



الالكترونيات القوى

إشراف/ الإدارة العامة للمناهج

م. عيد بن محمد الحربي

١٤٤١هـ



١٠ دقائق





- تهدف هذه الحقيبة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات الأساسية في تقنية عناصر الكترونيات القوى.





- تقدم هذه الحقبة المهارات الأساسية لعناصر الكترونيات القوى ونظريات عملها وكيفية فحصها والتأكد من سلامتها، ومهارات استخدامها، حيث يتم التدريب على ثنائيات وترانزستور القدرة، والثايرستور والترياك والدياك ومعرفة رموزها وتقنية التصنيع وكيفية استخدامها للتحكم في الطاقة الكهربائية.



الوحدة	عنوان الوحدة	زمن الوحدة (ساعة)
الأولى	ثنائيات القدرة	١٠
الثانية	ترانزستور UJT	١٠
الثالثة	الدياك	١١
الرابعة	الثايرستور	١٩
الخامسة	الترياك	١٩
السادسة	الترانزستور ثنائي القطب (IGBT)	١١



- يشرح آلية عمل عناصر الكترونيات القوى.
- يعدد أهم الاستخدامات لعناصر الكترونيات القوى.
- يربط بين الحياه العملية والواقع من خلال التجارب العملية.
- يصمم دوائر تحكم بالطاقة الكهربائية بواسطة عناصر الكترونيات القوى.
- يصمم دوائر تحكم بسرعة محرك بواسطة عناصر الكترونيات القوى.



ثنائيات القدرة



- يشرح آلية عمل ثنائيات القدرة.
- يرسم رمز ثنائي القدرة.
- يعدد خصائص ومواصفات ثنائيات القدرة.
- يُعرّف طريقة عمل منحنى خواص ثنائي القدرة.
- يعدد اهم الاستخدامات لثنائي القدرة.
- يصف اشكال ثنائي القدرة المتداولة في الأسواق.
- يطبق تمريناً عملياً على استخدام ثنائيات القدرة.



الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٠ ساعات

الوسائل التدريبية المساعدة:

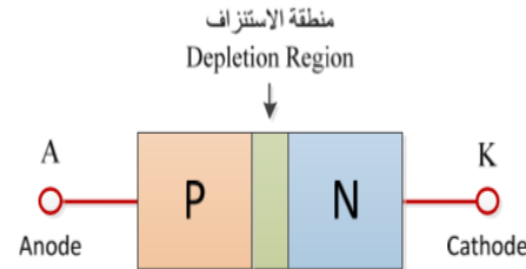
- جهاز عرض علوي (DATA SHOW).
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من ثنائيات القدرة وعناصر الكترونية.



- تتألف البنية الداخلية للثنائي من وصلتين لشبة الموصل (P-N)
- للثنائي طرفان طرف يسمى الانود (Anode) ويرمز له بالرمز A والطرف الثاني يسمى الكاثود (Cathode) ويرمز له بالرمز K



رمز الثنائي



بنية الثنائي

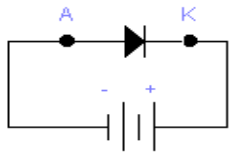
٢-١ خصائص ثنائيات القدرة ومواصفاتها



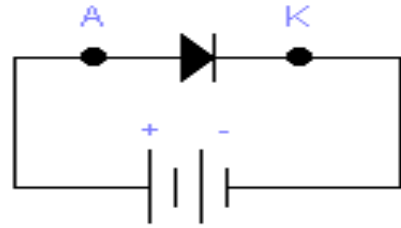
- ويمكن تقسيم ثنائيات اشباه الموصلات حسب كمية التيار الذي يمر من خلالها الى الحمل وبالتالي مدى تحملها للقدرة الى قسمين هما:
 - ثنائيات منخفضة القدرة.
 - ثنائيات عالية القدرة.



٣-١ | منحني الخواص لثنائيات القدرة

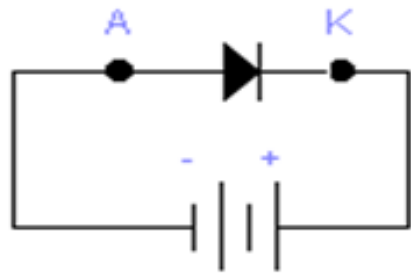


- عندما يكون جهد الانود A موجباً بالنسبة لجهد الكاثود K في هذه الحالة



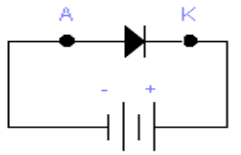
الثنائي في حالة انحياز امامي (Forward Bias)

- أما عندما يكون جهد الانود A سالباً بالنسبة الكاثود K في هذه الحالة



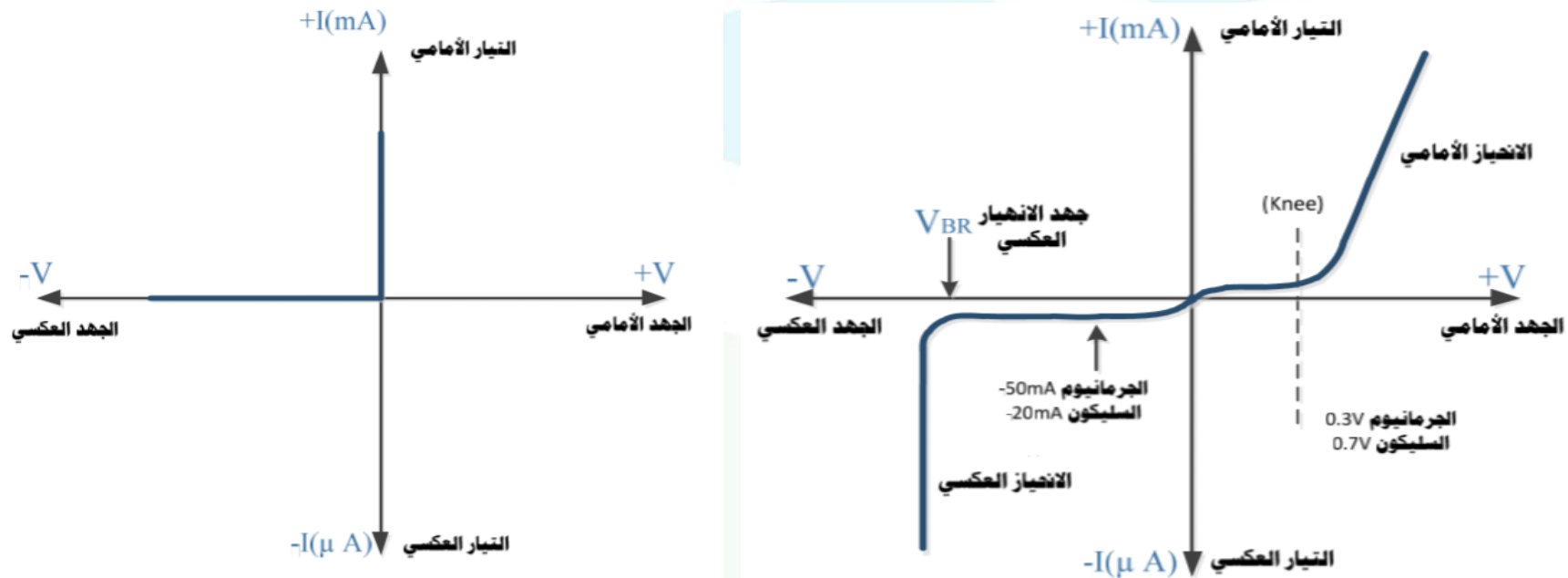
الثنائي في حالة انحياز عكسي (Reverse Bias)

٣-١ | منحني الخواص لثنائيات القدرة



• ومنحني الخواص للثنائي علاقة بين تيار الانود I_A والجهد على طرفي

الثنائي VAK.





- لثنائيات القدرة عدة أنواع تحدد مجالات استخدامها حسب التطبيقات منها:
- ثنائي الأغراض العامة: General Purpose Diode
- ثنائي سريع الاستعادة: Fast Recovery Diode
- ثنائي شوتكي: Diode Schottky
- الثنائي النفقي: Tunnel Diode
- الثنائيات متغير السعة بالجهد: Variable Capacitance Diode
- ثنائي الليزر: Laser Diode

اشكال واحجام ثنائيات القدرة





قواعد الأمن والسلامة

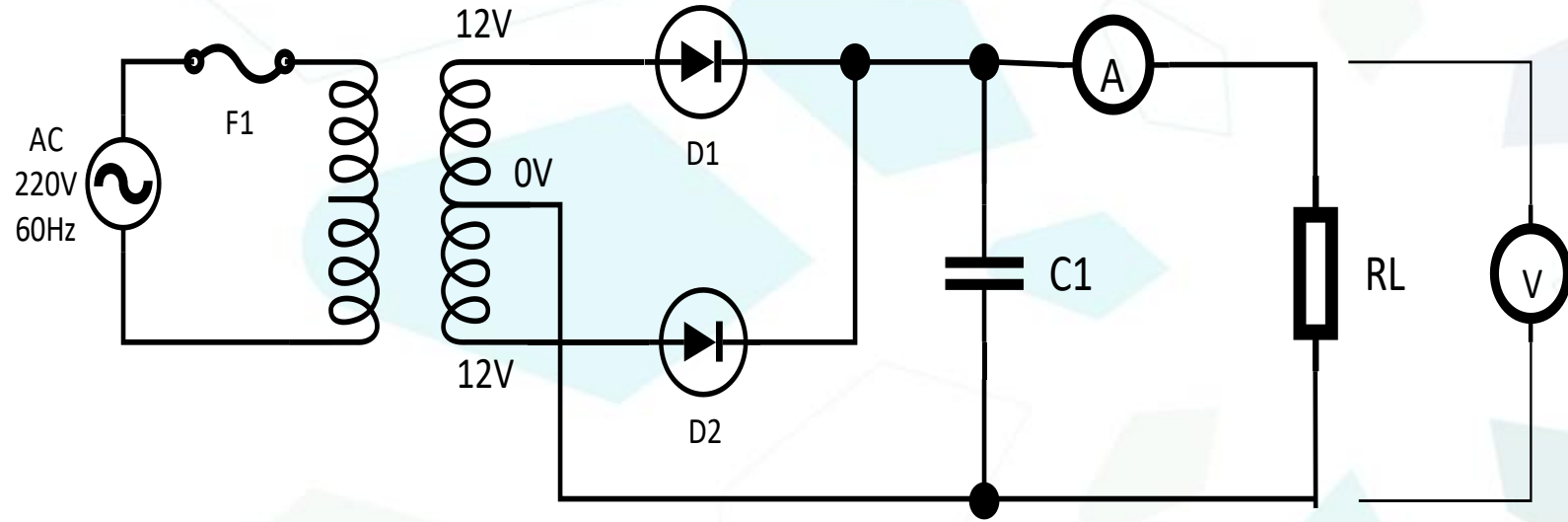
داخل المعمل

٦-١ تمرين عملي رقم (١)



- عنوان التمرين:
- استخدام ثنائيات القدرة.
- الهدف من التمرين:
- التمييز بين الثنائيات المختلفة القدرة عن طريق الشكل والحجم.
- التعرف على نوع الثنائي واستخدامه.
- استخدام أجهزة القياس.

