اسم التجربة (3): دراسة خواص ثنائي الزنر

الغاية من التجربة:

التعرف على تركيب ، مبدأ عمل، و رسم منحنى الخواص لثنائي الزنر .

الأدوات المستعملة:

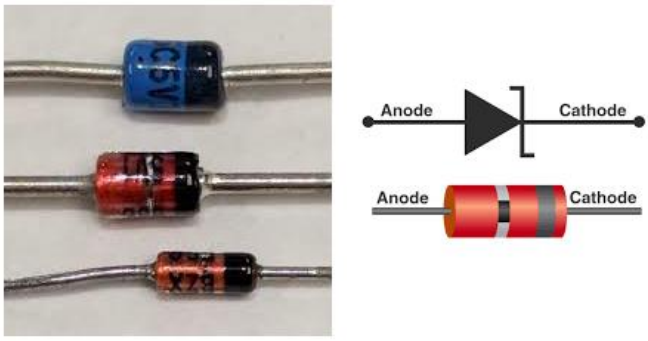
ثنائي زنر ، مصدر جهد مستمر، فولتميتر، اميتر، لوح توصيلات، اسلاك توصيل.

نظرية التجربة:

يعد ثنائي الزنر (Zener Diode) ويسمى أيضا بثنائي الانهيار (Breakdown Diode) من اهم العناصر الالكترونية الفعالة استعمالاً في الدوائر الالكترونية حيث يأتي بالمرتبة الثانية من حيث الأهمية بعد ثنائي شبه الموصل العادي (التقليدي) الذي تعرفنا عليه بالتجربة السابقة.

يشابه تركيب ثنائي الزنر تركيب الثنائي التقليدي، حيث يتكون من منطقتين الأولى من شبه الموصل من النوع السالب والثانية شبه موصل من النوع الموجب غير ان نسبة التشويب في ثنائي الزنر تكون اكبر مما عليه الحال في الثنائي التقليدي، بالنظر لغزارة التشويب في ثنائي الزنر تكون طبقة الاستزاف في ثنائي الزنر ارق مما كان عليه الحال في الثنائي العادي، وعند تسليط جهد انحياز عكسي على ثنائي الزنر سيكون المجال الكهربائي المتولد على طرفي طبقة الاستنزاف كبيرا جدا وكافيا لكسر بعض الاواصر التساهمية و امرار تيار ملحوظ ينتقل عبر الوصلة ويصاحب سريان ذلك التيار ثبوت نسبي لفرق الجهد بين طرفي ثنائي الزنر، وتسمى تلك الظاهرة بانهيار الزنر، وهو يختلف عن الانهيار التهدمي الذي يحدث في الثنائيات العادية والتي تكون بسبب حركة حاملات الشحنة الأقلية في حالة الانحياز العكسي وبجهود تحيز عكسية عالية وتسبب تلف الثنائي العادي.

ان ميزة ثبوت الجهد لثنائي الزنر العامل في منطقة الانهيار أهمية كبيرة في التطبيقات العملية التي تتطلب تجهيز فولتيات تشغيل ثابتة ومن ضمن تلك التطبيقات منظمات الفولتية ودوائر التحديد وغيرها، ولذلك يتم تصميم ثنائيات الزنر للعمل بظروف الانحياز العكسي وضمن منطقة الانهيار، ويتم التحكم بجهد الانهيار للزنر من خلال التحكم بنسبة التشوب له ويمكن من خلال ذلك الحصول على ثنائيات زنر بجهود انهيار تبدأ من بضعة فولتات و لغاية مئات الفولتات، ولكل ثنائي زنر قيمة عظمى للتيار العكسي الذي ممكن ان تمر من خلاله دون ان يتلف. الشكل التالي يوضح رمز و صور لبعض ثنائيات زنر.



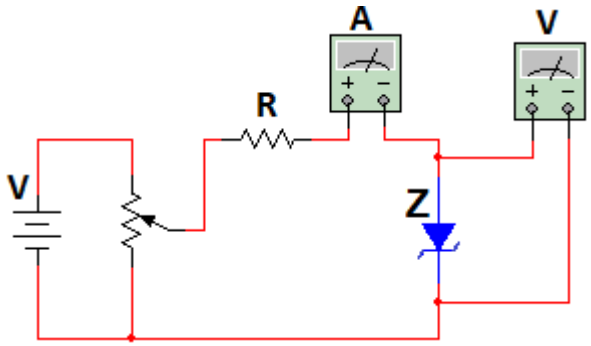
في حالة الانحياز الامامي يكون سلوك ثنائي الزنر مشابها لسلوك الثنائي العادي، حيث يسمح ثنائي الزنر بمرور التيار من خلاله عندما تتغلب الفولتية الامامية المسلطة على جهد الحاجز للثنائي.

