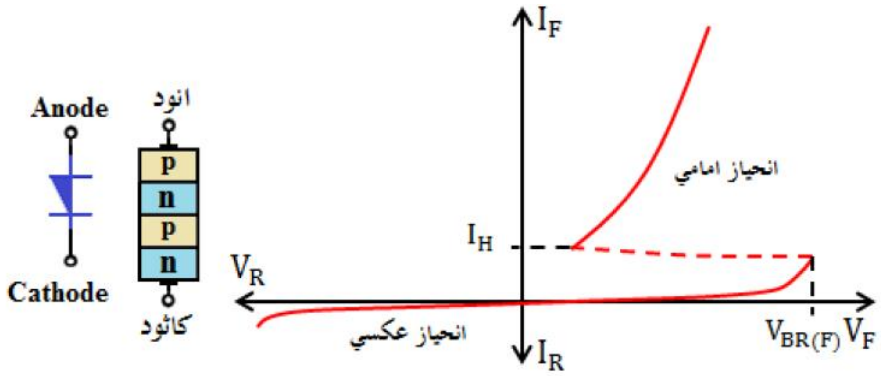
الفصل السابع – الثايروستورات Thyristors

تضم عائلة الثايروسترات ثنائي شوكلي ، مقوم السيلكون المسيطر ، الداياك ، الترياك ، والمفتاح السيلكوني المسيطر والتي تمتاز بانها متكونة من اربع مناطق من اشباه الموصلات (pnpn) . بالإضافة لهذه العائلة سنتناول نوع اخر من المكونات الالكترونية وهو الترانزستور احادي الوصلة . جميع هذه المكونات الالكترونية تمتاز بوجود مقاومة سالبة في منحني خواصها ولا يمكن استخدامها في تكبير الاشارة .

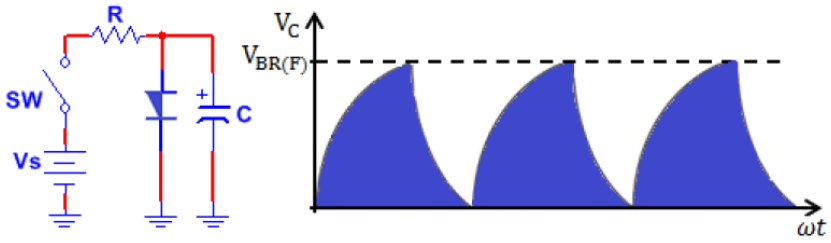
(1 . 7) ثنائي شوكلي Shockey Diode

يطلق عليه كذلك ثنائي رباعي الطبقات (four – layer diode) ، وهو نوع من الثايروسترات له طرفان فقط ، الشكل (1) يوضح تركيب ورمز ومنحني الخواص لهذا الثنائي ، في حالة الانحياز الامامي ، يتصرف ثنائي شوكلي كمقاومة عالية (دائرة مفتوحة) لفولتيات تحييز الاقل من جهد الانهيار الامامي (V_{BR}) ، وعند وصول جهد التحييز الامامي الى تلك القيمة تهبط مقاومة الثنائي بصورة فجائية ويهبط الجهد بين طرفيه ويتصرف كدائرة قصر . يلاحظ من منحني الخواص ان الثنائي يبقى في حالة التوصيل حتى في حالة انخفاض فولتية التحييز الامامية عن قيمة جهد الانهيار (V_{BR}) ولا يعود الثنائي الى حالة القطع الا عند انخفاض قيمة التيار الى افل من القيمة التي حدث عندها الانهيار (I_H) . اما في حالة الانحياز العكسي فسلوكه يشبه سلوك الثنائي الاعتيادي .



شكل (1) رمز وتركيب ومنحنى الخواص لثنائي شوكلي

من اهم تطبيقات ثنائي شوكلي هي استعماله في مذبذب الارتخاء (Relaxation Oscillator) الموضح بالشكل (2) ، ان هذا المذبذب يستعمل لتوليد اشارة قدح (Trigger) للتحكم بعمل الانواع الاخرى من الثايروستر .