٦-١ تمرين عملي رقم (١)





ترانزستور وحيد الوصلة UJT



- يشرح آلية عمل ترانزستور. UJT
- يصف الدائرة المكافئة لترانزستور. UJT
- يصف منحني الخواص لترانزستور. UJT
- يعدد مجالات استخدام الترانزستور. UJT
- يفحص ترانزستور. UJT
- يطبق عمليا مذبذب استرخاء باستخدام ترانزستور UJT



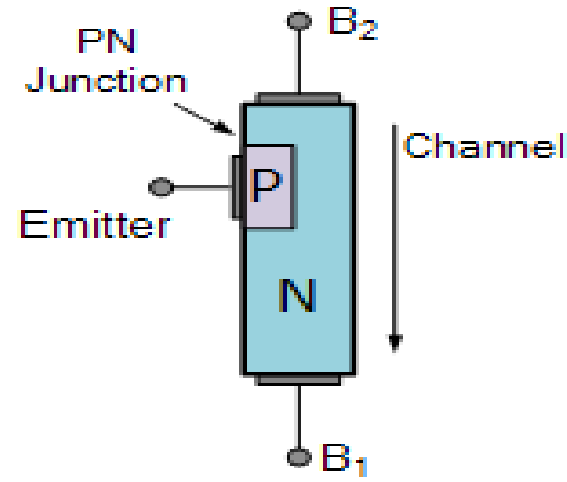
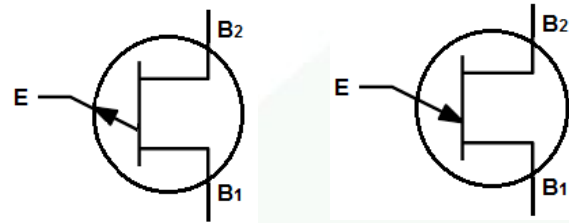
الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٠ ساعات

الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز عرض علوي (DATA SHOW)
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من ترانزستور AT وعاصر الكترونية.

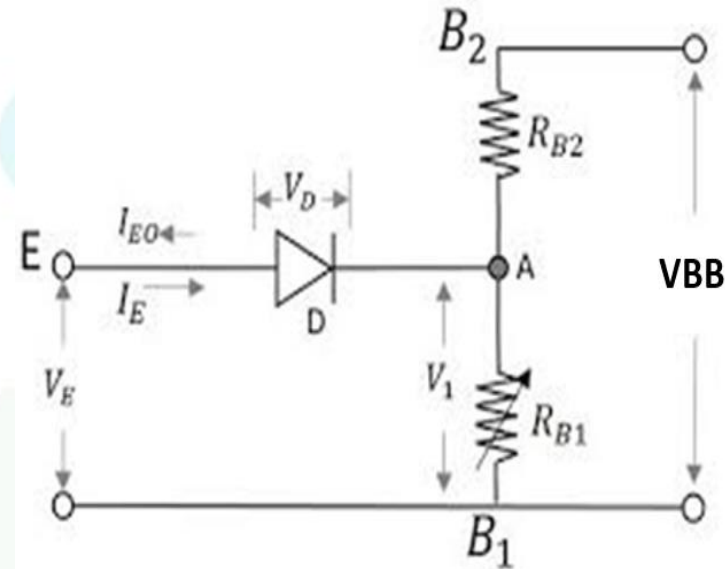


- يتكون الترانزستور وحيد الوصلة UJT من قناة من السيلكون من نوع (N-type) حيث يتم وضع وصلتين في نهاياتها لتشكيل القاعدتين (B1&B2) ويتم وضع طبقة من السيلكون نوع (P-type) في نقطة متوسطة بين القاعدتين تكون اقرب



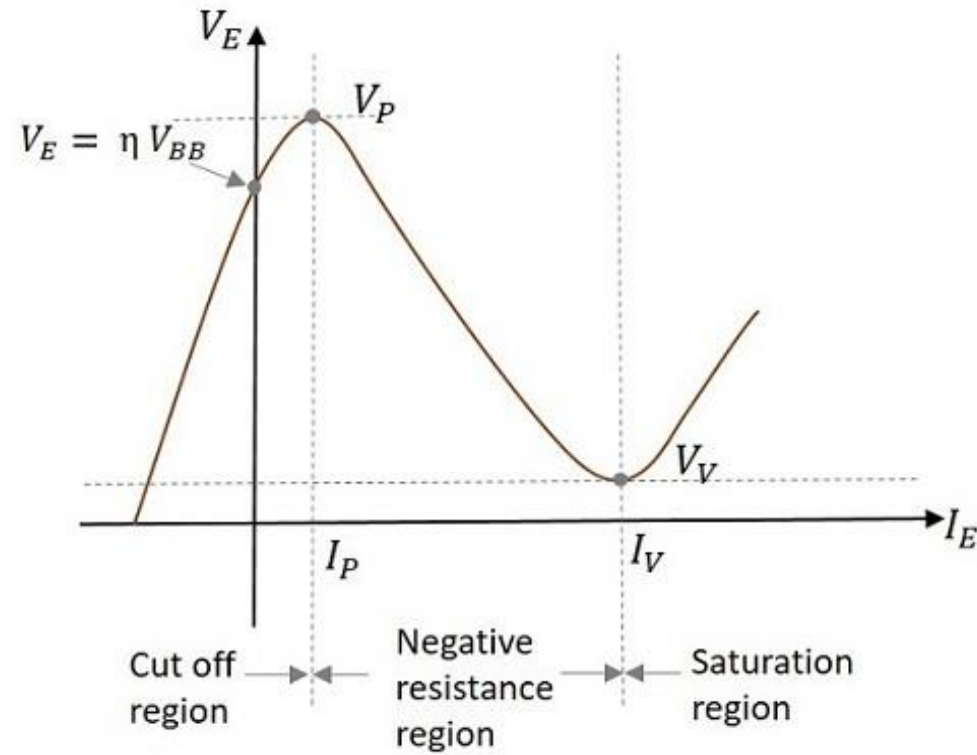
الى القاعدة B1

٢-٢ الدائرة المكافئة للترانزستور وحيد الوصلة UJT





منحنى الخواص للترانزستور UJT وهو علاقة بين جهد وتيار الباعث حيث تظهر عليه ثلاثة مناطق

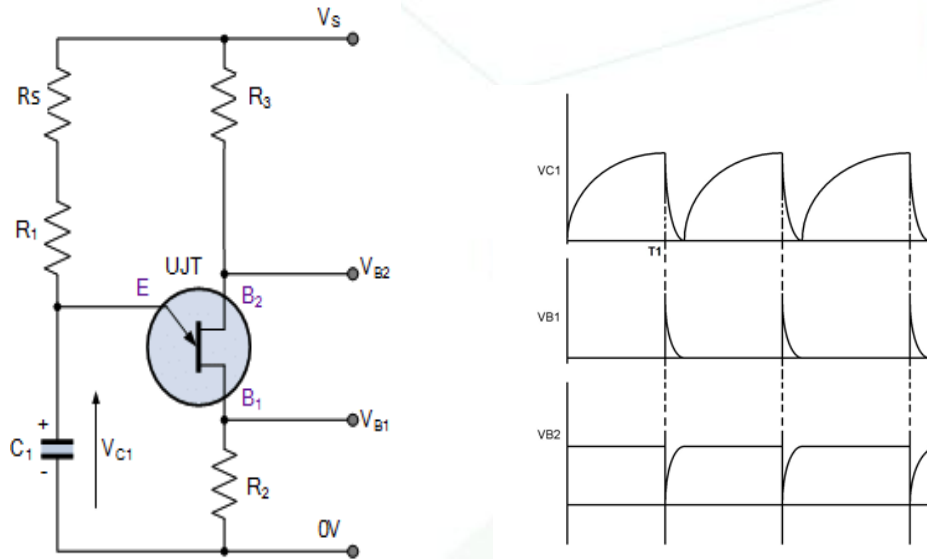




• يستخدم ترانزستور وحيد الوصلة UJT في تطبيقات كثيرة منها توليد النبضات مثال على

• ذلك:

• دوائر مذبذب الاسترخاء



• دوائر مذبذب متعدد الاهتزاز احادي الاستقرار



ما هي قواعد الأمن والسلامة

داخل المعمل؟

تمرين عملي رقم (١)



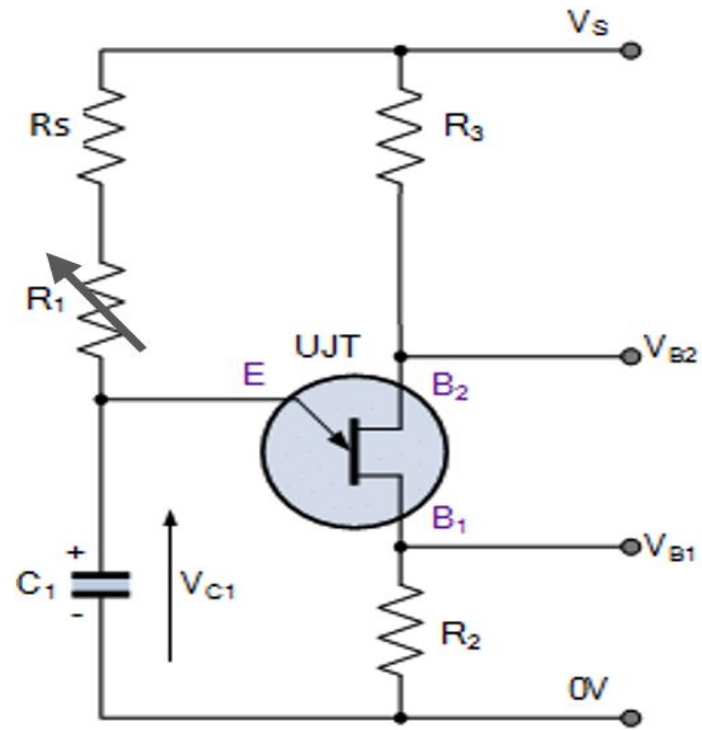
- عنوان التمرين:
- فحص ترانزستور UJT باستخدام أجهزة القياس.
- الهدف من التمرين:
- أن يستطيع المتدرب فحص ترانزستور UJT باستخدام أجهزة القياس.

