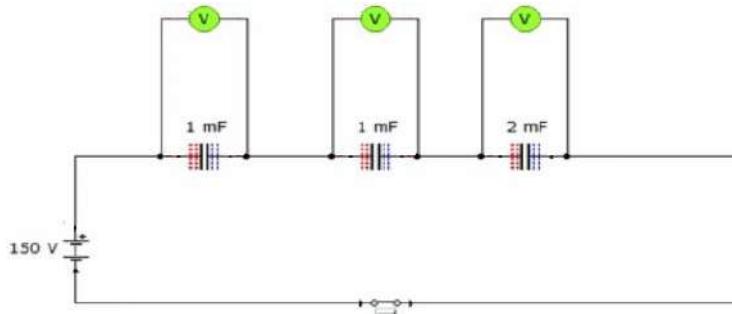
### خطوات تنفيذ التمرين :

#### الرسومات التوضيحية

#### النقاط الحاكمة

#### خطوات العمل

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاثة متsequات متصلة بالتوالى على لوحة التوصيل .( Veroboard)



3- جهز فولتية مقدارها 150V .

4- باستخدام جهاز RLC سجل قيمة المتsequة الكلية.

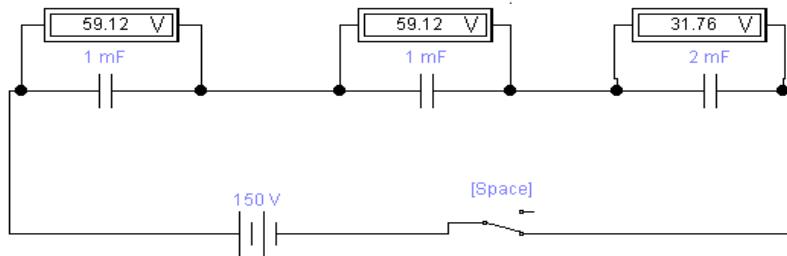
5- قارن بين حساباتك العملية والنظرية. استعن بالقانون الآتي:

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

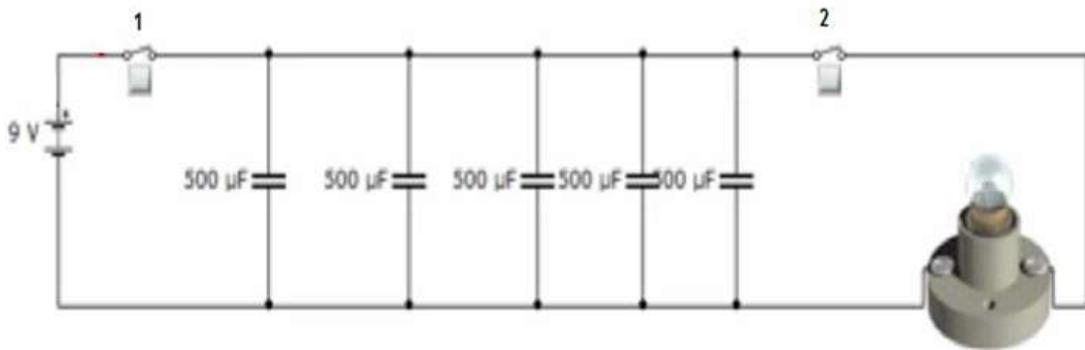
6- سجل الفولتية على كل متsequة باستخدام جهاز الفولتميتر.

7- عند ربط متsequة واحدة  $C = 1mF$  الى مصدر جهد 150V سوف نلاحظ تلف المتsequة والسبب (عدم تحمل المتsequة 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 بالقانون التالي:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

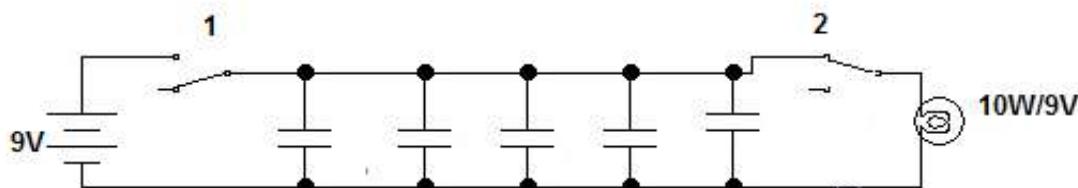
11- صل مفتاح (1) واقتصر مفتاح (2) .

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

13- أفصل مفتاح (1) واربط مفتاح (2) ستشاهد توهج المصباح لفترة قصيرة بسبب شحن المتساعات.

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

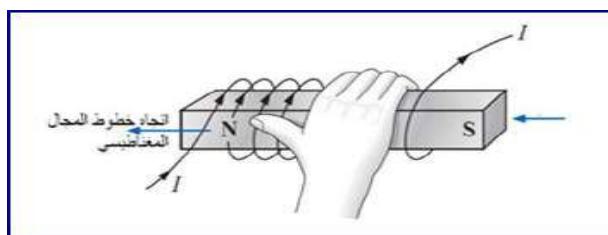
15- أربط الدائرة بطريقة EWB.



### 2-3 مبدأ عمل الملف

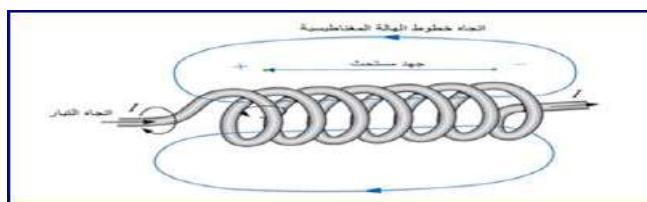
يعمل الملف وفق نظرية علمية تنص على انه (عندما يمر تيار كهربائي في سلك موصى بنسأ حول هذا السلك مجال مغناطيسي. ويتزايد هذا المجال بزيادة التيار المار في السلك). اتجاه المجال المغناطيسي المتشكل حول الموصى يمكن تحديده استناداً الى ما يدعى بقاعدة اليد اليمنى التي تنص على انه إذا وضع الملف في اليد اليمنى وقام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

الشكل (11-3) 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 إلى القطب الجنوبي للمغناطيس الافتراضي لذلك ستتشكل حالة مغناطيسية حول الملف كما في الشكل (12-3).



**الشكل 3-12 حالة مغناطيسية حول ملف يمر خلاله تيار**

الشكل(3-13) يوضح بان هناك جهاز 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 بدورها تياراً آخر داخل الملف سيكون معاكساً لاتجاه التيار الأصلي. هذا التيار الجديد سيحد من التغير السريع للتيار الأصلي. لذلك فإنه في اللحظة التي يبدأ بها تيار الملف بالتغير لأي سبب كان سيكون هناك تأثير معاكس سيحد من هذا التغير. على هذا الأساس فإن التيار المار في الملف سوف لا يتغير من قيمة أعلى إلى 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 لملف الثابت والملف المتغير**

### 3 - 3 أنواع الملفات

الملفات كما في المقاومات والمتسعات يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين وهم الملف الثابت (Fixed) والملف المتغير (Variable). ويرمز لهما في الدوائر الإلكترونية كما موضح في الشكل (3-13). الملف الثابت يكون ذا قلب هوائي أو حديدي أما الملف المتغير فان قلبه عبارة عن قضيب مصنوع من مادة الفيرایت المغناطيسية (Ferromagnetic) وقابل للحركة داخل الملف. والشكل (3-14) يوضح أنواع الملفات الصغيرة الحجم (1 ملم إلى 1 سم) المستخدمة في دوائر الأجهزة الخلوية.



الشكل 14-3 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- منضدة عمل 3- جهاز آفوميتر رقمي عدد (1).
- 4- جهاز آفوميتر تناطيри عدد(1).
- 5- أسلاك لف 27 swg بكرة عدد (1).
- 6- مجهز قدرة V (0-12) عدد (1).
- 7- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).
- 8- لوحة توصيلات Breadboard عدد (1).
- 9- سماعة هاتف محمول عدد (1).
- 10- لوحة مطبوعة لهاتف محمول عدد (1).
- 11- ميكروفون هاتف محمول عدد (1).
- 12- سماعة حاسوب محمول عدد (1).
- 13- ميكروفون حاسوب محمول عدد (1).

#### خطوات تنفيذ التمرين :

الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

- 1- ارتدى بدلة العمل.
- 2- اصنع ملفاً بسيطاً مكوناً من 50 لفة موضوعاً على بكرة من البلاستيك ومثبتاً على قلب من الحديد كما موضح بالشكل الآتي. ثم سجل محاثة الملف باستخدام جهاز RLC
- 3- المطلوب بناء أربعة ملفات ذات قلب هوائي كما موضح بالشكل الآتي . ثم سجل محاثة الملف باستخدام جهاز RLC



4- حدد سماعة الهاتف المحمول والهاسوب المحمول مستعيناً بالشكل الآتي. افحص كل منها بالاستعانة بأجهزة الفحص.



5- حدد مايكروفون الهاتف المحمول والهاسوب المحمول مستعيناً بالشكل أدناه. افحص كلاً منهما بالاستعانة بأجهزة الفحص.



### 4-3 التيار المتناوب Alternating Current

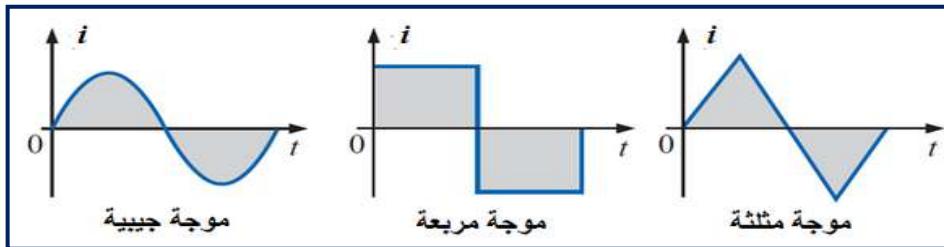
يمكن تعريف التيار المتناوب أو (المتغير) بأنه **التيار الذي تتغير قيمته باستمرار مع تغير الزمن** ويرمز له (AC). ومفهوم هذا النوع من التيار الكهربائي مغایر تماماً لمفهوم النوع الآخر وهو التيار المستمر (Direct Current) الذي يمكن تعريفه على انه **التيار الذي تكون له قيمة ثابتة مع تغير الزمن** ويرمز له (DC).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

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

#### 1-4-3 أنواع الموجات المتناثبة 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 متناثبة وهي الموجة الجيبية (Sinusoidal wave) والمرיבعة (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 والالكترونية والاتصالات والمعامل) هي الموجة الجيبية. إن السبب الرئيسي لانتشار الموجة الجيبية هو أن الطاقة المنتجة من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي يستخدمها أغلب الناس هي طاقة يتم تجهيزها على شكل تيار متناوب جيبي وفولتية متناثبة جيبي. أغلب أجهزة المنازل تستخدم الموجة الجيبية كطاقة داخلة إليها. لذلك فإننا في هذا

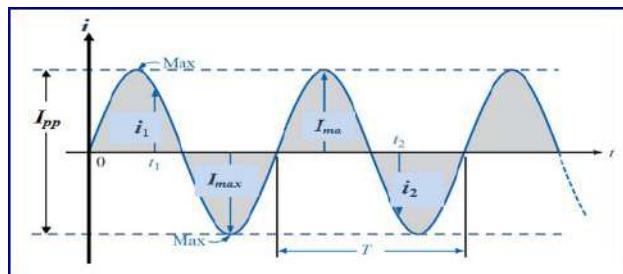
الفصل سنركز على الموجة الجيبية لأهميتها ولكن ذلك لا يعني عدم أهمية الأنواع الأخرى للموجات وإنما انحصر تركيزنا على النوع الأكثر شيوعا في مجال الكهرباء والالكترونيات.



**الشكل 3-15 بعض أنواع الموجات المتناوبة**

#### 2-4-3 خصائص التيار المتناوب الجيبى

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



**الشكل 3-16 موجة تيار متناوب جيبية**

##### 1- القيمة اللحظية (Instantaneous Value) :

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

##### 2- القيمة العظمى (Maximum Value) :

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

##### 3- 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 إلى القمة هي حاصل جمع قيمة القمة الموجبة للموجة مع القيمة المطلقة للقمة السالبة. ويرمز لها بحرف كبير ( $I_{p-p}$ ).

##### 4- الموجة الدورية (Periodic Waveform) :

وهي الموجة التي تكرر نفسها باستمرار بعد مرور الزمن نفسه. الموجة الموضحة في الشكل (3-16) هي موجة دورية كونها تكرر نفسها بعد مرور  $T$  من الزمن باستمرار.

##### 5- المدة (Period) :

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

## 6- الدورة (Cycle):

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

## 7- التردد (Frequency):

وهي عدد الدورات التي تظهر في الموجة في زمن مقداره ثانية واحدة. ووحدة قياس التردد هي الهرتز (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 إلى 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 الجيبى الذى يتغير مع الزمن  $t$ .  
( $I_{max}$ ) يمثل القيمة العظمى للتيار.

( $\omega$ ) تمثل السرعة الزاوية (Angular Velocity) التي يدور فيها الملف وتقاس بالزاوية نصف القطرية (Radian) على الزمن وختصارها (rad/sec).

( $f$ ) تمثل التردد الذى يقاس بالهرتز (Hz).

( $\pi$ ) يمثل قيمة ثابتة مقدارها التقريري هو 3.14.

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

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

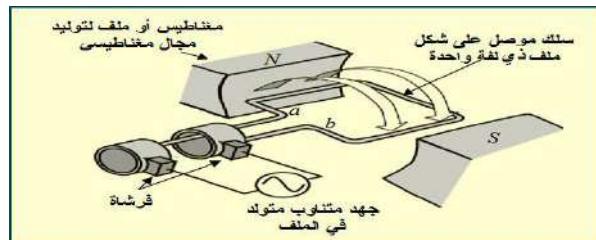
## 4-4-3 توليد التيار المتناوب Generation of AC Current

يمكن توليد التيار المتناوب بالاعتماد على نظرية علمية تدعى نظرية فارادي التي تنص على انه : إذا قطع سلك كهربائي خطوط مجال مغناطيسي فان جهد كهربائي محثث سيتولد على طرفي السلك وكذلك يمكن للجهد الكهربائي أن يتولد نتيجة تدوير مجال مغناطيسي حول ملف كهربائي ثابت.

الشكل (17-3) يمكن عده مولداً للتيار المتناوب أو (الجهد المتناوب) ويتكون من ملف على شكل إطار مستطيل مثبت على محور يتحرك بسرعة زاوية باتجاه عقرب الساعة داخل مجال مغناطيسي قاطعاً إياه. والإطار المستطيل هو موصل من النحاس يرتبط في نهايته بحلقتين متوصيلتين معلقتين تسمى حلقات انزلاقية أو فرشاة (Brushes).

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

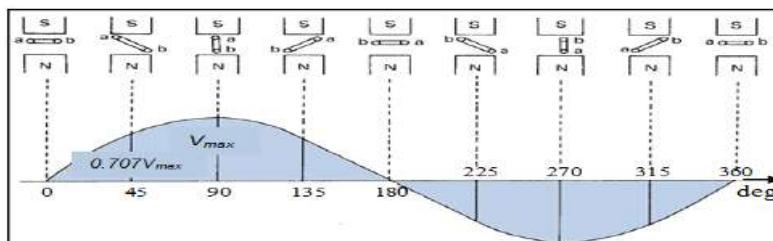
- 1- كثافة الفيض المغناطيسي (Flux).
- 2- الطول الفعال للملف الذي يقع ضمن هذا الفيض.
- 3- سرعة الزاوية لدوران الملف.
- 4- مقدار الزاوية المكونة من اتجاه الدوران مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.



**الشكل 17-3 مولد تيار متذبذب**

ولغرض دراسة الجهد المتولد نفترض بان العوامل الثلاثة الأولى ثابتة ونبداً بقراءة قيم الجهد المتولد كل مرة تزداد بها الزاوية بين جانبي الملف (a و b) بمقدار  $45^\circ$  ابتداءً من الصفر. أي يتم قراءة قيم الجهد للزوايا (0,45,90,135,180,225,270,315,360).

الشكل (18-3) يوضح القيم المقررة 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 متذبذبة.

**الوقت المخصص :** ساعتان

**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية :**

إن يكون الطالب قادرًا على صنع ملف مكون من عدد لفات مختلفة.

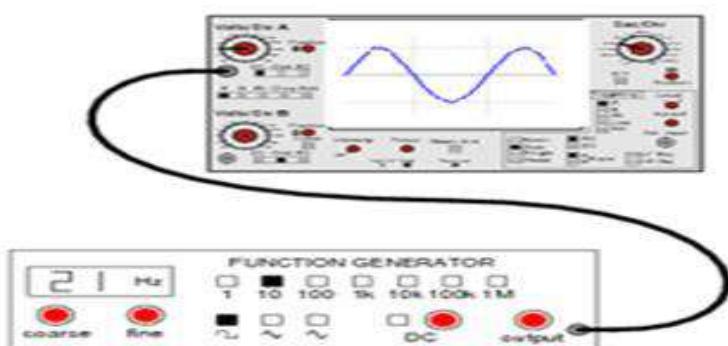
**التسهيلات التعليمية :**

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

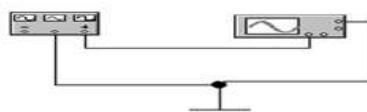
## خطوات تفريذ التمرين:

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

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- قم بتوصيل مولد الدالة مع راسم الاشارة وحقق موجة جيبية مقدارها  $2V$  وتردد  $10Hz$ .



- 3- قم بقياس ( $V_p, T, V_{p-p}$ ) بأسستخدام راسم الاشارة عملياً.
- 4- أعد الخطوات السابقة للإشارة المربعة بسرعة  $4 V_{p-p}$  وبتردد  $2 kHz$ .
- 5- اعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB لكل من الاشارات (الجيبية ، المثلثة ، المربعة).



## 5-3 المحولات الكهربائية Electrical Transformers

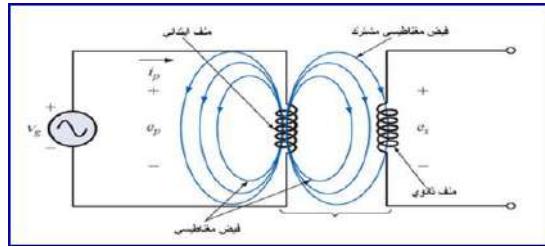
**المحولة:** هي جهاز كهربائي يتكون من ملفين معزولين و ملفوفين حول قلب مغناطيس مصنوع من الحديد المطاطع. وظيفة المحولة الأساسية هي تحويل تيار متتالوب ذي فولتية معينة الى تيار متتالوب آخر بفولتية أخرى (أعلى أو أقل). هناك استخدام واسع للمحولات الكهربائية في حياتنا اليومية فهي تستخد كجهاز أو معدة منفردة أو تدخل ضمن أجهزة كثيرة وتأتي في مجموعة متنوعة وواسعة من الأحجام والسعات (القدرات) والفولتیات، وتستخدم أكبر المحولات لربط شبكات الكهرباء الوطنية والصغرى في العديد من التوصيات والمنظومات الكهربائية الصغرى جدا منها في الأجهزة الإلكترونية.

