L2: Electronics: (1-6-2020)

PART(1):-

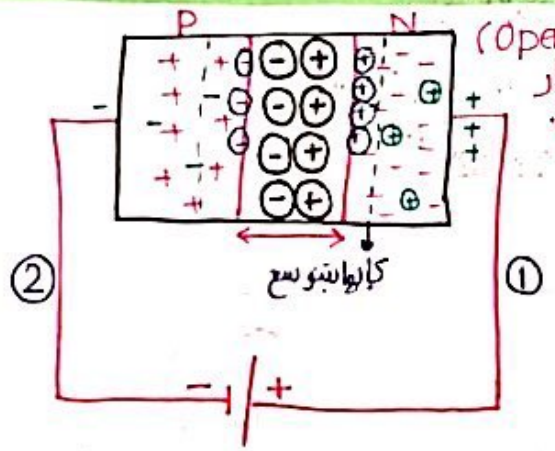
* مراجعة لـ L1:- majority carriers (holes) majority carriers (electrons)
مكنا الـ Semi Conductor لهم نوعين N & P TYPES.

فلما نحرم أثناء التصنيع مع بعضهم P-N، تكون في منطقة التقاطع إنتقال الإلكترونات من N ← P أو الـ holes من الـ P ← N، ولو أخذنا الـ N region هو متعادل كشحنة ولا يوجد فيه ions، ولكن عند رطمهم بعض بصير ربط بينهم وما نسمى الـ defusion، وعند إنتقال الإلكترون من N ← P فهي نفقد إلكترونات وبصير شحنة سالبة والعكس في P تصبح سالبة لأنها تكسب، وفي فترة معينة يصير steady state للـ P-N Junction، ويصبح الـ ions ثابتة في مكانهم.
negative & positive ions. (كإنه علوروابط بينهم)

---

* Reverse bias of a PN-JUNCTION:-

بدنا نوصل مصدر جهد خارجي للـ P-N JUNCTION ممكن نخليها حتى مستمرة في عدم مرور التيار وهذا نسميه (biasing) هو مصدر جهد خارجي نضيفه سوار لمرور التيار وخطه موصل أو توقيفه ويبطل موصل.



(Open circuit) وما عبر تيار كهربائي

في كلا الـ P-N TYPES تحتوي على إلكترونات وفوات إضافية من الحرارة.

NOTES: (وهاد كل الحكي للـ majority carriers)

A ①② ستقوم الإلكترونات بالإنجذاب نحو الشحنات الموجبة وتبقى القليل من الـ holes للمتبقية هنا وتقترب من الـ ions وهذا يؤدي إلى توسيع الـ depletion region وكذلك في منطقة الـ P-TYPE.

B كل ما زادت منطقة الـ depletion تكون بسبب زيادة الفولتية تاعت الـ biase.

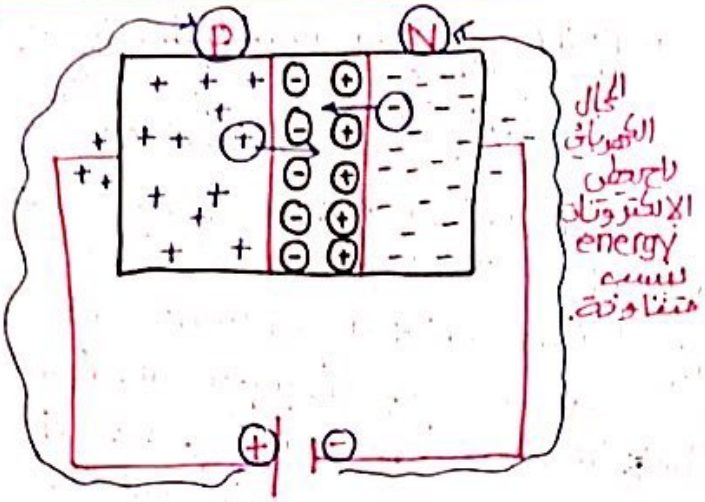
C ما في close loop لمرور تيار كهربائي بسبب منطقة الـ depletion.

D ممكن وضع جهد أوطى من جهد الـ N region في الـ P region أو نضع القطب الموجب مع N والسالب لـ P. وهنا نسمى الـ Reverse biase.

