

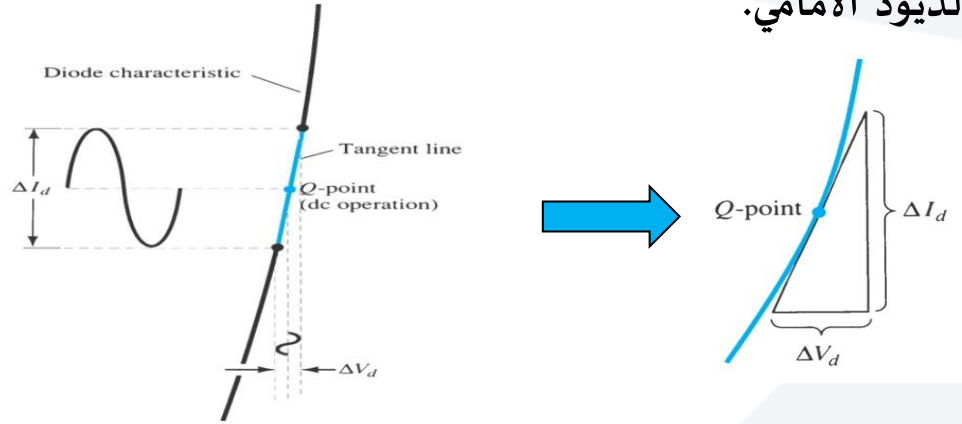
أسس الالكترونيات Basic-Electronics

مدرس المقرر
د. السموءل صالح

Diode Resistances

٢- المقاومة الديناميكية Ac or Dynamic Resistance

-- هي المقاومة التي يبديها الديود بالنسبة لتيار متناوب، لدينا تغيرات في التيار المتناوب حول نقطة العمل (في المنطقة الخطية) يقابله تغيرات في جهد الديود الأمامي.



$$r_d = \frac{dV_d}{dI_d} = \frac{26 [mV]}{I_D} + r_B$$

-- تعطى في الميزة الامامية بالعلاقة:

r_B : تأخذ قيمها بدأ من 0.1Ω من أجل الأجهزة ذات الاستطاعة العالية حتى 2Ω من أجل أجهزة الاستطاعة المنخفضة.

-- في الميزة العكسية تكون ذات قيمة لانهاية $r_d = \infty$ لان $D=off$.

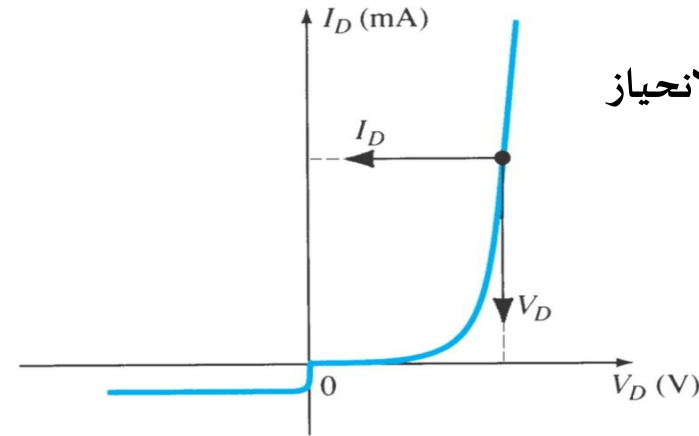
المقاومة في المتصل P-N

١- المقاومة الستاتيكية Dc or Static Resistance

-- من اجل نقطة عمل محددة على الميزة الأمامية للديود، لدينا قيمة معينة لجهد الديود وأخرى للتيار إذا المقاومة تعطى بالعلاقة:

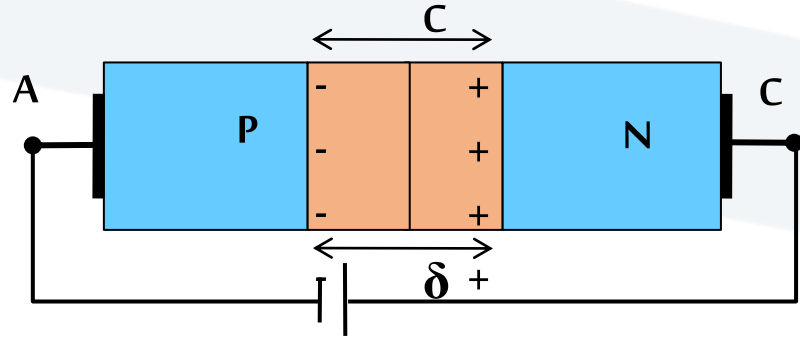
$$R_D = \frac{V_D}{I_D}$$

-- بتغير النقطة تتغير قيمة هذه المقاومة إلا في مجال التغيرات الخطية للميزة، حيث تبقى ثابتة وهذا يدفعنا لاختيار مجال عمل الديود في المنطقة الخطية.

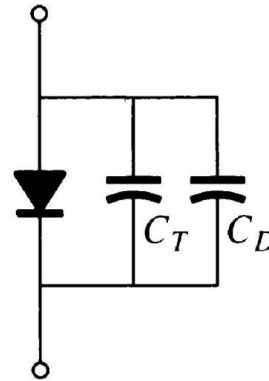
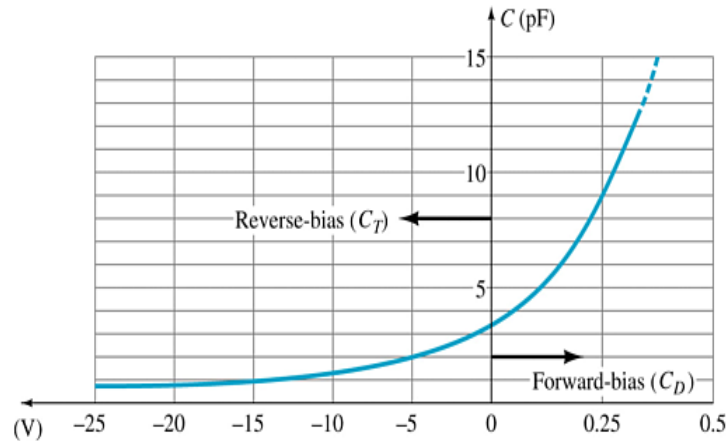


-- تؤخذ المقاومة العكسية عند الانحياز العكسي بنفس الطريقة وتكون ذات قيمة كبيرة جدا.