### 3-5 مبدأ عمل المحولة

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

الشكل (3-19) يوضح طريقة عمل المحولة كما ذكرنا بأن 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 المتتالوب ( $V_g$ ). 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 المتتالوب ( $i_P$ ) في الملف الابتدائي فإن فيضاً مغناطيسيا (Magnetic Flux) سيتولد فيه وحوله فضلاً عن جهد لحظي مستحدث ( $e_P$ ) قيمته متساوية لجهد المصدر. الفيض المغناطيسي نفسه المتولد



**الشكل 19-3 مبدأ عمل المحولة الكهربائية**

سيتلقى مع لفات الملف الثانوي مولداً بذلك جهذا لحظياً محظياً ( $E_S$ ) على طرفي الملف الثانوي. يمكن أن يكون هناك أكثر من ملف ثانوي واحد وبأعداد لفات مختلفة للحصول على جهود خرج مختلفة.

### 3-5 المحولة الرافعة والمحولة الخاضة

يمكن للمحولة أن تكون رافعة للفولتية أو خاضة 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 ( $N_S$ ) وكالآتي:

$$\frac{E_P}{E_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

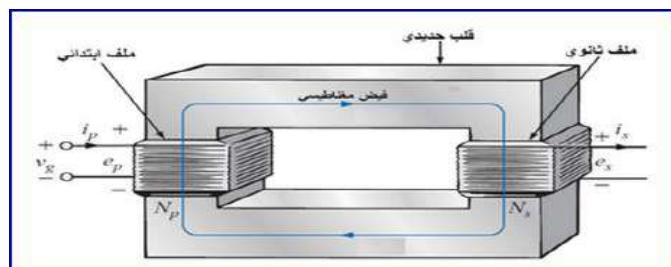
غالباً ما يتم تسمية نسبة  $N_P$  إلى  $N_S$  بمعامل التحويل (Transformation Coefficient) ويعطى لها رمز ول يكن  $K$  إذ أن:

$$\frac{N_P}{N_S} = K$$

عندما تكون قيمة  $K$  أقل من واحد ( $K < 1$ ) فإن المحولة تدعى بالمحولة الرافعة (Step-Up Transformer) كونها تعطي جهذا في جهة الخرج أكبر منه في جهة الدخل ( $E_S > E_P$ ). وفي حالة قيمة  $K$  أكبر من واحد ( $K > 1$ ) فإن المحولة تدعى بالمحولة الخاضة (Step-Down Transformer) كونها تعطي جهذا في جهة الخرج أصغر منه في جهة الدخل ( $E_S < E_P$ ).

### (2-3) مثال

للمحولة الموضحة في الشكل (20-3) إذا كان  $N_p = 50$  و  $N_s = 600$  و  $E_p = 200V$ . احسب قيمة الفولتية الخارجية من المحولة ( $E_s$ ) ومعامل التحويل ( $K$ ). نقاش النتائج



**الشكل 20-3 محولة كهربائية**

**الحل:**

يمكن إيجاد قيمة  $E_S$  وكالآتي:

$$E_S = \frac{E_P \cdot N_S}{N_P} = \frac{200V \cdot 600}{50} = 2400 \text{ V}$$

كذلك يجب حساب قيمة K وكالآتي :

$$K = \frac{N_P}{N_S} = \frac{50}{600} = 0.083$$

بعد إيجاد قيمة K وكانت أقل من 1 فإننا ندعى المحولة بالمحولة الرافعه لأنها ترفع الفولتية الداخلة لها من 200V إلى 2400V. وقد تم ذلك كون عدد لفات الملف الثانوي أكثر من عدد لفات الملف الابتدائي.

### 3-5-3 أنواع المحولات

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

#### 1- محولات التردد المنخفض:

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

#### 2- محولات التردد المتوسط ( Intermediate-Frequency Transformers )

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

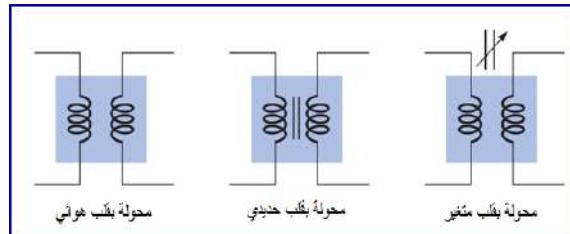
#### 3- محولات التردد العالي (Radio-frequency Transformers)

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

الرموز المستخدمة للإشارة إلى أنواع المحولات الرئيسية موضحة بالشكل (21-3) والشكل (22-3) 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)

الوقت المخصص : ساعتان

اسم التمرين : المحولات الكهربائية  
مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

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

#### التسهيلات التعليمية :

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

#### خطوات تنفيذ التمرين :

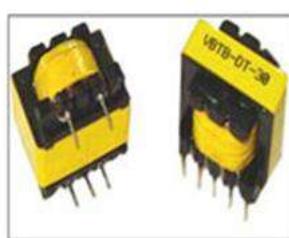
الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

1- ارتدي بدلة العمل.

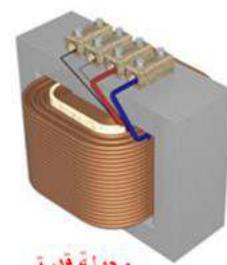
2- في الشكل الآتي عدد مختلف من المحولات الكهربائية ( محولة القدرة ، محولة الخرج ، محولة القيادة ) ميز بين هذه المحولات.



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 3.
- 5- افحص محولة تالفة (حرق او قصر) من خلال الاوميتر وسجل النتائج.
- 6- فكك محولة شحن للهاتف المحمول وسجل فولتية المصدر والвольتية الخارجية أثناء 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 وتفرغ المتسعة الكيميائية.

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

5- وضح كيفية فحص الملفات والمحولات الكهربائية.

6- اشرح عمل المحولة .

## الوحدة الرابعة

4

أشباء الموصلات والثنيات  
Semiconductors & Diodes

### الاهداف

#### الهدف العام

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

#### الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على ان:

- 1- يعرف تكوين الثنائي.
- 2- يتعلم التمييز بين الثنائيات.
- 3- يتعلم بناء دوائر التقويم (نصف الموجة والموجة الكاملة).
- 4- يطبق الدوائر العملية لتنظيم الفولتية والترشح.

## في هذه الوحدة ستتعلم المفاهيم 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 ثانوي الانبعاث الضوئي والثاني الذي يتحسس الضوء.

تمرين رقم (17):

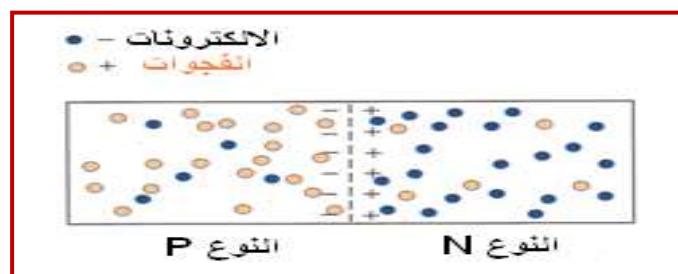
بناء دائرة مقوم نصف موجة ومقوم كامل الموجة والمقارنة بين حالات التقويم ، و بناء دائرة مقوم نصف موجة مع مرشح ومعرفة تأثير المتسعة على خرج الاشارة.

**1-4 المواد شبه الموصلة (Semiconductors)**

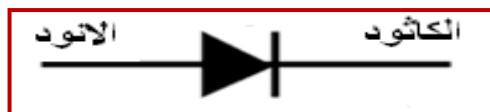
تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أنواع هي (مواد موصلة، مواد عازلة مواد شبه موصلة) تقع المواد شبه الموصلة بين المواد العازلة والموصلة.

**1-1-4 الثنائيات (Diodes)**

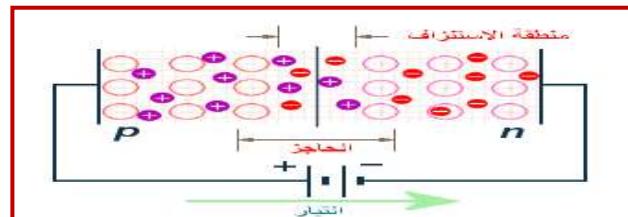
نحصل على وصلة P-N من دمج مادتين من شبه الموصل موجب P و سالب N بطريقة الانتشار والشكل (1-4) يوضح رسمياً تخطيطياً للوصلة (P-N junction) (P-N junction) يدعى بالثنائي (Diode).

**الشكل 1-4 الوصلة (P-N junction)**

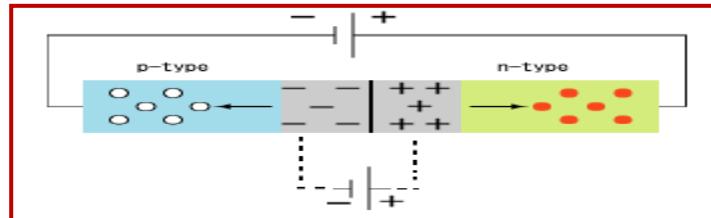
لاحظ الشكل (2-4) حيث يشير رأس المثلث إلى منطقة N وهي الكاثود بينما تشير قاعدة المثلث إلى منطقة P وهي الأنود.

**الشكل 2-4 رمز الثنائي**

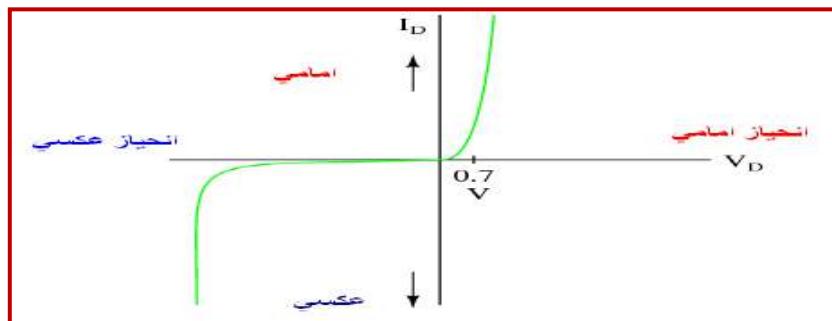
**الانحياز الامامي للثنائي:** يكون الثنائي بالانحياز الامامي (Forward Biased) عند توصيل الطرف الموجب للدايود مع القطب الموجب للبطارية والطرف السالب من الدايتود مع القطب السالب للبطارية سوف تقل المقاومة ويزداد التيار.

**الشكل 3-4 الانحياز الامامي للثنائي**

**الانحصار العكسي للثاني:** يكون الثنائي بالانحصار العكسي (Reverse Biased Diode) عند توصيل الطرف الموجب للدايمود مع القطب السالب للبطارية والطرف السالب من الدايمود مع القطب الموجب للبطارية سوف تزداد المقاومة ويقل التيار والشكل (4-5) يوضح خواص الثنائي بالانحصار الامامي والانحصار العكسي .

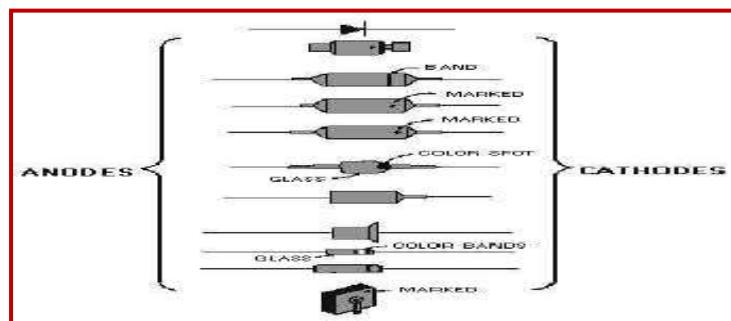


الشكل 4-4 الانحصار العكسي للثاني



الشكل 4-5 خواص الثنائي بالانحصار الامامي والانحصار العكسي

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



الشكل 4-6 اشكال مختلفة من الثنائيات

#### 4-1-4 انواع الثنائيات:

توجد أنواع عديدة من الثنائيات والشكل (4-7) يبين رمز كل منها.

- 1- ثانوي (المقوم): يعمل على تقويم التيار المتناوب AC الى تيار مستمر DC.
- 2- ثانوي زينر: يستخدم لثبتتة الفولتية المستمرة بالدوائر الالكترونية.
- 3- ثانوي الانبعاث الضوئي: يبعث ضوءاً باللون الأحمر او الأصفر او الأخضر بتسليط فولتية على طرفيه بالانحصار الامامي.
- 4- الثنائي الذي يتحسس بالضوء: ملائم لتحويل الضوء الى تيار او فولتية حسب استخدامه في الدوائر الالكترونية.

- 5- الثنائي النقي: يستخدم كمذبذب لتوليد الإشارات بالترددات العالية.
- 6- الثنائي السعوي: يعمل في دوائر رنين في أجهزة الإرسال والاستلام.
- 7- الثنائي شوكلي: له استخدامات كثيرة أهمها استخدامه في السيطرة على فولتية بوابة الثايروستور.



**الشكل 4-7 رموز لأنواع الثنائيات**

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



**الشكل 4-8 عناصر الكترونية نوع SMD على الدائرة المطبوعة**

وعناصر زيادة السطح Surface Mount Devices (SMD) صغيرة الحجم وخفيفة الوزن ومنها المقاومات والمتسعات وال الثنائيات والترانزستورات ثنائية القطب وترانزستورات تأثير المجال FET .. الخ. وتستخدم في الوقت الحاضر في الأجهزة المحمولة مثل الهاتف الخلوي والحواسوب المحمولة Laptop و بسبب هذه التقنية زاد الإنتاج و قلت 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**

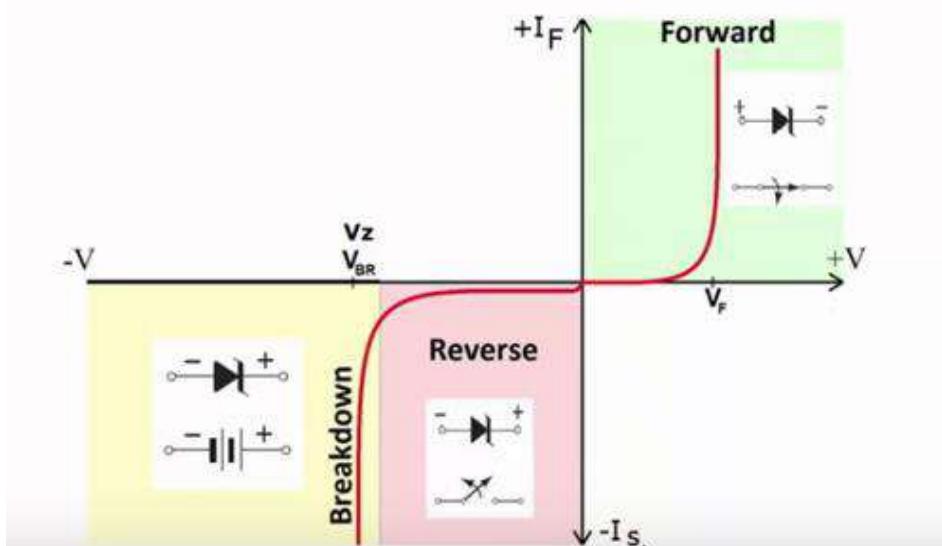
### 3-1-4 ثانوي زينر (Zener diode)

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



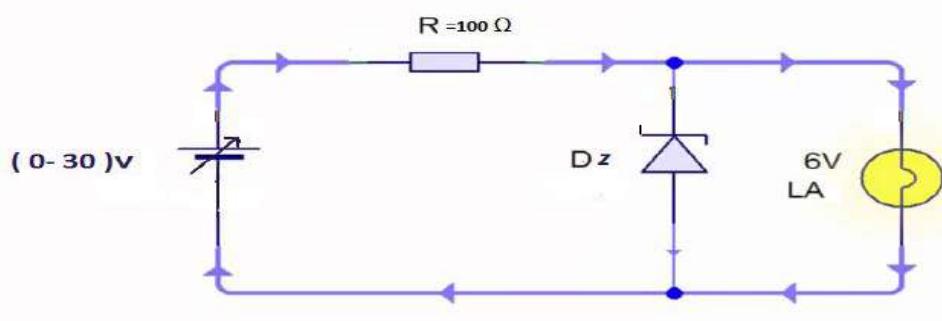
شكل 4-10 رمز ثانوي زينر

**الغرض من ثانوي زينر** هو تثبيت الجهد الكهربائي والشكل (11-4) منحني يوضح طريقة مبسطة لنقط عمل ثانوي زينر.



شكل 4-11 منحنى خواص ثانوي زينر

**الفكرة العملية لعمل ثانوي زينر :** في الشكل (12-4) دائرة ثانوي زينر يعمل كمحبب فولتية، حيث المصباح يعمل على فولتية مقدارها 6 فولت فعندما تزداد الفولتية المسلطة على المصباح أكثر من 6 فولت سوف يحترق، اذن ثانوي زينر يعمل على توهج المصباح ويعمل كمحبب فولتية.



شكل 4-12 دائرة ثانوي زينر دايوود

## بطاقة العمل للتمرين رقم ( 14 )

**اسم التمرين:** ثانوي الانبعاث الضوئي، الثنائي الذي يتحسس بالضوء، الثنائي زينر، الثنائي السعوي، الفحص باستخدام المولتميتر وتعيين مراحل التطبيقات للثانيات في الهاتف المحمول والهاسوب المحمول.

**الوقت المخصص :** ساعتان

**مكان التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك**

**الأهداف التعليمية:**

إن يكون الطالب قادرًا على فحص الثنائيات المستخدمة في الدوائر الإلكترونية والأجهزة المحمولة.

**التسهيلات التعليمية :**

- 1- بدلة عمل.
- 2- منضدة عمل.
- 3- جهاز ملتميتر رقمي عدد (1).
- 4- ثانوي تقويم عدد (2).
- 5- ثانوي زينر 3.3V عدد (1).
- 6- ثانوي الانبعاث الضوئي (احمر، اخضر ، ازرق ، اسود) عدد(3).
- 7- حقيبة أدوات الكترونية عدد (1).
- 8- ثانويات مختلفة مستخدمة في الأجهزة المحمولة نوع SMD عدد (4).