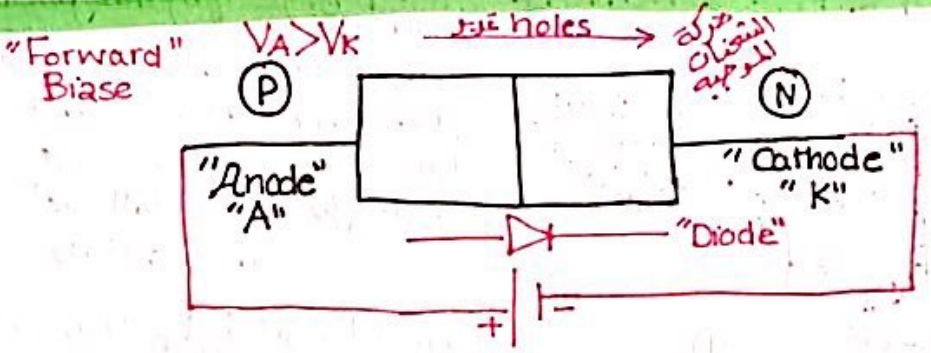
* ولكن تيار الـ minority carriers ممكن شحنة موجبة من الـ N تمر لـ P أو سالبة من الـ P تمر لـ N وهو تيار قليل جدًا وسنهمله حتى لو حصل.

Scanned with CamScanner

* Forward biase of PN-JUNCTION:-



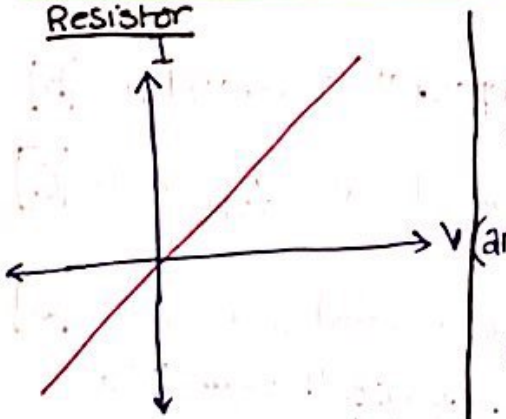
في مركة بشكل close LOOP للتيار التي تتسبب بعد التغلب على جهد الـ depletion area ، واما حركة الإلكترونات من اليمين للشمال أو من الشمال لليمين أو الـ holes ، فتكون مرور التيار مع أو عكس عقارب الساعة.



ILDiodes
ما بنبشحن.

* Barrier Potential:-

مقدار فرق الجهد المتكون في الـ diode أثناء تصنيعه مقداره تقريبًا = Si من 0.7
Ge من 0.3 ≈
ودرجة الحرارة تأثر عليه



علاقة التيار مع فرق الجهد تاعت الـ Resistor ممكن تكون موجبة وسالبة.

Diodes

ولكن بالنسبة للـ Diodes في إله ثلاثة Operation regions: العلاقة عيرخطية وهاصعوبة للـ analyze

1. إذا الفولتيج على A > K عوبتيار من الشمال لليمين وسيمى FORWARD BIASE.
2. إذا عكسنا الفولتية ما بدتيار أو صيرحبتًا واسمه Reverse biase.
3. وإذا فاوزنا قيمة معينة للفولتية السالبة على diode جزب الـ diode يسمى Reverse breakdown.

Scanned with CamScanner

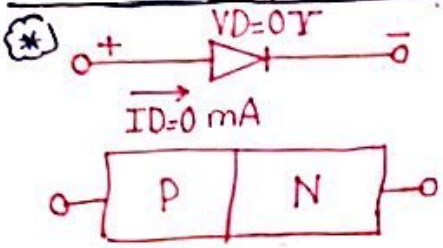
PART(2):-

* 3 Operating Conditions For Diodes:

1. NO Bias Condition:-

1. لا يوجد external voltage applied
2. لا يوجد current عبر Diode
3. في Depletion region صغيرة موجودة

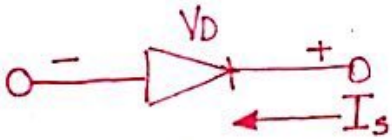
(*) • $V_D = 0\ V$.
• $I_D = 0\ A$.
• Small depletion region.