تمرين عملي رقم (٢)



- عنوان التمرين:
- بناء مذئذب استرخاء باستخدام ترانزستور UJT
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب بناء دائرة مذئذب استرخاء باستخدام ترانزستور UJT وعمل القياسات عليها.

تمرين عملي رقم (٢)





الدياك Diac

الأهداف التفصيلية للوحدة



- يشرح آلية عمل الدياك.
- يصف منحني الخواص للدياك.
- يعدد مجالات استخدام الدياك.
- يفحص الدياك باستخدام جهاز قياس متعدد الاستخدام.
- يطبق عمليا مذنب استرخاء باستخدام الدياك.



الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١١ ساعة

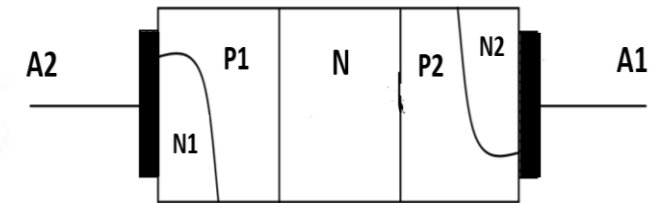
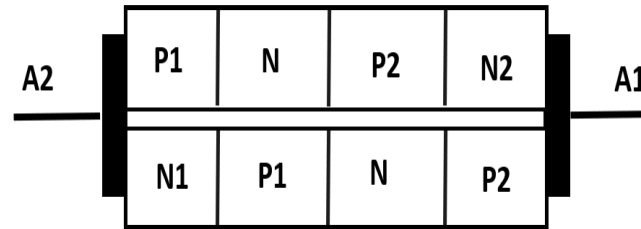
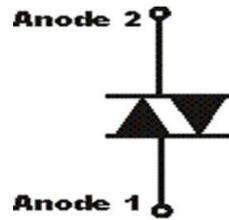
الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز عرض علوي (DATA SHOW)
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من الدياك وعناصر الكترونية.

١-٣ البنية الأساسية للدياك: Diac



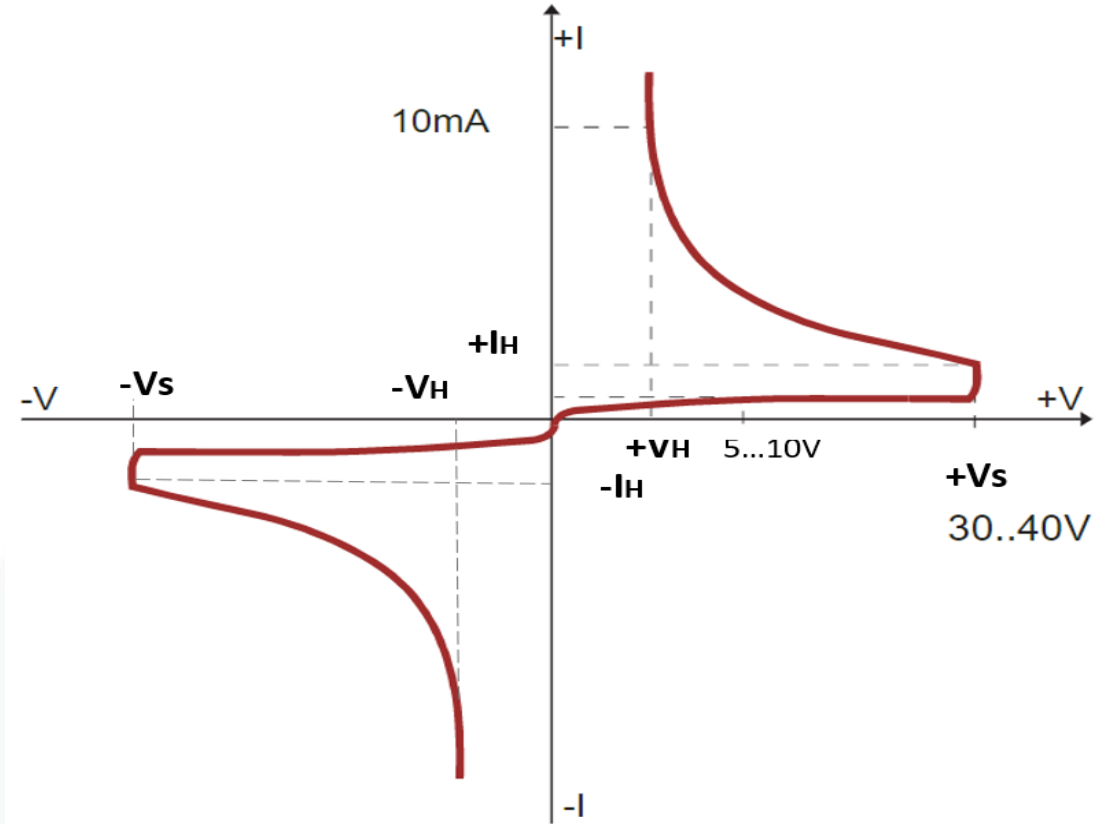
- تتكون بنية الدياك من خمس طبقات من شبة الموصل (N1,P1,N,P2,N2)



٢-٣ منحنى الخواص للدياك



- منحنى الخواص للدياك متشابه بالنسبة للاتجاهين الأمامي والعكسي.



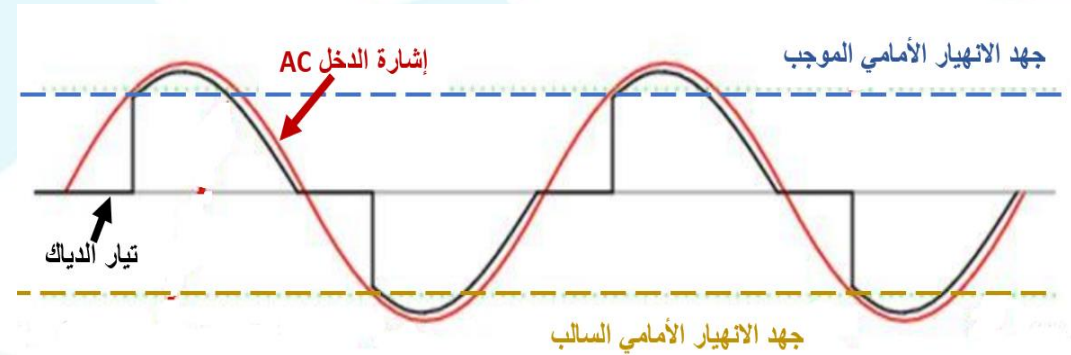
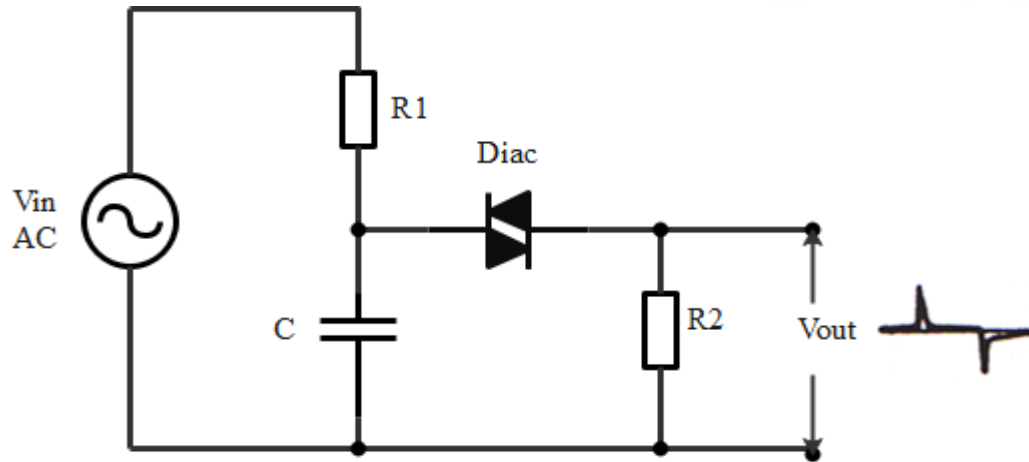


- يستخدم في دوائر التحكم في الحرارة.
- يستخدم في دوائر خفض الإضاءة (Light Dimming).
- يستخدم في دوائر التحكم في سرعة المحركات عامة الأغراض.
- يستخدم الدياك في دوائر التحكم الإلكتروني كعنصر مساعد للتحكم في اشعال الثايرستور والترياك.
- يستخدم في دوائر توليد النبضات.

٤-٣ مولد نبضات باستخدام الدياك



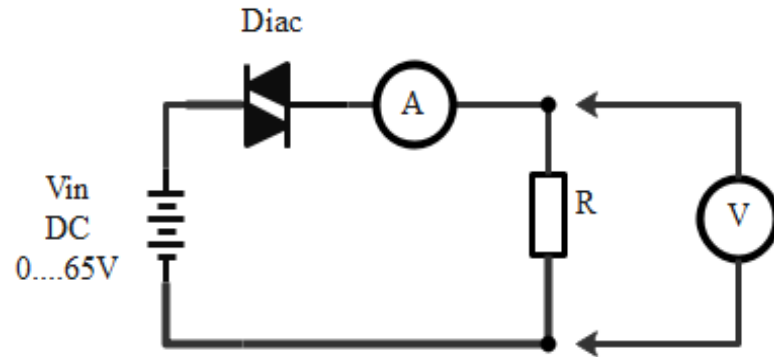
• دائرة مولد نبضات باستخدام الدياك





- إذا كان جهد توصيل الدياك قليلة بحدود جهد البطارية لجهاز قياس متعدد الاستخدام (Multimeter) والتي هي (9V) يمكن فحصه بواسطة جهاز القياس على وضع الأوم .

- اما إذا كان جهد توصيل الدياك أكبر من جهد بطارية جهاز القياس فيجب



- عمل دائرة فحص .

تمرين عملي رقم (١)



- عنوان التمرين:
- فحص الدياك باستخدام أجهزة القياس.
- الهدف من التمرين:
- ان يتعرف المتدرب على طريقة فحص الدياك باستخدام أجهزة القياس.