### خطوات تنفيذ التمرين:

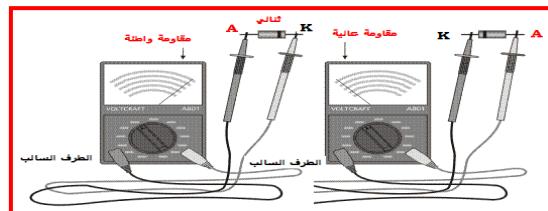
**الرسومات التوضيحية**

**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

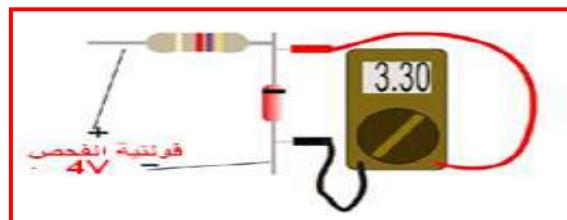
1- ارتدي بدلة العمل.

2-نفذ الدائرة الآتية لفحص الثنائي.



3- حدد احد الثنائيات المستخدمة في الأجهزة المحمولة.

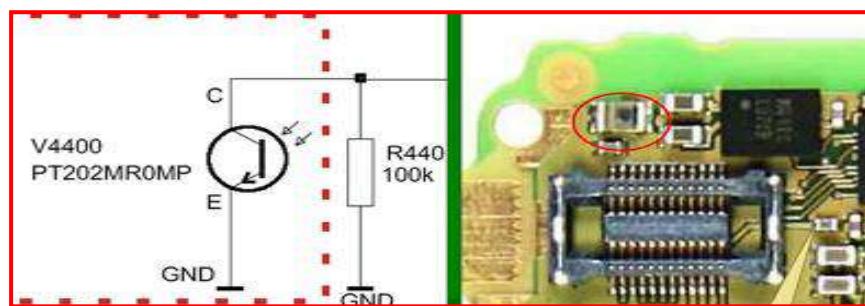
4 - نفذ الدائرة الآتية لفحص ثانوي زينر 3.3 V . ضع مقاومة من (1-10 kΩ)، ضع جهاز الفولتميتر (ملتميتر) الرقمي بالقياس V 10. ضع مجس الجهاز الموجب على طرف الكاثود وطرف مجس الجهاز السالب على الأنود، غير فولتية الفحص الى ان تصل 4V وسجل الفولتية على طرفي ثانوي زينر.



5- لفحص ثنائي الانبعاث الضوئي للون الاصفر مثلاً ضع طرف الانود الثنائي على القطب الموجب للبطارية وطرف الكاثود الى الطرف السالب للبطارية فتنج عن وجود ضوء في مساحة معينة اي كمتحسس وبالعكس.

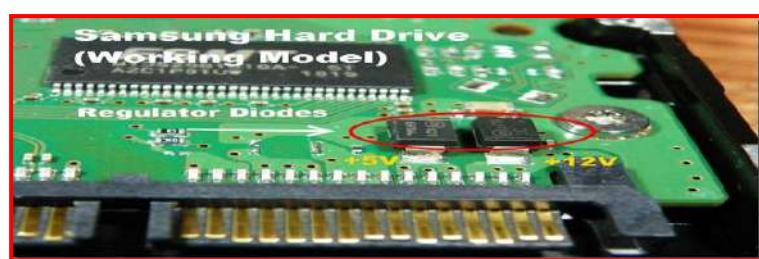
6- قم باعادة فحص ثنائي الانبعاث الضوئي للون الاحمر واللون الاخضر.

7- في جهاز الهاتف المحمول يستخدم الثنائي الضوئي كمفتاح لغلق (OFF) فلاش الكاميرا بالكشف



8- حدد الثنائي الضوئي للدائرة المطبوعة للهاتف المحمول واحجب الضوء عنه ثم سلط الضوء عليه  
والاحظ 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.

**الوقت المخصص:** ساعتان

التنفيذ / ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية :**

إن يكون الطالب قادرًا على معرفة الفرق بين الدايوود العادي وثنائي زينر.

**التسهيلات التعليمية :**

- 1- بدلة عمل . 2- منضدة عمل . 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (1) . 4- جهاز ملتيميتر تناطيقي عدد (1) . 5- لوحة تدريبية لاستخراج خواص ثنائي زينر عدد(1) . 6- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1) . 7- مجهز قدرة (dc) V (10-200) عدد(1) . 8- مقاومة  $100\Omega$  عدد (1) . 9- مصباح كهربائي 6V عدد(1) . 10- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB .

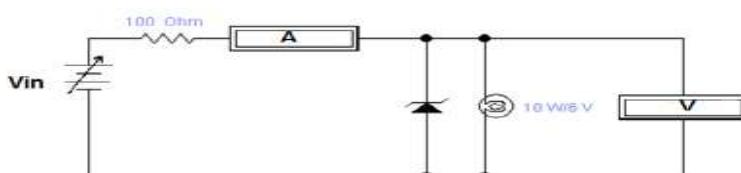
### خطوات تنفيذ التمرين:

**الرسومات التوضيحية**

**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

1- ارتد بدلة العمل:



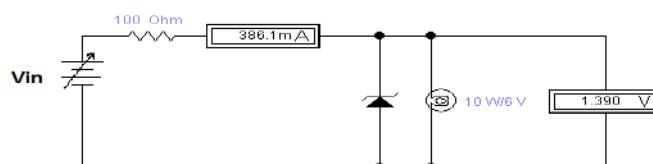
2- اربط الدائرة اعلاه واحسب الجدول التالي.

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

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

4- ارفع دايوود زينر والمقاومة وسجل التغيير الذي يطرأ على المصباح.

5- اعد الخطوات السابقة بتطبيق برنامج EWB .



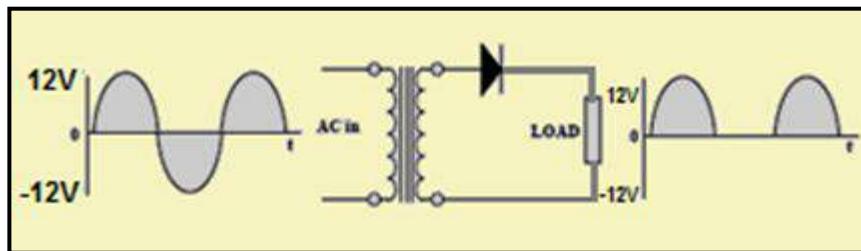
## 2-4 التقويم:

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

### 2-4-1 أنواع المقومات:

#### 1- دائرة مقوم نصف موجة:

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

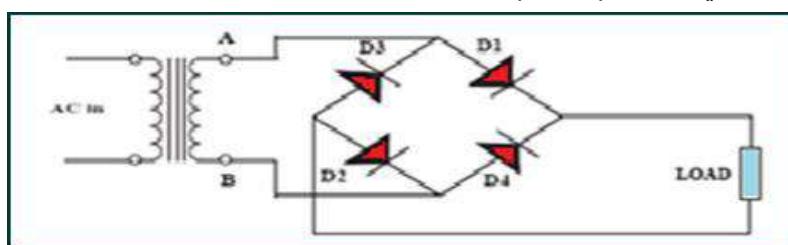


الشكل 13-4 دائرة مقوم نصف موجة

نلاحظ أن الاتجاه الموجب للإشارة هو الذي جعل الثنائي شبه الموصل يتصل بشكل أمامي لذلك مرر 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.

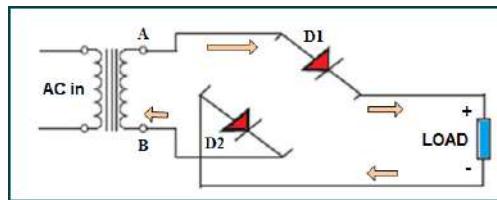
#### 2- دائرة مقوم موجة كاملة:

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

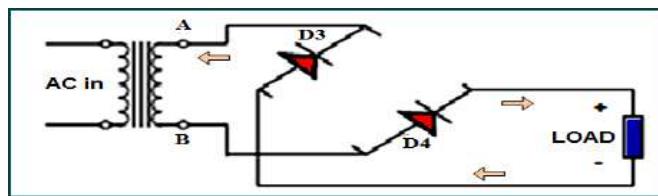


الشكل 14-4 دائرة مقوم موجة كاملة باستخدام القطرة(الجسر)

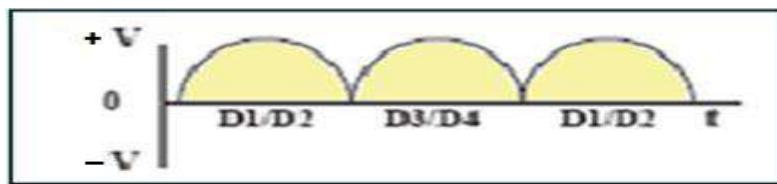
عند دخول النصف الموجب للموجة ينحاز (D<sub>1</sub> و D<sub>2</sub>) أمامياً فيمر تيار خلال الحمل كما في الشكل (15-4).



**الشكل 15-4 دائرة مقوم نصف الموجة باستخدام القنطرة وفتح دائرة الダイودين  $D_3$  و  $D_4$**   
عند دخول النصف السالب للموجة ينحاز ( $D_3$  و  $D_4$ ) أمامياً فيمر تيار خلال الحمل كما في الشكل .(16-4).



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



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

#### بطاقة العمل للتمرين رقم (16)

**اسم التمرين :** بناء دائرة لتشغيل ثانوي الانبعاث الضوئي، بناء دائرة لتشغيل الثنائي الذي يتحسس الضوء.

**المكان التفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترون      **الوقت المخصص :** ساعتان

**الأهداف التعليمية :**  
إن يكون الطالب قادرًا على تشغيل ثانوي الانبعاث الضوئي والثنائي الذي يتحسس بالضوء

#### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (1).4- جهاز ملتيميتر تناطري عدد (1).5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).6- مقاومات متفرقة. 7- مصدر مستمر (Vdc)



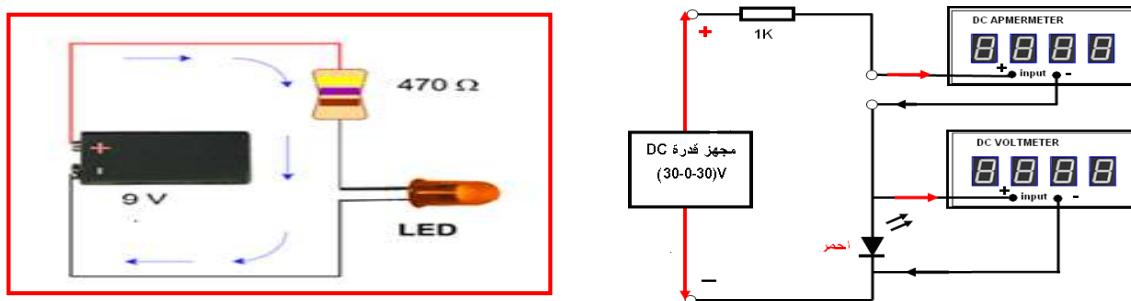
## خطوات تنفيذ التمارين:

**الرسومات التوضيحية**

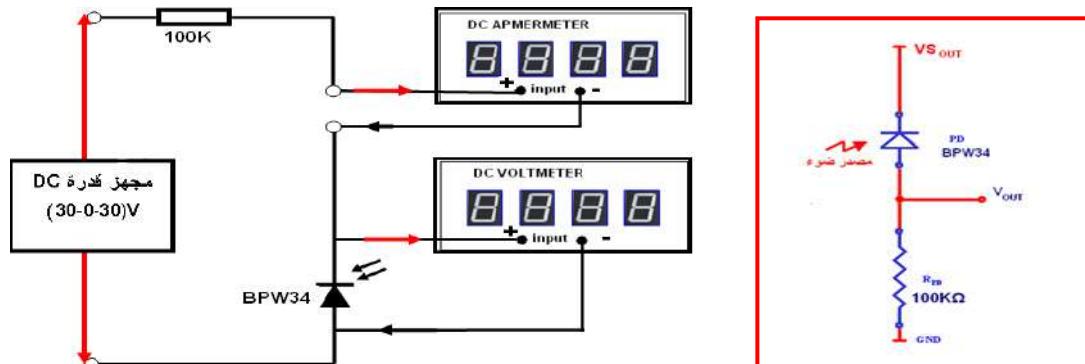
**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

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



- 3- غير الفولتية المسلطة على الثنائي بالانحياز الامامي الى 6V وسجل الظاهره.
- 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 بـاستخدام القنطرة  
**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترون  
**الوقت المخصص:** 4 ساعة

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

#### التسهيلات التعليمية :

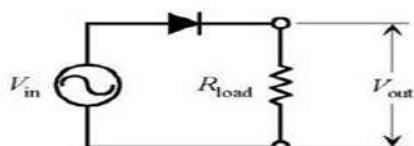
- 1- بدلة عمل.
- 2- منضدة عمل.
- 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد(1).
- 4- جهاز ملتيميتر تناظري عدد(1).
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد(1).
- 6- ثنائي تقويم IN4001 عدد(1).
- 7- ثنائي تقويم IN4009 عدد(4).
- 8- مولد الدالة Function Generator عدد(1).
- 9- راسم الأشارة OSC عدد (1).
- 10- مقاومة  $11.1\text{k}\Omega$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

#### خطوات تنفيذ التمرين:

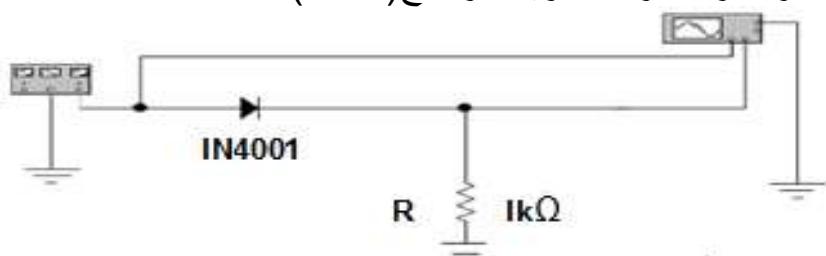
##### الرسومات التوضيحية

##### النقاط الحاكمة

##### خطوات العمل

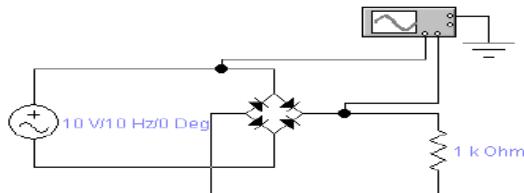


- 1- ارتد بدلة العمل.
- 2- اربط دائرة في الشكل أعلاه وادخل فولتية مقدارها  $4\text{V p-p}$  بتردد  $100\text{Hz}$  من مولد الدالة .
- 3- ضع جهاز راسم الاشارة على مخرج الدائرة .
- 4- ارسم واحسب  $V_p$  ،  $T$  ،  $\text{T}_n$  حيث ان  $\text{T}_n = \frac{\text{T}}{n}$  عدد الموجات و  $T$  الزمن الكلي
- 5- احسب  $V_{dc} = \frac{vp}{\pi}$  حيث  $V_{dc}$
- 6-نفذ الدائرة مرة أخرى بطريقة برنامج (EWB) .



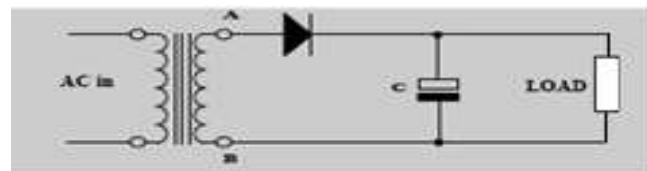
- 7- اربط دائرة مقوم موجة كاملة في الشكل أدناه واعد الخطوات السابقة حيث  $V_{dc} = \frac{2vp}{\pi}$  .
- 
- 84

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



#### 2-2-4 مقوم نصف موجة مع مرشح:

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



شكل 18-4 مقوم نصف موجة مع مرشح



شكل 19-4 الاشارة الخارجة بعد الترشح

#### بطاقة العمل للتمرين رقم (b-17)

**اسم التمرين:** مقوم نصف موجة مع مرشح

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ /** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

#### الأهداف التعليمية:

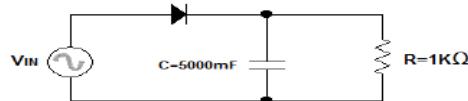
ان يكون الطالب قادرًا على بناء دائرة مقوم نصف موجة مع مرشح ومعرفة تأثير المتذبذبة على خرج الاشارة.

#### التسهيلات التعليمية :

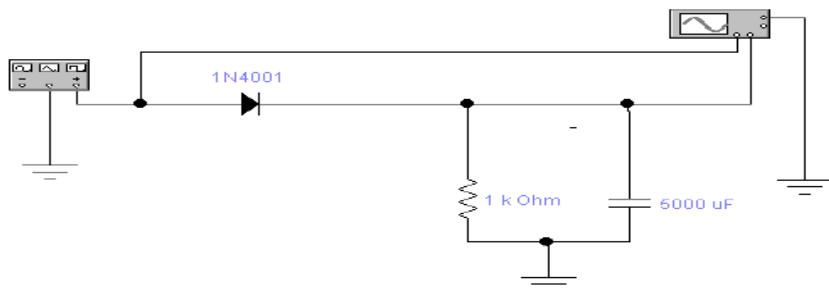
- 1- بدلة عمل. 2- منضدة عمل. 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد(1). 4 - جهاز ملتيميتر تناطيри عدد (1). 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد(1). 6- ثنائي تقويم IN4001 عدد(1).
- 7- مولد الدالة Function Generator عدد(1). 8- راسم الاشارة OSC عدد (1).
- 9- مقاومة  $1\text{k}\Omega$ . 10- متذبذبة 5000mF. 11- جهاز حاسبة يحتوي على برنامج EWB.

### خطوات تنفيذ التمارين :

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



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



### اسئلة الوحدة الرابعة

1- اشرح مع الرسم الانحياز الامامي للثاني.

2- عدد أنواع الثنائيات وارسم رمز كل منها.

3- كيف يتم فحص الثنائي؟

4- ارسم خواص الثنائي، العلاقة بين ( $V - I$ ).

5- اشرح مع الرسم الدائرة العملية لمقوم نصف الموجة.

6- اشرح مع الرسم الدائرة العملية لتقويم الموجة الكاملة (القطرة).

7- اشرح مع الرسم مقوم نصف موجة مع مرشح.