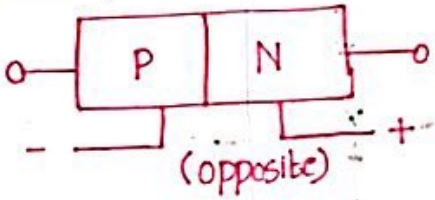
(*) 

(no bias).

2. Reverse Bias Condition:-

- external voltage with ~~positive~~ opposite polarity for P-N Junction.

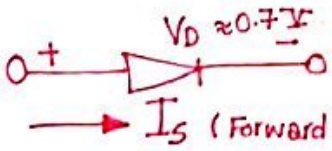


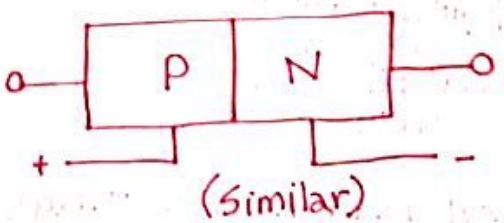


- هنا لا يوجد تيار كبير جدًا ولكن يوجد تيار من اليمين للشمال وهو صغير جدًا
- ويتسبب في زيادة بالـ Depletion region
- والفولتيج الموجودة على الـ diode هي نفسها VD وهي V bias ولكن بالسالب P مع (-) و N مع (+).

3. Forward Bias Condition:-

- external voltage which is in P-type higher than N-type.