التمرين عملي رقم (٢)

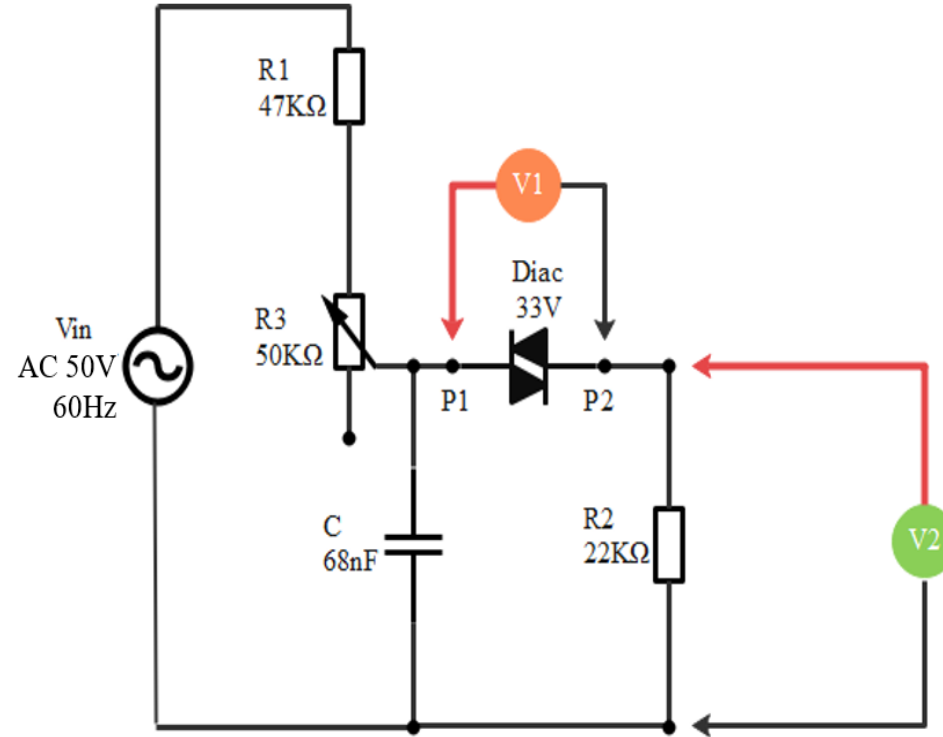


- عنوان التمرين :
- مذبذب اسرخاء بإستخدام الدياك.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب بناء دائرة مذبذب اسرخاء باستخدام الدياك وعمل القياسات عليها.

التمرين عملي رقم (٢)



مذبذب اسرخاء باستخدام الدياك





الثايرستور



- يشرح آلية عمل الثايرستور.
- يصف منحني الخواص للثايرستور.
- يعدد مجالات استخدام الثايرستور.
- يشرح المواصفات الفنية للثايرستور.
- يعدد طرق إشعال الثايرستور.
- يعدد طرق إطفاء الثايرستور.
- يطبق عمليا دوائر الكترونية باستخدام الثايرستور.



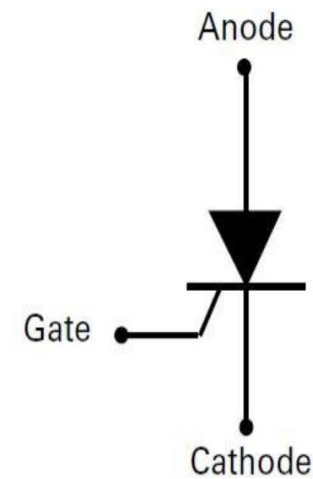
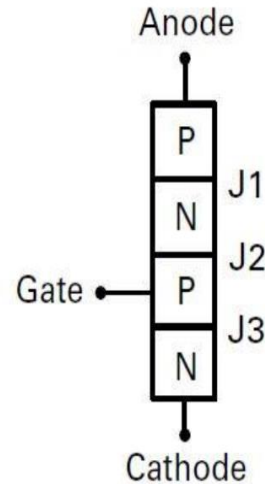
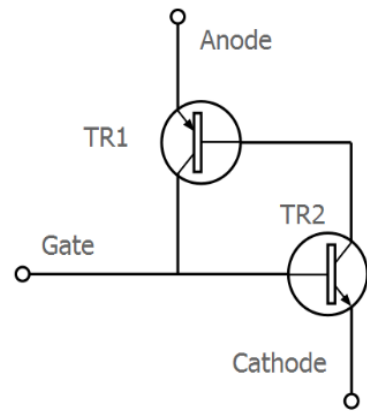
الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٩ ساعة

الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز عرض علوي (DATA SHOW)
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من الثايرستور وعناصر الكترونية.



- يتألف الثايرستور من أربع طبقات من شبه الموصل مصنوعة من مادة السيليكون ومرتبطة على هيئة PNPN ومكونة ثلاث وصلات (Junctions)

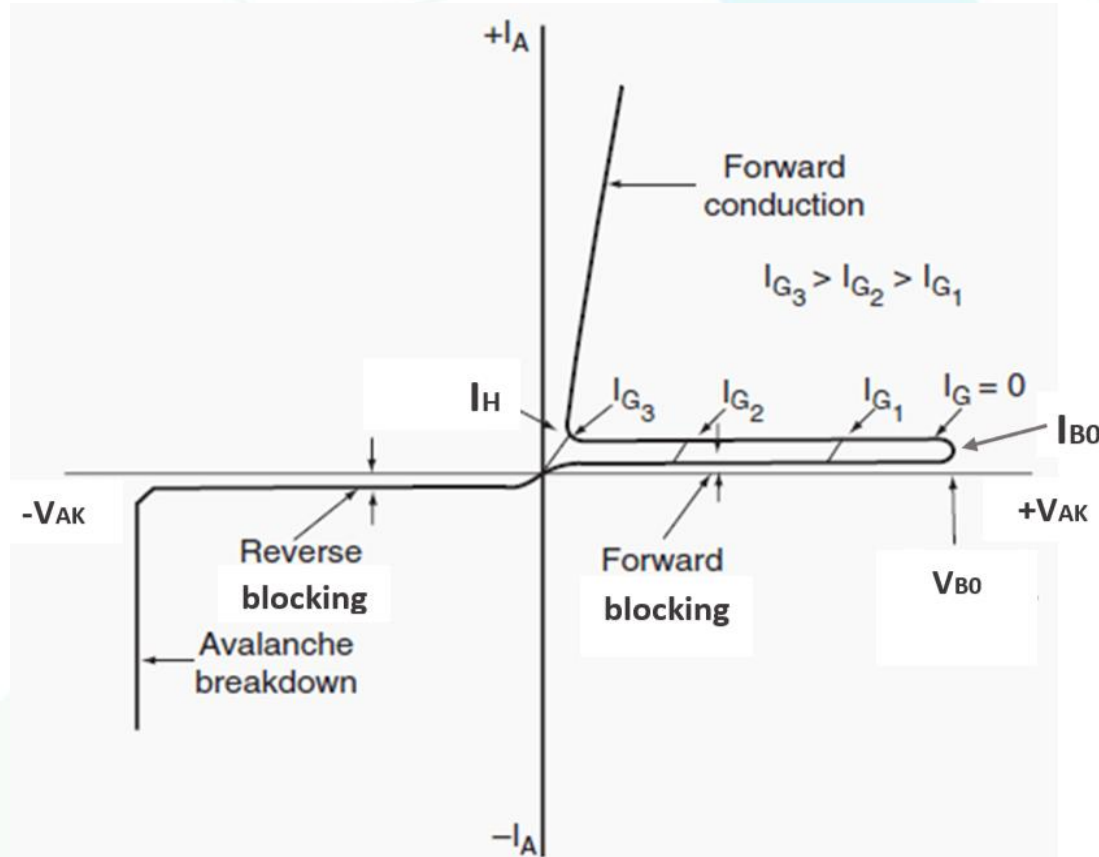


،J1,J2,J3

٢-٤ منحني خواص الثايرستور



- هو علاقة بين الجهد V_{AK} و تيار الثايرستور I_A





- يستخدم في التحكم بسرعة محركات التيار المتردد ومحركات التيار المستمر.
- يستخدم في مجالات التحكم الآلي والمراقبة.
- يستخدم في تشغيل الحواكم المختلفة.
- يستخدم في تشغيل دوائر الإنذار للحرائق والسرقة وغيرها.
- يستخدم في دوائر التأخير الزمني.
- يستخدم في شواحن البطاريات.
- يستخدم في مختلف المبدلات بين (AC-DC , DC-AC , AC-AC , DC-DC).

٤-٤ المواصفات الفنية للثايرستور



- تقدم بعض أوراق البيانات بواسطة المصنع المنتج للعنصر مثل الثايرستور التي تحتوي على مواصفات الأداة وتظهر مصطلحات عديدة تساعد الفني على اختيار العنصر المناسب للدائرة والمعلومات الضرورية للتشغيل والمقارنة بين انواعه والبدائل له، وتسمى كتاب البيانات والمواصفات والبدائل بـ (Data sheet)



- الإشعال بنبضة موجبة على البوابة.
- الإشعال بالجهد الزائد بين الأنود والكاثود.
- الإشعال بالحرارة.
- الإشعال بالضوء.
- الإشعال بتغير الجهد الأمامي المفاجئ dv/dt .

٤-٦ طرق إطفاء الثايرستور



- إطفاء الثايرستور بتوصيل مفتاح على التوالي مع الثايرستور.
- إطفاء الثايرستور بتوصيل مفتاح على التوازي مع الثايرستور.
- إطفاء الثايرستور بتوصيل مكثف مشحون على التوازي مع الثايرستور.



- باستخدام جهاز قياس متعدد الاستخدام (Multimeter) على وضع الاوم أو



التمرين عملي رقم (١)



- عنوان التمرين :
- فحص الثايرستور باستخدام أجهزة القياس متعدد الاستخدام
(Multimeter).

- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب فحص صلاحية الثايرستور وتحديد أطرافه.

التمرين عملي رقم (٢)

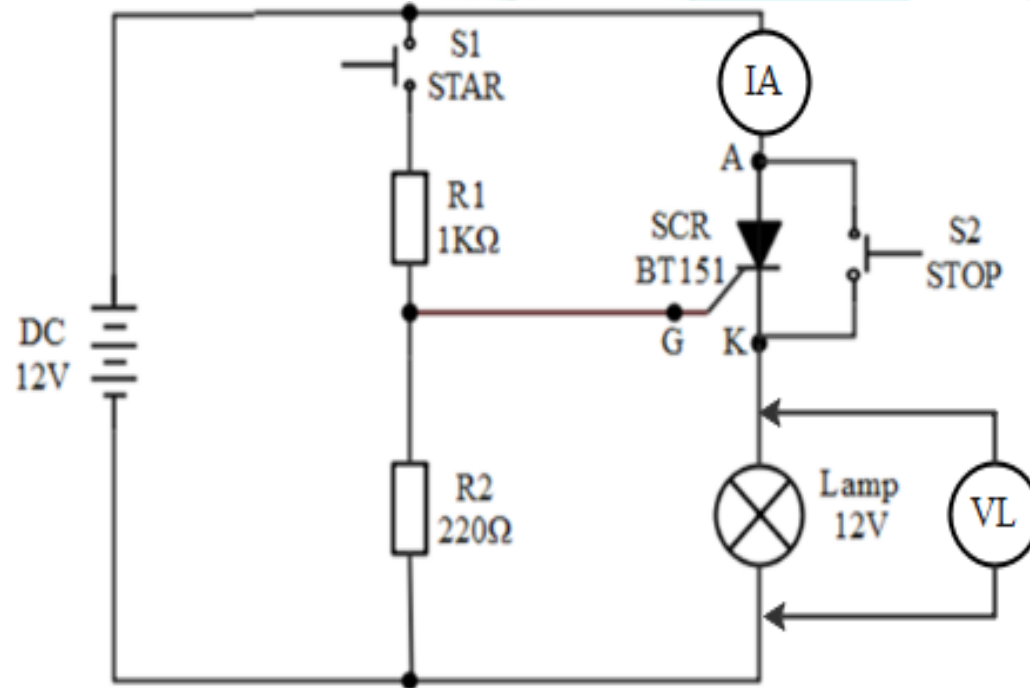


- عنوان التمرين :
- خواص الثايرستور في دائرة تيار مستمر.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب معرفة خواص الثايرستور في دائرة تيار مستمر.