الأثر السعوي للمتصل Diode Capacitance



-- تتعلق قيمة المكثف بنوع المادة العازلة ودرجة الإشابة وبقية الجهد العكسي المطبق وبالتالي تحدد هذه السعة من خلال التغيرات الحاصلة في كمية الشحنة المخزنة الناتجة عن تغيرات الجهد العكسي.



$$C_D = \frac{dQ}{dV_R}$$

-- في حالة الانحياز العكسية: تعتبر منطقة الشحنة الفراغية (الخالية من الشحن) عبارة عن منطقة عازلة بين لبوسين ناقلين وهذا يؤدي إلى اعتبار أن الديود يسلك سلوك المكثف ويرمز لها C_T وتحسب سعتها بالقوانين المعروفة.

$$C_T = \frac{\epsilon A}{\delta}$$

-- في الحالة الأمامية: تتكون سعة تسمى بسعة الانتثار ويرمز لها C_D وتزداد بزيادة الجهد الأمامي حتى نصل لجهد العتبة ويفتح الديود.

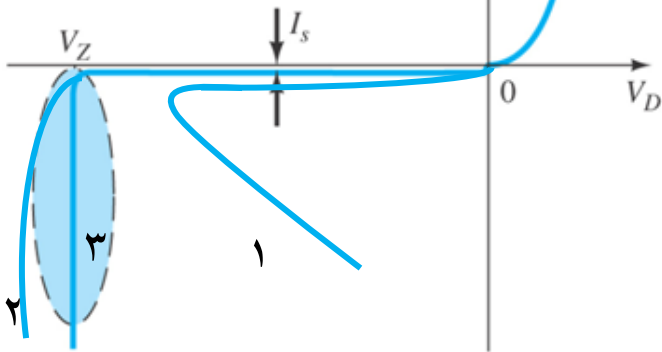
تعريف: الانهيار هو الزيادة المفاجئة في التيار في الاتجاه العكسي للميزة وله نوعان:

- ١- انهيار حراري: نتيجة زيادة درجة الحرارة للمتصل وهذا الانهيار مخرب للبنية الذرية للمادة وغير قابل للعودة ويحصل في الحالة الامامية والعكسية.
- ٢- انهيار حقلي (زينر): نتيجة زيادة الجهد العكسي وبالتالي شدة الحقل الكهربائي في المنطقة المجردة، غير مخرب للمادة، قابل للعودة وله نوعان:
 - ١- انهيار التكاثري (Avalanche Breakdown).
 - ٢- انهيار النفقي (Tunnel Breakdown).

١- انهيار حراري: $V_R \uparrow \Rightarrow P = V_R I_R \uparrow \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow \text{Break bonding} \Rightarrow e \& h \text{ free} \Rightarrow I_R \uparrow$

٢- انهيار التكاثري: يحصل عند الجهود العكسية العالية في المواد ذات لإشابة العادية ويستخدم كمثبت جهد (زينر) عند الجهود العالية.

$V_R \uparrow \Rightarrow E_J \uparrow \Rightarrow \text{Energy } e \& h \uparrow \Rightarrow \text{Break bonding} \Rightarrow e \& h \text{ free} \Rightarrow I_D \uparrow \uparrow$



١- انهيار حراري: نتيجة زيادة درجة الحرارة للمتصل وهذا الانهيار مخرب للبنية الذرية للمادة وغير قابل للعودة.

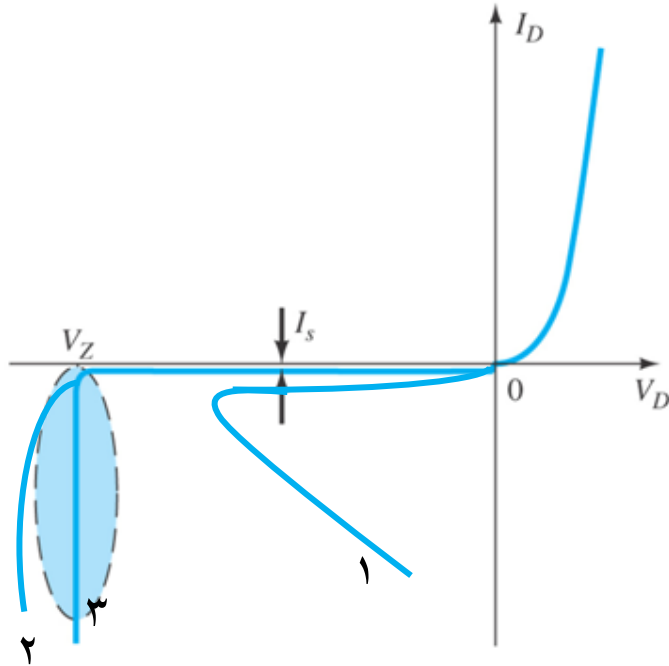
٢- انهيار التكاثري: يحصل عند الجهود العكسية العالية في المواد ذات الإشابة العادية ويستخدم كمثبت جهد (زينر) عند الجهود العالية.

٣- انهيار النفقي: يحصل عند الجهود العكسية المنخفضة في المواد ذات الإشابة العالية بالتالي عرض منطقة الحزمة الممنوعة قليل، يستخدم كمثبت جهد (زينر) عند الجهود المنخفضة.

الجهد العكسي يزداد => المسافة الفاصلة بين حزمة التكافؤ والنقل يصغر =>
يتحرر إلكترون تحت طاقة اقل وينتقل بسرعة إلى حزمة النقل عبر نفق
الحزمة الممنوعة.

