الفقرة 1-1 : أصناف النواقل :

اصطلح عالمياً اتجاه التيار عكس حركة الالكترونات .

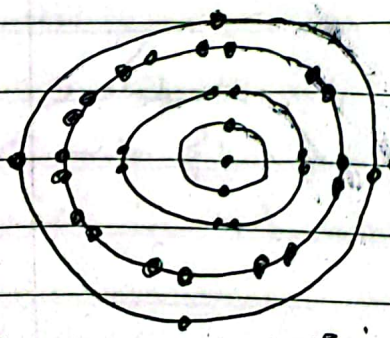
1- مدخل إلى أصناف النواقل :

بنية الذرة : لقد اشتق اسم الذرة من الكلمة الإغريقية Atom التي تعني الشيء الذي لا يمكن انقسامه وهي أصغر جزء من المادة وأن الذرة تتكون من :

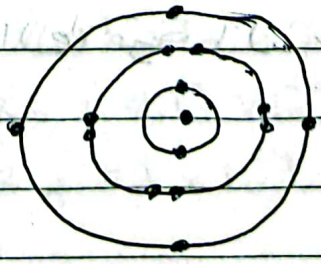
نوى Neaclus غير قابلة للانقسام ذات شحنة موجبة positive وتتكون من بروتونات و نيترونات ، وتدور حول النواة الكترونات ذات شحنة سالبة Nigative وأن عدد الالكترونات التي تدور حول المادة تساوي عدد البروتونات وأن عدد الالكترونات التي تدور حول المادة يسمى بالعدد الذري .

- إن شحنة البروتون تساوي بالقيمة شحنة الالكترون ، وحدة قياس الشحنات هي الكولوم وتقدر شحنة الالكترون بحوالي $q = 1.602 \times 10^{-19}\ C$ وهي سالبة بشحنة البروتون الموجبة .

- ترتب الالكترونات التي تدور حول النواة ضمن مدارات مختلفة وتسمى الالكترونات الموجودة في المدار الأخير بالكترونات التكافؤ Valance electron وقد رتبت العناصر الموجودة في الطبيعة في مجموعات ضمن جدول خاص كي يجدول مندليف حيث قام بتصنيف المجموعات حسب الأعداد الذرية أمثلة عن بنية الذرة :



ذرة الجرمانيوم عددها الذري 32



ذرة السليكون عددها الذري 14

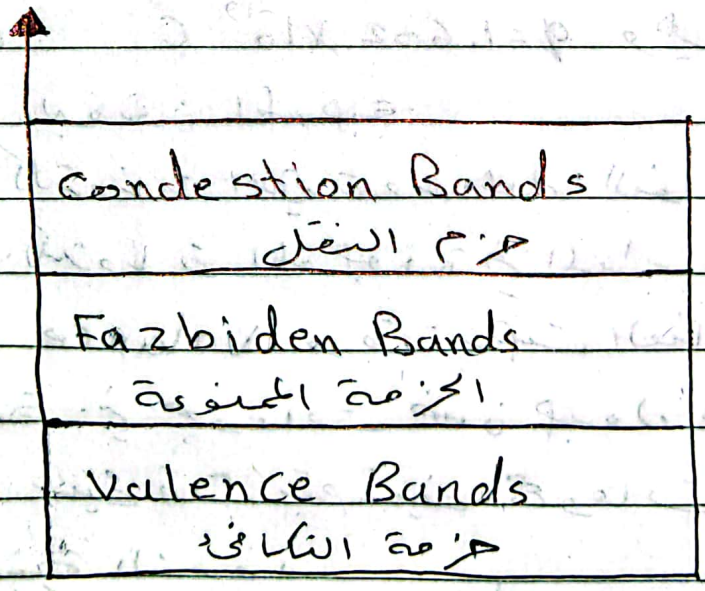
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

بنية ذرة السيليكون Silecon :
تضم في نواتها 14 بروتون ويدور حولها 14 الكترون في المدار الأول 2 الكترون وفي المدار الثاني 8 الكترون وفي المدار الثالث والأخير 4 الكترون وهي الكترونات التكافؤ.

بنية ذرة الجرمانيوم
تضم في نواتها 32 بروتون ويدور حول النواة 32 الكترون موزعة على 4 مدارات، المدار الرابع والأخير عدد الإلكترونات فيه 4 وهي الكترونات التكافؤ لذلك تصنف في مجموعة واحدة في الجدول الدوري كتتراكم أضاف الثوابت

* الحزم الطاقية Energy Bands :



مخطط الحزم الطاقية الذرية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفقرة 1 - 2 : الحزم الطاقية :

يسمى المدار الخارجي في الذرة والذي يحوي الكترونات التكافؤ بمفهوم الحزم الطاقية Energy Bands وحزمة التكافؤ تمثل الكترونات التكافؤ في حزمة التكافؤ مستوى طاقي Energy level يرمز له بـ Ev ويكون المستوى الطاقي الأبعد عن النواة أكبر من المستوى الطاقي للالكترونات الأقرب من النواة ، تسمى المنطقة التي تحوي على الكترونات حرة داخل جسم المادة بحزمة النقل ويرمز لها بـ Ec

تفصل بين حزمة النقل وحزمة التكافؤ منطقة تسمى بالحزمة المحرمة (الحزمة الممنوعة) Δg .

بالسيليكون Si : Δg = 1.21 ev

وبالجرمانيوم Ge : Δg = 0.785 ev

وتعرف أيضاً بالثغرة الطاقية Energy Gapb ويرمز لها بـ Δg

وتختلف المناصر الطبيعية عن بعضها من الناحية الفيزيائية بالثغرة الطاقية حيث تسمى المواد التي تملك ثغرة طاقية كبيرة بالمواد العازلة insulefars بينما تسمى المناصر التي تملك ثغرة طاقية منخفضة نسبياً بالمناصر ذات الناقلية semiconducter أما المناصر التي لا تحوي على ثغرة طاقية تسمى بالمواد الناقلة Conducter .