اما في حالة الانحياز العكسي في البداية يكون التيار العكسي يكون صغيراً لحد الإهمال حتى تصبح فولتية التحييز العكسية قريبة من فولتية الانهيار (الانكسار) (VZ) فتحدث عندها زيادة ملحوظة في التيار العكسي ويرمز للتيار الذي يبدأ فيه الانهيار بالرمز (I_{ZT}). ان الانكسار في ثنائي زنر يكون له انحناء حاد جداً تعقبه زيادة عمودية تقريباً بالتيار ويلاحظ ان الفولتية على طرفي زنر تبقى ثابتة تقريباً وتساوي (V_Z) في معظم منطقة الانهيار، غالباً ما تبين استمارة المعلومات مقدار اقصى تيار يتحمله ثنائي زنر، ويرمز لأقصى تيار يمكن ان يتحمله ثنائي زنر بالرمز I_{Zmax} والعلاقة التي تربط بين اقصى تيار ومدى تحمل القدرة هي: $(I_{Zmax} = P_{ZMAX}/V_Z)$.

طريقة العمل:

أولا: دراسة خواص ثنائي الزنر في الانحياز الامامي

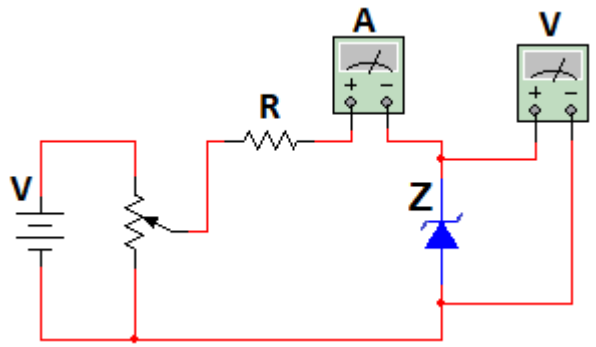
1- اربط الدائرة كما في الشكل ادناه.
2- ثبت قيمة جهد مصدر الفولتية عند (10V).
3- باستعمال الريوستات غير فرق الجهد بين طرفي ثنائي الزنر وسجل قيمة التيار المقابل وثبت النتائج في الجدول ادناه.
4- ارسم بياني بين قيم الفولتية على المحور الافقي وقيم التيار على المحور العمودي، كما في الشكل البياني المرفق.