التمرين عملي رقم (٢)



• خواص الثايرستور في دائرة تيار مستمر



التمرين عملي رقم (٣)

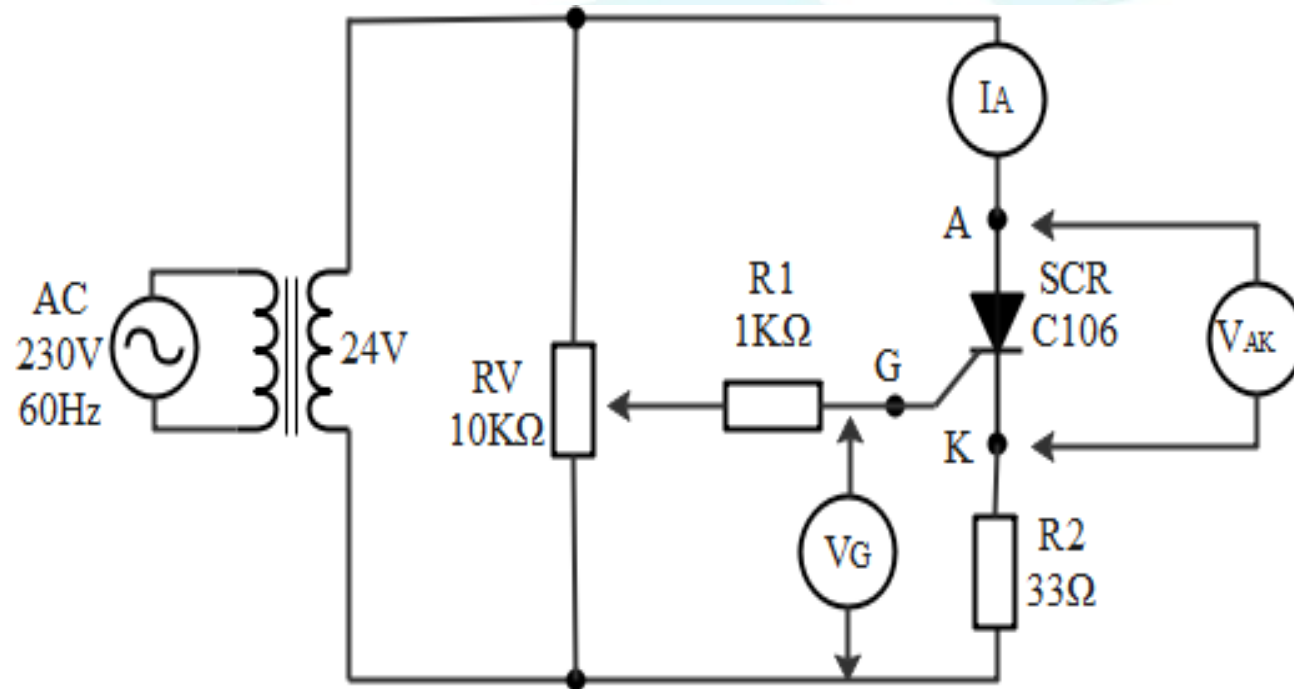


- عنوان التمرين :
- خواص الثايرستور في دائرة تيار متردد.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب معرفة خواص الثايرستور في دائرة تيار متردد.

التمرين عملي رقم (٣)



خواص الثايرستور في دائرة تيار متردد.



التمرين عملي رقم (٤)

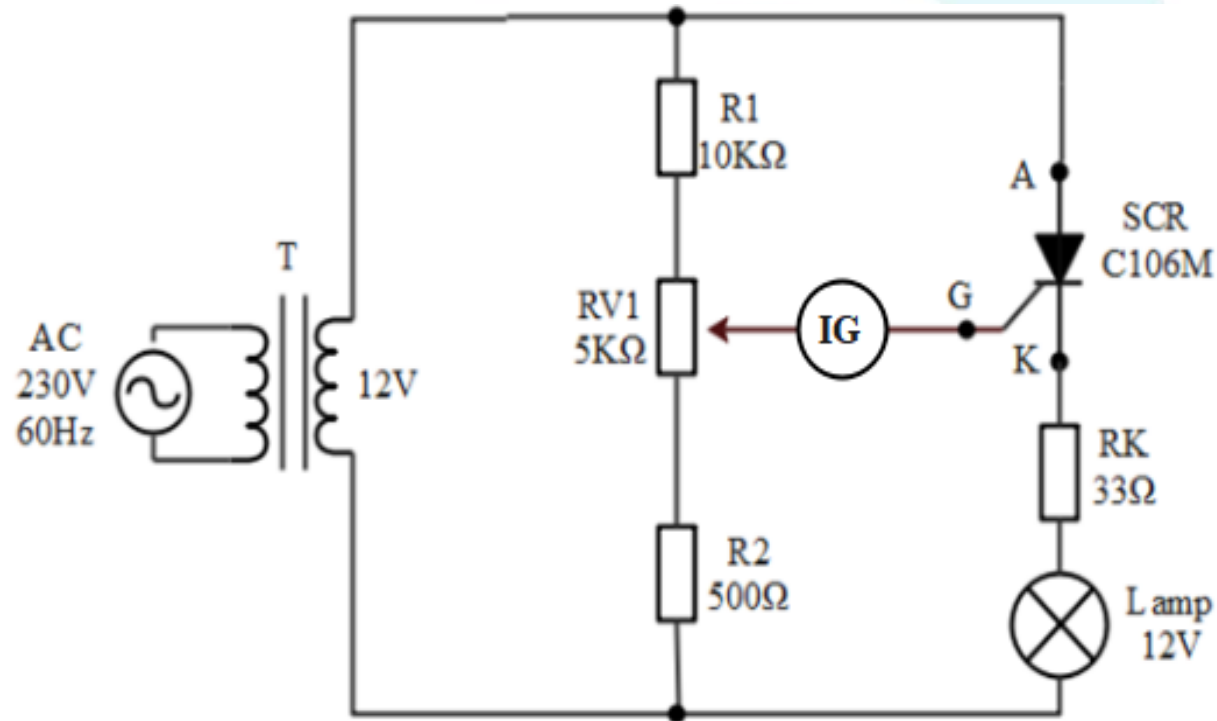


- عنوان التمرين :
- استخدام الثايرستور للتحكم في اضاءة مصباح.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام الثايرستور للتحكم في اضاءة مصباح.

التمرين عملي رقم (٤)



- استخدام الثايرستور للتحكم في اضاءة مصباح.



التمرين عملي رقم (٥)

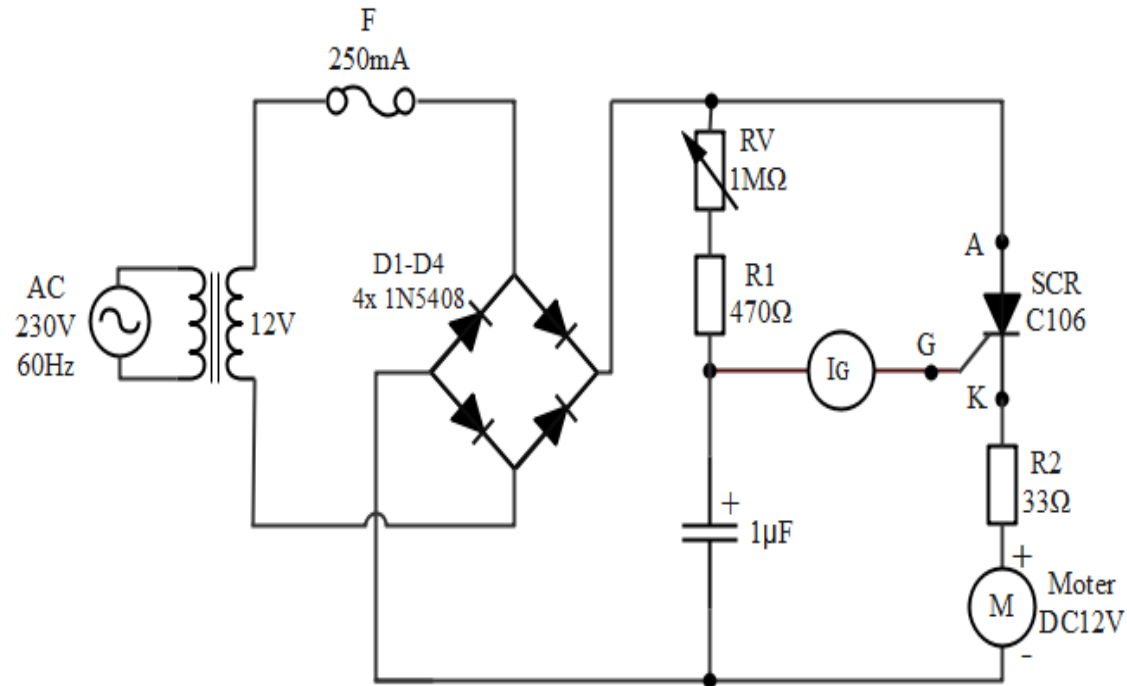


- عنوان التمرين :
- استخدام الثايرستور للتحكم في سرعة محرك.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام الثايرستور للتحكم في سرعة محرك.

التمرين عملي رقم (٥)



استخدام الثايرستور للتحكم في سرعة محرك.