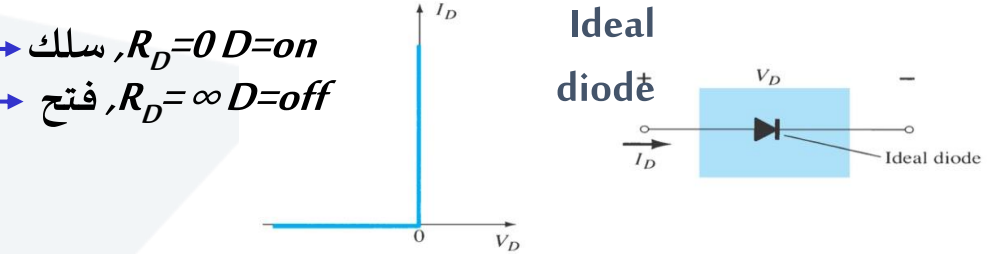
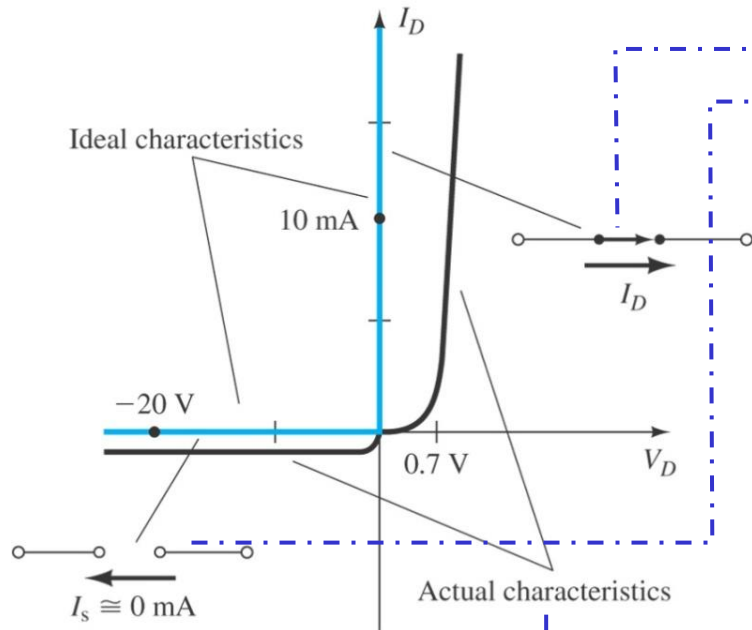
-- المنطقة المظللة هي منطقة زينر أي المنطقة التي يعمل بها الديود كمثبت للجهد وعندها يسمى بجهد زينر (تقريبا ثابت) أما التيار فيمثل تيار زينر.

-- يجب أن لا تتجاوز استطاعة الديود العظمى حد معين، حتى لا ينهار الديود حراريا وتعطى بـ: $P_{Dmax} = V_D I_D$.



الدارة المكافئة للثنائي P-N Equivalant circuits

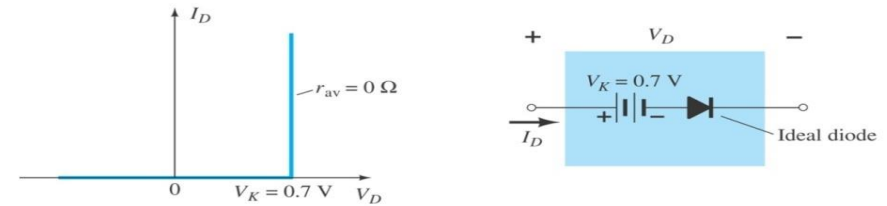
١- التقريب الأول: عبارة عن ديود مثالي مقاومته الأمامية = صفرو العكسية = لانهاية أي يسلك سلوك مفتاح on,



$R_D = 0$ $D = on$ سلك
 $R_D = \infty$ $D = off$ فتح

٢- التقريب الثاني: عبارة عن ديود مثالي مع منبع تغذية مستمر يمثل جهد العتبة يختلف حسب نوع المادة نصف الناقله $Si=0.7$, $Ge=0.3$.

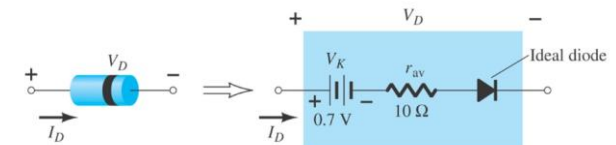
Simplified Circuit for Si.



Ideal versus actual semiconductor characteristics.

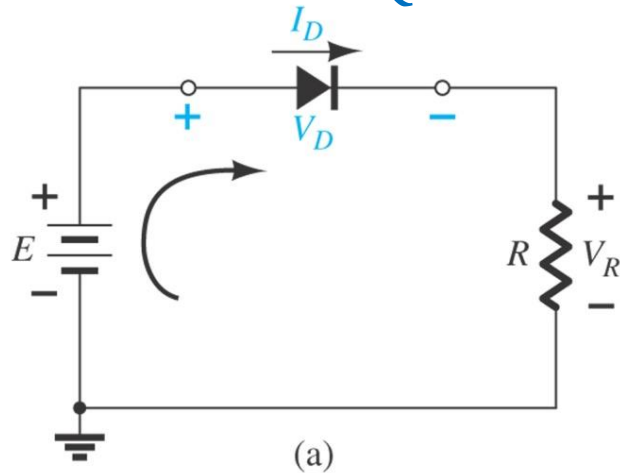
٣- التقريب الثالث: عبارة عن ديود حقيقي مع منبع تغذية مستمر يمثل جهد العتبة يختلف حسب نوع المادة نصف الناقله $Si=0.7$, $Ge=0.3$ ومقاومة امامية او عكسية حسب الوصلة.