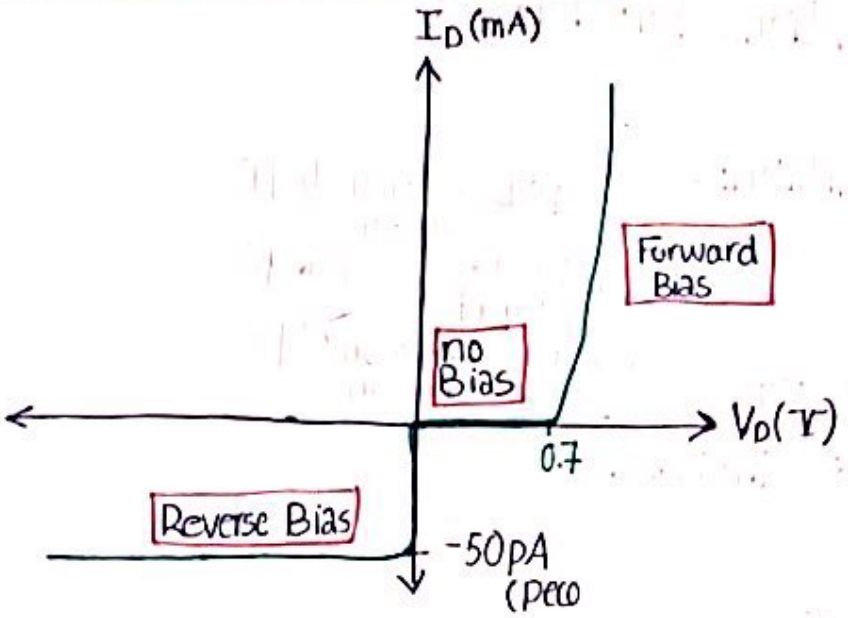




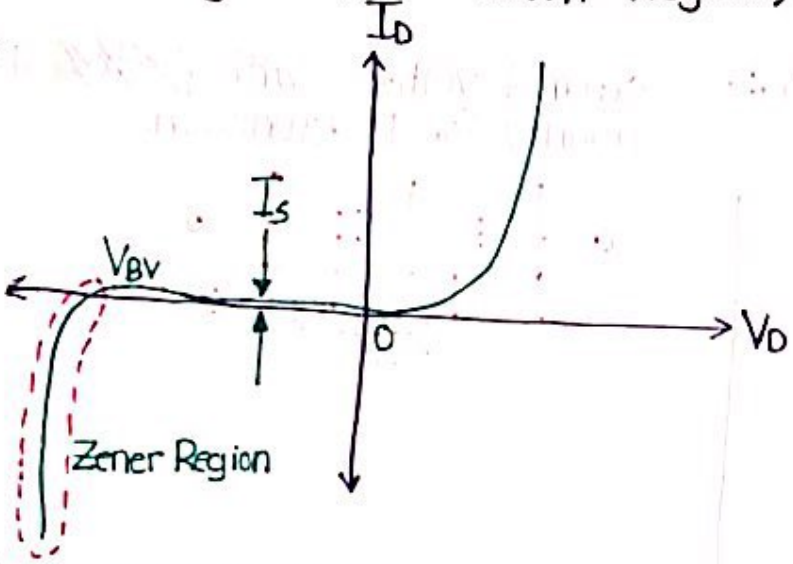
- يؤدي إلى تقليل الـ depletion وبالتالي تكون تيار هو تيار الـ majority وتيار الـ minority .3

Scanned with CamScanner

* Actual Diode Characteristics:-



* Zener Region (Breakdown Region):-



Diodes & semi-conductors
إذا استخدمناها بشكل خاطئ
بسواء للـ V والـ I بتحرق
وفط فولتيه موجبة أو سالبة أكبر
من المسموح فمون بزيد تيار الـ reverse
بزيد بشكل خلكي وهو سببه في
electrons / holes من minority carriers
بتزيد سرعتهم بشكل كبير & ويفرو
إتجاه الـ majority carriers.

* we know peak Reverse voltage by datasheet.

Scanned with CamScanner

* Temperature Effects:-

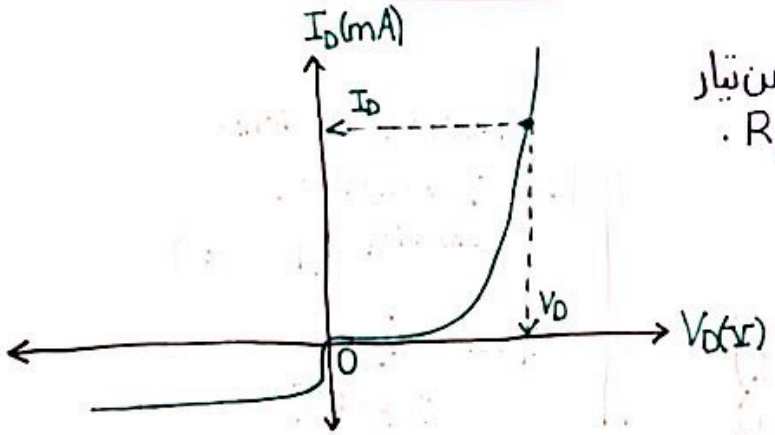
1- زيادة الحرارة تزيد عدد الـ (minority carriers) وبالتالي تزيد الـ Reverse Conduction (زيادة الـ reverse current) بالإضافة لتكبيرة الـ Forward Conduction (تصغير الـ Forward Voltage) تخفيض

2- ولكن زيادة الحرارة على الـ Diode يؤدي لعمل Failure داخل هذه الـ device.

* Resistance Levels:-

1. DC (Static) resistance
2. AC (Dynamic) resistance.
3. Average AC resistance.

* DC (Static) Resistance:-



- لكل قيمة لـ V_D إلها قيمة تمررها من تيار كهرباني، ولو قسمناها $R_D = \frac{V_D}{I_D}$.

* AC (Dynamic) Resistance:-

1. Forward Bias $\rightarrow r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{26mV}{I_D}$ (DC current) (قيمة صغيرة كثر)
2. Reverse Bias $\rightarrow \infty$

* Average AC resistance:

- المقاومة تتغير بين القطبين والتيار كذلك

$r_{av} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d}$

(الرسمة + تلخيص الثلاث حالات بالسلايدات).

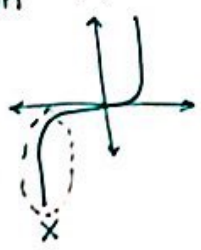
Scanned with CamScanner

* Diode Equation:
non-linear eq. so, diode non-linear device.