# 5

## الوحدة الخامسة

### Transistor الترانزستور

#### الاهداف

#### الهدف العام

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

#### الأهداف الخاصة

بعد اكمال هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

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

في هذه الوحدة ستتعلم المفاهيم 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

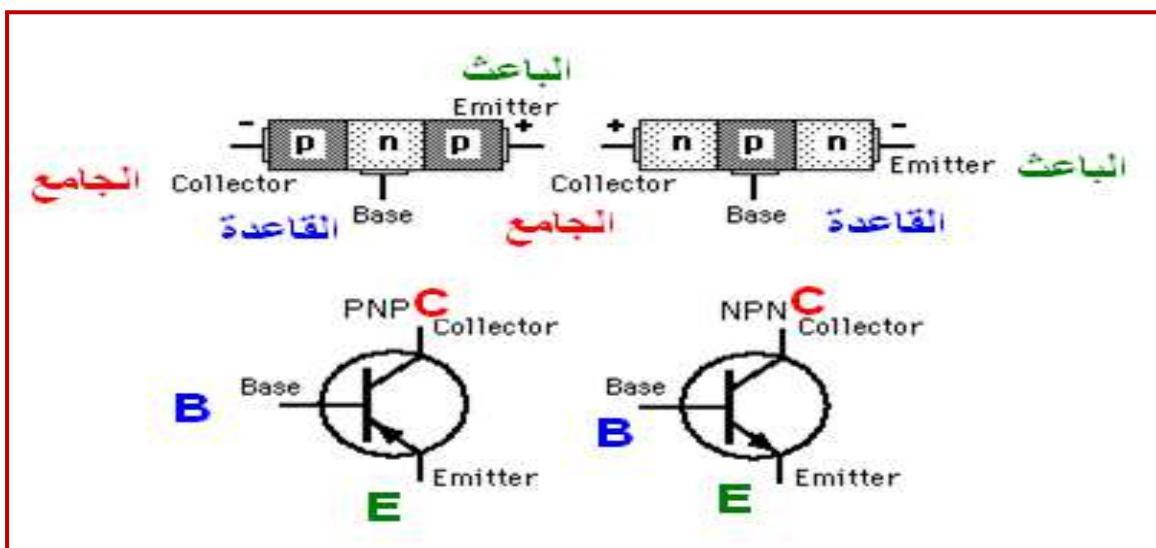
تمرين رقم (20):

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

## الترانزستور Transistor

### 5-1 الترانزستور (Transistor)

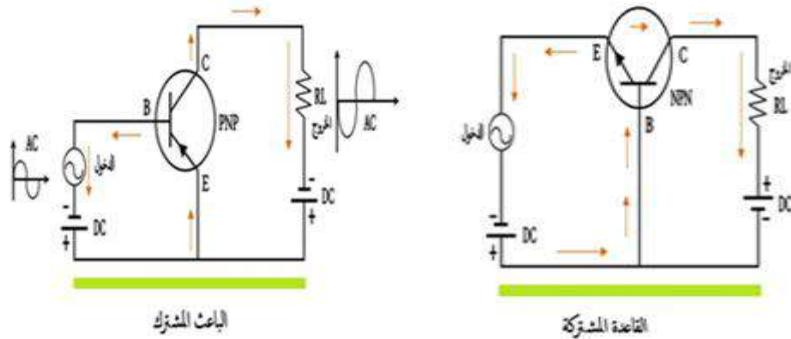
اشتقت كلمة ترانزستور من كلمتين Transfer Resistor أي مقاومة انتقالية ، وقد تم حذف المقطع الاخير من الاولى والمقطع الاول من الثانية واصبح Transistor مكوناً من احد النوعين الموجب او السالب موضوع بين نوعين متشابهين او بمعنى آخر تم وضع مادة (p-type) بين مادتين من النوع (N-type) لتكوين الترانزستور من النوع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

#### 5-1 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 وحملات الشحنة الكهربائية ويوصل أمامي مع القاعدة.
- 2- القاعدة (Base) ويرمز لها 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 الاتصالـي ثـنـائـيـ القـطـبـيـة (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 لزمن عند تشغيله.

### 3-1-5 مساوى الترانزستور:

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

### 4-1-5 استخدامات الترانزستور:

يستخدم الترانزستور بصورة عامة:

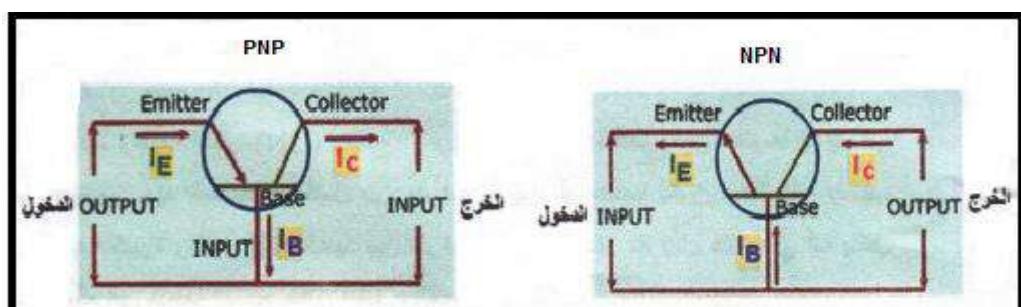
- 1- كمفتاح لأداء وظيفة الغلق(ON) والفتح(OFF) اي انه عندما يكون مفتوحا لا ينساب خلاله تيار ويظهر جهد المصدر بالكامل بين طرفيه تقريبا، او عندما يكون مغلقاً فأنه ينساب خلاله تيار بقيمة كبيرة ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً للصفر تقريباً وهذا يعني انه ينتقل من منطقة القطع الى منطقة التشبع خلال الغلق والفتح.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

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

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

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 ، فاتجاه 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 ، فإن تيار الباعث يكون مساوياً لمجموع تيار القاعدة والجامع.

$$I_E = I_B + I_C$$



الشكل 3-5

### 5-2 خصائص الترانزستور:

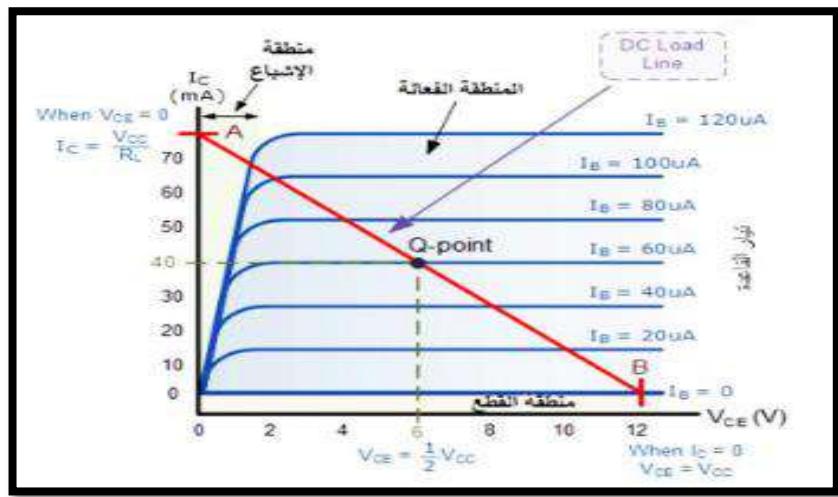
يوصل الترانزستور تياراً في الاتجاه الامامي ولايوصل تياراً في الاتجاه العكسي ومنطقة التوصيل تنقسم الى ثلاثة مناطق:

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.

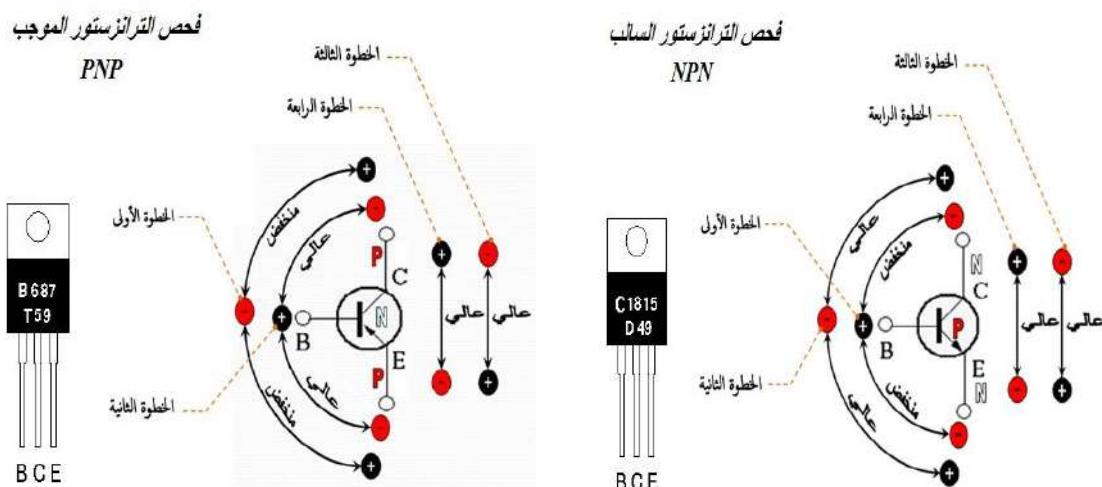
في المنطقة الاولى والثالثة يعمل الترانزستور كمفتاح ، وفي المنطقة الثانية يعمل الترانزستور كمكثف لاحظ الشكل (4-5).



الشكل ٤-٥ منحنيات خواص الخرج للترانزستور

### ٣-٥ فحص الترانزستور

يمثل الترانزستور بداعيدين موصولين على التضاد قبل فحص الترانزستور يجب علينا معرفة أقطابه ويمكننا ذلك من خلال مقياس الأوميتر وكمالي: بين القاعدة وكل من المجمع والباعث مقاومة منخفضة / في حال التوصيل الأمامي / أي يؤشر المؤشر أما إذا عكسنا الأقطاب فيشير إلى مقاومة لانهائي 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 (٥-٥) يوضح طريقة فحص الترانزستور.

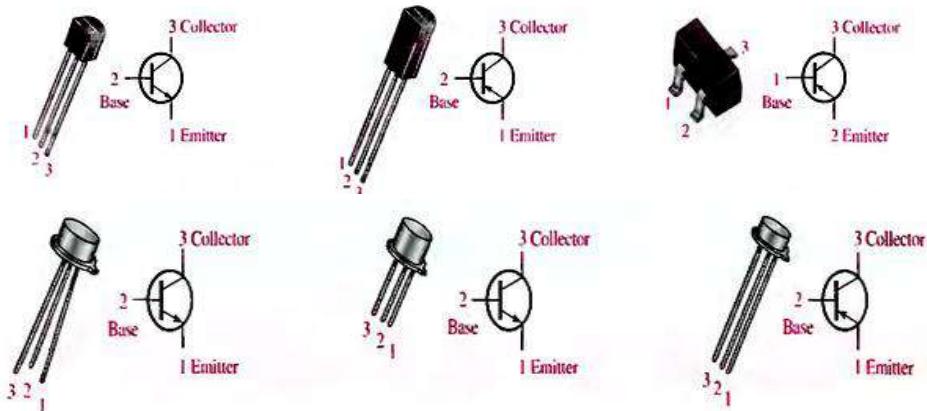


شكل ٥-٥ ملخص فحص الترانزستور

## 4-5 أنواع الترانزستور

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

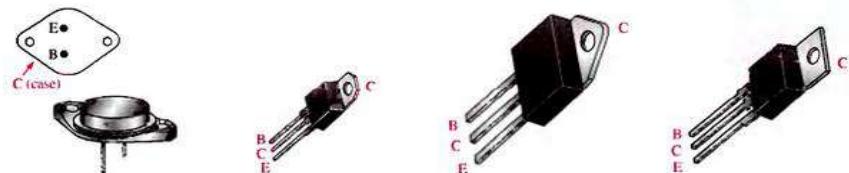
يستخدم هذا الصنف لأغراض متعددة ويوجد في العديد من الدوائر الإلكترونية ، كما أنه يتخذ أشكالاً مختلفة مثل الشكل الأسطواني الصغير (ذو القبعة المعدنية) والشكل المسطح المستطيل الصغير والشكل الأسطواني الصغير الأسود المقطوع من أحد الجوانب فضلاً عن أشكال مختلفة أخرى موضحة في الشكل (6-5).



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

### 2- ترانزستورات القدرة (Power Transistors )

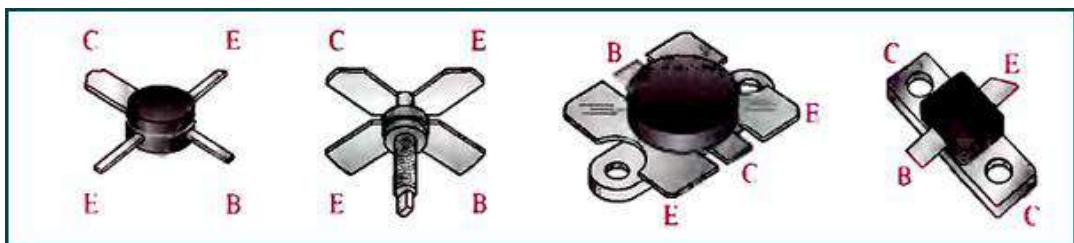
تتخد ترانزستورات القدرة أشكالاً مختلفة أيضاً فمنها الشكل الأسطواني المسطح والشكل المستطيل العمودي والشكل المسطح المستطيل (يشبه شكل الدائرة المتكاملة)، كما موضح في الشكل (5-7). وتمتاز جميع هذه الأشكال بأنها تعمل في الدوائر الإلكترونية التي تتطلب مرور تيارات كهربائية ذات مقادير أكبر من أمبير واحد وبجهود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



**الشكل 5-7 الأشكال المختلفة لترانزستورات القدرة**

### 3- ترانزستورات الإشارة الراديوية (RF Transistors)

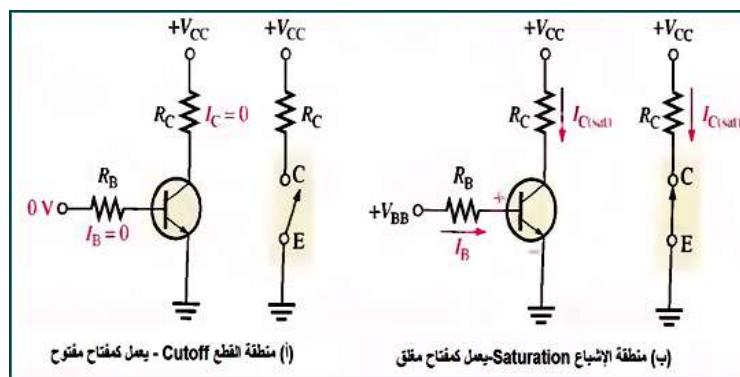
وهي الترانزستورات المستخدمة في دوائر أجهزة الاتصالات، اذ تمتنز بالعمل في الدوائر الإلكترونية التي تستخدم فيها الترددات العالية ، والشكل (5-8) يوضح الأشكال التي من الممكن أن تتخذها هذه الأنواع من الترانزستورات.



الشكل 8-8 ترانزستورات الإشارة الراديوية

### 5-5 الترانزستور الثنائي القطبية كمفتاح الكتروني

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



الشكل 9-5 دوائر استخدام الترانزستور الثنائي القطبية كمفتاح الكتروني

#### بطاقة العمل للتمرين رقم (18)

**اسم التمرين:** فحص الترانزستورات الثنائي القطب Bipolar junction transistor نوع NPN و PNP باستخدام أجهزة القياس

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

**الأهداف التعليمية:**

إن يكون الطالب قادرًا على فحص الترانزستور واستخراج خواصه.

**التسهيلات التعليمية :**

- 1- بدلة عمل.
- 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (1).
- 4- جهاز ملتيميتر تنااظري عدد (1).
- 5 - ترانزستورات مختلفة الأنواع عدد (5).
- 6- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).

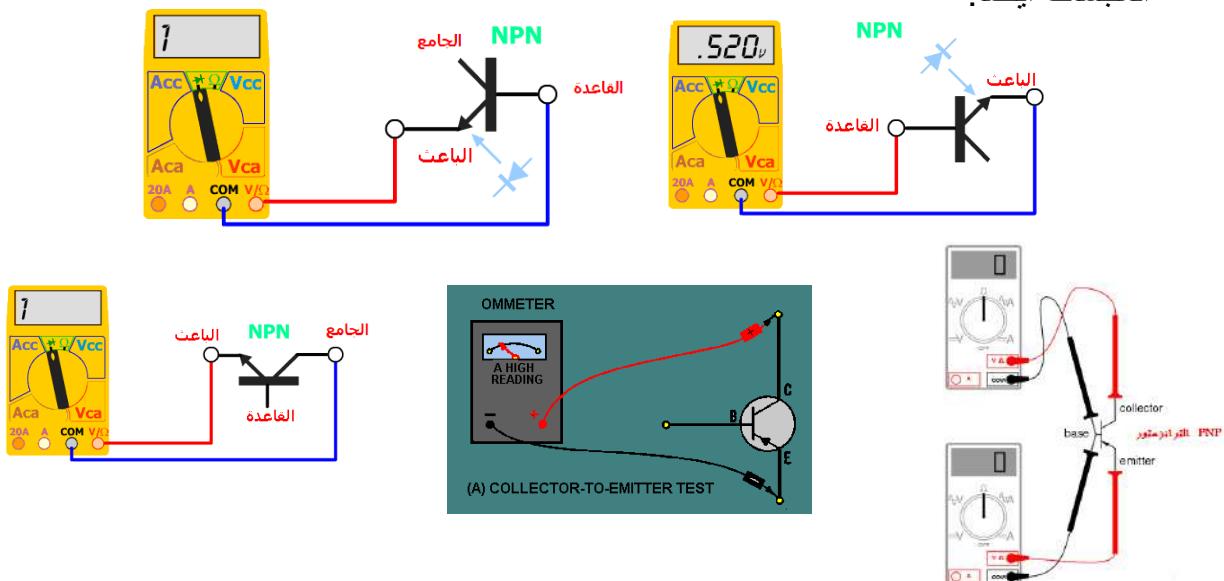
### خطوات تنفيذ التمرين :

الرسومات التوضيحية

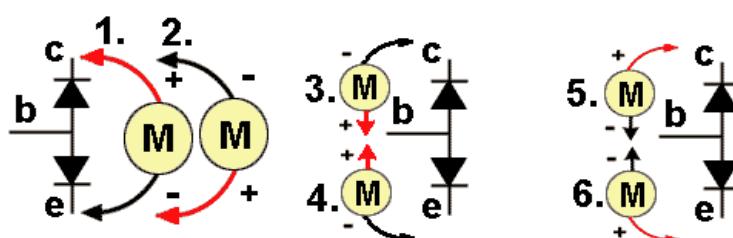
النقاط الحاكمة

خطوات العمل

- 1- ارتدي بدلة العمل
- 2- نفذ الخطوات الآتية لفحص الترانزستور: اقرأ المقاومة بين القاعدة والباعث وبين القاعدة والجامع وبقلب اطراف المجرسات لجهاز الاوميتر اقرأ المقاومة بين الباعث والجامع وبقلب المجرسات ايضاً.



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



### بطاقة العمل للتمرین رقم (19)

**اسم التمرین:** بناء دائرة عملية لاستخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني

**Transistor As Switch**

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

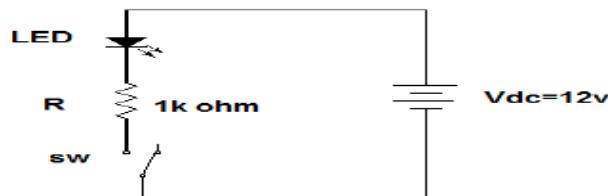
**الأهداف التعليمية:**

إن يكون الطالب قادرًا على استخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني.