تتعلق الثغرة الطاقية بدرجة الحرارة وتتغير بتغير درجات الحرارة مقدرة بالكلفن لبعض المواد ذات الناقلية الأكثر استخداماً وهي :

السيليكون Si : $\Delta Eg = (1.21 \div 4.1) \times 10^{-4} T$

الجرمانيوم Ge : $\Delta Eg = (0.785 \div 4.1) \times 10^{-4} T$

أرسينيد الغاليوم Ga : $\Delta Eg = (1.53 \div 5) \times 10^{-4} T$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يمكن لالكترونات التكافؤ ان تكتسب طاقة اضافية :
1- بتطبيق جهد خارجي على المادة .
2- برفع درجة حرارة الجسم
3- بتسليط طاقة ضوئية على المادة .
اي انه يمكن القول بان الطاقة اللازمة لكسر الرباط الذري لالكترونات التكافؤ وهي يمكن ان تاتي من ثلاث مصادر :
1- حقل كهربائي 2- مصدر حراري 3- مصدر ضوئي
وفي الحالات جميعها عندما تتمكن الكترونات التكافؤ من اكتساب الحزمة المحرمة تصبح حرة في حزمة النقل وستكون قادرة على نقل الشحنات الكهربائية من مكان الى آخر ضمن المادة وعند زوال المصدر (الطاقة) اي اضافية (طبقة على جسم المادة فان جميع الالكترونات في حزمة النقل ستعود حالا الى اماكنها في حزمة التكافؤ في المدارات الخارجية للذرات .
ان الالكترونات الحرة الموجودة في حزمة النقل لا تنتمي لاي ذرة من ذرات المادة ويمكن ان تتحرك بشكل عشوائي او شكل منظم عند تطبيق مصدر خارجي لاصلة للتيار الكهربائي ، لكن عند لحظة زوال الطاقة (المصدر الخارجي) ستقوم كل ذرة باسترجاع الالكترونات التكافؤ التي حررت من حزمة النقل او خرب اليها .
تسمى الالكترونات الحرة في حزمة النقل ، التي اكتسبت طاقة اضافية بحاملات الشحن charge carrirs او حاملات التيار current carrirs ، وهذه هي الالكترونات .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3 - 1 : مفهوم الناقلية الكهربائية :

إن ناقلية الجسم المادي للشحنات الكهربائية تتم من قبل الالكترونات الحرة الموجودة في حزمة النقل وكلما زادت عدد الالكترونات الحرة في حزمة النقل كلما زادت ناقلية المادة .

- حركة الالكترونات عكس حركة الثقوب .
- حركة الثقوب مع حركة التيار الكهربائي .

إن المعادن التي تحتوي على عدد كبير من الالكترونات الحرة في حزمة النقل دون زيادة درجة الحرارة تعد ناقلة جيدة للتيار وتسمى بالنواقل بينما تكون المواد العازلة غير قادرة على توليد الالكترونات حرة في حزمة النقل وغير قادرة على نقل التيار الكهربائي وتسمى بالمواد العازلة وتتعلق الناقلية في أرباف النواقل بدرجة الحرارة بشابة (شوائب) التي سنأتي على ذكرها لاحقاً .

إن الالكترونات الحرة في حزمة النقل تتحرك بشكل عشوائي Randomaly طالما يطبق على طرفي الجسم مصدر خارجي وعلى تنظيم حركة هذه الالكترونات الحرة والاستفادة منها في عملية نقل الشحنات الكهربائية بتطبيق حقل كهربائي عبر نصف الناقل .

نلاحظ أن الالكترونات الحرة تتحرك بشكل منظم باتجاه المرجع للحقل الكهربائي بينما تتحرك الثقوب باتجاه الحقل السالب وينشأ تيار .

هناك تياران في نصف الناقل هي تيار ثقوب وتيار الالكترونات .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

4-1 : الوصف الناقل النقي :

يسمى وصف الناقل الذي لا يحتوي على شوائب في بنيته البلورية ويكون عدد الالكترونات الحرة مساوياً لعدد الثقوب ويرمز لعدد الالكترونات بـ N أي Negative ولعدد الثقوب بـ P أي Positive

ويكون $N = P$

نلاحظ أن الالكترون الذي انتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة النقل ترك مكانه فارغاً في حزمة التكافؤ ويسمى مجموعة أو ثقب.

* في المواد وصف الناقلة النقية $\boxed{N = P}$

5-1 : وصف الناقل الشائب (المشوب) :

عادة وصف الناقل النقي لا تفيد في نقل التيار الكهربائي لذلك يشاب الوصف الناقل النقي ويدعى بوصف الناقل غير النقي أو المشوب Doped Samiconductons وهناك نوعان من الشوائب الأول يعطي الكترونات حرة زائدة Free electrons في حزمة النقل وتسمى بالشوائب المعطية Donors والنوع الثاني يأخذ الكترونات من وصف الناقل ويزيد من عدد الالكترونات الحرة في وصف الناقل وتسمى شوائب آخذة Acceptors .

المواد المعطية (الفوسفور والزرنيخ والانتيمون)

والمواد الآخذة أمثل (البور والاندريوم والغاليوم)

* أوصاف النواقل المشوبة بشوائب معطية تملك حاملات شحن سالبة (زائدة) ولذلك تسمى المواد وصف الناقلة من نوع N والذرة التي تملك الكترونات أكثر من العدد الطبيعي تسمى ذرة متأينة وهي سالبة التأين

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* عند إضافة الذواقل المشوبة بشوائب آخذة ثلاث إلكترونات حرة زائدة عن الذرة، ولذلك تسمى بالمواد ناقصة الناقلة من نوع P وهي متأينة والتأين يكون تأين إيجابي.
وهكذا تكون الإلكترونات في نصف الناقل نوع N والثقوب في نصف الناقل نوع P.

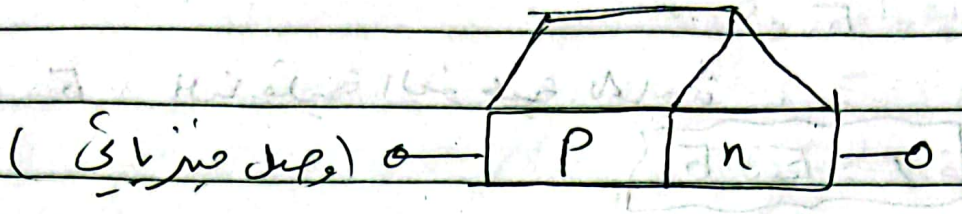
أي مادة تحوي على حوامل تيار أساسية وحوامل تيار ثانوية، إذاً تكون الثقوب في المادة نوع N تكون حوامل تيار ثانوية بينما الإلكترونات N في المادة نوع P تكون حوامل تيار ثانوية.