Real diode



خط الحمل الساكن ونقطة العمل للثنائي P-N

DC load Line & Q-Point



Constants

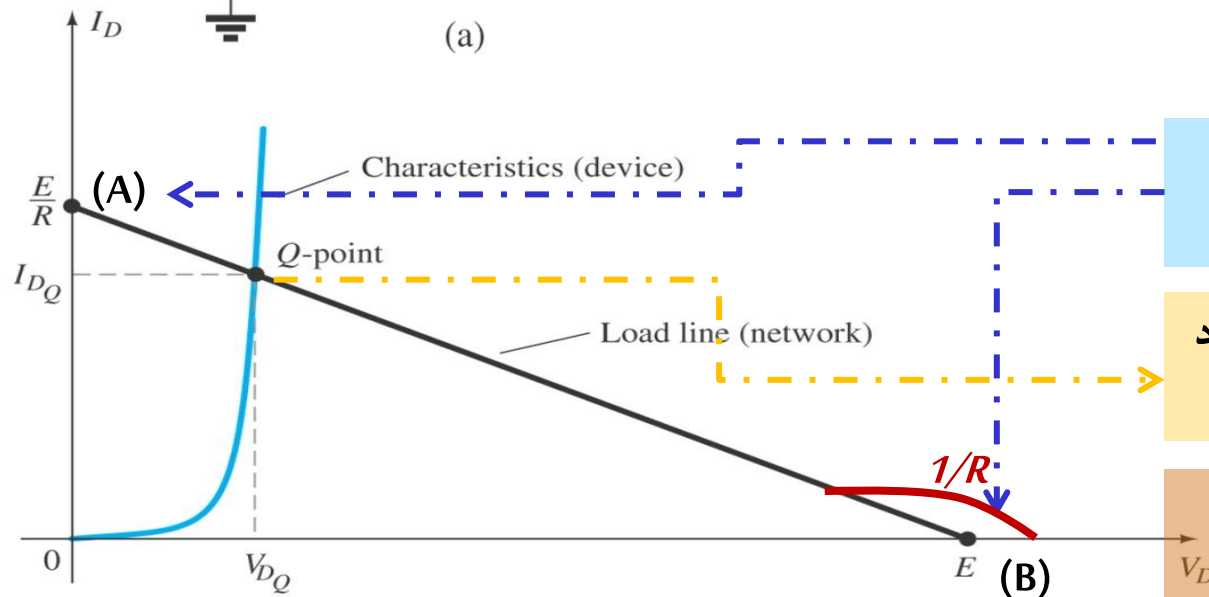
Silicon Diode: $V_D = 0.7V$, Germanium Diode: $V_D = 0.3V$

Analysis, $R_F = 0$, 1- $V_D = 0.7V$ (or $V_D = E$ if $E < 0.7V$)

$$2- V_R = E - V_D \Rightarrow E = V_D + I_D R$$

Analysis: 1- $V_D = 0V \Rightarrow I_D = E/R \Rightarrow$ Point A $(0, E/R)$

2- $I_D = 0 A \Rightarrow V_D = E \Rightarrow$ Point B $(E, 0)$



١- وصلة الديود المثالي على التسلسل والتي تحقق الانحياز الأمامي $D = on$:

-- بوصل النقطتين A & B نحصل على خط الحمل الساكن الذي يتقاطع مع المميزات الأمامية للديود في نقطة $Q (V_{DQ}, I_{DQ})$ وتسمى نقطة العمل.

-- إحداثيات نقطة العمل $Q (V_{DQ}, I_{DQ})$ هي القيم الحقيقية التي يعمل بها الديود في الحالة الأمامية ويمكن حساب المقاومة الأمامية كما يلي: $R_F = V_Q / I_Q$.

-- خط الحمل الساكن يحدد عادة بمقدار الميل الذي يصنعه مع محور الجهد وقدر الميل بـ: $Slope = 1/R$

DC load Line

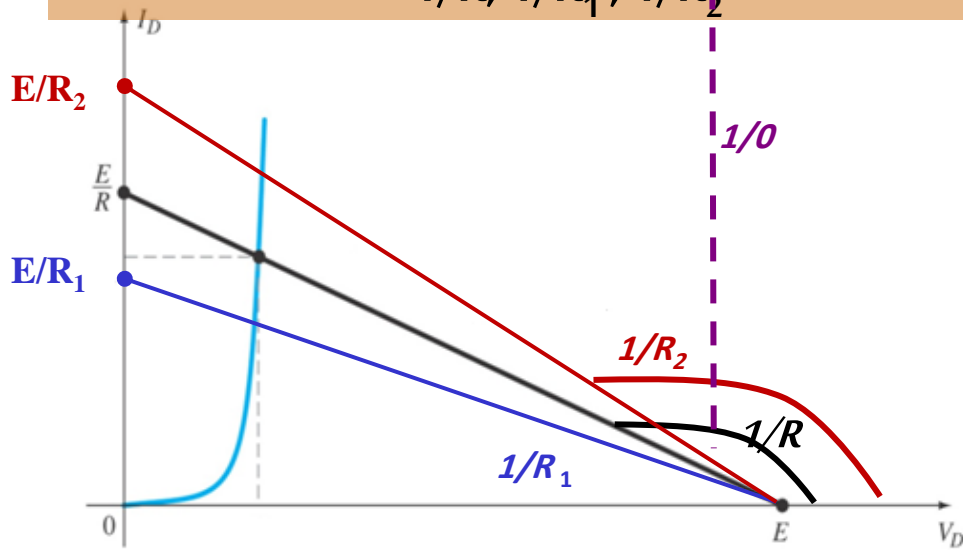
تحليل معادلة خط الحمل الساكن للثنائي P-N

$$E = V_D + I_D R$$

١- معادلة الوصلة للانحياز الأمامي للديود تعطى بـ:

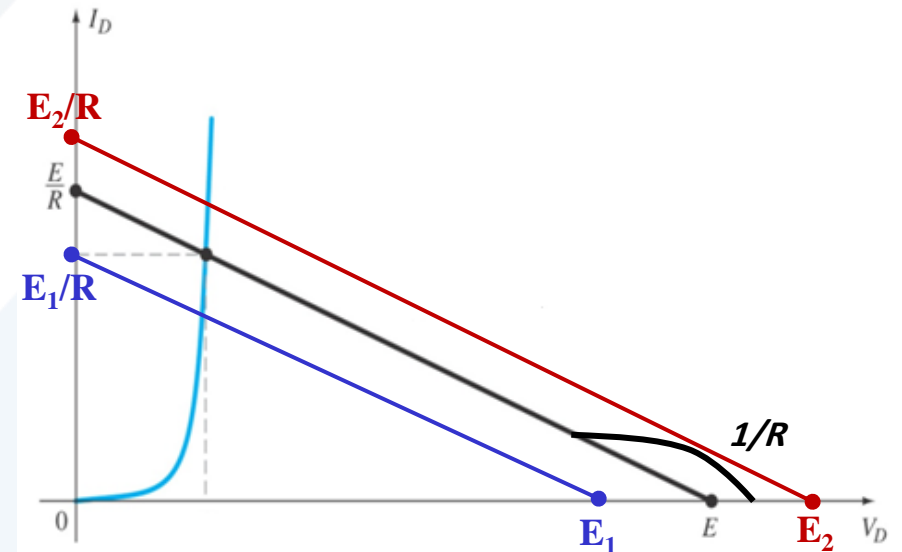
1- When $E = ct \Rightarrow$ The slope is varied $[\pi, \pi/2]$

$1/R, 1/R_1, 1/R_2$



-- خطوط الحمل الساكن تحدد بقيمة المقاومة R وتشارك
بنقطة واحدة B

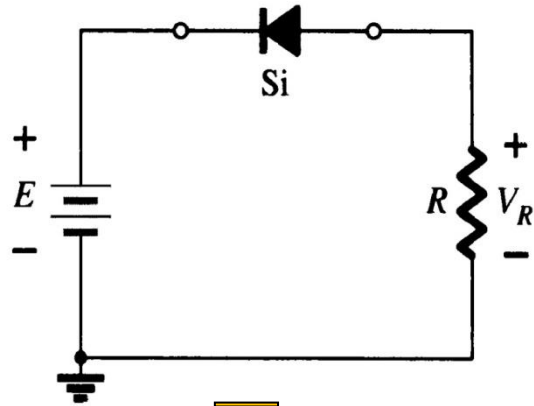
2- When $R = ct \Rightarrow$ The slope is the same $1/R$,
But the current is varied



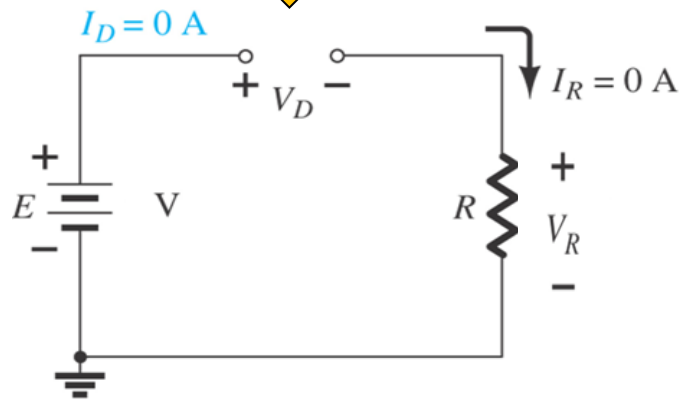
-- خطوط الحمل الساكن تحدد بقيمة الجهد E وهي عبارة عن
خطوط متوازية لها نفس الميل $1/R$

DC load Line & Q-Pointe

خط الحمل الساكن ونقطة العمل للثنائي P-N



Ideal Diode => D=off



١- وصلة الديود على التسلسل والتي تحقق الانحياز العكسي

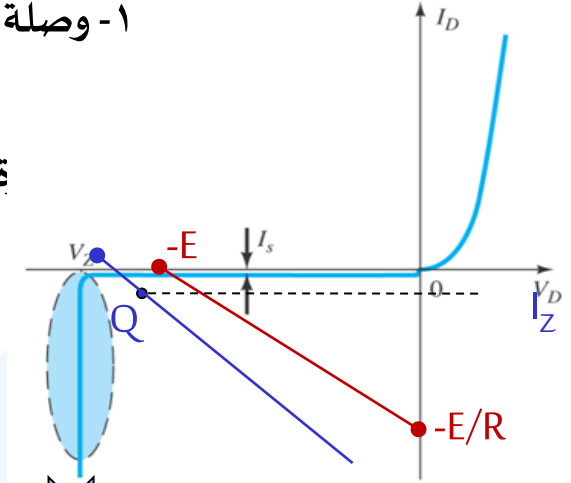
Analysis :

ة مع مقاومة عكسية كبيرة إذا كان الديود حقيقي

$$\text{Equation } -E = V_R + I_R R \Rightarrow$$

$$1- V_R = 0V \Rightarrow I_R = -E/R \Rightarrow \text{Point A } (0, -E/R)$$

$$2- I_R = 0A \Rightarrow V_R = -E \Rightarrow \text{Point B } (-E, 0)$$



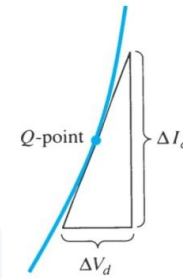
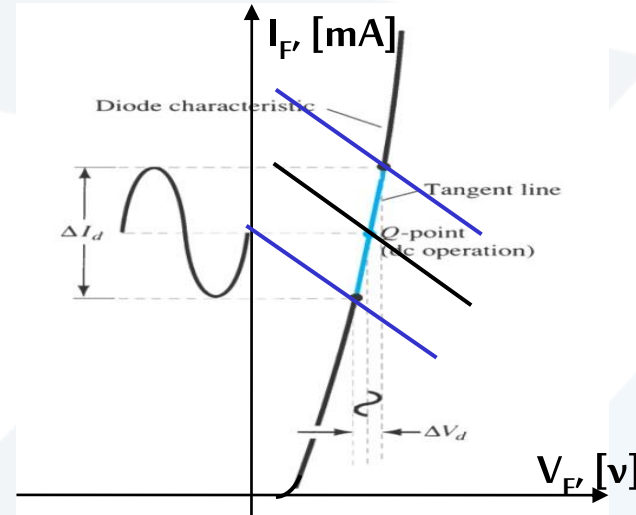
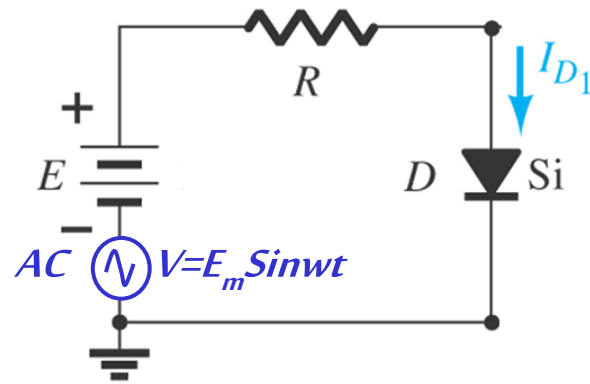
-- في هذه الحالة وبتحديد كل من E و R يمكن للديود أن يعمل في منطقة زينر كمثبت للجهد وبالتالي إحداثيات نقطة العمل هي $Q(V_Z, I_Z)$