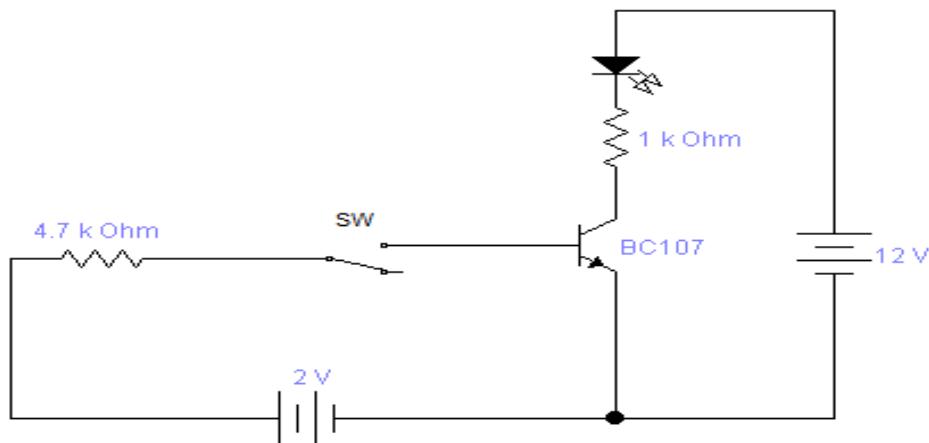
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3 - جهاز اميتر رقمي عدد (2).
- 4- ترانزستور BC107 عدد (1).
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).
- 6- ثبائي باعث للضوء عدد (1).
- 7- مقاومة  $4.7\text{k}\Omega$  ، 1  $\text{k}\Omega$  عدد (1).
- 8- مجهز قدرة V (12) عدد (2).
- 9- مفتاح كهربائي عدد (2).

**خطوات تنفيذ التمرين:**

الرسومات التوضيحية	النقاط الحاكمة	خطوات العمل
		1- ارتدي 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 الダイود الباعث للضوء في حالة عدم وجود تغذية على القاعدة.
- 4- غذِي قاعدة الترانزستور ببطارية مستمرة مقدارها 2V و مقاومة لحماية الترانزستور كما في الشكل ادناه ولاحظ عمل الダイود الثنائي .
- 5- احسب التيار المار في الثنائي وفي قاعدة الترانزستور.
- 6- قارن بين التيار المار بال الثنائي والتيار المار في قاعدة الترانزستور.
- 7- بين سبب وضع بطارية مقدارها 2V على قاعدة الترانزستور.
- 8- اعد الخطوات السابقة بطريقة EWB.



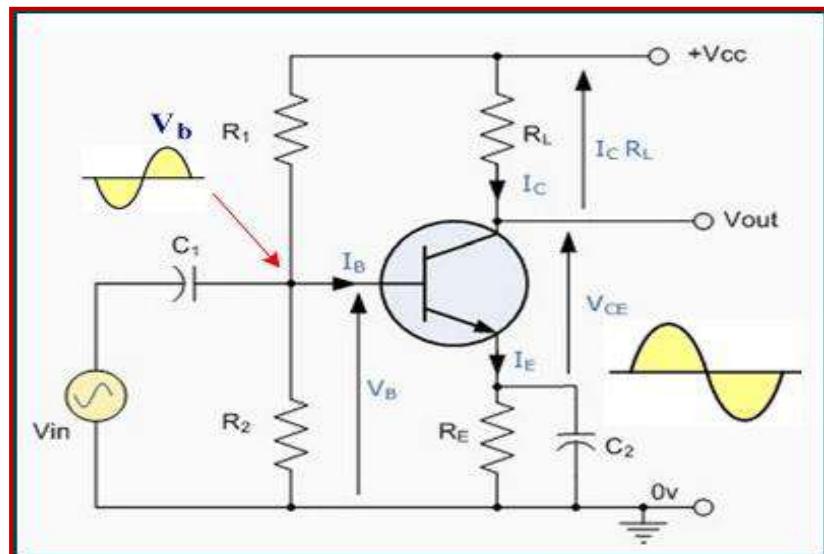
## 6-5 مكبر الباعث المشترك

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 الاشارة الخارجية يكون مختلفاً عن طور الاشارة الداخلة بزاوية مقدارها  $180^\circ$  اي ان الاشارة الخارجية تكون عكس الاشارة الداخلة.



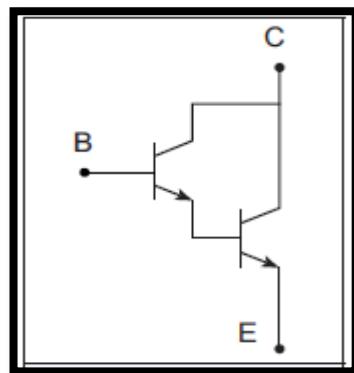
**شكل 10-5 مكبر الباعث المشترك**

## 6-5 المكبرات متعددة المراحل:

تحتاج بعض الاجهزة الإلكترونية لإحداث تضخيم عال جداً على الإشارات تصل إلى مئات أوآلاف المرات ولا يوجد أي ترانزستور يستطيع عمل ذلك التضخيم، ولكن يمكن عمل تضخيم كبير عن طريق مراحل عدّة بحيث يتم تضخيم الاشارة في المرحلة الأولى ثم تدخل على الإشارة على مرحلة تضخيم آخر وتسمي هذه الطريقة التضخيم التعافي ويسمى كل جزء من الدائرة الكلية مرحلة ومن هذه الطرق.

### 1- الرابط المباشر (Direct Coupling):

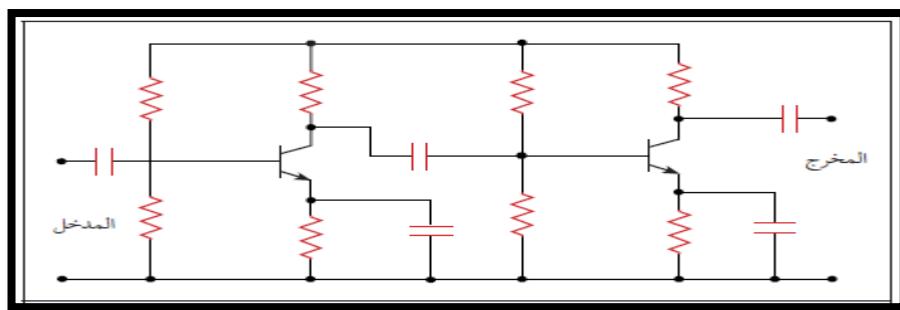
يستخدم هذا النوع عند تضخيم اشارات لها ترددات منخفضة جداً واسارة التيار المستمر (DC) لأن متساعات الرابط لا تسمح بمرور مثل هذه الاشارات. الشكل (11-5) يوضح دائرة الكترونية تستعمل الرابط المباشر من جامع الترانزستور الاول الى قاعدة الترانزستور الثاني.



الشكل 11-5 الربط المباشر

## 2- الربط بواسطة (المقاومة والمتسعة) RC Coupling

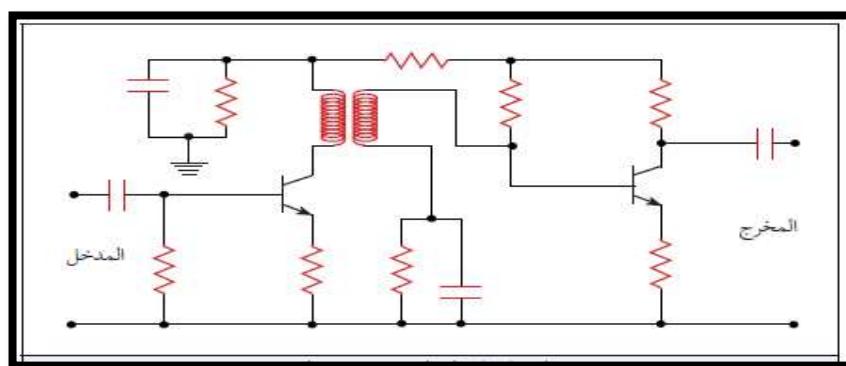
تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداماً إذ تمر الاشارة من مرحلة التكبير الأولى إلى مرحلة التكبير الثانية عبر متسعة ربط والغاية من ذلك هو منع الفولتية المستمرة الناتجة من المرحلة السابقة من الوصول إلى المرحلة الثانية حتى لا يؤثر ذلك على انحيازها كما في الشكل (12-5).



الشكل 12-5 الربط بواسطة المقاومة والمتسعة (RC)

## 3- الربط بواسطة المحول (Transformer Coupling):

في هذه الطريقة يتم الربط بين مراحل التكبير باستخدام محول اذ يستفاد من عملية الربط هذه التوافق بين ممانعات المراحل مع بعضها والحصول على التحويل الأعظم للقدرة ومن مساوى هذه العملية ان المحول كبير الحجم وثقيل وغالي بالمقارنة مع المقاومة والمتسعة وال المجال الترددي محدود والشكل (13-5) 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

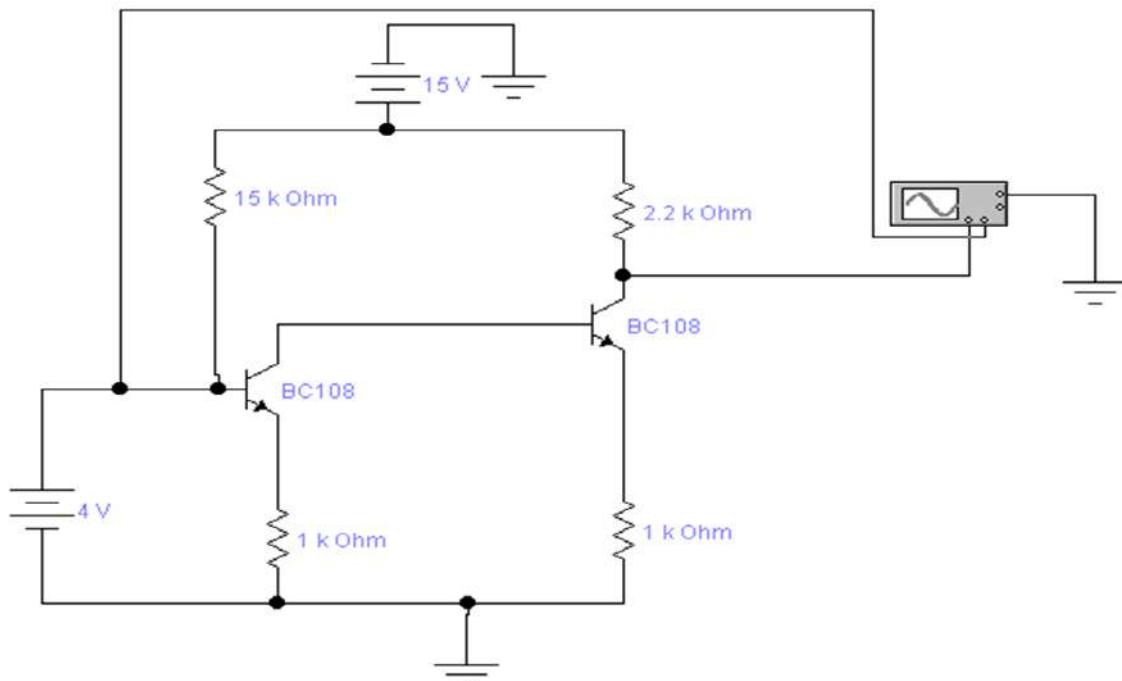
**الأهداف التعليمية:**  
 إن يكون الطالب قادرًا على استخدام الربط المباشر بين الترانزستورات.

### التسهيلات التعليمية :

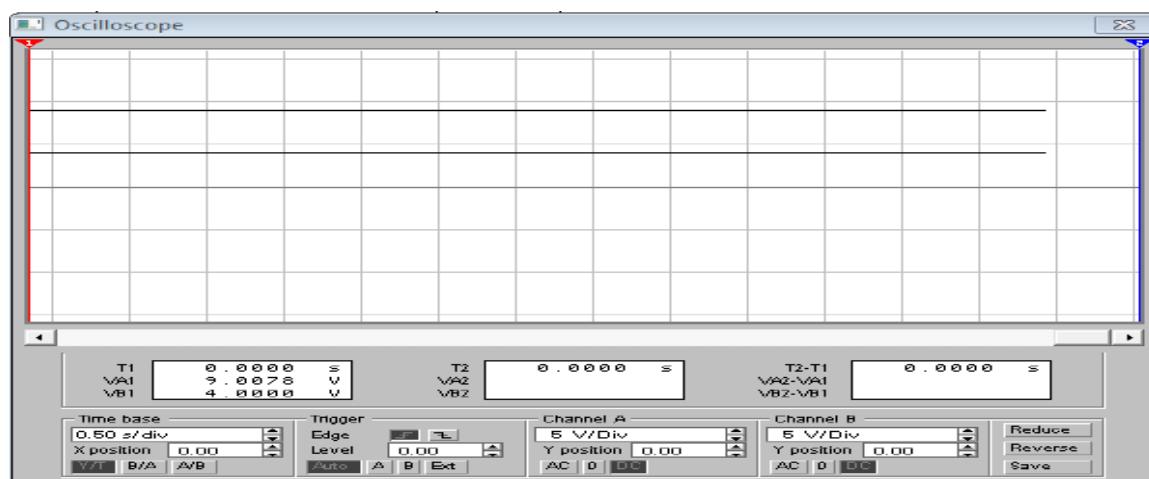
- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز فولتميتر رقمي عدد (1).4- ترانزستور BC108 عدد (1).
- 5- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل عدد (1).6- مقاومة  $15\text{ k}\Omega$ ،  $2.2\text{ k}\Omega$ ،  $1\text{ k}\Omega$  عدد (2).
- 7- مجهز قدرة  $30\text{ V}$  عدد (0). 8- مولد دالة عدد (1).
- 9- جهاز راسم الاشارة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

### خطوات تنفيذ التمرين:

خطوات العمل	النقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- ارتد بدلة العمل. 2- اربط الدائرة أدناه.		



- 3- جهز فولتية مستمرة مقدارها (15 V ، 4V) .
- 4- احسب مقدار الفولتية الخارجية بواسطة الفولتميتر مرة وبجهاز راسم الاشارة مرة اخرى .
- 5- بين نوعية الاشارة الخارجية من المكبر.
- 6- ارسم الاشارة الداخلة والاشارة الخارجية 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.

# 6

## الوحدة السادسة

### 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 قادرًا على ان:

- 1- يميز الدوائر المتكاملة المستخدمة في الأجهزة السمعية في الهاتف المحمول والهاسوب 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 سنتعلم المواقف الآتية

**تمرين رقم (21):**

بناء دائرة عملية لمكير العمليات بدون تغذية عكسية.

**تمرين رقم (22):**

بناء دائرة عملية لمكير العمليات عاكس للتطور، بناء دائرة عملية لمكير العمليات غير العاكس للتطور.

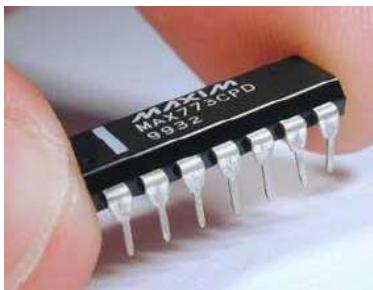
**تمرين رقم (23):**

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

## الدوائر المتكاملة ومكبر العمليات

### 1-6 الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits)

توجد الدوائر المتكاملة (المدمجة) تقريباً في أغلب الأجهزة الإلكترونية الحديثة كالحواسيب، 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 (ترازستور - دايد - مقاومة - متعددة) مع توصيلاتها لها مجموعة نهايات (أطراف). 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 إلى 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 الخلوي ومكبرات الصوت ووحدات التغذية.

#### (2) الدوائر المتكاملة الرقمية Digital ICs

هي تلك الدوائر التي تتعامل مع إشارات رقمية (0 و 1) وتستخدم في الدوائر المنطقية وفي الحاسوب الرقمية وتشمل الدوائر المتكاملة الرقمية البوابات والنطاطات والمسجلات والعدادات والمعالجات المايكروية ورفاقات الذاكرة. وتستخدم على نطاق واسع في أجهزة الكمبيوتر.

تقسم الدوائر المتكاملة تبعاً لعدد العناصر التي تضمنها إلى:

1- الدوائر المتكاملة ذات القياس الصغير (SSI): وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أقل من (12) عنصر كتروني.

2- الدوائر المتكاملة ذات القياس المتوسط (MSI) : وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على (12-100) عنصر كتروني.

3- الدوائر المتكاملة ذات القياس الكبير (LSI): وهي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من (100) عنصر كتروني.

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

كما وتقسم الشرائح الإلكترونية إلى نوعين أساسيين وذلك حسب اشارة الدخل إلى هذه الشرائح وهما:

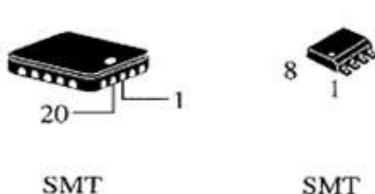
1- الدوائر (المدمجة) المتكاملة التناضيرية (التماثلية).

2- الدوائر (المدمجة) المتكاملة الرقمية.

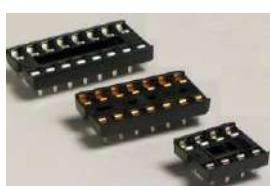
## 1-2-6 اشكال الشرائح الالكترونية

يتم بناء الشرائح الإلكترونية بعدة أشكال فقد كان شائعاً استخدام الشكل المكون من صفين من الأرجل كما في شكل (1-6) في السابق لسهولة استخدامه وأخذ القياسات عليه. هذه الصنوف من الأرجل توجد بإعداد مختلفة مثل 8، 14، 16..... الخ. أما بعد التطور الهائل لتقنية تصنيع الشرائح الإلكترونية وال الحاجة لدوائر معقدة ازداد استخدام هذه الشرائح بكثرة و تستعمل في تصنيع أجزاء الحاسوب ومنها النوع (SMT) او تقنية التركيب السطحي. ان هذه الشرائح يتم وضعها على اللوحات الإلكترونية بدون الحاجة إلى وجود ثقوب على اللوحة والشكل (2-6 أ) يوضح النوع . SMT

والشكل (2-6 ب) النوع (DIP) Dual In-Line Package ذات 8 او 14 او 16 دبوس.