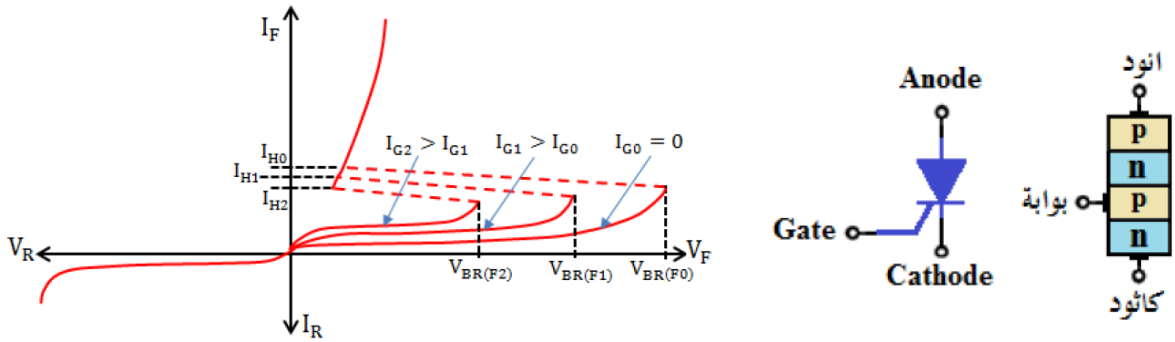


شكل (2) دائرة مذبذب الارتخاء وشكل الاشارة الخارجة

(7 . 2) المقوم السليكوني المسيطر Silicon – Controlled Rectifier (SCR)

للمقوم السليكوني المسيطر اهمية كبيرة في التطبيقات العملية حيث يأتي بالمرتبة الثالثة بعد الثنائي والترانزستور ، ومن تطبيقاته استعماله في دوائر التقويم عالي القدرة ، العاكسات ، منظم الفولتية عالي القدرة ، متحكمات الطور ، التحكم بسرعة المحركات ، التحكم بالسخانات ، وغيرها من انظمة التحكم .

يشبه تركيب المقوم السليكوني المسيطر تركيب ثنائي شوكلي مع اضافة طرف ثالث يسمى بالبوابة (Gate) والشكل (3) يوضح تركيب ورمز ومنحنى خواص المقوم السليكوني المسيطر .

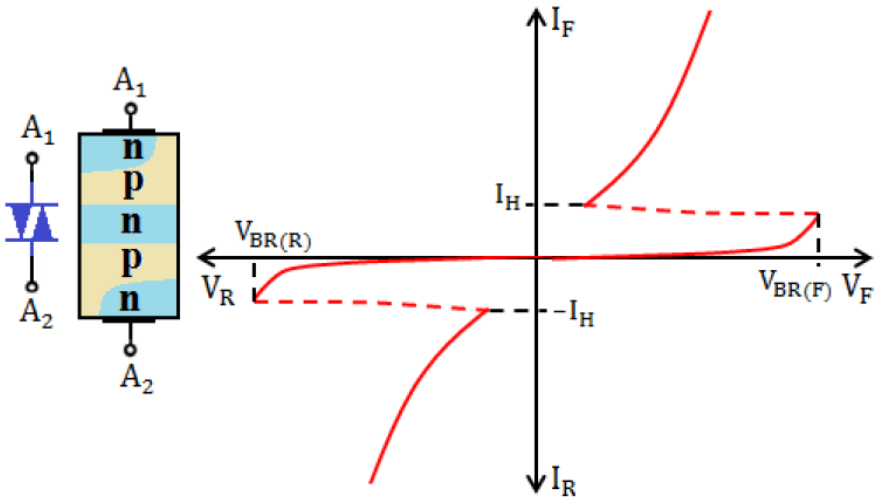


شكل (3) تركيب ورمز ومنحنى خواص المقوم السليكوني المسيطر

من منحنى الخواص نلاحظ ان تيار البوابة (I_G) يؤدي الى التحكم بجهد الانهيار (V_{BR}) وتياره (I_H) ، حيث نلاحظ انه كلما يزداد تيار البوابة يقل جهد وتيار الانهيار .