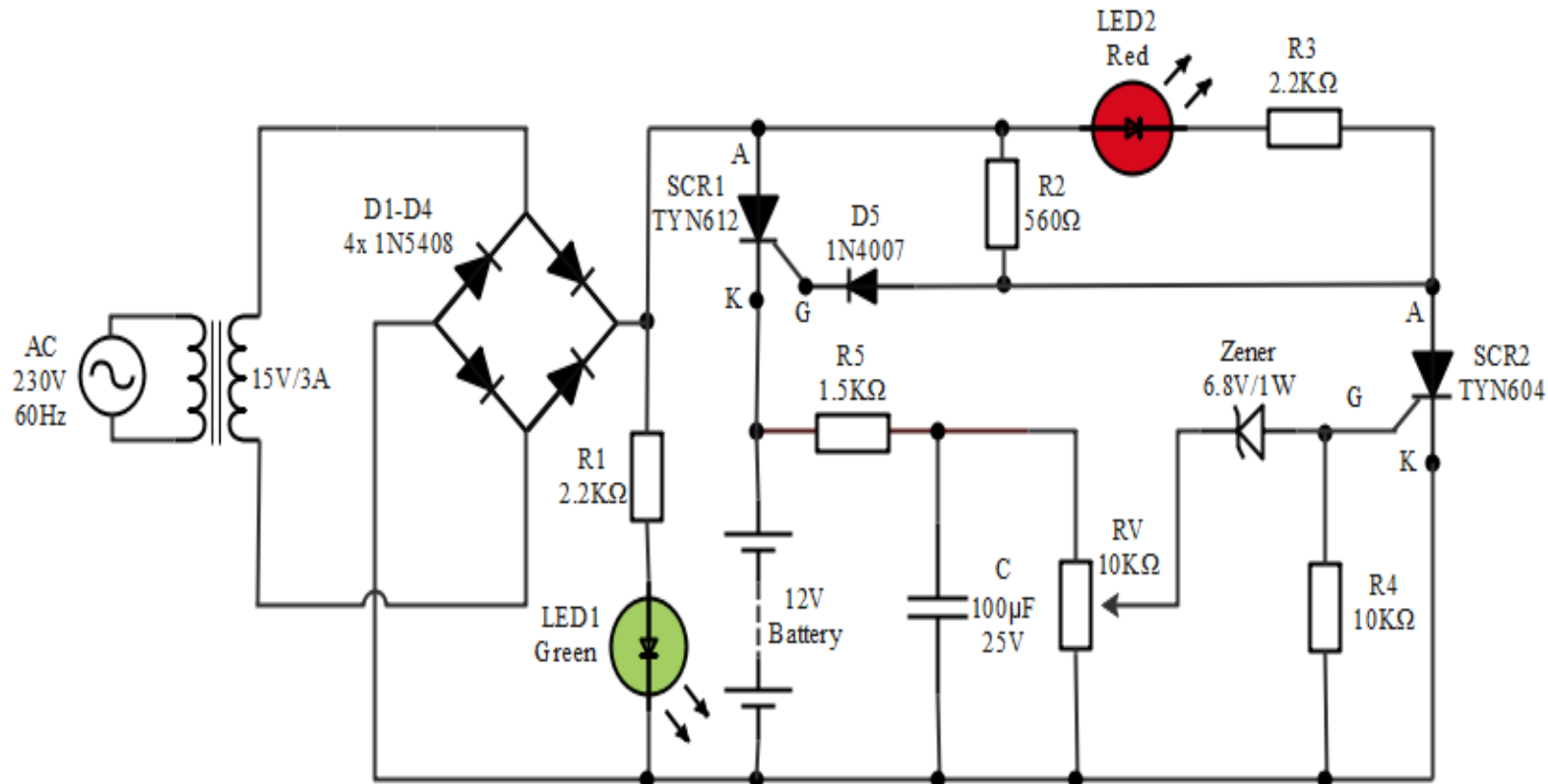
التمرين عملي رقم (٦)



- عنوان التمرين :
- استخدام الثايرستور للتحكم في شحن البطارية.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام الثايرستور للتحكم في شحن البطارية.



- استخدام الثايرستور للتحكم في شحن البطارية.



الوحدة الخامسة

المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
Technical and Vocational Training Corporation



الترياك



- يشرح آلية عمل الترياك.
- يصف منحني الخواص للترياك.
- يعدد مجالات استخدام الترياك.
- يفحص الترياك باستخدام جهاز قياس متعدد الاستخدام.
- يستخدم الترياك للتحكم في إضاءة مصباح.
- يستخدم الترياك للتحكم في محرك عام.



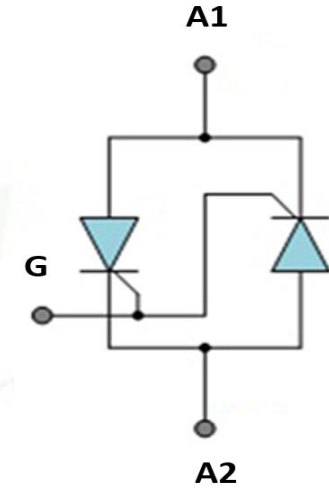
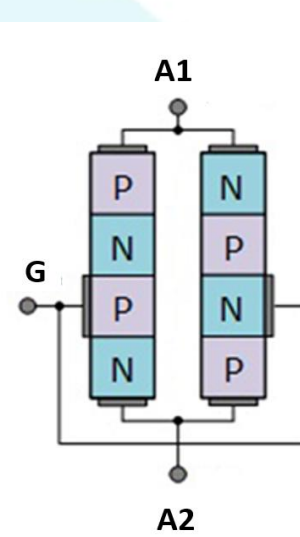
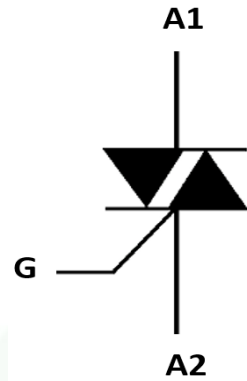
الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٩ ساعة

الوسائل التدريبية المساعدة:

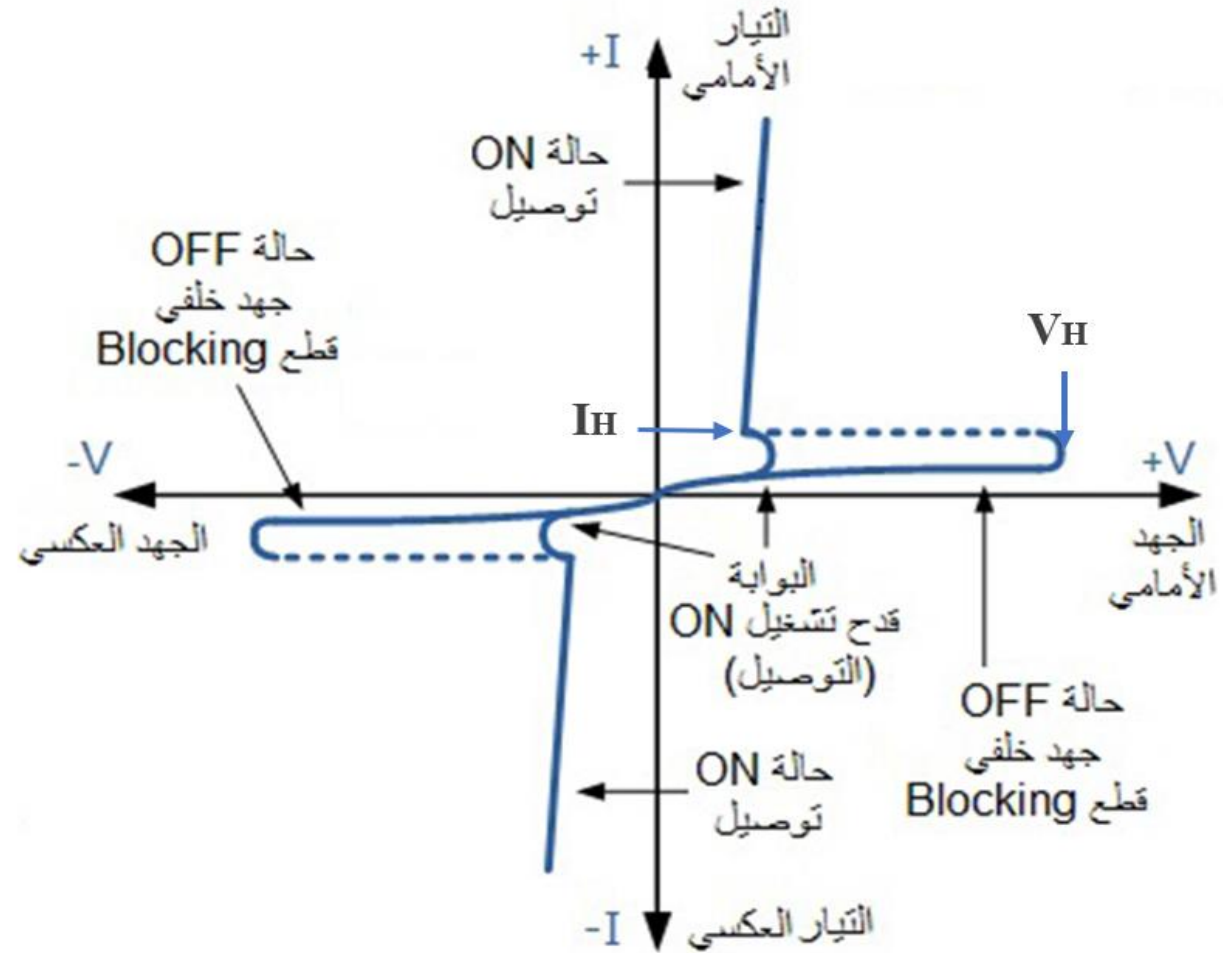
- جهاز عرض علوي (DATA SHOW)
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من الترياك وعناصر الكترونية.



- يتركب الترياك من مواد شبة الموصل على شكل ثايرستورين متوازيين ومتعاكسين أحدهما ذو بوابة موجبة والآخر ذو بوابة سالبة.



٢-٥ منحنى خواص الترياك





- يتحول الترياك الى وضع التوصيل (ON) في الحالات التالية:
- وصول فرق الجهد بين طرفي الترياك (A1,A2) الى جهد الانهيار الامامي او الخلفي (VH).
- تطبيق جهد على طرفي الترياك (A1,A2) أقل من جهد الانهيار بغض النظر عن قطبية هذا الجهد على الطرفين مع تطبيق نبضة على البوابة موجبة او سالبة على ان تكون بنفس قطبية (A2).



- يتحول الترياك الى وضع الفصل (OFF) في الحالات التالية:
- فصل الدائرة الكهربائية التي تحوي الترياك وهذا يؤدي الى إطفاء الحمل وفصل الترياك.
- قلب قطبية الجهد المطبق على الترياك (A1,A2) مع إبقاء نوع قطبية جهد البوابة.



• يستخدم الترياك كمفتاح في دوائر التيار المتردد ذات التيارات العالية ومن هذه

الاستخدامات:

- يستخدم للتحكم في سرعة محرك.
- يستخدم للتحكم في اضاءة المصابيح.
- يستخدم للتحكم في درجة حرارة السخان الكهربائي.
- يستخدم للتحكم في تشغيل الماكينات المرتبطة بالمتحكمات والمعالجات الدقيقة.