**الشكل 2-6 أ النوع SMT**



**شكل 2-6 ب النوع DIP**

## 2-2-6 مزايا وعيوب الدوائر المتكاملة

عيوب الدوائر المتكاملة	مزايا الدوائر المتكاملة
① لا تعمل بقدرات عالية.	① صغر الحجم.
② لا يمكن اصلاحها.	② تسهلك طاقة أقل.
③ بعض المكونات لا يمكن تصنيعها داخل دوائر متكاملة مثل الملفات و تطبيقاتها.	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 مصدرى جهد احدهما يعطي جهداً مستمراً موجباً (+15V) والأخر يعطي جهداً مستمراً سالباً (-15V) ويتم تمثيل مكبر العمليات بالرمز الموجود في الشكل (3-6) 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) المكونة من عشرات العناصر الالكترونية مبنية في وحدة او رقاقة واحدة لتأدية مهمة معينة لمكبر العمليات ربح (Gain) عالي جداً يعمل ضمن نطاق ترددات من صفر هرتز (DC) الى ترددات عالية (ميakahertz) وأهم مميزاته انه يمكن التحكم في خواصه بتوصيل عناصر خارجية غير فعالة (passive elements) مثل المقاومات والمتسعات تربط بين الخرج والدخل وهو ما يسمى بالتعدينة العكسية. عملياً أصبح للمكبرات التشغيلية تأثير هائل في تصميم الدوائر الخطية (النظارية) فهي تستخدم في العمليات الحسابية كالجمع والطرح والتضاد والتكافل 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 بأن المكبرات التشغيلية أصبحت تستخدم في معظم الدوائر الالكترونية الناظرية والرقمية والشكل (3-6) يوضح اطراف مكبر العمليات من النوع .741

**الطرف 1:** يستخدم لتعديل جهد الخطأ (Offset Voltage).

**الطرف 2:** طرف الدخل السالب والذي ينتج عنه خرج به  $180^\circ$  فرق في الطور عن الدخل.

**الطرف 3:** طرف الدخل الموجب غير العاكس وينتج عنه خرج مشابه لطور الدخل المطبق عليه.

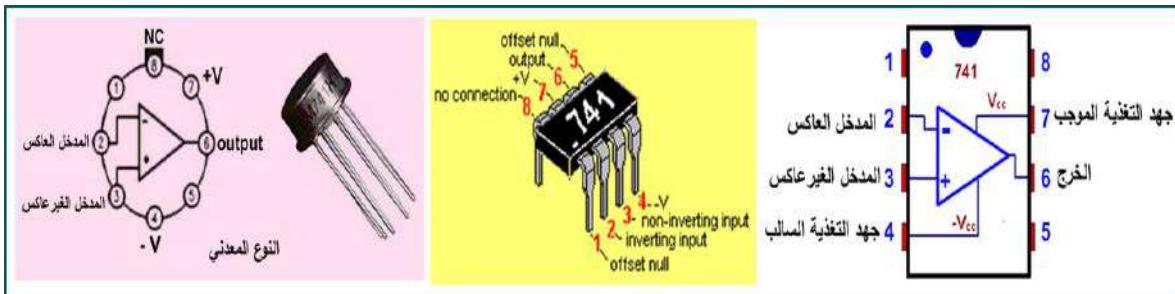
**الطرف 4:** يتصل بمصدر الجهد السالب.

**الطرف 5:** يتصل بمقاومة متغيرة طرفيها الثابت الاخر بالطرف 1 والطرف المتغير بالجهد السالب.

**الطرف 6:** هو الطرف الذي يؤخذ منه جهد الخرج.

**الطرف 7:** يتصل بجهد التغذية الموجب.

**الطرف 8:** وهو غير مستخدم في اغلب التطبيقات.

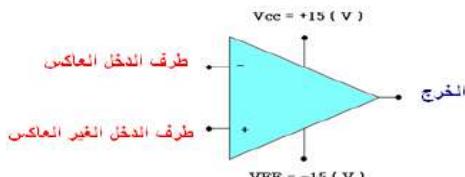


الشكل 3-6 أطراف مكبر العمليات 741

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

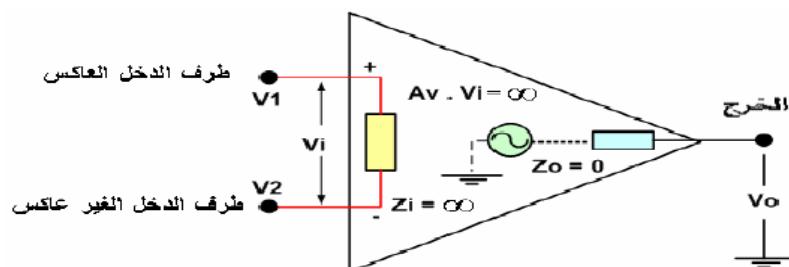
ومن خواص مكبر العمليات ما يأتي:

- 1- ربح الدائرة المفتوحة للمكبر بلا تغذية عكسية كبير جدا يصل إلى ملا نهائية في الحالة المثلالية.
  - 2- مقاومة دخل عالية جدا تصل إلى ملا نهائية في الحالة المثلالية للمكبر ( $R_{in}$ ).
  - 3- مقاومة خرج المكبر صغيرة جدا تصل إلى صفر في الحالة المثلالية ( $R_o$ ).
  - 4- قابليته على تحمل درجات الحرارة.
  - 5- التحكم في ربح الجهد وعرض النطاق الترددية من خلال ربط عناصر خارجية مثل المقاومات.
  - 6- استهلاكه للقدرة قليل جدا ويكون صغير الحجم ورخيص الثمن.
- وبالطبع لا يمكن الوصول إلى الحالة المثلالية ولذلك تتراوح المقاومة في الدخل للمكبر نفسه بين  $(5M\Omega - 16M\Omega)$  ميكاوم و مقاومة الخرج تتراوح من  $(4k\Omega - 50\Omega)$  وربح عالي. 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 لمكير العمليات بدون تغذية عكسية  
**مكان التنفيذ/ وقت المخصص:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك ساعتان

**الأهداف التعليمية:**  
**تعريف الطالب بمكير العمليات وبناء دائرة المكير بدون تغذية عكسية.**

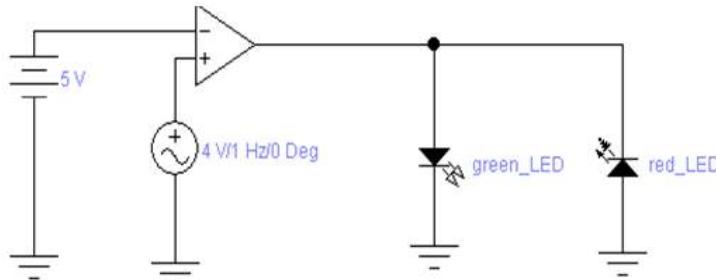
### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز ملتيميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز ملتيميتر تناطيقي عدد (1).
- 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB 6- لوحة توصيل للتمرين (Breadboard). 7- منضدة عمل تصلح للأعمال الإلكترونية.
- 8- مولد اشارة (Function Generator) 9- مكير عمليات 741 10- دايمود ضوئي (LED) عدد (2) احمر واحضر.
- 11- مجهز قدرة مستمرة (15V) لتغذية المكير. حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توصيل.

### خطوات تنفيذ التمرين :

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

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- نفذ الدائرة الآتية:

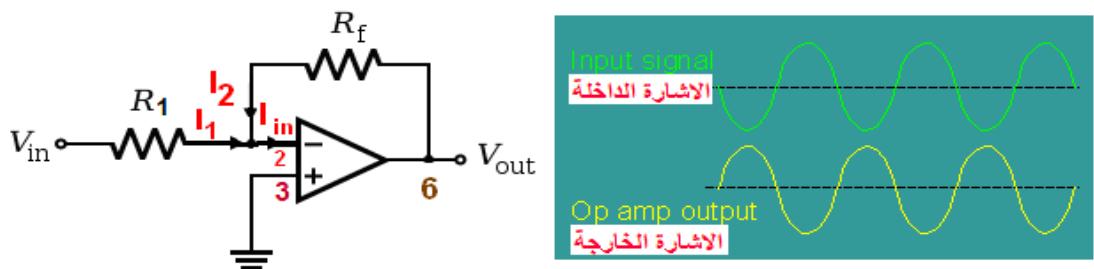


- 3- اضبط مولد الدالة على (4V) وتردد 1Hz.
- 4- اضبط مصدر التيار المستمر على (5V).
- 5- وصل جهاز راسم الإشارة على خرج المكير وانظر شكل الإشارة الخارجة.
- 6- ارفع قيمة مولد الدالة الى (6V) وتردد 5Hz ولاحظ خرج الدائرة.
- 7- ما هو شكل الإشارة الخارجة؟ علل ذلك وما هي الفائدة من ذلك؟
- 8- نفذ الخطوات السابقة باستخدام برنامج EWB

## 5-6 مكبر عاكس للطور :Inverting Amplifier

لتحقيق دائرة المكبر العاكس النوع 741، يتم توصيل المكبر بمقاييس  $R_f$  و  $R_1$  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 تتبع بمقدار قيمتي المقايم  $R_f$  و  $R_1$  ، فعندما يكون الدخل في اتجاه ما فإن الخرج سيكون باتجاه مععكس له، وفي الشكل (6-6) تدخل الإشارة من طرف الدخل العاكس (السالب) رقم 2 وينتقل الطرف 3 بالأرضي ويؤخذ الخرج بإشارة معكosaة من الطرف 6 اذن القانون الخاص بربح الفولتية هو:

$$\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = - \frac{R_f}{R_1} \quad G = - \frac{R_f}{R_1}$$



الشكل 6-6 مكبر عاكس للطريق وشكل الإشارة الداخلة والخارجية.

### بطاقة العمل للتمرين رقم ( a-22 )

**اسم التمرين:** بناء دائرة عملية لمكبر العمليات عاكس للطريق.

**الوقت المخصص:** ساعتان

**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك

#### الأهداف التعليمية:

1- التعرف على تركيب دائرة المكبر العاكس والقيام بقياسات على الدائرة.

1- معرفة شكل الإشارة الخارجية وكيفية حساب ربح الدائرة.

#### التسهيلات التعليمية :

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

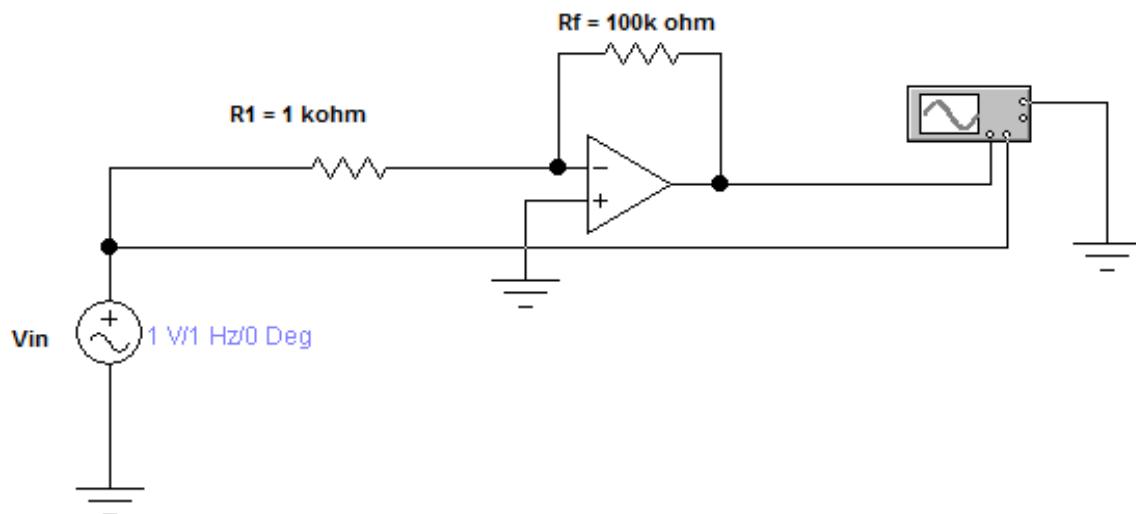
## خطوات تنفيذ التمارين:

**الرسومات التوضيحية**

**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

- 1- ارتدي بدلة العمل.
- 2- اربط الدائرة الآتية.



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

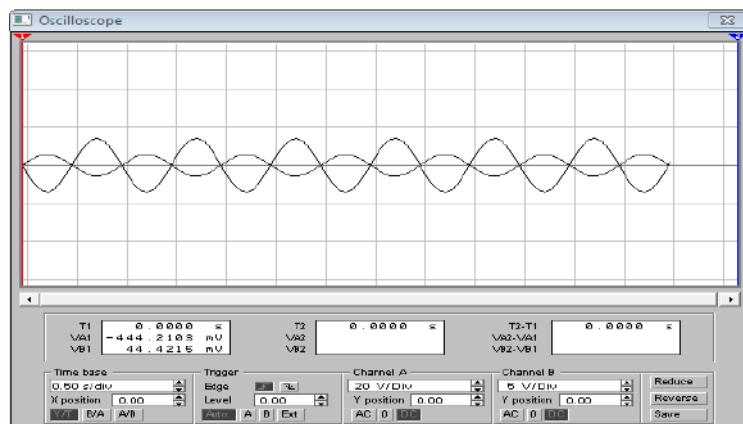
3 - احسب الربح الكلي المثالي  $G$  من نسبة المقاومتين.

4- أرسم الاشارة الداخلة والخارجة على ورق بياني .

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

6- احسب قيمة الفولتية الخارجية بواسطة الاوفوميتر.

7- اعد الخطوات السابقة باستعمال برنامج EWB.



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

في هذه الحالة توصل الإشارة الدخلة إلى الدخل غير العاكس (+) للمكبر ويصبح طور الإشارة الخارجة مشابهاً لطور الإشارة الدخلة 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 )

**اسم التمرين:** بناء دائرة عملية لمكبر العمليات غير العاكس للطور.  
**مكان التنفيذ:** ورشة الكهرباء والإلكترونيك  
**الوقت المخصص:** 4 ساعات

#### الأهداف التعليمية:

- 1- التعرف على تركيب دائرة المكبر غير العاكس للطور والقيام بقياسات على الدائرة.
- 2- حساب الربح الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل وجهد الخرج.  
تفسير العلاقة بين الربح الكلي للدائرة والعناصر الخارجية لمكبر العمليات مع رسم شكل الموجة.

#### التسهيلات التعليمية :

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

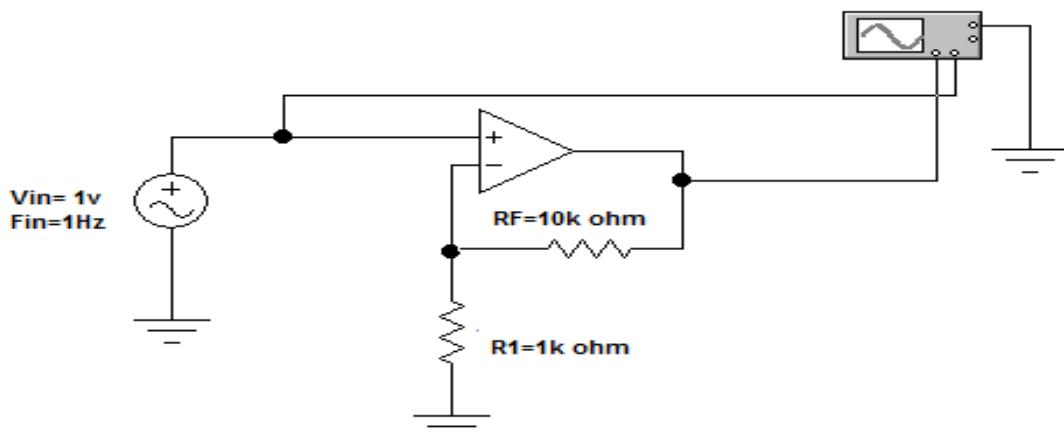
## خطوات تنفيذ التمارين:

**الرسومات التوضيحية**

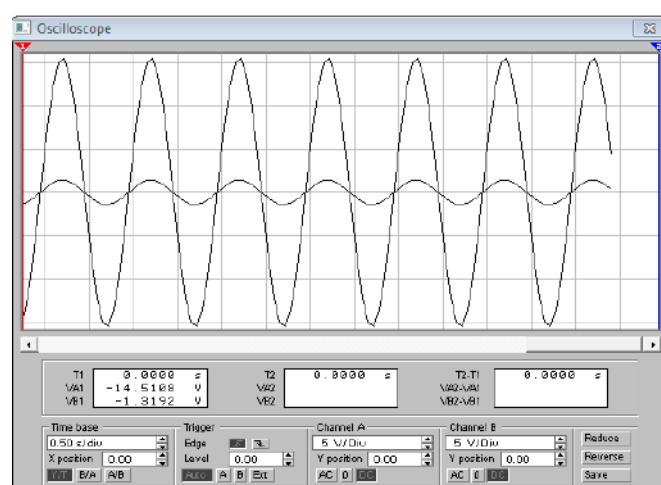
**النقاط الحاكمة**

**خطوات العمل**

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

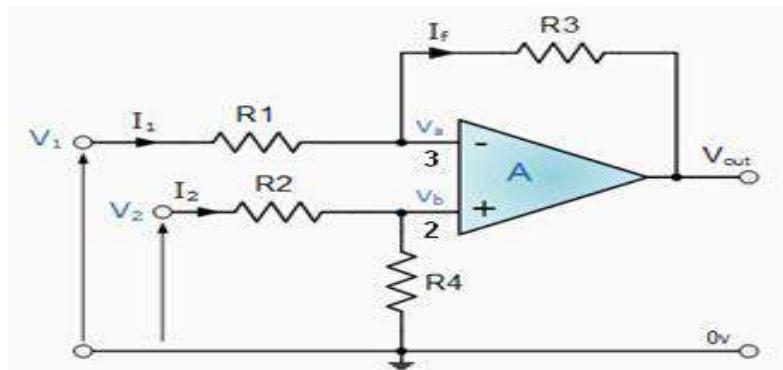


- 3- أرسم الاشارة الدخلة والخارجة على ورق بياني .
- 4- احسب قيمة الفولتية الخارجة بواسطة الاوفوميتر او جهاز راسم الاشاره.
- 5- احسب الربح الكلي المثالي  $G$  من نسبة المقاومتين ؟
- 6- غير قيمة الفولتية الدخلة ولا حظ تأثيرها على مخرج الدائرة .
- 7- غير قيمة المقاومة  $R_f$  بحيث تكون اقل من  $R_1$  ولا حظ تأثيرها على اشارة المخرج .
- 8- اعد الخطوات السابقة باستعمال برنامج EWB



### 7-6 دائرة المكبر الطارح (Subtraction Amplifier Circuit)

يسلط كل جهد من الجهد المراد إيجاد الفرق بينها على أحد طرفي الدخل ويكون  $V_1$  مسلط على الطرف 3 و  $V_2$  مسلط على الطرف 2 لاحظ الشكل (8-6) حيث تجمع الدائرة بين العاكس للطور وغير العاكس للطور.