$N_N >> P_N$	$P_P >> N_P$
الإلكترونات في المادة نوع N أكبر بكثير من الثقوب في النوع N	الثقوب في المادة نوع P أكبر بكثير من الإلكترونات في المادة نوع P

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2-6 : الثنائي P-N :

تعريف الديود : عبارة عن أداة الكترونية ناتجة عن التحام مادتين نصف ناقلتين من نوعين مختلفين (N و P)

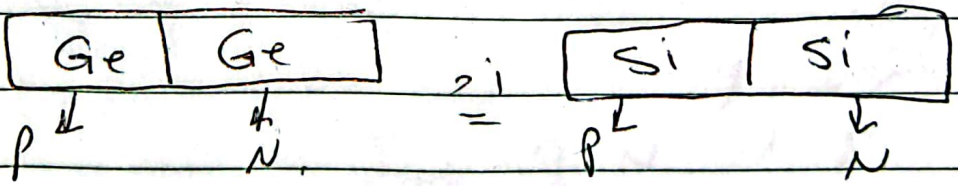


الرمز الكهربائي له :

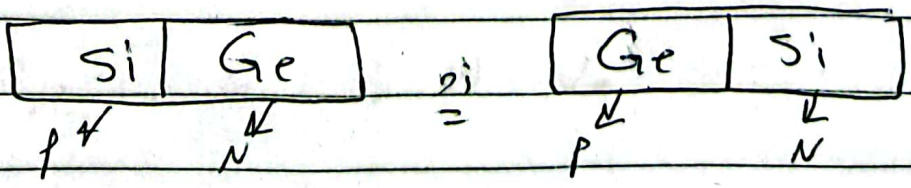
يتم الوصل الخارجي لهذا العنصر مع الدارات عبر قطبين معدنيين يوضع كل طرف في القطعتين حيث إن القطب الموضوع على القطعة P يسمى بالمصعد A والقطب الموجود على القطعة N يسمى بالمهبط K وبناءً عليه يمكن تصنيف أنواع الديود (العنصر) وفقاً لآلية تصنيعه إلى عاملين علماً أن المواد المصنوع منها الديود هي الجرمانيوم والسيليكون :

① الديود المتجانس : تستخدم في هذا الثنائي مادة نصف ناقلة مشابة واحدة (إما سيليكون أو جرمانيوم)

أي : Ge | Ge أو Si | Si



② الثنائي غير المتجانس : تستخدم فيه مادتين نصف ناقلتين مختلفتين أي : وهذا الثنائي هو الأكثر استخداماً.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(3) الثنائي ذو القفزة (الثنائي الفجائي) : هو الثنائي الذي يتم فيه الإنتقال من المادة نوع P إلى المادة نوع N وذلك على شكل قفزة من ناحية تركيز حوامل الشحن.

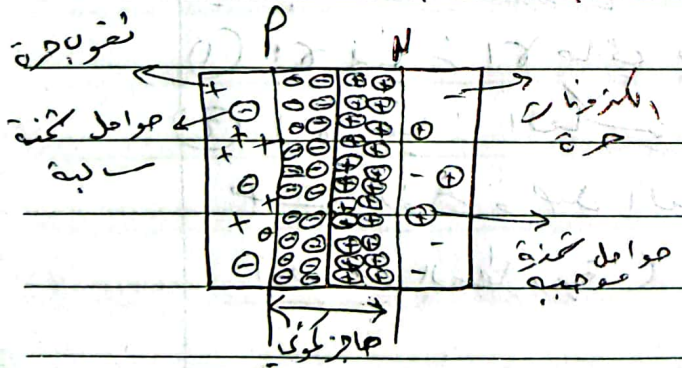
(4) الثنائي التدريجي : حيث يتم فيه الإنتقال من النوع N إلى المادة نوع P بشكل تدريجي وليس على شكل قفزة

2-2 : حالة التوازن :

في هذه الحالة لا نطبق أي جهد أو أي أثر خارجي على الديود (D) يوضع في درجة حرارة الغرفة وتكون الحوامل الأغلبية والحوامل الأقلية كثيرة موزعة بشكل متجانس في كل نقطة على حدة في درجة حرارة الغرفة نقول أن القطعة مستقلة (مستقرة) إما نوع N أو نوع P ، في حالة الوصل تحدث مايلي :

~~في حالة الوصل~~ تصبح القطعتان عبارة عن قطعة واحدة ذات حوامل أكثرية للثقوب في القطعة P وذات حوامل أكثرية الإلكترونات في القطعة N

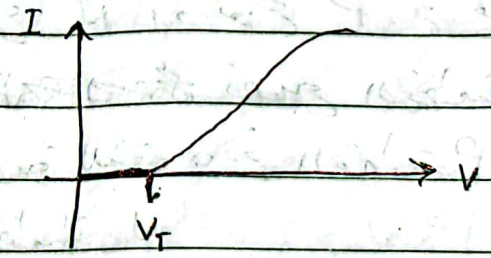
في لحظة الوصل تتشرب الثقوب من P إلى N وتتشرب الإلكترونات من N إلى P حيث تشكل منطقة تسمى منطقة النزوح أو المنطقة المجردة وتكون متواجدة في طرفي منطقة الوصل



توزيع الحوامل الأغلبية والأكثرية في التعادل بدون تطبيق طاقة خارجية لدرجة حرارة الغرفة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وهكذا تستمر عملية حركة الحوامل الأكثرية داخل طبقة النضوب
شدة الحقل الكهربائي الناتجة تمنع عبور الحوامل من طرف إلى آخر
ونقول الديود بهذه الحالة بالديود المتوازن أو نوصف هذه
الحالة بحالة التوازن.
وتصل المنطقة المجردة إلى حدودها العظمى ويصبح عرض النضوب في
شدة الحقل المتكون بالمنطقة المجردة مساوية للقيمة V_T
أي جهد العتبة
إذاً عند أقل من هذه القيمة ~~لكن الجهد~~ أي أقل من هذا
الجهد يكون التيار المار الكلي $I_T = 0$ أما عند وجود جهود
مطبقة بقيم أكبر من جهد العتبة V_T يمر تيار ذو شدة بحدود تيار
جهد العتبة للجرمانيوم 0.3 وجهد العتبة للسيليكون 0.7



2-3 : الانحياز (التغطية) العكسي :