(7 . 3) الدایاك The Diac

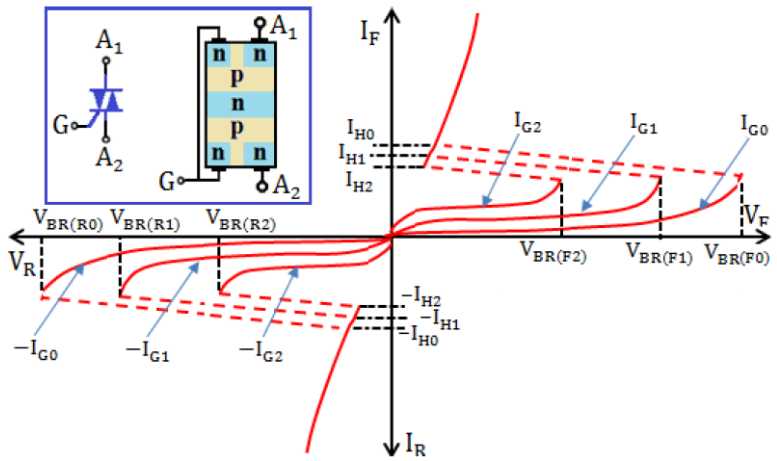
الشكل (4) يوضح تركيب ورمز ومنحنى الخواص للدایاك ، والذي يمكن ان تصوره كثنائيي شوكلي مربوطين على التوازي وباتجاهين متعاكسين . احدهما يعمل خلال النصف الموجب من اشارة الادخال والاخر يعمل في النصف السالب من الاشارة .يستعمل الدایاك في العديد من التطبيقات منها : دوائر التحكم ، دوائر التوقيت ، ودوائر قدح الثايروستورات .



شكل (4) رمز وتركيب ومنحنى الخواص للدایاك

(7 . 4) الترياك The Triac

يشبه تركيب الترياك الداياك مع اضافة طرف للبوابة ، كما يمكن تصوره كمقومي سليكون مسيطر مربوطين على التوازي وباتجاهين متعاكسين مع طرف بوابة مشترك ، يعمل الترياك كمفتاح يكون في حالة غلق عند ادخال نبضة الى طرف البوابة ، ويختلف عن المقوم السليكوني المسيطر (الذي يعمل في الاتجاه الامامي) بانه يعمل كمفتاح في حالتي الانحياز ، ولجعل الترياك يعود الى حالة القطع يجب تقليل قيمة التيار المار عبره الى اقل من قيمة تيار الانهيار (I_H) ، الشكل (5) يوضح تركيب ورمز ومنحنى الخواص للترياك .

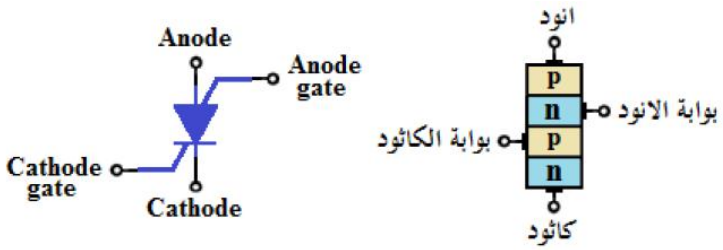


شكل (5) رمز وتركيب ومنحنى الخواص للترياك

ويستعمل الترياك في دوائر التحكم وتشكيل الموجة .