Analysis D=off
دارة مفتوحة اذا كان الديود مثالي
 $\Rightarrow V_D = E; V_R = 0V, I_D = 0A$

سلوك الثنائي P-N الحقيقي بالنسبة للإشارة المتناوبة

-- ملاحظات

- ١- نحدد نقطة العمل للديود بواسطة جهد التغذية المستمر.
٢- نحدد المجال الديناميكي لتغيرات نقطة العمل الناتجة عن وضع منبع للجهد المتناوب.

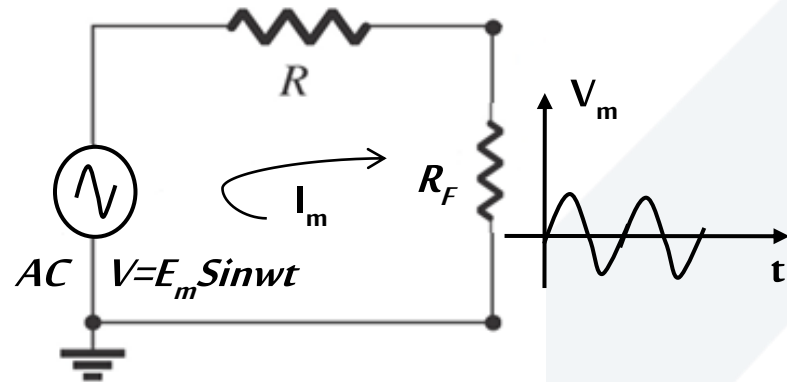


المقاومة الديناميكية:

$$R_d = \Delta V_d / \Delta I_d$$

- ٣- نحسب المقاومة الديناميكية للديود.

- ٤- نرسم الدارة المكافئة المتناوبة ونحسب كل من التيار والجهد



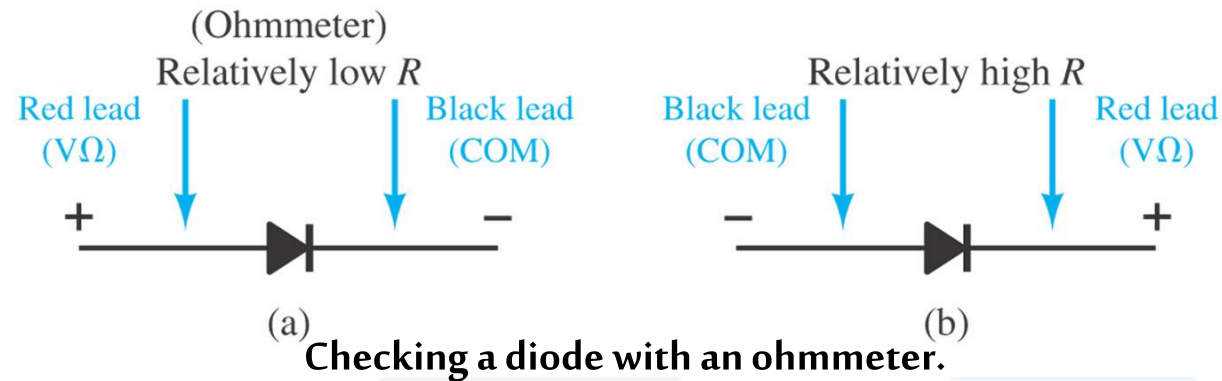
$$I_{mmax} = E_m / (R + R_F)$$

$$V_{mmax} = R \cdot E_m / (R + R_F)$$

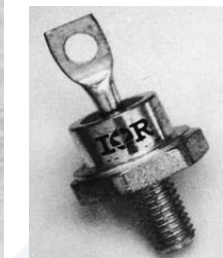
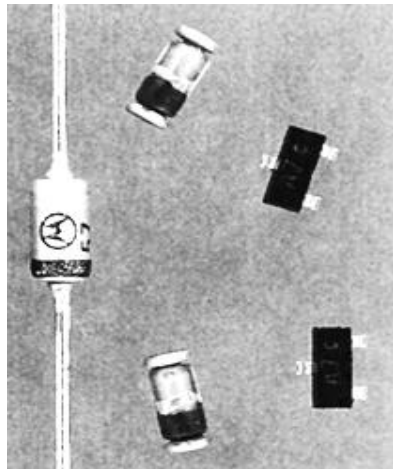
Practical side of Diode

الناحية العملية للثنائي P-N

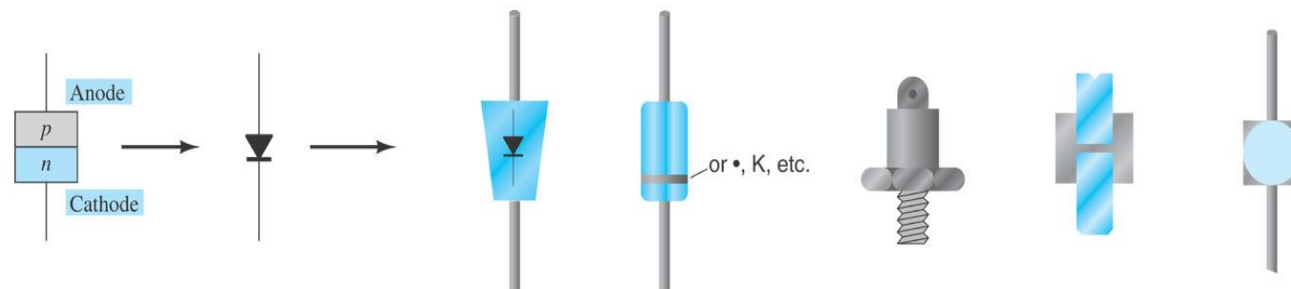
-- يتم قياس الديود بواسطة الافومتر كما هو موضح بالشكل ويجب ان يقاس خارج الدارة؟؟، تكون المقاومة الأمامية منخفضة جدا
أما العكسية فمرتفعة



-- رمز الديود من الناحية العملية.