شكل 8-6 المكبر الطارح

حيث اذا كان  $R_1 = R_2$  ،  $R_3 = R_4$

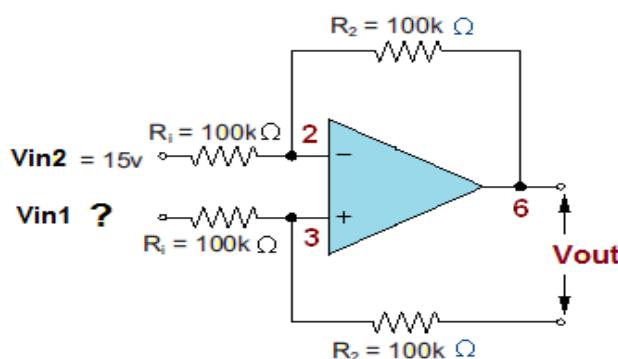
$$V_{\text{OUT}} = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1)$$

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

وإذا كان  $R_1 = R_3$

مثال :  
احسب قيمة  $V_{\text{in}1}$  في الدائرة المبينة في الشكل (9-6) اذا كانت فولتية الخرج تساوي 10 V.

الحل:



شكل 9-6 دائرة الطارح

وباستخدام معادلة الطارح

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

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

$$V_{in1} = 25V$$

### بطاقة العمل للتمرين رقم (a -23)

اسم التمرين: بناء دائرة عملية لمكير العمليات الطارح.

الوقت المخصص: 4 ساعات

مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

#### الأهداف التعليمية :

تعريف الطالب التركيب لدائرة المكير الطارح والتحقق ان الجهد الخارج هو طرح جهود الدخل.

#### التسهيلات التعليمية :

- 1- بدلة عمل.
- 2- منضدة عمل مناسبة للأعمال الإلكترونية عدد (1).
- 3- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (1).
- 4- مولد دالة (Function Generator) عدد (2).
- 5- مكير عمليات (Oscilloscope) عدد (1).
- 6- راسم اشاره بقناتين (100kΩ) عدد (1).
- 7- مقاومات (741) عدد (4).
- 8- مجهز قدرة مستمرة V (0-30) عدد (2).
- 9- حقيبة أدوات الكترونية وأسلاك توسيع.
- 10- جهاز حاسوب يتتوفر فيه برنامج EWB.

#### خطوات تنفيذ التمرين :

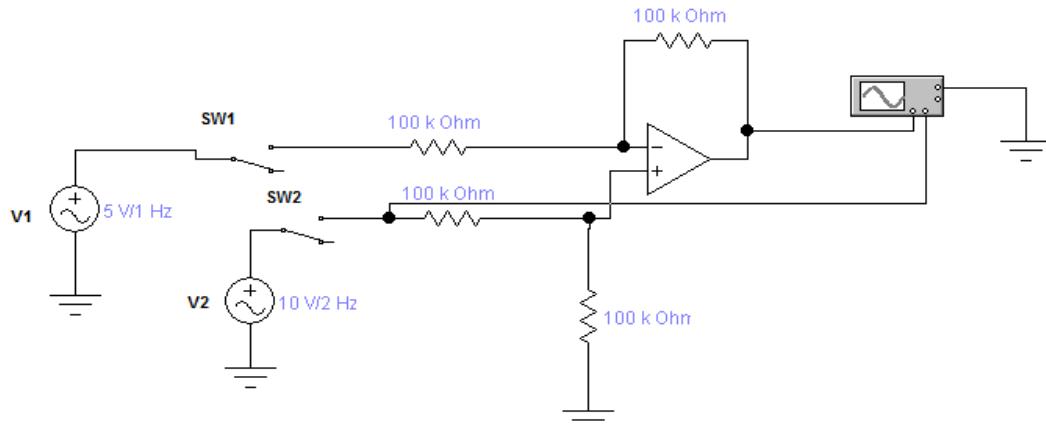
الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

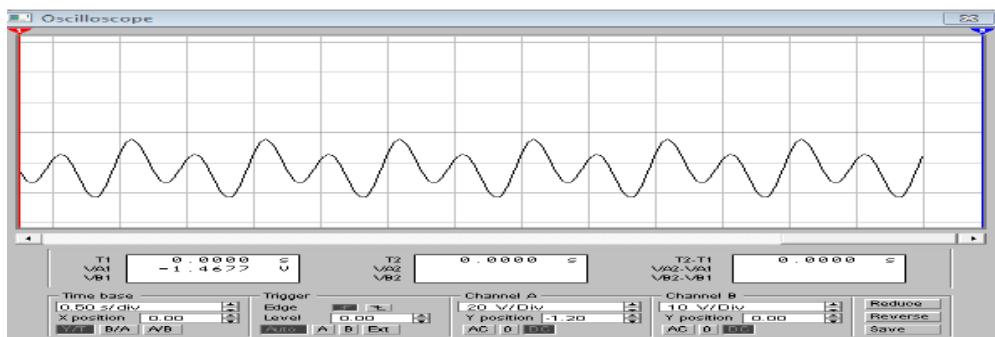
خطوات العمل

1- ارتدي بدلة العمل.

2- نفذ الدائرة الآتية.



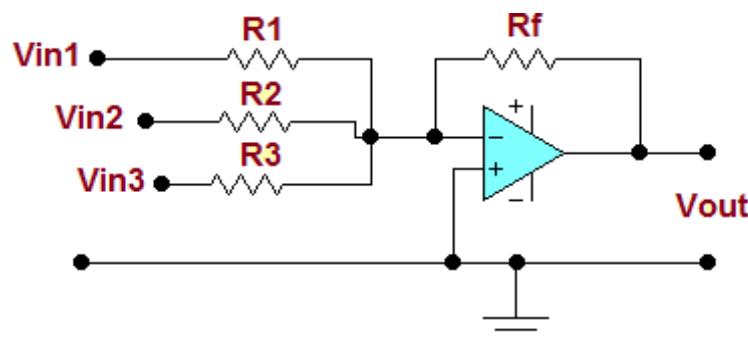
- 3- ادخل  $V_2 = 10V$  ،  $F_2 = 2Hz$  ،  $V_1 = 5V$  ،  $F_1 = 1Hz$
- 4- ارسم الاشارة الخارجة في حالة ( $S_2 = OFF$  ،  $S_1 = ON$ )
- 5- اعد خطوة 4 في حالة ( $S_2 = ON$  ،  $S_1 = OFF$ )
- 6- اجعل كل من ( $S_2 = ON$  ،  $S_1 = ON$ ) وارسم الاشارة الخارجة ولاحظ التغير في الاشارة.



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

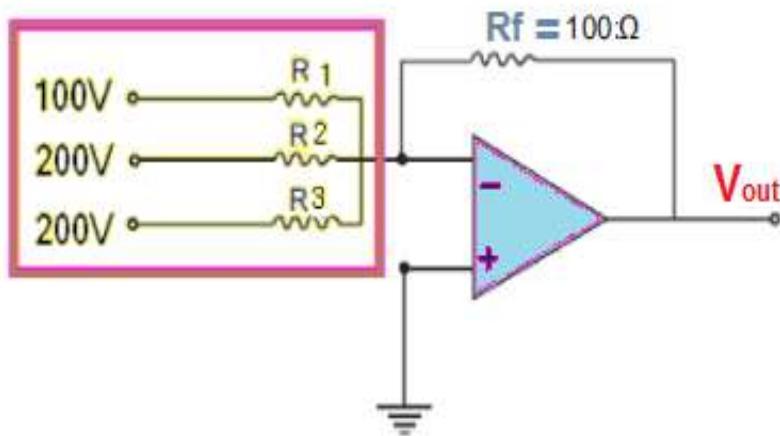
ان قانون الفولتية الخارجة بدلالة الربح للمكير الجامع هو:

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

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 وتتساوي قيمة مقاومة التغذية العكسية مع العلم إن قيمة الفولتية الدخلة  $V$  (100، 200، 200).

الحل:



شكل(11-6) دائرة الجامع

بما إن جميع مقاومات الدخل متساوية وتتساوي 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 لمكير العمليات الجامع.

الوقت المخصص: 4 ساعات

مكان التنفيذ/ ورشة الكهرباء والإلكترونيك

### الأهداف التعليمية:

تعريف الطالب بتركيب دائرة المكير الجامع والتحقق ان الجهد الخارج هو جمع جهود الدخل.

## التسهيلات التعليمية :

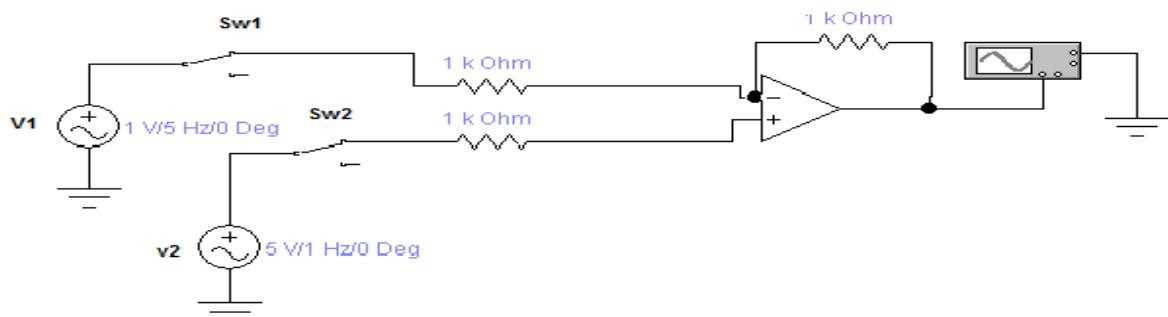
1- بدلة عمل 2- منضدة عمل 3- جهاز فولتميتر رقمي عدد (1). 4- جهاز قياس متعدد الاغراض Function (AVO) عدد (1). 5- لوحة توصيل للدائرة (Breadboard) عدد (1). 6- مولد دالة (Oscilloscope) عدد (2). 7- مكبر عمليات 741 عدد (1). 8- راسم اشارة بقناتين (Generator) عدد (1). 9- مقاومات  $1\text{k}\Omega$  عدد (3). 10-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

### خطوات تنفيذ التمارين:

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

1- ارتدي بدلة العمل.

2- اربط الدائرة الآتية.

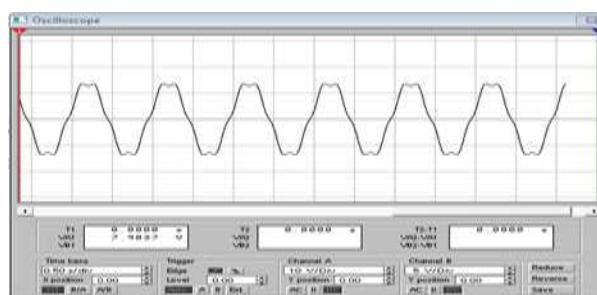


3- ادخل  $F_2=1\text{Hz}$  ،  $V_2=5\text{V}$  ،  $F_1=5\text{Hz}$  ،  $V_1=1\text{V}$

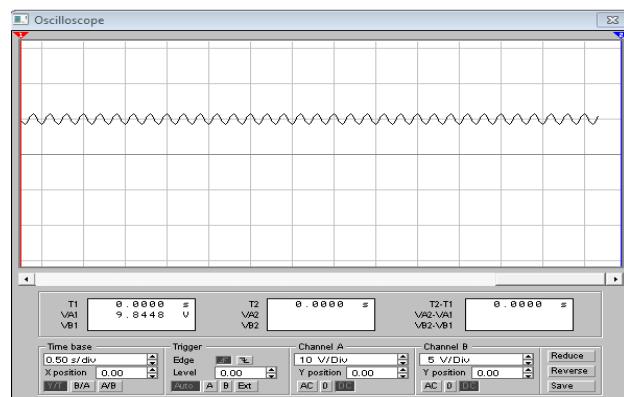
4- ارسم الاشارة الخارجة في حالة ( $S_2=\text{OFF}$ ) ، ( $S_1=\text{ON}$ ) .

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 الاشارة الخارجة ولاحظ التغير في الاشارة .



- 7- بدل احد مصادر الفولتية المتداوبة بفولتية مستمرة قيمتها 5 فولت واعد الخطوات السابقة ولاحظ هل يتم عملية جمع فولتية متداوبة بفولتية مستمرة .
- 8- ارسم الاشارات الخارجية في الخطوة 7.



9- اعد الخطوات السابقة باستخدام برنامج EWB.

### أسئلة الوحدة السادسة

- 1- علل سبب رخص ثمن الدوائر المتكاملة .
- 2- وضح كل من اطراف مكبر العمليات 741 مستعيناً بالرسم.
- 3- عدد خواص مكبر العمليات OP - amp .
- 4- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات كمكبر غير عاكس للتطور.
- 5- اشرح مع الرسم استخدام مكبر العمليات كمكبر عاكس للتطور .
- 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 قادرًا على ان:

- 1- يتعرف على انواع المذبذبات.
- 2- يتعرف على دائرة المذبذب المزجح للطور واجراء الاختبارات على هذه الدائرة.
- 3- يتعرف على المذبذب البلوري (مذبذب الكوارتز).
- 4- يطبق دائرة مبسطة لمذبذب هارنلي.

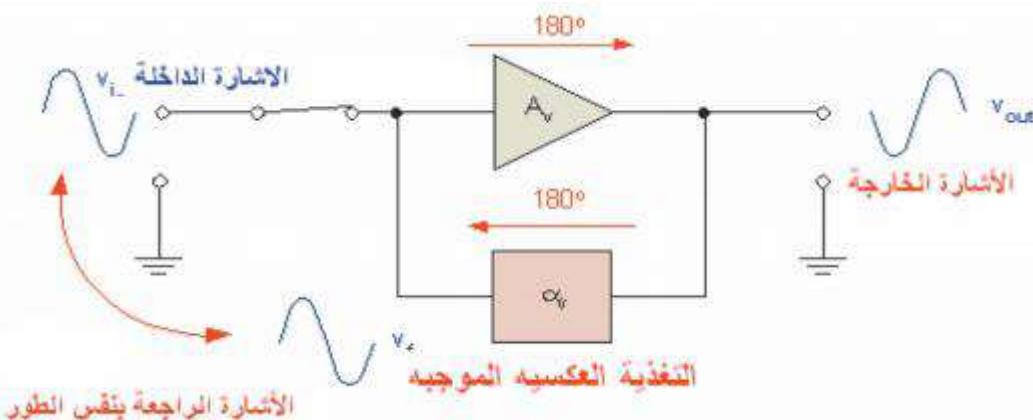
في هذه الوحدة ستعلم التجربة الآتية.

**تمرين رقم (24)**

بناء دائرة المذبذب المزجح للطور (RC Shift Oscillator) وقياس الاشارة الخارجية. بناء دائرة هارنلي .

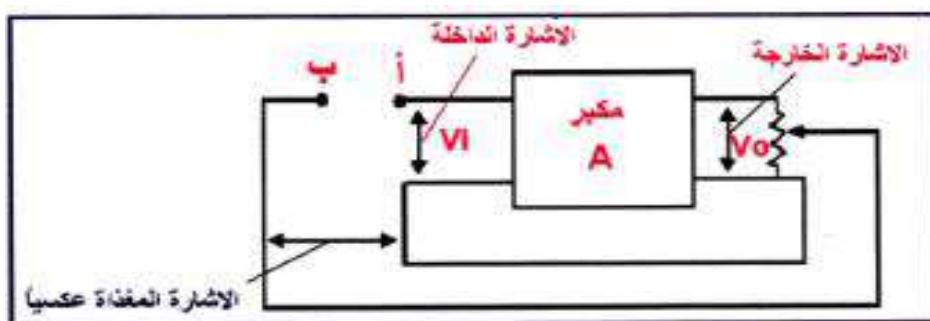
### 1-7 المذبذبات Oscillators

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



الشكل 1-7 مبدأ التغذية العكسية

وفي التغذية العكسية الموجبة يكون طور الاشارة الخارجة عكسيًا متحداً مع طور الاشارة الدخالة اذن المذبذب عبارة عن مكبر ذي تغذية عكسية موجبة تمثل الاشارة الدخالة له الاشارة المغذات عكسيًا كما هو واضح بالشكل (2-7).



الشكل 2-7 مبدأ عمل المذبذب

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

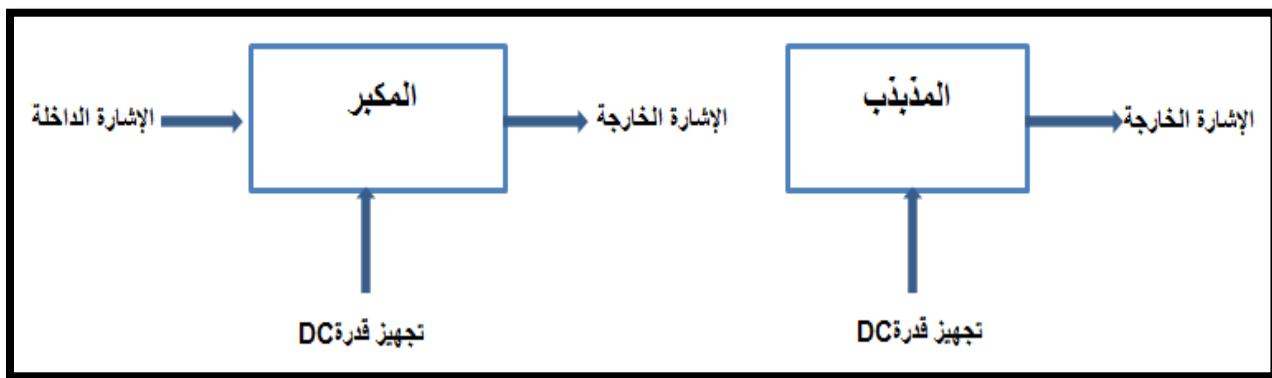
### 1-1-7 تعريف المذبذب

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 جيبية ، مربعة ، اسنان المنشار او اشكال نبضية.
- 3- هو الدائرة التي تولد إشارة خرج متناوبة بدون الحاجة الى تسلیط إشارة داخلة.
- 4- عبارة عن مكبر غير مستقر.

### 2-1-7 الفرق بين المكبر والمذبذب

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



**الشكل 3- 7 الفرق بين المكبر والمذبذب**

### **2-7 تصنیف المذبذبات Classification of Oscillators**

تنقسم المذبذبات الإلكترونية الى مجموعتين هما:

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

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

- 1- مذبذبات المقاومة والمتسرعة مثل المذبذب المزحزح للطور ومذبذب قنطرة واين.
- 2- مذبذب الملف والمتسرعة مثل مذبذب هارتلي ومذبذب كولبتس.

3- مذبذب المقاومة السالبة مثل المذبذب النفقي.

4- المذبذب البلوري مثل مذبذب بيرس.

### ومن انواع مذبذبات الموجة الغير جيبية:

1- المذبذب المتعدد الغير المستقر.