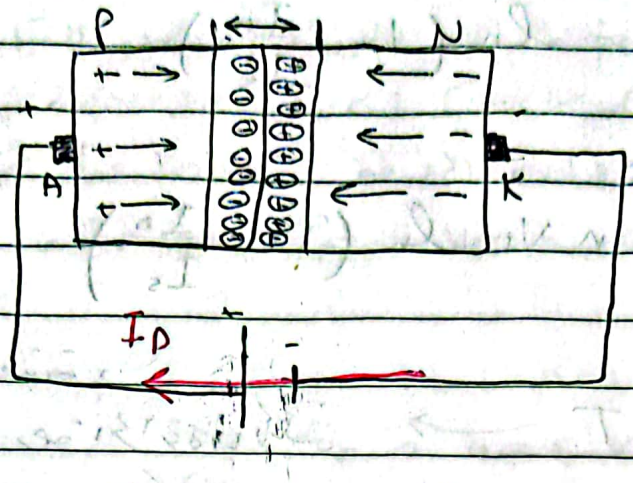
يوجد نوعان للانحياز العكسي ~~وتوصيل الدايود في الدارة~~ :

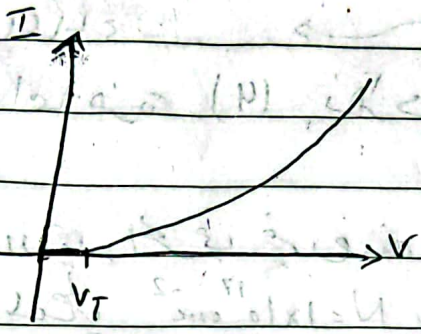
(1) الانحياز الأمامي ويرمز له بـ f_x

(2) الانحياز العكسي ويرمز له بـ A

حسب نوع وصل الديود بالدارة (وصله مع المصدر الخارجي
أو مع البطارية)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner





ميزة الفولت-أمبير

$$I_D = I_s \left(\frac{V_D}{e^{nV_T} - 1} \right)$$

I_s التيار العكسي بالدير

التيار الأمامي (التشريب)

$n=1$ للجرمانيوم و $n=2$ السيليكون وهي ثابتة

V_D: جهد الديود (جهد العنصر)

V_T: جهد العتبة

$$I = \frac{I_D}{\frac{V_D}{(e^{nV_T} - 1)}}$$

حساب التيار - التشريب

$$I_D = I_s \frac{V}{e^{nV_T}} + I_s$$

حساب جهد العنصر:

$$\frac{I_D + I_s}{I_s} = \frac{V_D}{e^{nV_T}} \Rightarrow \ln \frac{I_D + I_s}{I_s} = \ln \frac{V_D}{e^{nV_T}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

$$\Rightarrow \frac{V_D}{nV_T} = \ln\left(1 + \frac{I_D}{I_S}\right)$$

$$V_D = n V_T \ln\left(1 + \frac{I_D}{I_S}\right)$$

بمثل جهد العتبة :

$V_T = \frac{T}{11600}$ ← درجة الحرارة بالكلفن

← الجهد الكهربائي

المحاضرة (4) نظري

مثال:

احسب الفقد كثافة التيار الجرفي في نصف ناقل نوع N إذا كان تركيز الشوائب المعطية $N = 1 \times 10^{17} cm^{-2}$ وحركية الالكترونات $\mu = 2 \times 10^{-8} m^2/V.s$ وشدة الحقل الكهربائي $E = 2 \times 10^{-3} V/cm$ ، $q = 1.602 \times 10^{-19} C$ ؛

$$I_{dift} = q . N . \mu . E$$

$$I_{dift} = 1.602 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^{17} \times 2 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-3}$$

$$I_{dift} = 64 \times 10^{-19} \; A/cm^2$$

□□□

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال: احسب قيمة الجهد اللازم كي يمر التيار I_D في ثنائي مصنوع من الجرمانيوم إذا I_S 90% من قيمة تيار الإشباع العكسي في درجة حرارة الغرفة $T = 300K$ ثم احسب الجهد V_D ثم احسب التيار الأمامي $\frac{I_F}{I_R}$

الحل: $n = 1$

$$V_T = \frac{T}{11600} = \frac{300}{11600} = 0.026\ V$$

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{n \cdot V_T}} - 1 \right)$$

$$I_D = I_S e^{\frac{V_D}{n \cdot V_T}} - I_S \Rightarrow I_D + I_S = I_S e^{\frac{V_D}{n \cdot V_T}}$$

$$I_S e^{\frac{V_D}{n \cdot V_T}} = 1.9\ I_S \Rightarrow e^{\frac{V_D}{n V_T}} = 1.9$$

بأخذ ln الطرفين

$$\frac{V_D}{n \cdot V_T} = \ln(1.9) \Rightarrow V_D = \ln(1.9) \cdot n \cdot V_T$$

$$V_D = \ln(1.9) \times 0.026 = 0.06\ V$$

$$\frac{I_F}{I_R} = \frac{I_S (e^{\frac{V_D}{n \cdot V_T}} - 1)}{I_S (e^{-\frac{V_D}{n \cdot V_T}} - 1)}$$

$$= \frac{e^{\frac{0.06}{0.026}}}{e^{\frac{-0.06}{0.026}} - 1} \Rightarrow \frac{I_F}{I_R} = -6.85$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الطبقة العشية :

1- $V_D >> 0$:

$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1\right)$$

$$I_D = I_S e^{\frac{V_D}{nV_T}} - I_S \Rightarrow I_S e^{\frac{V_D}{nV_T}} >> I_S$$

في بعض الحالات I_S المطروحة في القانون

$$I_D = I_S e^{\frac{V_D}{n.V_T}}$$

يمثل هذا التيار تيار الانحياز الأمامي وهي علاقة أسية (منطقة الانحياز الأمامي)

2- $V_D << 0$:

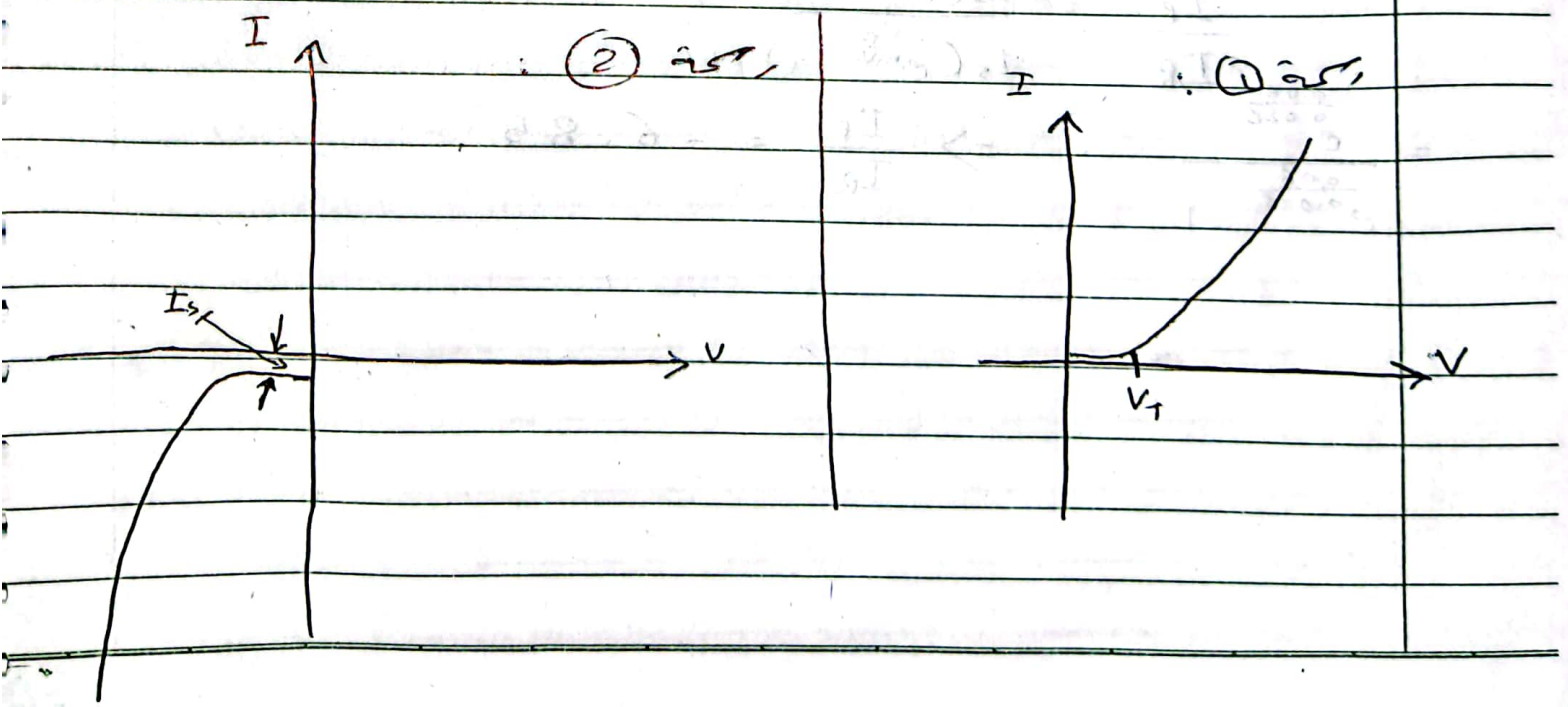
$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1\right)$$

$$I_D = I_S e^{\frac{V_D}{nV_T}} - I_S$$

$$I_S e^{\frac{1}{\frac{V_D}{nV_T}}} << 1 \Rightarrow I_S e^{\frac{V_D}{nV_T}} << I_S$$

$$\Rightarrow I_D \approx -I_S$$

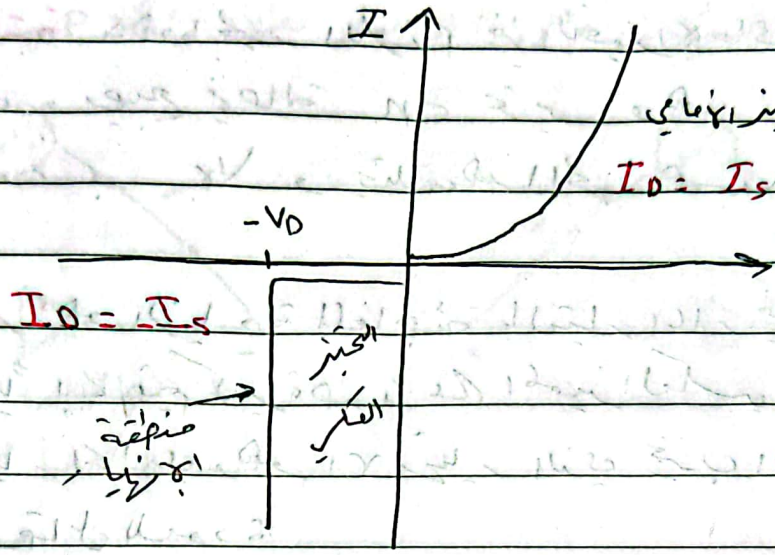
وهو يمثل هذا الجزء من الميزة بمنطقة التحيز العكسي



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3- $V_D = 0$: وهي حالة التوازن .

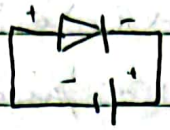
4- عند زيادة الجهد العكسي بشكل كبير فإنه عندما يصل الجهد العكسي إلى قيمة معينة سالبة فإن التيار العكسي يزداد بشكل متسارع ويدخل منطقة تسمى منطقة الانهيار .



* ميزة الفولت أمبير للديود (الثنائي)

تعاريف :

جهد الانهيار العكسي : هو الجهد العكسي الأعظمي الذي يمكن أن يطبق على طرفي الثنائي بشكل عكسي دون أن يؤدي ذلك إلى انهياره أو تخريبه



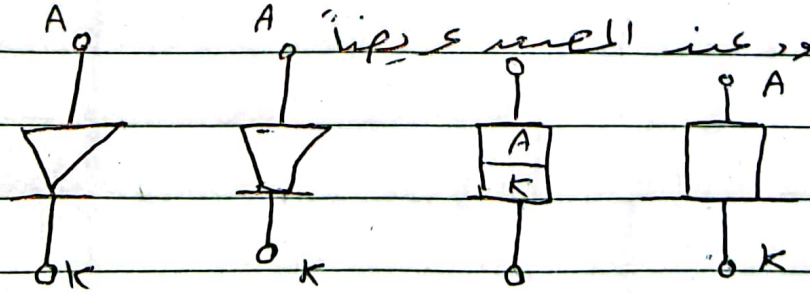
جهد العتبة : هو الجهد اللازم في التحيز الأمامي حتى يفتح الديود ويخضع ويصبح في حالة ON تقريبا وهو V_T ويرمز له المصادر بـ V_γ ويختلف هذا الجهد حسب المادة المصنعة للديود