(7 . 5) المفتاح السليكوني المسيطر The Silicon – Controlled Switch (SCS)

هو ثايرستور رباعي الاطراف تركيبه يشابه المقوم السليكوني مع اضافة بوابة ثانية احداهما تسمى بوابة الانود والاخرى بوابة الكاثود ، يمكن جعل SCS في وضعية الاغلاق (ON) من خلال قدح اي من البوابتين (نبضة موجبة لبوابة الكاثود ونبضة سالبة لبوابة الانود) ، ولتحويل SCS لوضعية الفتح (OFF) يتم تسليط نبضة موجبة لبوابة الانود . والشكل (6) يوضح تركيب ورمز SCS .



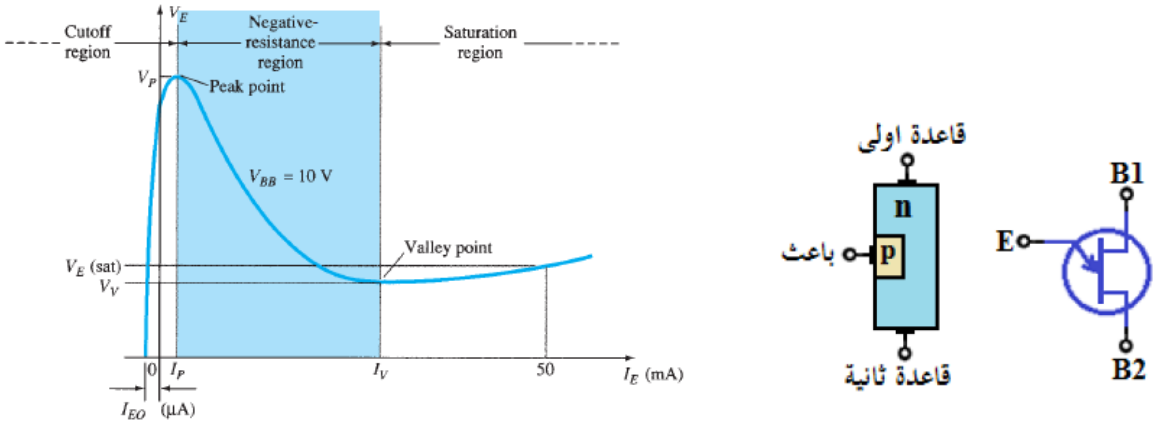
شكل (6) تركيب ورمز المفتاح السليكوني المسيطر

يستعمل SCS في مجالات مشابهة لاستعمال SCR بالإضافة الى استعماله في التطبيقات الرقمية مثل العدادات .

(7 . 6) الترانزستور احادي الوصلة (UJT) The Unijunction Transistor

لا يعتبر الترانزستور احادي الوصلة من عائلة الثايروسترات وذلك لان تركيبه لا يتضمن الطبقات الاربعة المميزة لها ، وسمي بأحادي الوصلة لأنه يحتوي على وصلة شبه موصل واحدة فقط .

الشكل (7) يوضح رمز وتركيب ومنحنى خواص ترانزستور احادي الوصلة ، حيث نلاحظ ان له ثلاثة اطراف باعث E وقاعدة اولى B_1 وقاعدة ثانية B_2 . ونجد من منحنى الخواص ان هنالك منطقة المقاومة السالبة المظللة بالأزرق .



شكل (7) رمز وتركيب ومنحنى خواص ترانزستور احادي الوصلة

لترانزستور احادي الوصلة تطبيقات عديدة منها استعماله في دوائر قدح الثايروسترات ، المذبذبات اللاجيبية ، مذبذب سن المنشار ، متحكمات الطور ، ودوائر التوقيت .

سؤال 1 : ماهي الميزة التي تجمع عائلة الثايروسترات ، واذكر اسم وتركيب ورمز كل واحد من هذه العائلة ؟

سؤال 2 : ما الذي يجمع بين عائلة الثايروسترات والترانزستور احادي الوصلة ؟

سؤال 3 : اشرح مع الرسم منحنى الخواص لثنائي شوكلي .

سؤال 4 : قارن بين الداياك والترياك من حيث التركيب والرمز ومنحنى الخواص