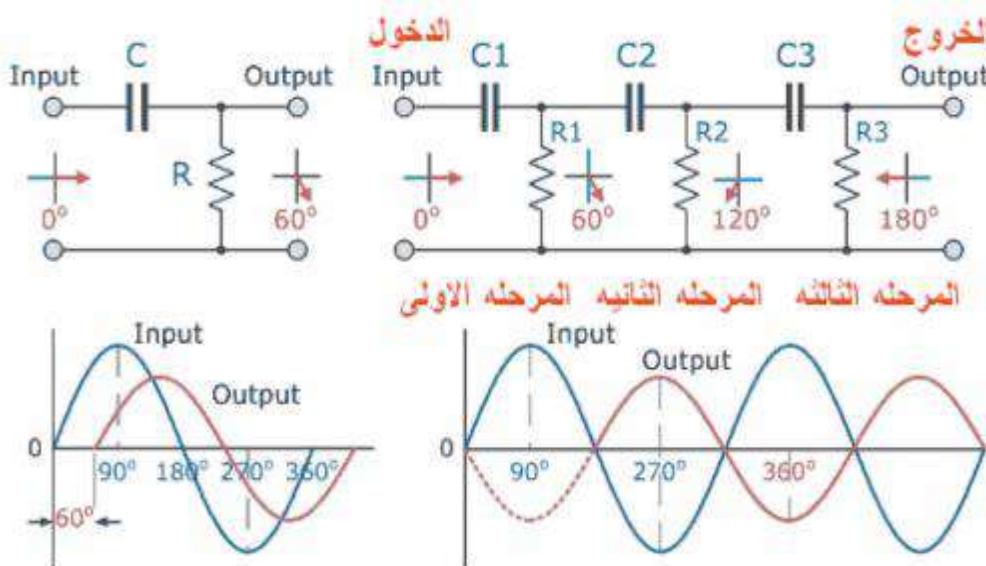
2- المذبذب المتعدد احادي الاستقرار.

3- المذبذب المتعدد ثنائي الاستقرار.

4- المذبذب المانع.

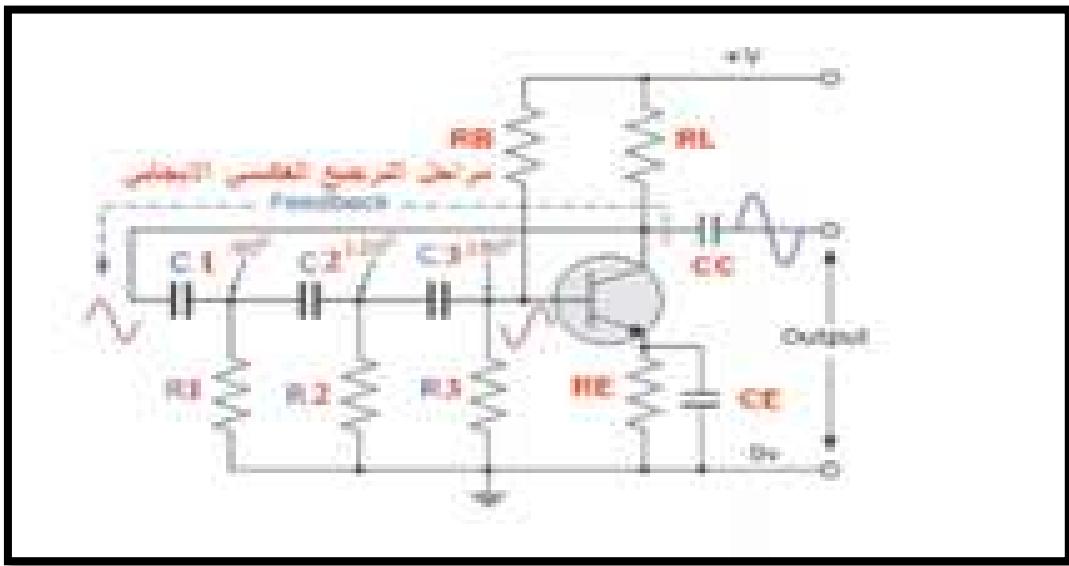
## 1-2-7 المذبذب المزحزح للطور Phase Shift Oscillator

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



الشكل 4-7 يوضح الازاحة بالطور  $180^\circ$  للإشارة الخارجية

يتم عمل مذبذب ازاحة الطور بعملية ارجاع الإشارة الخارجية الى الدخول بعد اجراء عملية قلب الإشارة بمقدار  $180^\circ$  لنحصل على الترجيع الايجابي للموجة (Positive Feedback) والشكل (5-7) يبين مذبذب من نوع ازاحة الطور.



**الشكل 7-5 مذبذب ازاحة الطور**

من الشكل نلاحظ ان للموجة الراجعة من جامع الترانزستور تصل الى المرحلة الاولى ليتم عمل ازاحة للطور بمقادير  $60^\circ$  خلال المقاومة الاولى والمتسعة الاولى  $R_1C_1$  ومن ثم تصل الى المرحلة الثانية وتنتمي الازاحة بـ  $60^\circ$  اخرى خلال المقاومة الثانية والمتسعة الثانية لتصبح الازاحة الكلية  $120^\circ$  واخيراً تصل الإشارة الى المرحلة الثالثة المكونة من  $R_3C_3$  وبنفس الطريقة نحصل على ازاحة مقدارها  $60^\circ$  ايضاً وتكون المحصلة النهائية للإزاحة هي  $180^\circ$  اي بنفس الطور مع الإشارة على قاعدة الترانزستور أما المقاومتان  $RL - RB$  فهما مقاومتان لعمل تغذية الى كل من القاعدة والجامع للترانزستور والمقاومة مع المتسعة  $CE$  فهو عمل انحياز للباعث وعمل استقراريه للترانزستور.

إذا كانت كل المقاومات متساوية القيمة والمتساعات متساوية القيمة في مراحل التغذية العكسية الموجبة فيمكن حساب التردد حسب القانون الآتي:

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

حيث أن:

$f_0$  = التردد بالهرتز Hz

$\Omega = R$  قيمة المقاومة بالأوم

$F = C$  قيمة المتسعة بالفاراد

## بطاقة العمل للتمرين رقم (a -24)

اسم التمرين: المذبذب المزاحز 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 ملتيميتر رقمي عدد (1).
- 4- جهاز ملتيميتر تنازلي عدد (1).
- 5- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
- 6- لوحة توصيل للتمرين Breadboard.
- 7- مصدر فدراة مستمر (VDC).
- 8- مقاومات ( $500\Omega$ ,  $1k\Omega$ ,  $10k\Omega$ ,  $100k\Omega$ ,  $100\mu F$ ,  $1\mu F$ ,  $100\mu F$ ).
- 9- ترانزستور (BC107A).
- 10- مكثفات.
- 11- جهاز راسم إشارة .
- 12- حقيبة أدوات الكترونية.

### خطوات تنفيذ التمرين:

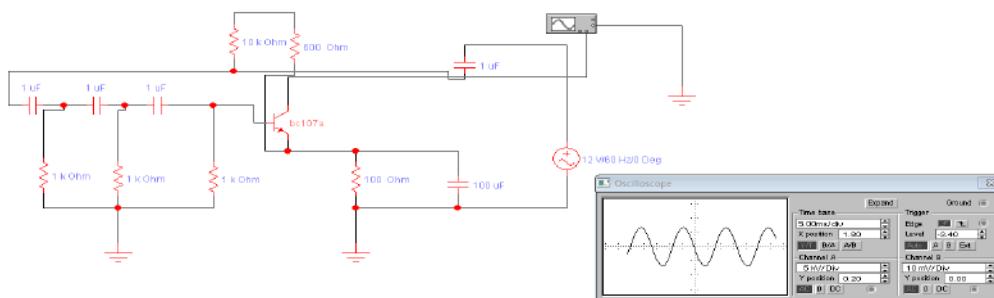
الرسومات التوضيحية

النقاط الحاكمة

خطوات العمل

1- ارتدي 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 12 V

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

7- احسب تردد المذبذب بتطبيق القانون الآتي:

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

8- سجل سعة الإشارة الخارجية 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 اولاً معرفة حالة الرنين ودوائره حيث تعتبر دوائر الرنين من اكثر الدوائر استعمالاً وتطبيقاً في منظومة الاتصالات خاصة، حيث تكون عبارة عن دوائر انتقامية للتردد توصل تردد الرنين وتمتنع باقي الترددات، فحالة الرنين هي أيضاً الحالة التي تتساوى فيها الممانعة الحثية ( $X_L$ ) مع الممانعة السعوية ( $X_C$ ) حيث يلغى كل منهما الآخر وتصبح الممانعة الكلية مساوية لممانعة السلك فقط، لهذا تستخدم في اجهزة الاستقبال الراديو والتلفزيون حيث لكل محطة اذاعية او تلفزيونية لها تردد محدد وهو تردد الرنين.

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

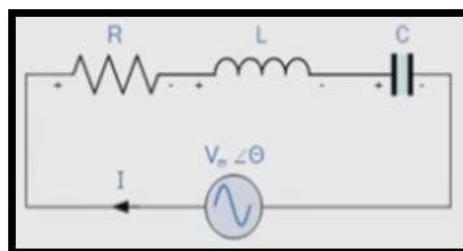
$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f c} \quad \longrightarrow \quad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}}$$

اذن

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

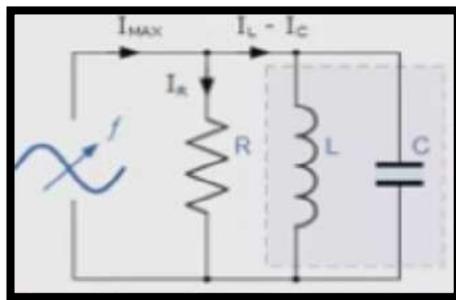
ودوائر الرنين بصورة عامة هي:

1- 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:  $Z = R$  لذلك يكون التيار المار في الدائرة اعلى ما يمكن .



شكل 6-7 دائرة رنين التوالي

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



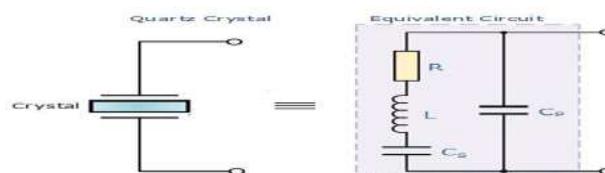
شكل 7-7 دائرة رنين التوازي

**المذبذب البلوري:** ان بعض البلورات الموجودة في الطبيعة لها خاصية الاهتزاز الميكانيكي عند تسلیط جهد متتالوب عليها وتولد جهداً متتالوباً عند اهتزازها ومن هذه البلورات بلورة الكوارتز وبلورات أملاح روشيل وبلورات التورمالين لاحظ الشكل (7-8).



شكل 7-8 بلورات الكوارتز

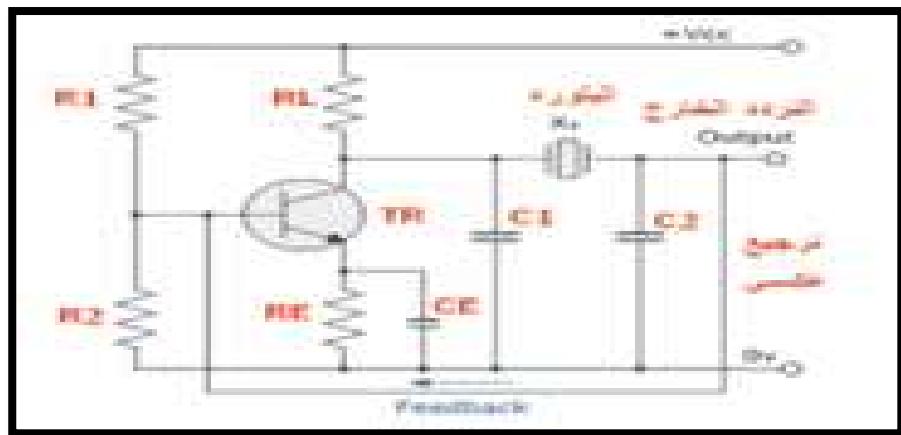
وتعُدّ بلورات الكوارتز هي الأكثر استخداماً في مجال الدوائر الالكترونية وخاصة في دوائر المذبذبات كبدائل لدوائر الرنين، إذ أن الدائرة المكافئة لبلورة الكوارتز هي كما موضحة بالشكل (7-9).



شكل 7-9 الدائرة المكافئة لبلورة الكوارتز

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

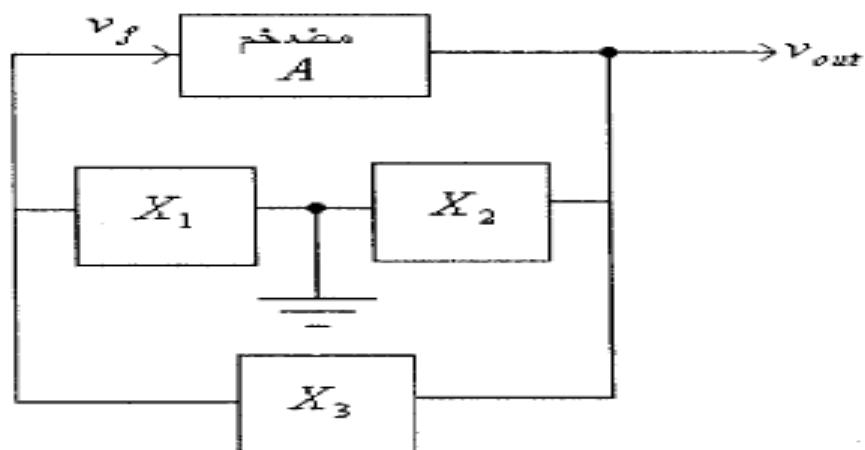
التوازي لدائرة  $C_s$  و  $L$ ) يغلب تأثير الملف  $L$  في دائرة التوازي فيكون مع متعدة الأطراف  $C_p$  دائرة رنين توافي. ويمكن الحصول على استقرار تردد عالي عند استخدام البلورات عوضاً عن دوائر الرنين لأن تردد رنين البلورة يتعدد بحجمها وليس بالمؤثرات الخارجية كالحرارة وغيرها. ان الشكل (7-10) يوضح مذبذب بلوري باستعمال الترانزستور حيث نلاحظ الترجيع العكسي الايجابي الى قاعدة الترانزستور الذي يعمل عمل المكثف والذي هو واضح لدينا من مقاومات تعذية القاعدة ومقاومة حمل الجامع ومقاومة متعددة الباوث 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- المتعدة) :LC Oscillators

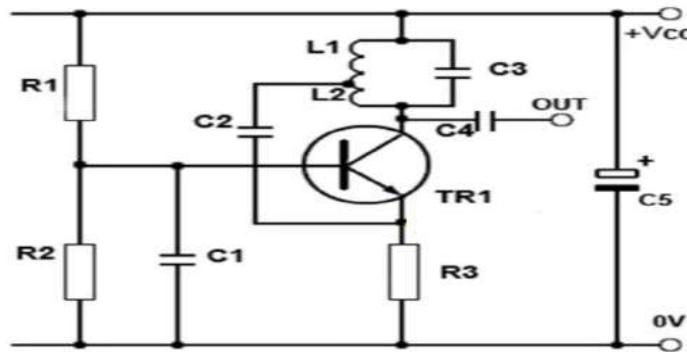
تستخدم هذه المذبذبات لإنتاج إشارات ذات ترددات عالية ، وتمتاز بثبات الترددات الناتجة منها. تستخدم هذه المذبذبات دوائر رنين تتالف من متعددات وملفات لتحديد تردد الإشارة الخارجية. والشكل العام لهذه المذبذبات هو كما في شكل (7-11).



شكل 11-7 المخطط الكتلوى للمذبذب

يمكن ان يبني 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 :

- 1- مذبذب كولبتس (Colpitts Oscillator) : والتي تكون فيه  $X_1, X_2$  مكثفات و  $X_3$  ملف.
- 2- مذبذب هارتل (Hartley Oscillator) : وهي التي تكون فيها  $X_1, X_2$  ملفات و  $X_3$  مكثف.



شكل 12-7 مذبذب هارتل

**بطاقة العمل للتمرين رقم ( b-24 )**

**اسم التمرين: مذبذب هارتل (Hartley Oscillator)**

**الوقت المخصص: ساعتان**

**مكان التنفيذ/ مختبر الإلكترونيك**

**الأهداف التعليمية:**

**تعليم الطالب كيفية تحقيق مذبذب هارتل و معرفة شكل و تردد الإشارة الخارجية.**

**التسهيلات التعليمية :**

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

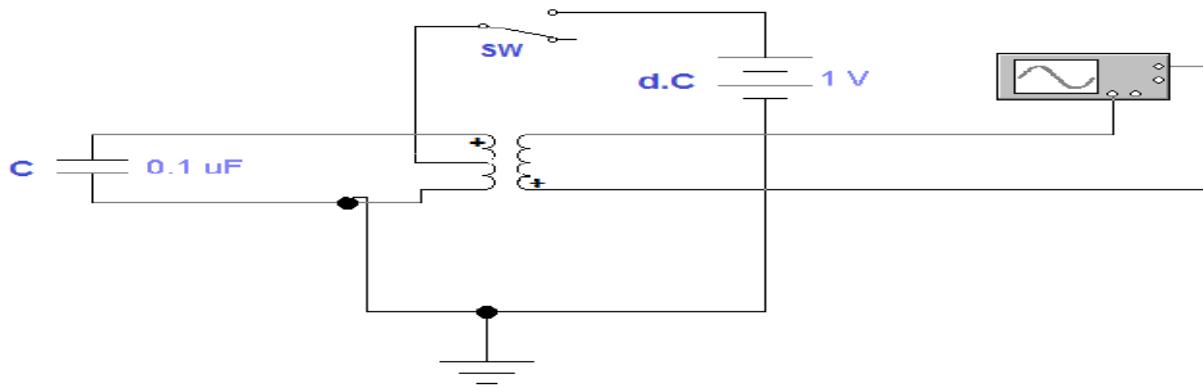
## **خطوات تنفيذ التمرين:**

## الرسومات التوضيحية

## النقاط الحاكمة

## خطوات العمل

- ارتد بدلة العمل .
  - نفذ الدائرة العملية أدناه.



- 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 (5) واحسب سعتها .
  - 8- اربط دائرة مذنب هارتلي بطريقة EWB واعد الخطوات السابقة.

## اسئلة الوحدة السابعة

1- ماهو المذبذب ؟ بين فرقه عن المكابر.

2- عدد انواع مذبذبات الموجة الجيبية وغير الجيبية.

3- اشرح طريقة عمل المذبذب المزاحز للتطور.

4- وضح حالة الرئتين.

5- اشرح المذبذب البلوري وارسم الدائرة المكافئة له.

تم بعون الله