الانهيار : هو الزيادة المفاجئة بالتيار المار في الثنائي المحيز عكسياً إلى قيم كبيرة جداً على المميز العكسي وينقسم إلى :

P : الانهيار الحراري وهو الانهيار الذي يخرب البنية الذرية للمتصل وغير قابل للعودة

ب : الانهيار النفقي ويحصل عند جهود عكسية منخفضة وفي المواد ذات الآفة الشابة العالية ويستخدم كمثبت بالجهد كما هو في دايود زينر الذي سوف نأتي على ذكره لاحقاً

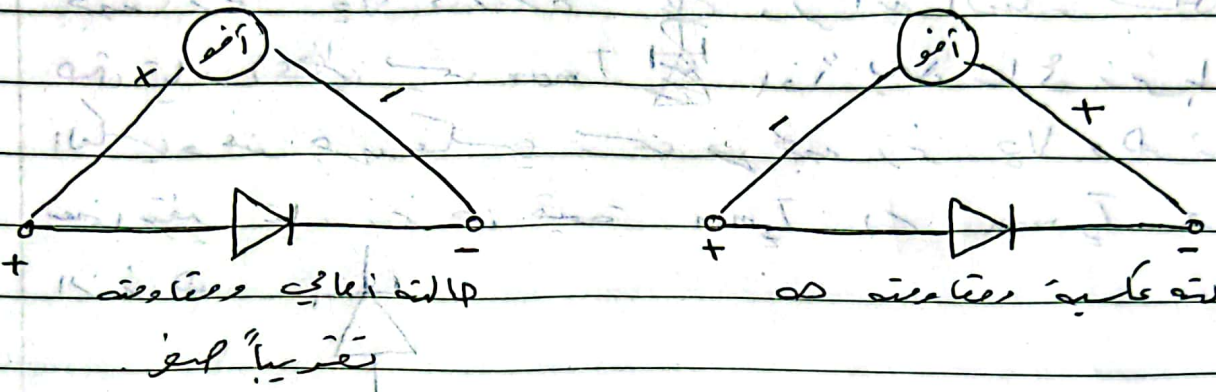
الدايود من الناحية العملية : من أجل التحيز الجيد الثنائي يجب معرفة قطبيته أي معرفة مكان المربط (K) والمصعد (A) عند وضعه في مكان العمل فيجب تمييز المربط عن المصعد أي يجب أن يكون الديود عند المصعد موجباً



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

آلية فحص الثنائي في الدارة العملية:

- يجب فصل الديود بشكل كامل عن الدارة ونضع أطرافه على الأقل ثم نقيسه بواسطة الأوميتر مقاومة الثنائي في كلا الحالة الأمامية والعكسية. ففي الحالة الأمامية يجب أن تكون المقاومة صغيرة جداً أما في الحالة العكسية يجب أن تكون المقاومة كبيرة جداً وتدل هذه النتيجة على أن الديود يعمل بشكل جيد

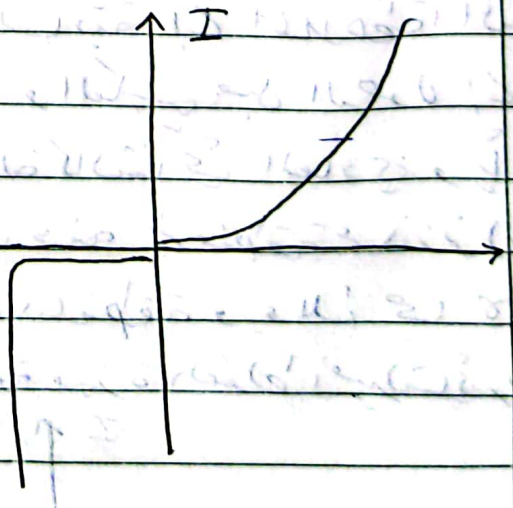


حالة أمامية ومقاومته تقريباً صفر

حالة عكسية ومقاومته ∞

* ثنائي زينر:

رأينا سابقاً أن ميزة الموحل أو مصير الثنائي بشكل عام تقسم إلى قسمين تضم قسم عمل أمامي (تحيز أمامي) وقسم تحيز عكسي ووجدنا أنه في الحالة العكسية أن التيار يمكن أن يزيد، ويكون بعض أنواع الأجهزة قابل للعودة وقد استعملت هذه الخاصية بشكل إيجابي في مجال تثبيت الجهد كما هو الحال في ثنائي زينر



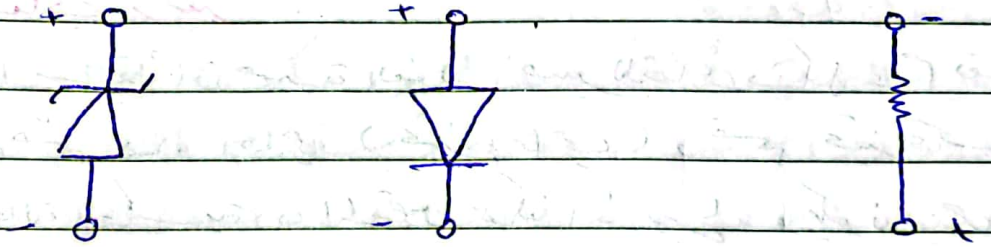
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

عرض مايلي :

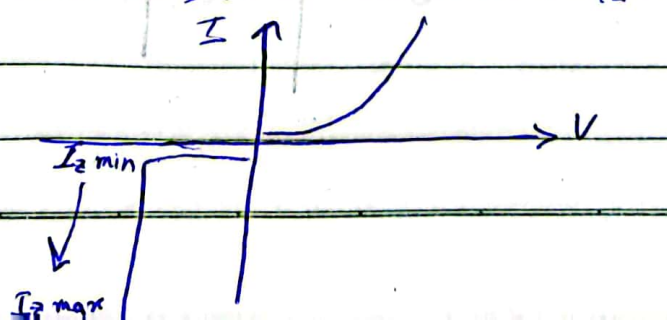
ثنائي زنر : هو عبارة عن مستقبل (ثنائي) سي بـ المنطقة التي يعمل بها وهي منطقة العمل العكسي أي حالة التقطيب العكسي وتحديداً في منطقة الانهيار العكسي