- يمكن تحديد أطراف الترياك بواسطة جهاز القياس متعدد القياسات (Multimeter) وذلك على وضع الأوم.



التمرين عملي رقم (١)



- عنوان التمرين :
- فحص الترياك باستخدام أجهزة القياس متعدد الاستخدام (Multimeter).

- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب فحص الترياك ومعرفة أطرافه.

التمرين عملي رقم (٢)

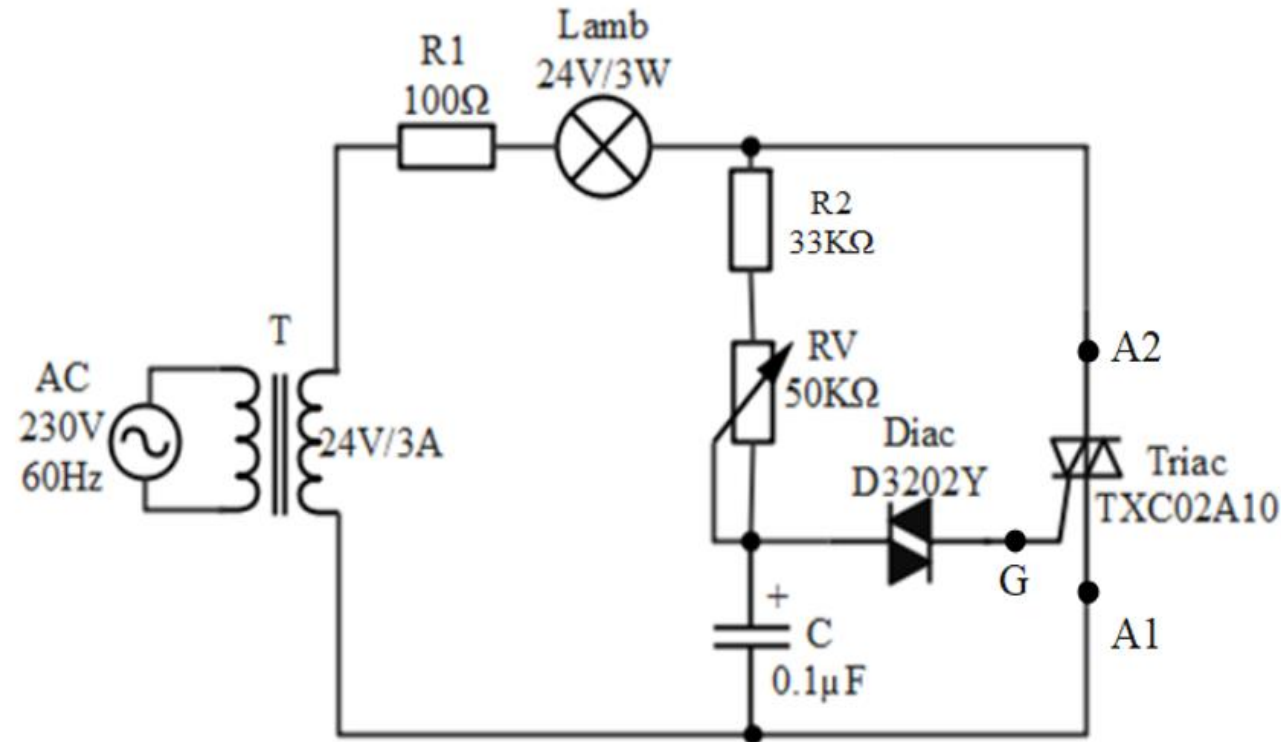


- عنوان التمرين :
- استخدام الترياك للتحكم في إضاءة مصباح.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام الترياك للتحكم في اضاءة مصباح.

التمرين عملي رقم (٢)



استخدام الترياك للتحكم في إضاءة مصباح.



التمرين عملي رقم (٣)

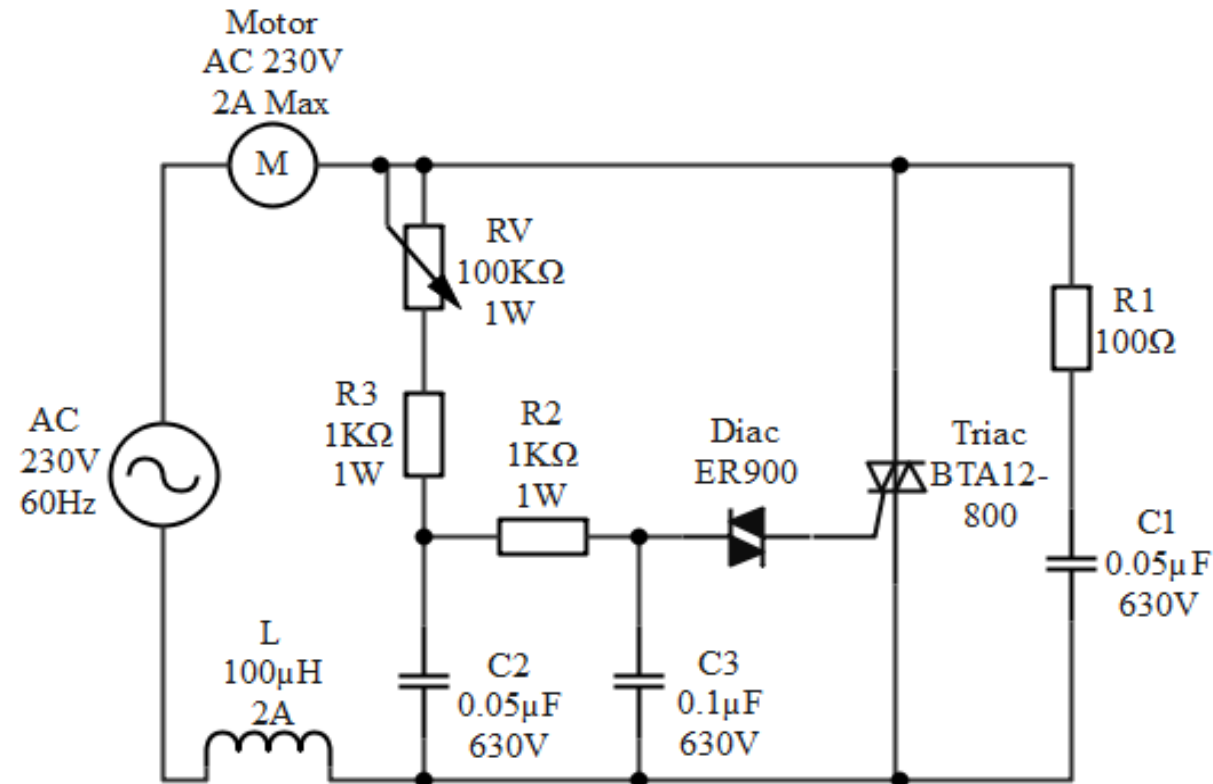


- عنوان التمرين :
- استخدام الترياك للتحكم في محرك.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام الترياك للتحكم في محرك.

التمرين عملي رقم (٣)



- استخدام الترياك للتحكم في محرك.





الترانزستور ثنائي القطب (IGBT)



- يشرح آلية عمل الترانزستور ثنائي القطب (IGBT).
- يصف منحني الخواص الترانزستور ثنائي القطب (IGBT).
- يعدد مجالات استخدام الترانزستور ثنائي القطب (IGBT).
- يستخدم الترانزستور ثنائي القطب (IGBT) للتحكم في تشغيل محرك.



الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١١ ساعة

الوسائل التدريبية المساعدة:

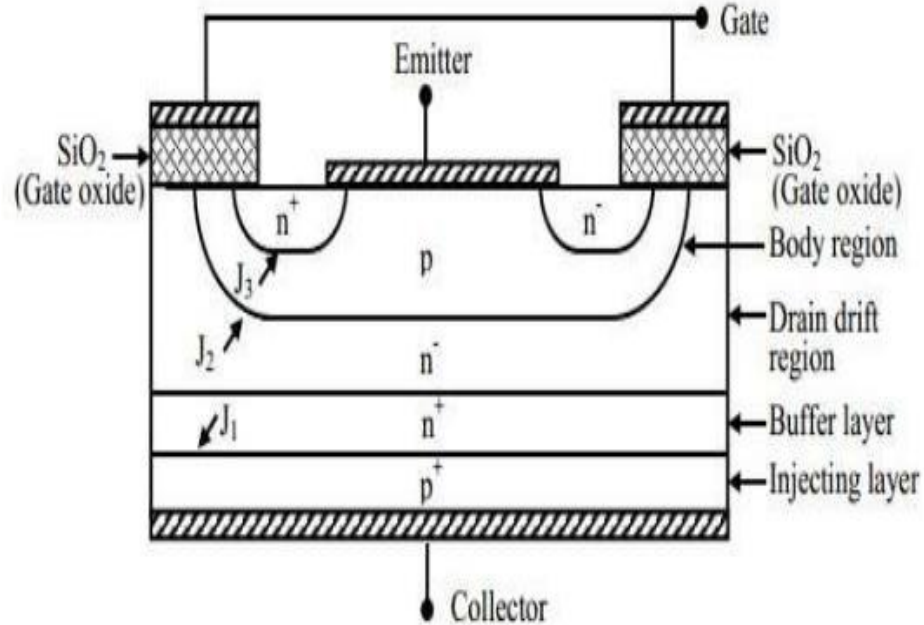
- جهاز عرض علوي (DATA SHOW)
- وسائل الأمن والسلامة.
- أجهزة قياس متعدد الاستخدام (Multimeter).
- أجهزة راسم الإشارة (Oscilloscope).
- وحدة تدريب مع أنواع مختلفة من الترانزستور ثنائي القطب (IGBT) وعناصر الكترونية.