$i_D(t) = I_s \left(e^{\frac{V_D(t)}{\eta V_T}} - 1 \right)$

- $i_D(t)$: Forward current
- I_s: 10^{-12} / 10^{-14} constant
- $V_D(t)$: voltage for Forward.
- V_T
- η: eta (From design of Diode) 1 → Ge, 2 → Si (small current), 1 → Si (high current)

Forward / Reverse
break down



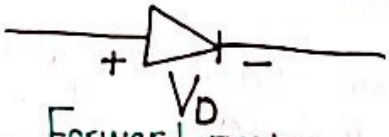
NOTE: $0^\circ C = 273\ K$.

~~$0^\circ C = 237\ K$~~

EXP: room = $37^\circ \rightarrow 300\ K$,

$V_T = \frac{300}{11600} = 25.69\ mV$.

* V_T ⇒ (Thermal VOLTAG)
$= \frac{T}{11600}$; T in Kelvin.



Forward region:-

1. V_D → positive

$e^{(positive)} > 1$

$i_D(t) = I_s \left(e^{\frac{V_D(t)}{\eta V_T}} - 1 \right)$ (بقدر نهملها)

Reverse Region:-

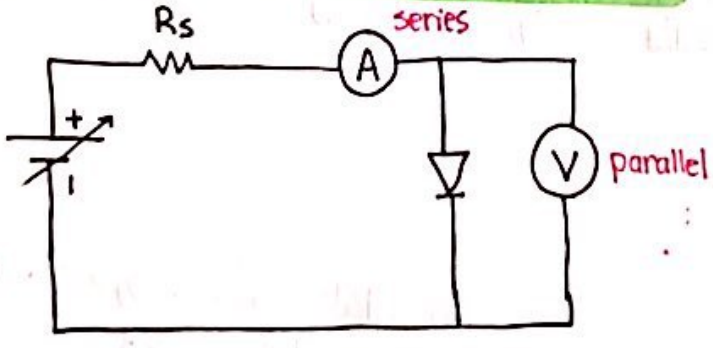
2. V_D → negative

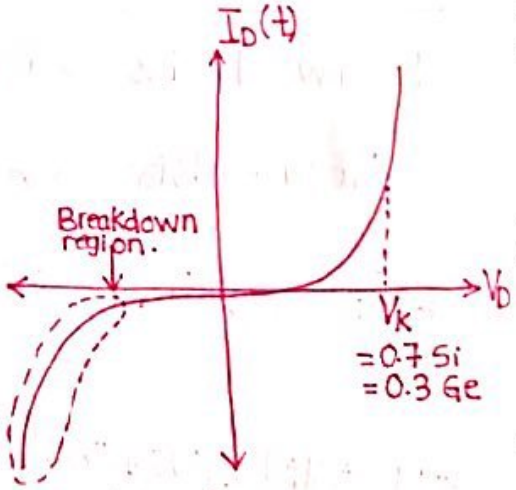
$e^{(negative)} < 1 \approx 0$

$i_D(t) = -I_s$

(قيمته صغيرة)

* Diode V-I Characteristic curve:-



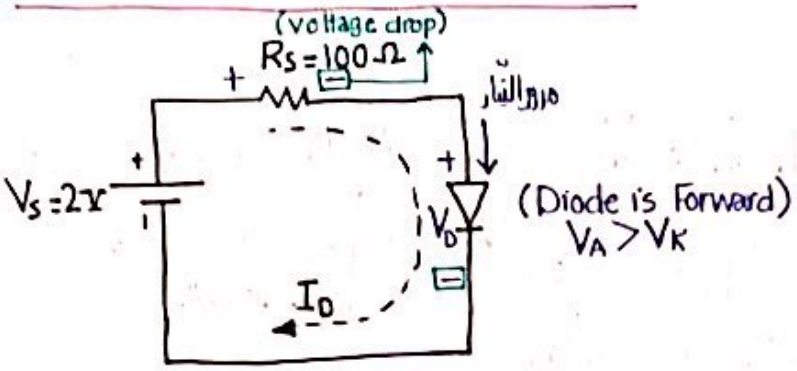


Scanned with CamScanner

* Approaches to Diode Circuit Analysis:-

1. NON-linear.
2. graphical.
3. equivelant Circuit.

*NON-LINEAR EXAMPLE:- (فقط للعلم بالطريقة)



FIND I_D, V_D?