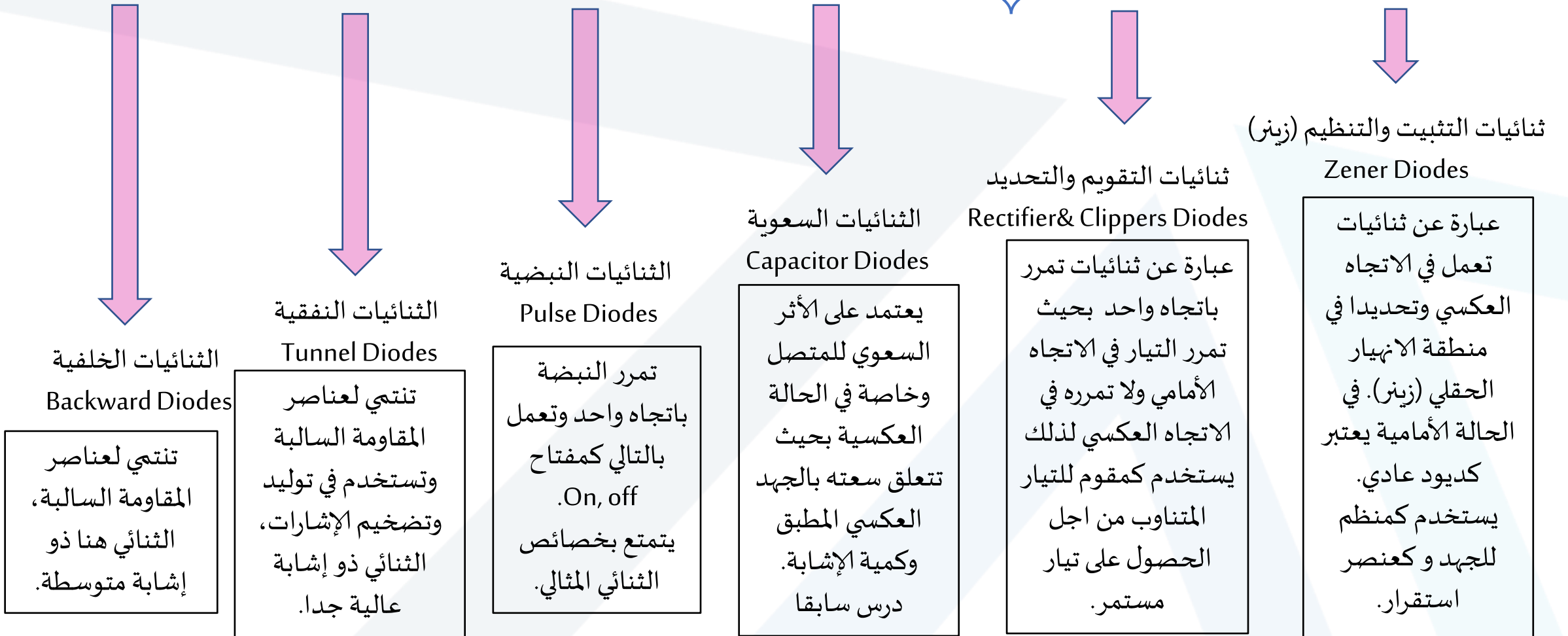
Various types of junction diodes.



Semiconductor diode notation.

Diode Applications

تطبيقات الثنائي P-N

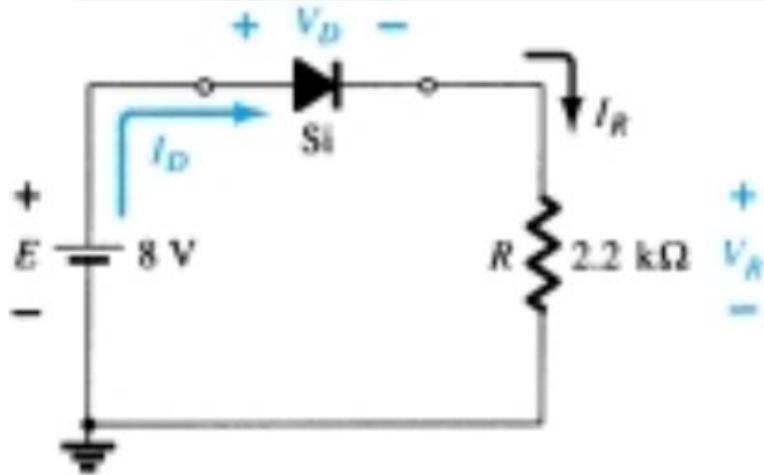


تمرين

١- حدد قيم كل من V_D , V_R , I_D وذلك لكل من التقريبين الاول والثاني

التقريب الاول: ؟؟؟؟ $V_D=0$, $I_D=V/R = ?$

التقريب الثاني:

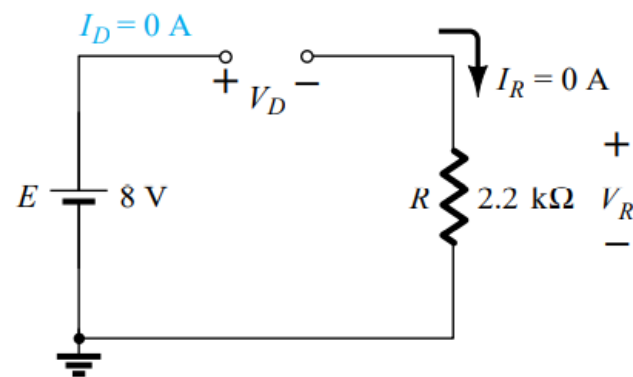


$$V_D = 0.7 \text{ V}$$

$$V_R = E - V_D = 8 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 7.3 \text{ V}$$

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{7.3 \text{ V}}{2.2 \text{ k}\Omega} \cong 3.32 \text{ mA}$$

أو ممكن حساب التيار اولاً:



٢- حدد قيم كل من V_D , V_R , I_D وذلك لكل من التقريبين الاول والثاني في حالة الانحياز العكسي

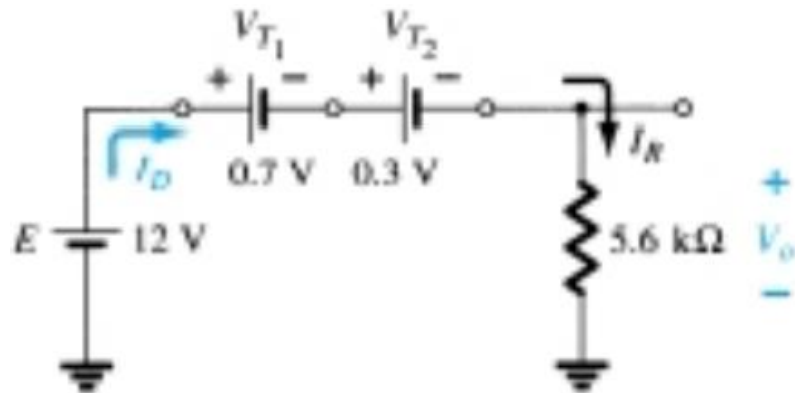
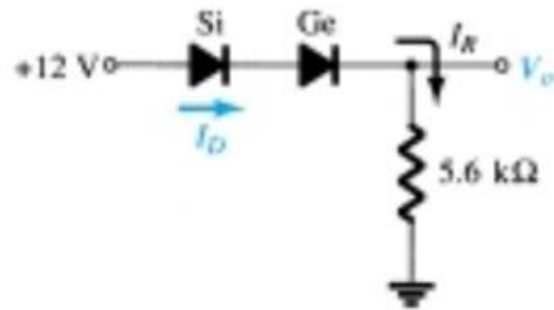
$$E - V_D - V_R = 0$$

$$V_D = E - V_R = E - 0 = E = 8 \text{ V}$$

$$I_D = 0 \text{ mA}$$

تمرين

Determine V_o and I_D for the series circuit



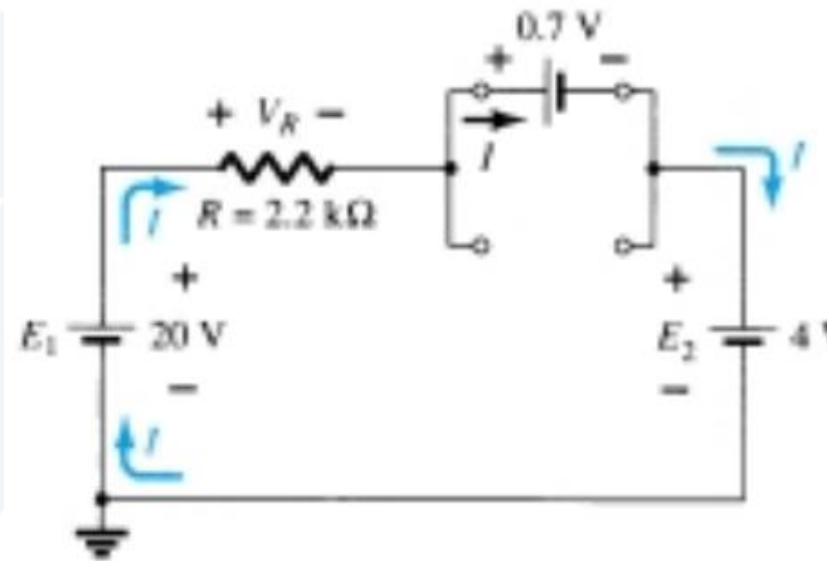
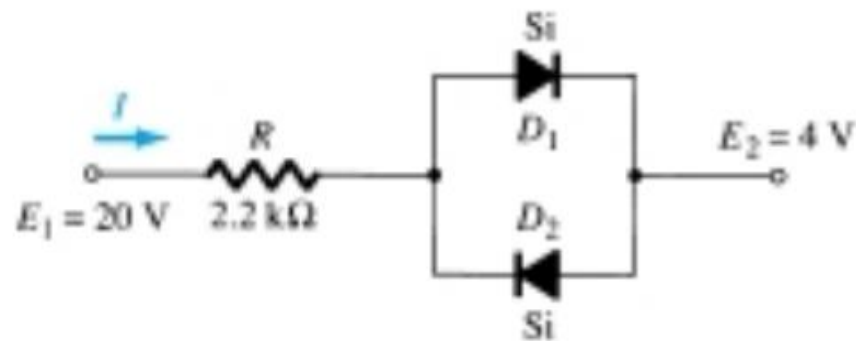
١- حدد قيم كل من V_D , V_o , I_D . وذلك باعتبار الديود يتبع التقريب الثاني

$$V_o = E - V_{T_1} - V_{T_2} = 12 \text{ V} - 0.7 \text{ V} - 0.3 \text{ V} = 11 \text{ V}$$

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_o}{R} = \frac{11 \text{ V}}{5.6 \text{ k}\Omega} \cong 1.96 \text{ mA}$$

تمرين

Determine the current I for the network



$$I = \frac{E_1 - E_2 - V_D}{R} = \frac{20 \text{ V} - 4 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{2.2 \text{ k}\Omega} \cong 6.95 \text{ mA}$$