١-٦ بنية ترانزستور ثنائي القطب (IGBT)

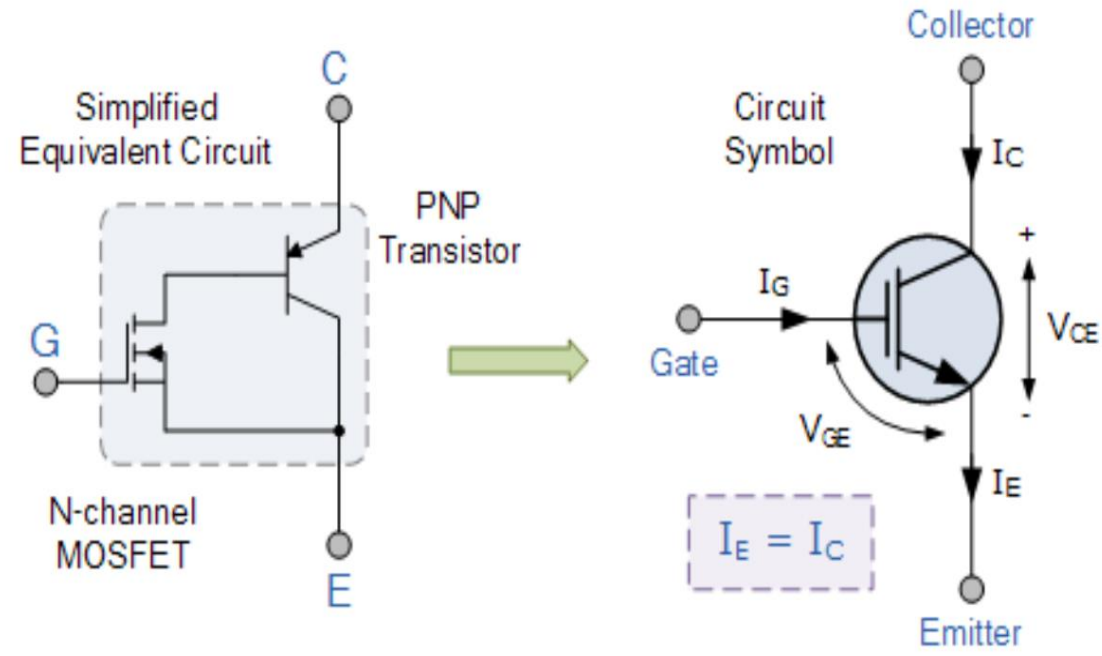


- وهو مكون من عدة طبقات من مادة شبه الموصل وهو يشبه الى حد كبير ترانزستور (MOSFET) ما عدا طبقة واحده تعرف باسم طبقة الحقن (Injecting layer) وهي

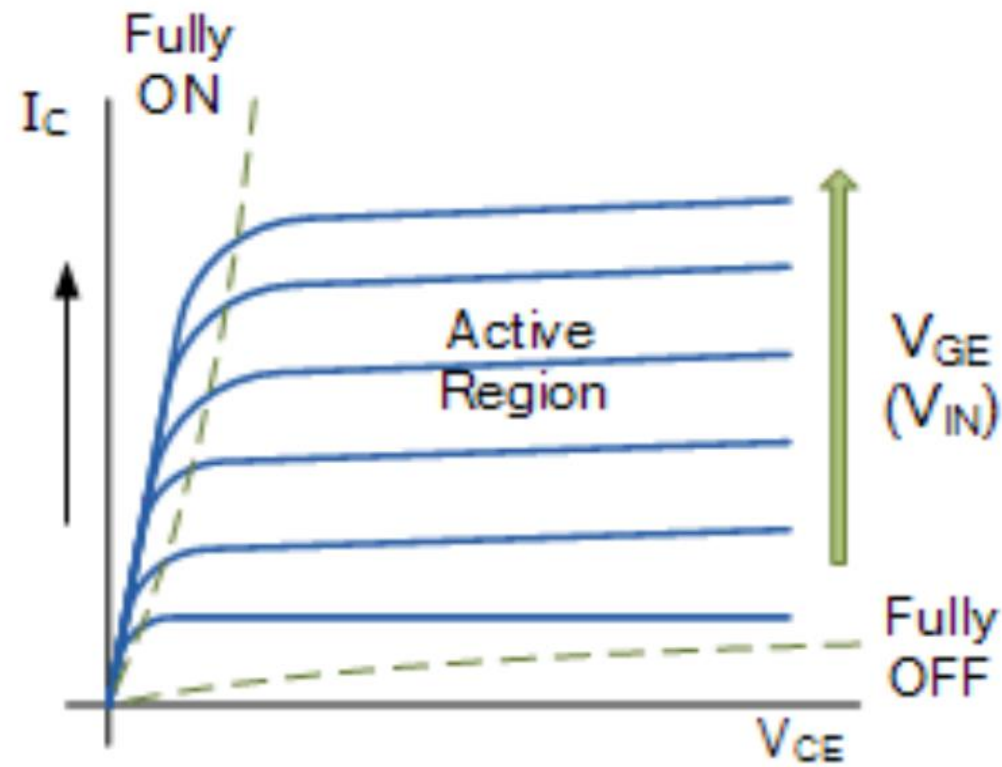
أساس مميزات هذا الترانزستور.



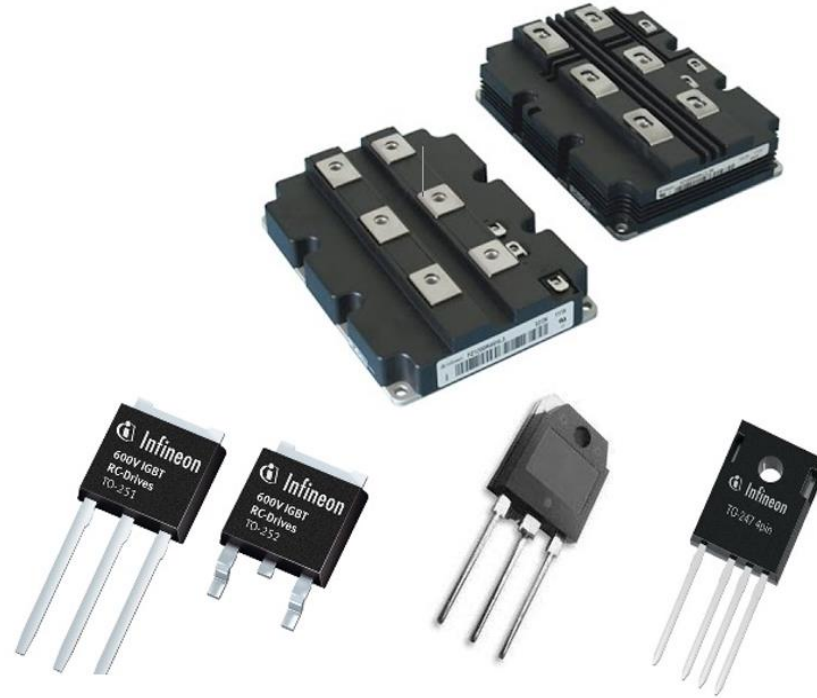
٢-٦ الدائرة المكافئة لترانزستور (IGBT)



٣-٦ منحنى الخواص لترانزستور (IGBT)



اشكال واحجام لترانزستور (IGBT)



٤-٦ مقارنة بين ترانزستور (IGBT) وترانزستور (BJT, MOSFET)



ترانزستور IGBT	ترانزستور MOSFET	ترانزستور BJT	خصائص العنصر
مرتفع جداً أكثر من (1KV)	مرتفع أقل من (1KV)	مرتفع أقل من (1KV)	مستوى الجهد
مرتفع أكثر من (500A)	منخفض أقل من (200A)	مرتفع أقل من (500A)	مستوى التيار
جهد بين البوابة والباعث VGE=(4-8V)	جهد بين البوابة والمصرف VGS=(3-10V)	تيار بمعامل تكبير من (20A الى 200A)	مستوى التحكم في الدخل
مرتفعة	مرتفعة	منخفضة	مقاومة الدخل
منخفضة	متوسطة	منخفضة	مقاومة الخرج
متوسط	سريعة (نانو ثانية)	بطيئة (ميكرو ثانية)	سرعة التبديل
مرتفعة	متوسطة	منخفضة	التكلفة

٥-٦ مجالات استخدام ترانزستور (IGBT)



- يستخدم في دوائر مولدات القدرة.
- يستخدم في المبدلات (Inverter).
- يستخدم للتحكم في المحركات.
- يستخدم للتحكم في درجة الحرارة.

التمرين عملي رقم (١)

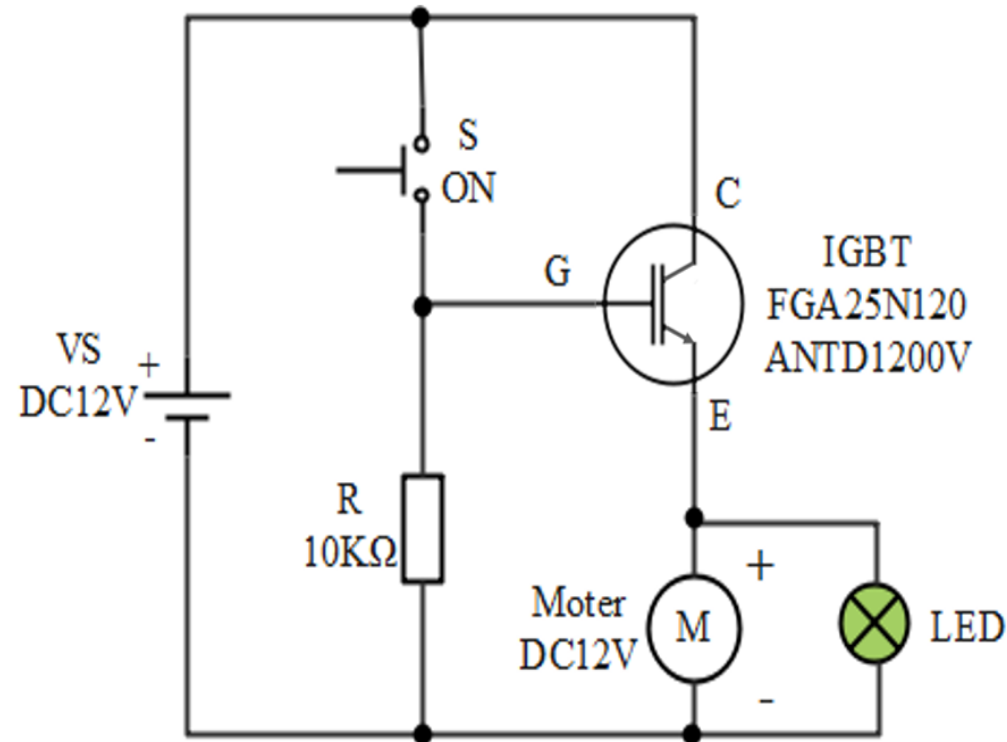


- عنوان التمرين :
- استخدام ترانزستور ثنائي القطب ذو البوابة المعزولة (IGBT) للتحكم في محرك.
- الهدف من التمرين:
- ان يستطيع المتدرب استخدام ترانزستور ثنائي القطب ذو البوابة المعزولة للتحكم في محرك.

التمرين عملي رقم (١)



- استخدام ترانزستور ثنائي القطب ذو البوابة المعزولة (IGBT) للتحكم في محرك.





المرجع	م
Electronic device and circuit theory-Sevev edition-Robert L.Boylestad /louis Nashelsky-2013	١.
Basic Electronics Tutorials – Wayne Storr- 2013	٢.
Ashfaq Ahmed : “Power Electronics for Technology”, Prentice-Hall, ١٩٩٩.	٣.
David A. Bradley: “Power Electronics”, Second Edition, ١٩٩٥ ،Nelson Thornes	٤.



تم بحمد الله