الهدف (منطقة زنر) مميزة الفولط أمبير للمستقبل (الثنائي) وتتميز هذه المنطقة بثبات الجهد العاكس عند قيمة محددة هي جهد زنر V_z وهذه ~~[illegible]~~ وتزايد التيار بشكل كبير حتى تيار زنر الأعظمي I_{max} إذا عمل ثنائي زنر بالانهيار العكسي عند جهد عكسي يساوي جهد زنر V_z وهو ثابت القيمة بينما يتغير تيار زنر من قيمة I_{zmin} إلى $I_{z\,max}$ ورمز ثنائي زنر هو



تقوم بالمقارنة بين الأشكال السابقة إلى الملاحظة التالية:

يسلك ثنائي زنر في التقطيب الأمامي والعكسي مثل الدخول إلى جهد الانهيار، وكما في هذه الحالة كالثنائي العادي ويأخذ جميع تقريباته (معادلاته) ويختلف عنه في منطقة عمل زنر (منطقة الانهيار) حيث يثبت الجهد في هذه المنطقة ويعمل على حماية كبير لتغير التيار، ويبين الشكل التالية ميزة الفولط أمبير لثنائي زنر ومنطقة عمله

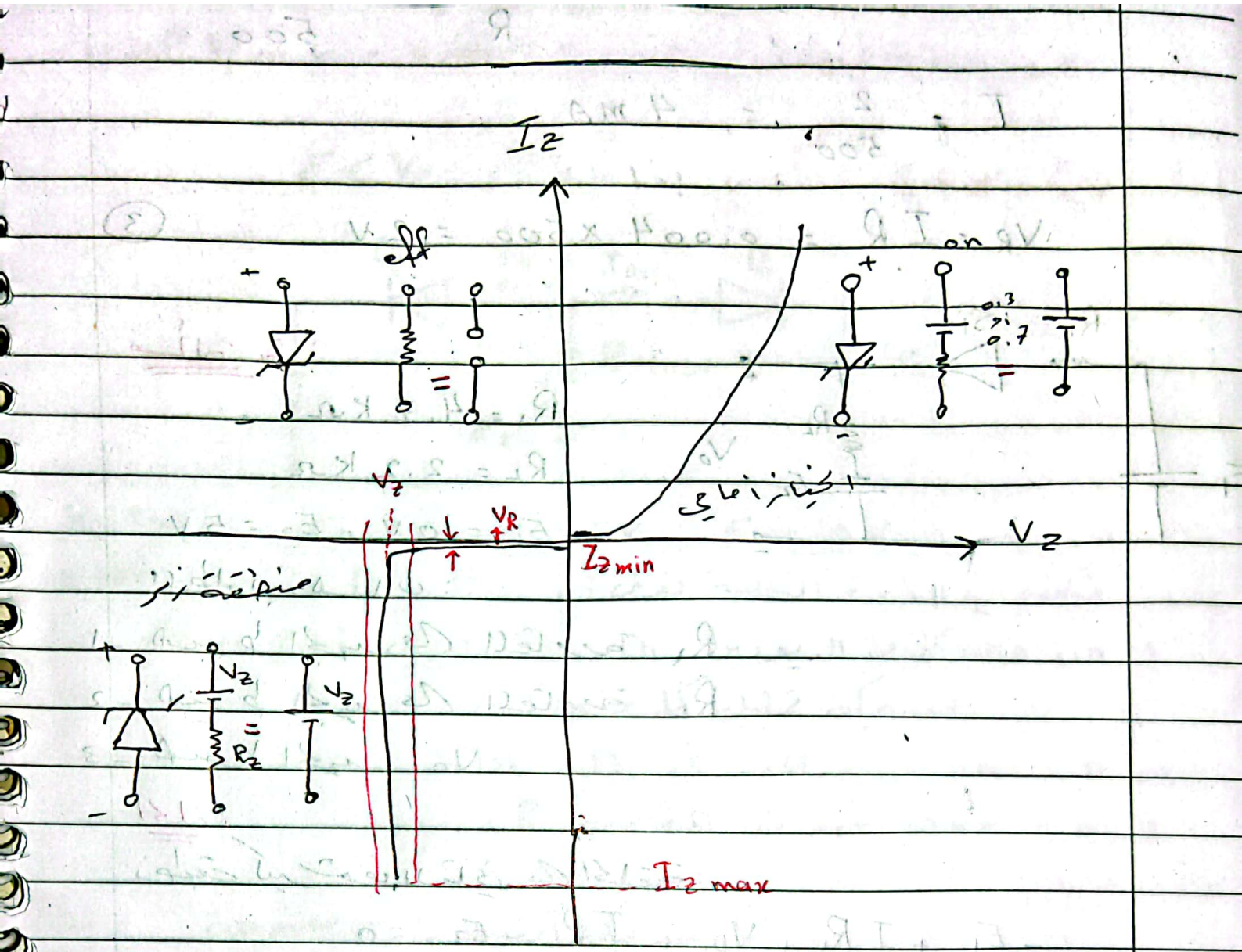


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

مثال:

يوجد ثنائيات مصنوعة من السيليكون عند التشغيل وتعمل كما يلي
ويطبق على المجموعة جهد مستمر 5V ، أوجد الهبوط الجهد عبر
كل ثنائي في درجة حرارة الغرفة 300K علماً أن $V_T = 0.026V$
و $n=2$ ، $V_{D1} = ?$ $V_{D2} = ?$

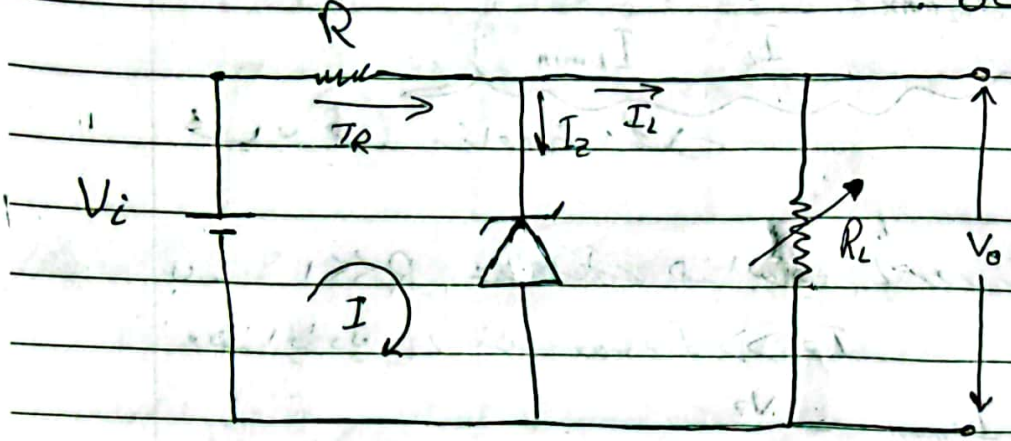


ميزة الفولط أمبير لثنائي زينر محددة بمناطق عمله

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

معادلات دارة تثبيت الجهد (دارة تحوي ديود زينر):