KVL: $V_S = R_S I_D + V_D$ -----①

$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1\right)$ ----② but Since it's Forward biased $I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}}\right)$

$$V_D = \eta V_T \ln \frac{I_D}{I_S} \quad \text{-----(2*)}$$

$$\therefore V_S = R_S I_D + \eta V_T \ln \frac{I_D}{I_S}$$ (non-linear equ.)

* Back to Find $I_D \rightarrow I_D = \frac{V_S - V_D}{R_S}$.

$V_D = \eta V_T \ln \frac{I_D}{I_S}$.] ⇒ USING *Iterative Analysis.

Let $V_D = 0.7V$, $I_D = \frac{2-0.7}{0.1K} = 13$ mA.

$V_D = 0.7882392V$ → *The error is large. (إذا الإيرور مقبول بوقف ولكن إذا كبير نعيد مرة أخرى على هذه القيمة.)

Let $V_D = 0.7882392V$, $I_D = 12.117608$ mA.

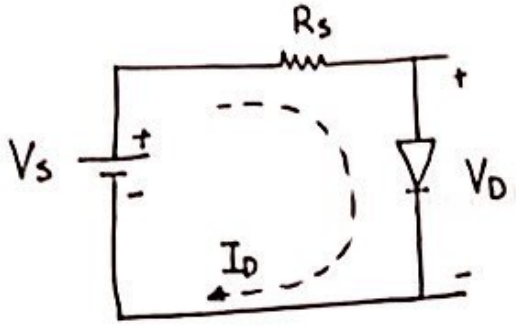
$V_D = 0.7862529V$ → The error *is small. (إذا الإيرور مقبول ونكتفي هذه القيمة)

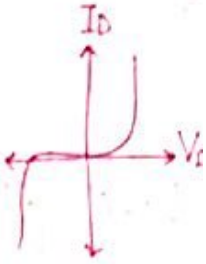
⋮ the error getting smaller.

Scanned with CamScanner

* Graphical Techniques:-

(Requires the VI exact plot) – بإمكاني استخدمها اذا الرسمة تكون عندي





KVL (I (Forward) عكس الزلمي إكلها):- $V_S = R_S I_D + V_D$ (مجهولين لأن الدلاقة بينهم)

$$I_D = \frac{V_S - V_D}{R_S} = \boxed{\frac{-1}{R_S} V_D + \frac{V_S}{R_S}} \quad \cdots \textcircled{1}$$

"linear eqs."

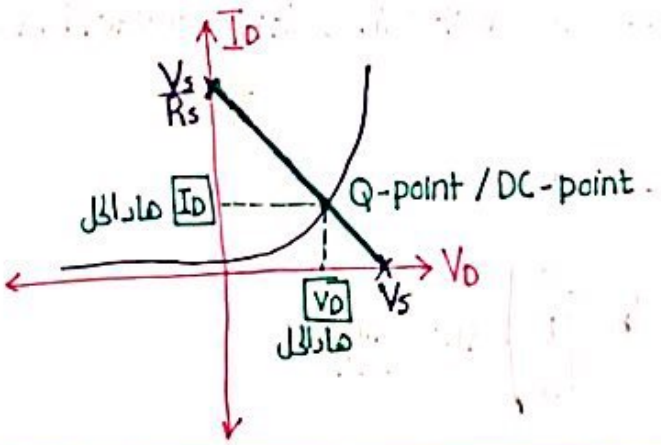
* V_S & R_S are constants
* V_D is Variable.

So, eqs.① $\rightarrow I_D = \frac{-1}{R_S} V_D + \frac{V_S}{R_S}$

Draw eqs.1:-

$V_D = 0 \rightarrow I_D = \frac{V_S}{R_S}$

$I_D = 0 \rightarrow V_D = V_S$



* Diode Modles:

1. Ideal Diode Model.
2. Simplified / piecewise / Knee Model.
3. Complete diode Model.

* نستبدل الـ Diode إما بـ

1. open circuit
2. short circuit
3. Voltage source
4. or voltage source + Resistance.

Scanned with CamScanner