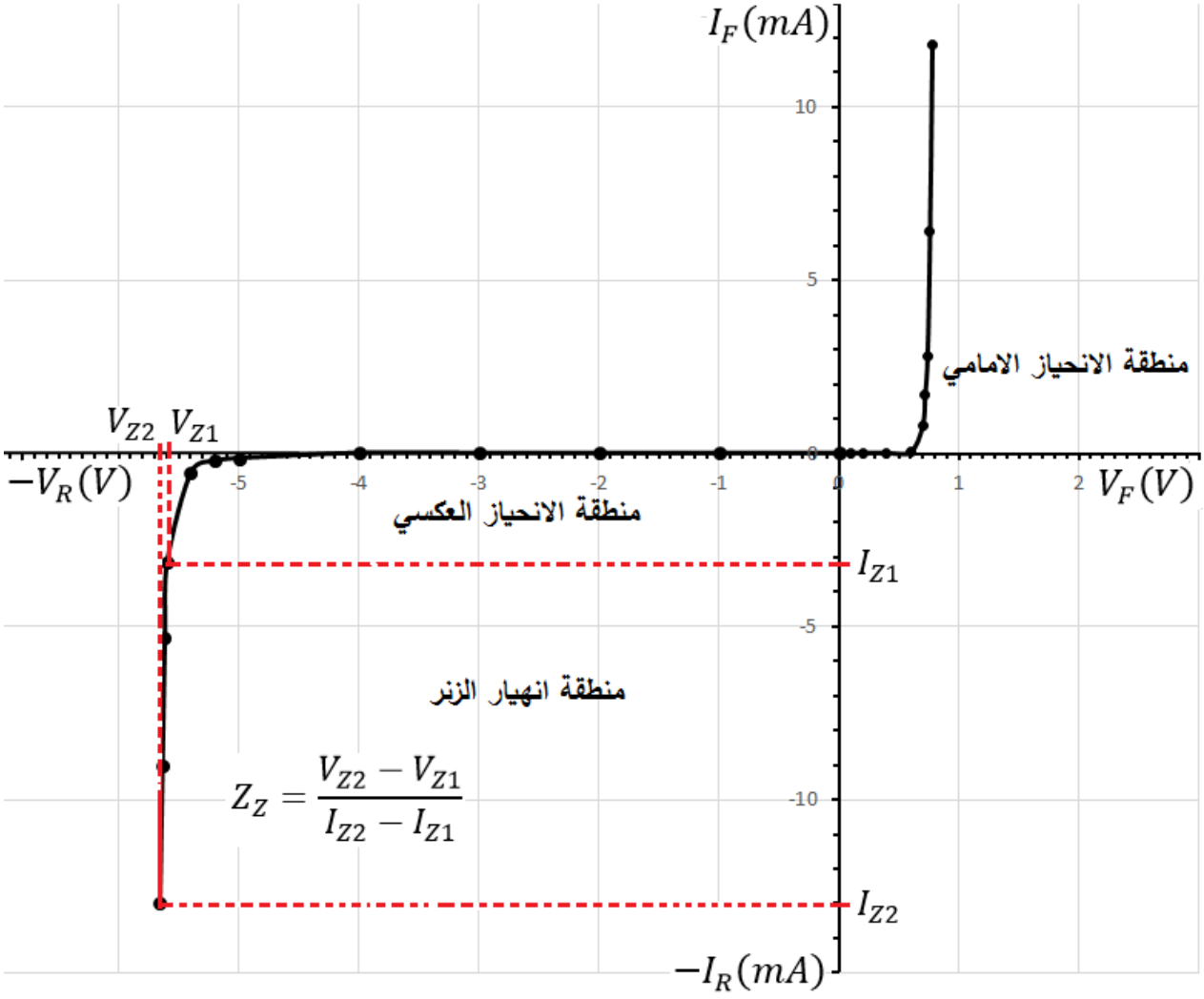
$V_F(Volte)$	$I_F(mA)$
0	
0.2	
0.4	
0.6	
0.7	
0.72	
0.74	
0.76	
0.78	

ثانيا: دراسة خواص الزنر في الانحياز العكسي

1- اربط الدائرة كما في الشكل التالي.
2- ثبت قيمة جهد مصدر الفولتية عند (10V).
3- باستعمال الريوستات غير فرق الجهد بخطوات وسجل قيمة التيار المقابل وثبت النتائج في جدول.
4- ارسم بياني بين قيم الفولتية على المحور الافقي (بالاتجاه السالب) وقيم التيار على المحور العمودي (بالاتجاه السالب) وكما هو موضح بالشكل البياني المرفق.
5- اوجد قيمة الممانعة العكسية لثنائي الزنر في منطقة الانهيار كما موضح بالبياني.



$V_R(Volte)$	$I_R(mA)$
0	
1	
2	
3	
4	
5	
5.2	
5.4	
5.6	
5.62	
5.64	
5.66	



الاسئلة:

1- قارن بين الثنائي العادي وثنائي الزنر من حيث: الرمز، التركيب، منحنى الخواص، التطبيقات.

2- هل يصمم ثنائي الزنر للعمل في الانحياز الامامي ام العكسي و لماذا؟.

3- بالاعتماد على البياني الذي رسمته، اذكر قيمتي فولتية وتيار الزنر التي بدء فيها انهيار الزنر، القيمة المتوقعة لجهد انهيار الزنر المستعمل في التجربة، و ممانعة الزنر في منطقة انهيار الزنر، ثم ناقش مصادر الأخطاء المحتملة في تحديد تلك القيم عمليا.

4- اذا علمت ان اقصى قدرة مبددة في الزنر المستعمل في تجربتك هو (0.25Watt) وباعتماد جهد انهياز الزنر الذي وجدته من خلال البياني، اوجد اقصى تيار يمكن ان يتحمله ثنائي الزنر المستعمل بوحدة (mA).

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء

تقرير مقدم الى مختبر الالكترونيات/المرحلة الثالثة

العام الدراسي (2025-2026)

اسم التجربة:.....

اسم الطالب:.....

الشعبة: .....**الدراسة:**.....

المجموعة:.....**اليوم:**.....**الساعة:**.....

اسماء الشركاء فى التجربة:

1. ..... 3. .....
2. ..... 4. .....

تاريخ اجراء التجربة:.....

تاريخ تسليم التقرير:.....

الفقرة	النظرية وطريقة العمل	الحسابات والنتائج	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10