8 -4 مقاومة الثنائي

كما هو الحال في الصمام الثنائي ، فان للثنائي البلوري مقاومة مستقرة (R) تعرف بنسبة فرق الجهد عبر الثنائي الى التيار الساري فيه) ١/٧) . وفي اي نقطة من الخواص (شكل 64 (مثلا يمكن ايجاد R اذ تساوى حاصل قسمة الجهد فى تلك النقطة على التيار الناتج هناك، ويلاحظ ان المقاومة المستقرة تتغير كثيرا من نقطة الى نقطة. ومن الجدير

بالذكر ان هذه المقاومة ليست مهمة اهمية المقاومة الحركية . ، حيث :

$$r = \frac{dV}{dI} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

ويمكن ايجادها من منحنيات الخواص في أي نقطة وذلك بايجاد مقلوب الانحدار slope في تلك النقطة . أو (في حالة الانحياز الامامي) من المعادلة

ثنائي زينر

لوحظ في الشكل (b6-4) وعند الجهد العكسي Vzحدوث تغير فجائي في خواص الثنائي فمند انكسار المنحني breakdown في الجهد Vz يلاحظ زيادة كبيرة وفجائية في التيارالعكسي وبذلك تتغير المقاومة العكسية من القيمة العالية جدا الى الواطئة جدا ويبقى الجهد العكسي عبر الثنائي ثابتا (تقريبا) رغم تغيير التيار الساري فيه. وهناك ظاهرتان تحدثان الانكسار في الثنائي في حالة انحيازه العكسي وهما تأثيرزينر , avalanche effectوتأثير الانهيارZener effect

تاثير زينر

تحدث ظاهرة زينر في الثنائيات التي يكون منسوب التطعيم فيها عاليا . فعند رفع الجهد العكسي المسلط تزداد شدة المجال الكهربائي فى منطقة الاستنزاف وعندما تصل تحدث ظاهرة زينر في الثنائيات التي يكون منوب التطعيم فيها عاليا. فعند رفع غضون (10^7 V/m) فانها تكون بالشدة الكافية لتمزيق الروابط التساهمية وبذلك تتولد ازواج من الالكترونات والثقوب فى منطقة الاستنزاف لتزيد في التيار ومن دون زيادة تذكر في الجهد عبر الثنائي . ولقد وجد ان هذا

النوع من الانكســـار يحدث عندما يكون فرق الجهد عبر الثنائي اقل من 5 فولت وتقل قيمة جهد الانكســـار Vz كلما زادت نســـبة التطعيم ، حيث أن زيادة التطعيم نؤدي الى تضـــييق منطقة الاستنزاف وبذلك ، ولنفس الجهد المسلط تكون شدة المجال الكهربائي اكبر .

تأثير الانهيار :

وتحدث هذه الظاهرة عندما يكون منســوب التطعيم خفيفا ، فعند رفع الجهد العكســي المســلط تقوم الحاملات الاقلية بعبور منطقة الاســتنزاف وقد تصــطدم مرات عديدة اثناء رحيلها بالذرات المتشابكة في التركيب البلوري . وعندما يكون الجهد عبر الثنائي عاليا فإن هذه الحاملات تكتسب طاقة كافية لتحرير الكترونا من الرابط التســـاهمية وبذلك يتولد زوج من الالكترون والثقوب يضـــاف الى الحاملات التيار والتي بدورها تعمل على تحرير زوج اخر والزوجان يولدان أربعة .... الخ

وهكذا يستمر مثل هذا التولد المتسلسل الذي يسمى بالانهيار وذلك لمناظرتها لانهياركرة جليدية من فوق مرتفع جليدي ، فحجم الكرة يزداد باستمرار أثناء حركة الكرة . ولقد أن الانكسار يعود سببه الى الانهيار اذا زاد جهد الانكسار عن 8 فولت أما الانكسار الذي يحدث بين 5 و 8 فولت فانه ناتج من اشتراك كلا الظاهرتين ومن الجدير بالذكر أن الثنائيات المصنوعة لهذا الغرض تشمل جهد الانكسار بين 2 في إلى 200 فولت وتسمى جميعا (عمليا (بثنائيات زينر و بغض النظر عن سبب | الانكسار وذلك تيمناً بالشخص الذي كان أول من شرح هذه الظاهرة . وغالبا ما يسمى جهد الانكسار يجهد زينر Vz

ان اهم استعمالات ثنائي زينر هو كمرجع لفرق الجهد voltage reference او كمنظم regulator لفرق الجهد ، وتوضح الدائرة في الشكل (4- 9) كيفية ربط ثنائي زينر الحصول على فرق جهد ثابت (نسبيا) . فالمصدر V والمقاومة R يختاران بحيث ان ثنائي زينر يعمل في منطقة الانكسار. فبعد اختيار قيمة V (طبعا يجب ان تكون أكبر من (Vz) تحسب قيمة مناسبة للمقاومة R كالتالي :

$$R = \frac{\text{فرق الجهد المتولد عبر المقاومة}}{\text{التيار الساري خلال المقاومة}}$$

ومن قانون كيرشوف الثاني

$$V_R = V - V_Z$$

ومن قانون كيرشوف الأول

$$I = I_Z + I_L$$

حيث يمثل 1 تيار الحمل خلال R (ويكون معلوما)

في هذه الدائرة يكون فرق الجهد عبر الحمل R_L هو نفس فرق الجهد عبر الثنائي V_Z

التيار الساري في الثنائي هو I_L (الشكل 4- 9 a) .

ويقوم الثاني بتنظيم فرق الجهد عبر الحمل اذا تغير التيار المار خلال الحمل أو في حالة تغير في فرق جهد المصدر V حيث أن هناك مجال تغير كبير في تيار الثنائي ولا يصاحبه سوى غير طفيف في V_Z فاذا ما تغير تيار الحمل أو فرق جهد المصدر فان الثنائي سيكيف التيار الساري فيه كي يحافظ على فرق جهد ثابت (نسبيا) عبر الحمل ، وطالما كان التيار I_Z هورا بين I_{ZK} و I_{MAX} فان الدائرة المبينة في الشكل (4 - 9b) تقوم بالتنظيم ، حيث

I_{MAX} يمثل أقصى تيار يستطيع الثنائي تحمله . وعادة يتم اختيار نقطة التشغيل بحيث أن I_Z

يساري (20%) من I_{ZMax} وبذلك يتم اختيار R كالتالي :

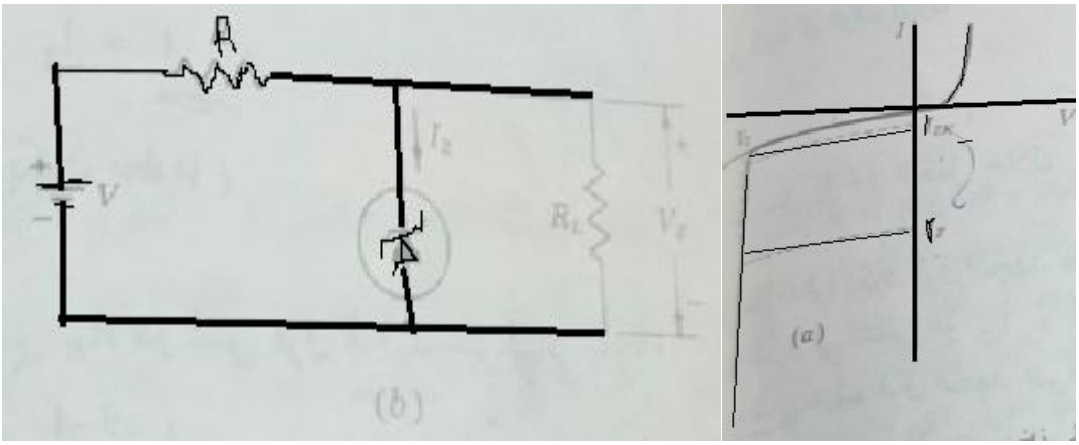
$$R = \frac{V - V_Z}{I_Z + 0.2\, I_{Max}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

وكما سبق ذكره ، فان V_Z تتراوح بين 2 الى 200 فولت أو أكثر واذا ما تطلبت دائرة ما V_Z أقل من 2 فولت ، حينئذ يســـتعمل عادة الثنائي الاعتيادي وفي الاتجاه الأمامي ا ذ يعطى هناك فرق جهد ثابت نسبيا قيمته حوالي 0.7 فولت في السليكون و 3-0 فولت في الجرمانيوم وفي

الامكان ربط الثنائيات على التوالي للحصول على V_Z كلي يعادل مجموع فوتيات زيتر الفردية الا انه بذلك تزداد المقاومة الكلية التي يمتاز بقلتها ثنائي زينر وخاصة الثنائيات ذوات الجهود المنخفضة ويمكن ايجاد المقاومة الحركية لثنائي زينر من المعادلة

$$r_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27)$$

والثنائي المثالي هو الثنائي الذي تكون r_z فيه صفرا ، أي أن المنحني عند V_Z عموديا فلا تتغير V_Z بتانا مهما تغيرت قيمة I_Z. وعمليا تتراوح قيمة rz من بضع اوم الى مئات الأوم



شكل (9-4) يسار (خواص ثنائي زينر) يمين دائرة بسيطة لاستعمال ثنائي زينر .