من أجل فهم عملية تثبيت الجهد باستخدام ثنائي زنر بشكل جيد سنقوم بدراسة أبسط دارة تثبيت للجهد وهي الدارة المبينة بالشكل:



الدارة السابقة تسمى منظم زينر

$I_{Zmax} \leftarrow I_{Lmin} \leftarrow R_{Lmax} \leftarrow R_L$

$I_{Zmin} \leftarrow I_{Lmax} \leftarrow R_{Lmin} \leftarrow R_L$

$I_R = \uparrow I_Z \downarrow + \downarrow I_L \uparrow$

$$I_R = \frac{V_i - V_{BZ}}{R}$$

$V_o = V_Z$ ، $V_Z = const$

جميع معادلات التثبيت في جهد التنظيم V_Z وتيار التنظيم I_Z

مجال تنظيم التيار $I_{Zmin} \rightarrow I_{Zmax}$

أعظم استطاعة تبددها العنصر $P_{Zmax} = V_Z \cdot I_{Zmax}$

مقاومة الحمل R_L المراد تثبيت الجهد بين طرفيها

المقاومة R هي ذات أهمية بالغة في عملية التنظيم وتحدد مايلي

"مناقشة قيمة R":

1- $R \gg 1$ تيار صغير جداً I_R ، يمر في ثنائي زينر ويكون $I_{Zmin} = I_R - I_{Lmax} \Leftarrow I_Z \gg I_{Zmin}$ وهو تيار أقل من التيار الأعظمي لتيار التنظيم وفي هذه الحالة ديود زينر لا يعمل

الموضوع .....

- بالتالي عند تيار في مقاومة الحمل R_L تساوي تقريباً تيار الحمل R

$$\Rightarrow I_{Zmin} = I_R - I_{Lmax}$$

$$I_{Lmax} = I_R = I_{Zmin}$$

$$V_{R_L max} = \frac{V_0}{I_L} = \frac{V_Z}{I_{Lmin}}$$

حساب جهد مقاومة الحمل

ب- $R \ll 1$ عندما يكون هذا يؤدي لأن تيار I_R كبير جداً

وهذا يؤدي لأن $I_Z \gg I_{Zmax}$

$$\Rightarrow I_{Lmax} = \frac{V_Z}{R_{Lmin}}$$

إذاً المقاومة $R_{min} < R < R_{max}$

ويمكن حل الدارة بطريقة (دارة تثبيت زينر) بثلاث طرق:

أولاً: عندما R_L ثابتة، V_i ثابت وهي أسهل الطرق

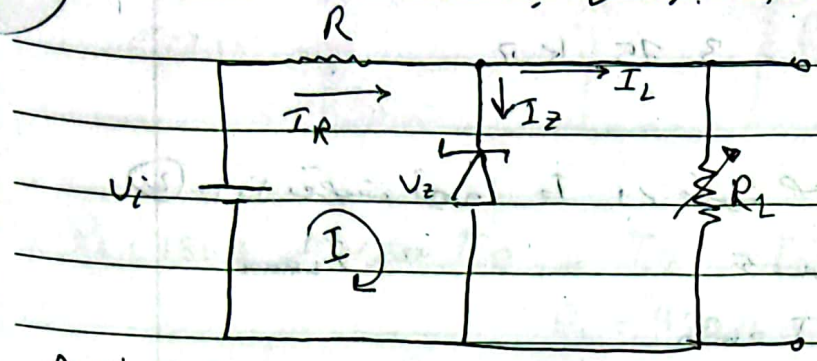
ثانياً: عندما يكون R_L متغير، V_i ثابت

ثالثاً: عندما يكون R_L ثابت و V_i متغير.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال:

لدينا دارة تثبيت زينر كما في الشكل:



حيث جهد التثبيت $V_z = V_L = 50V$ وباستخدام مقاومة حمل R_L مبرمجة على القيمة وحيث أن تيار زينر يتغير بين القيمتين $I_{zmin} = 5\,mA$ ، $I_{zmax} = 40mA$

وإذا علمت التغذية $V_i = 200\,V$ حسب R كي تسمح بتنظيم الجهد حين يتغير R_L تيار الحمل من $I_L = 0 \to I_{Lmax}$

ج/ إذا بقيت مقاومة الحماية هي مقاومة الدخل R كما في الطلب السابق ثم تحديد قيمة تيار الحمل $I_L = 25\,mA$، حدد تغير مجالات جهد الدخل دون فقد التنظيم في الدارة [V_{imin} ، V_{imax}]

ملاحظة:

يحسب التيار الذي يولده منبع التغذية بالعلاقة

$$I_R = \frac{V_i - V_z}{R} \quad ; \quad I_R = I_z + I_L$$

$$I_L = \frac{V_z}{R_L} = \frac{V_z}{R_L}$$

$$I_R = I_z + \frac{V_z}{R_L}$$

عند تغير R_L إذا زادت فإن هذا يؤدي إلى نقصان I_L وتزيد I_z باعتبار $V_i = Const$، العكس صحيح إذا نقصت R_L فإن I_L تزداد وبالتالي نقصان I_z للحفاظة على I_R تيار الدخل ثابتة ولذلك إذا زادت R_L لقيمة كبيرة جدا يجري بثنائي زنر تيار أعظمي اسمه I_{zmax} ويساوي بالمثال 40 mA و

$$\Rightarrow I_R = I_{zmax} = 40\,mA$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع .....

$$R = \frac{V_i - V_z}{I_R} = \frac{V_i - V_z}{I_{zmax}} = \frac{200 - 50}{40 \times 10^{-3}}$$

$$R = 3.75 \times 10^{3}\ \Omega = 3.75\ k\Omega$$

(2) إذا تغيرت قيمة I_L إلى قيمة صغيرة فإن I_z يكبر، يصبح I_{Lmax} ، $I_{zmin} = 5$

$$I_{Lmax} = I_R - I_{zmin}$$

$$I_{Lmax} = 40 - 5 = 35\ mA$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner