"به نام تنها خالق هستی بخش"

/ /

"الکترونیک ۱"

- دیودهای نیمه هادی:

مقاومت ویژه: عبارت است از مقاومت یک سانتی متر مکعب از هر ماده‌ای را مقاومت ویژه یا مخصوص گویند و واحد آن

$R = \rho \frac{L}{A}$

ρ ← مقاومت ویژه

مقاومت ویژه: ۱- هادی (Conductor): 10^{-6} تا $50.0\,\Omega cm$ مثل مس

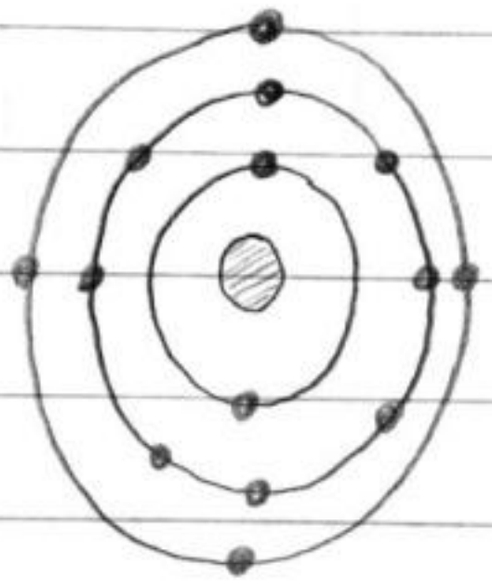
۲- نیمه‌هادی (Semi conductor): $50 \times 10^{3}\,\Omega cm$ سیلیسیم Si، ژرمانیوم $50\,\Omega cm$

۳- عایق‌ها (Insulator): $10^{12}\,\Omega cm$ میکا

نکته‌ی اصلی در تمیز نیمه‌هادی‌ها این است که با افزایش تعداد کمی ناخالصی می‌توان از نیمه‌هادی‌ها، هادی‌های بسیار خوبی ساخت. این خاصیت عمدتاً به علت ناهمتای بودن نیمه‌هادی‌ها بوده که در آن‌ها ساختار نیمه‌هادی به صورت تکرار منظم کریستال‌های سه بعدی می‌باشد.

نکته: براساس مدل اتمی بور در لایه‌ی آخر نیمه‌هادی‌ها چهار الکترون وجود دارد.

یادآوری: مدل اتمی بور



$Si_{14}: 1s^2 / 2s^2\,2p^6 / 3s^2\,3p^2$

از نکته ۱ نتیجه می‌شود عنصری نیمه‌هادی است که در لایه‌ی والانس خود 4 الکترون دارا می‌باشد.

اتم‌های سیلیسیم Si_{14} یا ژرمانیوم Ge که در ساختار بلوری قرار می‌گیرند با پیوند کووالانسی از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند.

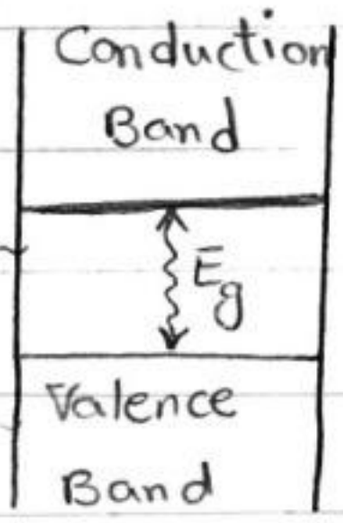
Note : اگر دما به اندازه‌ی کافی بالا رود تعدادی از الکترون‌های لایه‌ی والانس انرژی گرمایی لازم را جذب می‌کنند تا بتوانند نوار والانس را بشکنند و به حامل‌های آزاد اضافه شود و در نتیجه مقاومت قطعه‌ی نیمه‌هادی با افزایش دما کاهش پیدا می‌کند. برخلاف فلزات که طبق رابطه‌ی $R = R_0 (1 + \alpha\Delta\theta)$ با افزایش دما به علت حرکت نوسانی اتم‌هایشان دچار افزایش مقاومت می‌شوند بنابراین به طور خلاصه فلزات دارای ضریب حرارتی مثبت و نیمه‌هادی‌ها دارای ضریب حرارتی منفی می‌باشند.

یادآوری : $W = \text{توان}(P) \times \text{زمان}(t)$ 1

$$\begin{cases} P = IV & 2 \\ I = \dfrac{Q}{t} & 3 \end{cases} \xrightarrow{1} W = IV.\frac{Q}{I} \Rightarrow W = VQ \ (eV)$$

$1(eV) = 1.6 \times 10^{-19}$ ژول

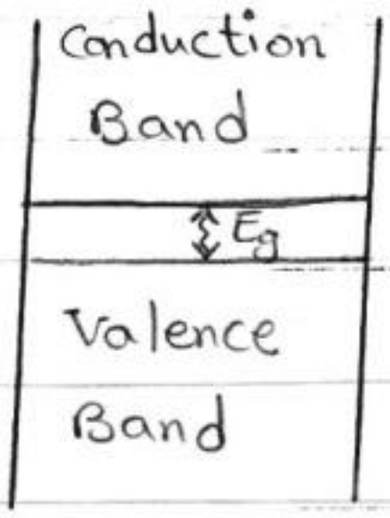
insulator: (گاف انرژی، نوار ظرفیت، نوار هدایت)



E_g مثبت : 4 eV

E_g نیمه‌رسانا : 7 eV

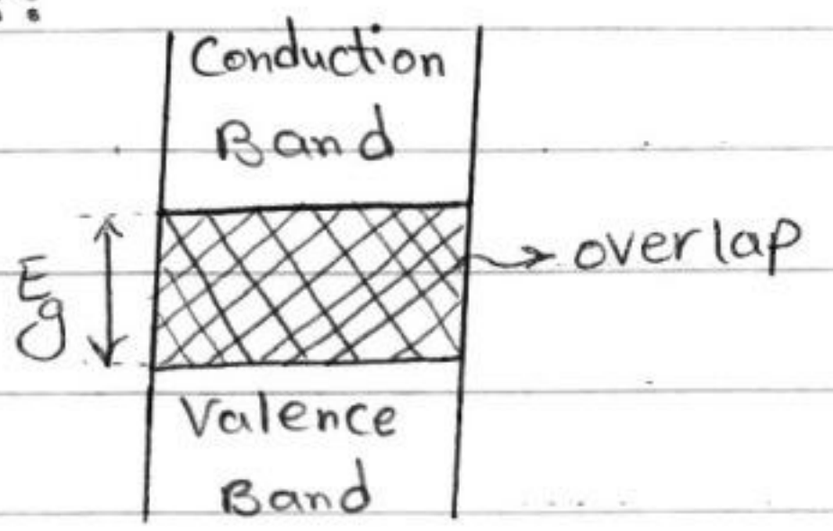
semi conductor:



E_g (Si) : 1.1 ev

E_g (Ge) : 0.67 ev

Conductor:



برای محاسبات انرژی بین باندها از واحد الکترون‌ولت استفاده می‌شود مثلاً در بین نیمه‌هادی در دمای صفر مطلق تمام الکترون‌های ظرفیت در باند ظرفیت قرار دارند و نیمه‌هادی فاقد هدایت الکتریکی است اما در دمای اتاق ($300^{\circ}K$)

تعداد قابل توجهی از الکترون‌ها انرژی کافی پیدا می‌کنند تا به باند هدایت بروند. توجه کنید که برای بین عایق ($E_g > 5\,eV$) حتی در دمای اتاق نیز، هیچ الکترونی در باند هدایت وجود ندارد اما چون در هادی‌ها باند هدایت و باند ظرفیت هم پوشانی یا به عبارتی overlap می‌کنند حتی در دماهای پایین نیز تعدادی از الکترون‌ها در باند هدایت هستند.

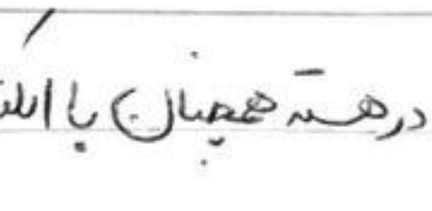
به عملیات اضافه کردن مقدار مشخصی ناخالصی تحت شرایط کنترل شده عملیات دوپینگ می‌گویند.

در الکترونیک دو نوع نیمه‌هادی ناخالصی وجود دارد:

(الف) ناخالصی نوع N (ب) ناخالصی نوع P

الف) ناخالصی نوع N (DONOR دهنده):

اگر به عنصر ۵ ظرفیتی مثل فسفر، آنتی‌موان، آرسنیک به عنوان ناخالصی را اضافه عناصر ناخالصی به شکل زیر تصویر می‌شود:

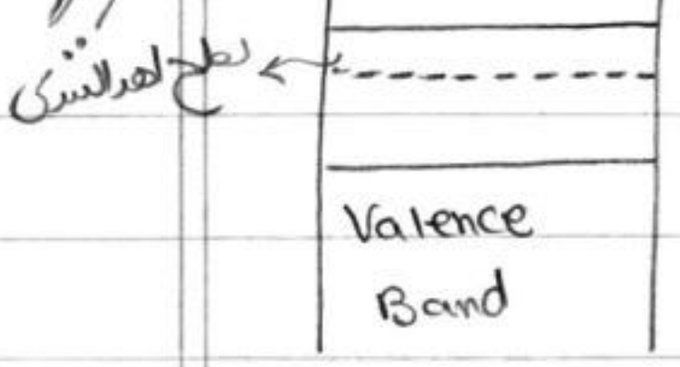


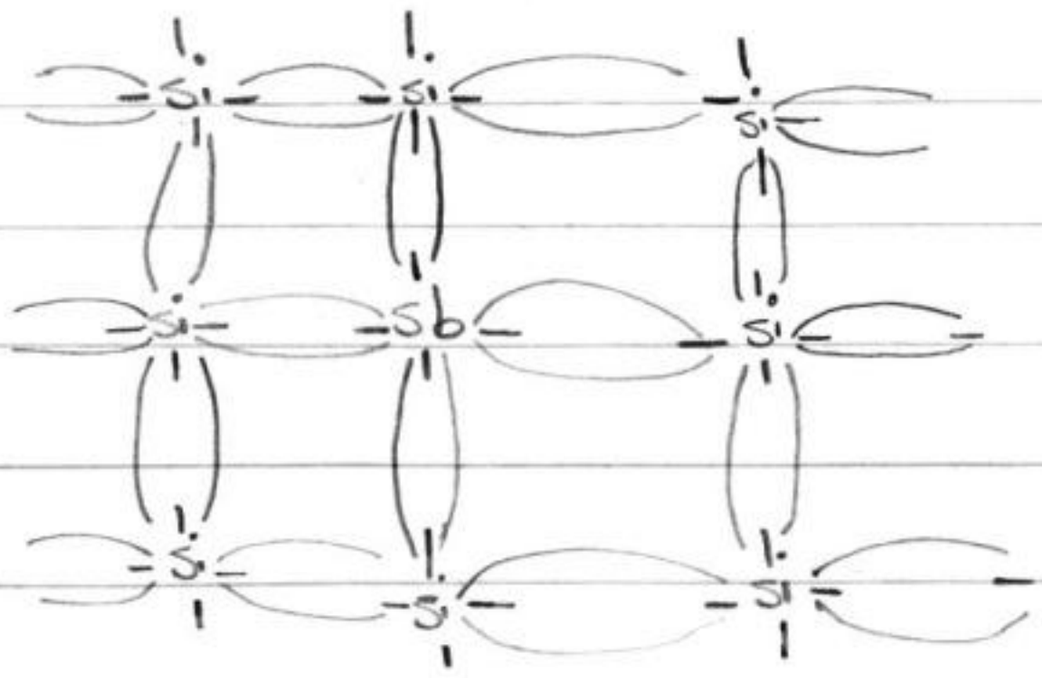
در واقع این عنصر ۵ ظرفیتی، ۴ الکترون لایه‌ی والانس خود را با اتم‌های مجاور سیلیکون یا ژرمانیم به اشتراک می‌گذارد و یک الکترون آن به صورت الکترون آزاد باقی می‌ماند چون اتم ناخالصی یک الکترون به ماده اهدا می‌کند به آن DONOR یا دهنده می‌گویند.

Note: هر چند تعداد زیادی حامل‌های آزاد از طریق تولید حرارتی در این مواد نیمه‌هادی هنوز از نظر الکترونیکی خنثی هستند زیرا تعداد پروتون‌ها با بار مثبت در هسته همچنان با الکترون‌های اتم برابر است.

Note : اثر واردترین ناخالصی در دیاگرام انرژی نیمه‌هادی با ایجاد این سطح انرژی جدید به نام سطح اهداکننده (DoNor level) تغییر می‌کند در واقع تعداد الکترون‌های آزاد حاصل از ناخالصی در این سطح انرژی قرار دارند و قابلیت پرش بیشتر

این سطح ورودی به باند هدایت در دمای اتاق ندارد.

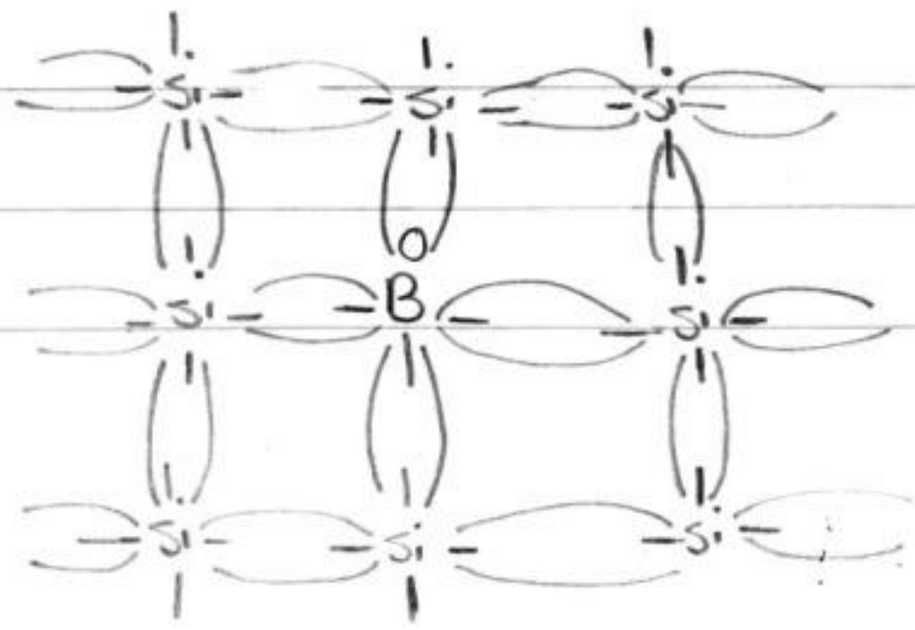




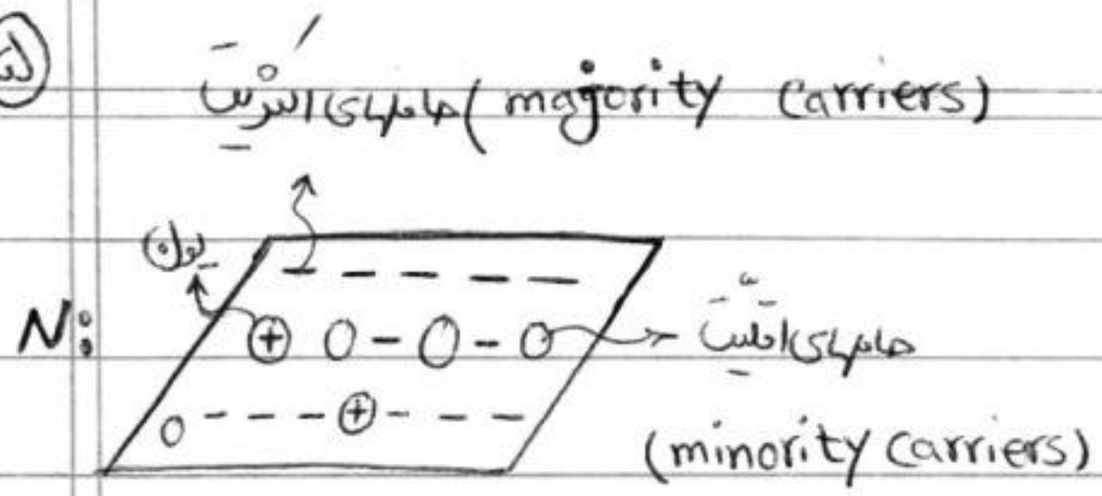
اگر عمل دوپینگ را با ناخالصی ۳ ظرفیتی مثلاً آلومینیوم، بور، گالیوم، ایندیوم انجام دهیم ساختار نیمه‌هادی مطابق شکل زیر تغییر می‌کند.

ملاحظه می‌شود که اتم بور با ۳ الکترون ظرفیت با سیلیسیوم مجاور پیوند کووالانسی برقرار کرده ولی برای ایجاد این پیوند با اتم چهارم در شبکه کریستالی با کمبود الکترون ظرفیت روبرو است. این کمبود الکترون را با افزودن یک الکترون جبران می‌کند و آنرا حفره (Hole) می‌نامیم. این نوع ناخالصی را ناخالصی پذیرنده یا acceptor می‌نامیم. همانگونه که نیمه‌هادی P نیز فاقد الکترون آزاد می‌باشد.

Note : در ماده‌ی P اگر یک الکترون باند ظرفیت به اندازه‌ی کافی انرژی جذب کند به پیوند خود را می‌شکند و محل حفره را پر می‌کند بنابراین حفره‌ی جدید ایجاد می‌شود بنابراین انتقال یک حفره به راست معادل انتقال الکترون به سمت چپ خواهد بود.



ⓐ



	N	P
majority carriers	electrons	holes
minority carriers	holes	electrons

انواع جریان در نیمه‌هادی‌ها:

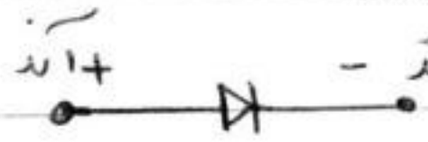
۱- جریان انتقالی (Drift current): جریان ناشی از اعمال ولتاژ به نیمه‌هادی که باعث جابجایی بارهای الکتریکی و رفتن الکترون‌ها به سمت قطب مثبت می‌گردد را جریان انتقالی یا (Drift current) گویند.

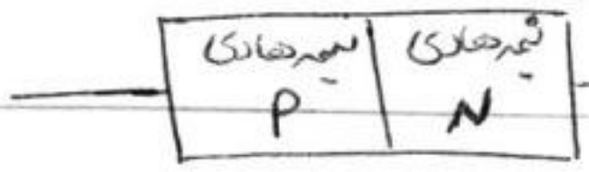
۲- جریان نفوذی (Difusion current): اگر مقدار زیادی حامل به ناحیه‌ای از نیمه‌هادی وارد شود در اثر عکس‌العمل اتم‌های مجاور این حامل‌ها در محیط توزیع می‌گردند به این جریان که بدون هیچ گونه منبع جریان خارجی ایجاد می‌شود جریان نفوذی یا Difussion current گویند.

Note: مفهوم بایاس Biasing، تغذیه DC است.

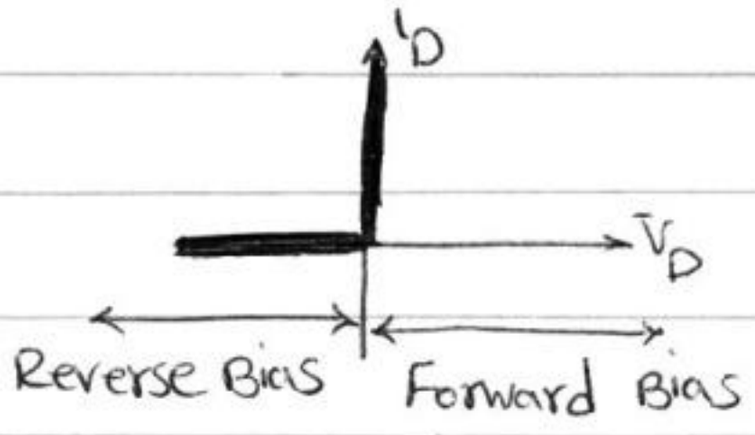
دیود ایده‌آل (IdealDiod):

یکی از پرکاربردترین و ساده‌ترین ادوات الکترونیکی دیودهای نیمه‌هادی هستند. این قطعه در مدارات یکسوسازی، حفاظتی، آشکارسازی و... کاربردهای فراوان دارد و در مدارات الکترونیکی اغلب با علامتی خاص نشان داده می‌شوند.



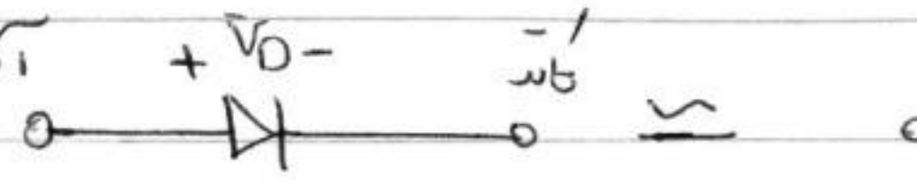


منحنی مشخصه‌ی دیود ایده‌آل به صورت زیر است:



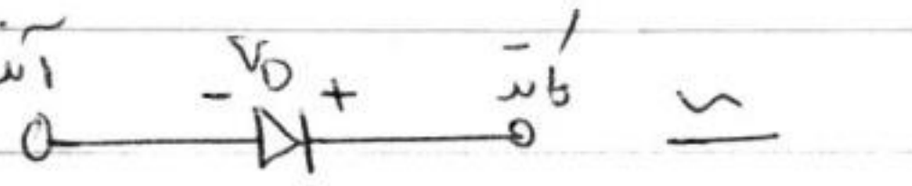
یعنی اگر ولتاژ آند نسبت به کاتد بزرگتر باشد، دیود ایده‌آل در حالت اتصال کوتاه می‌باشد و ولتاژ دوسر آن صفر است، ولی اگر ولتاژ کاتد نسبت به آند بزرگتر باشد، دیود ایده‌آل در حالت اتصال باز می‌باشد و جریان عبوری از آن صفر است.

با توجه به تعاریف فوق مقدار مقاومت دیود در هر حالت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

Forward Bias: 

(short circuit)

$$R_f = \frac{V_f}{I_f} = \frac{0}{I_f} = 0$$

Reverse Bias: 

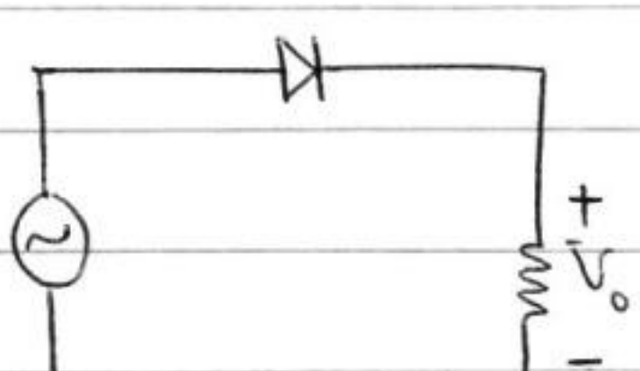
(open circuit)

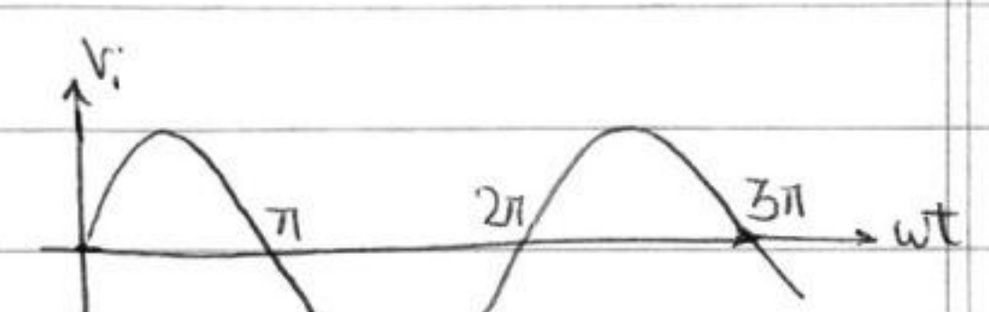
$$R_V = \frac{V_r}{I_r} = \frac{V_r}{0} = \infty$$

---

* برای اصول کلی یکسوسازی: "Rectifing circuit".

EX: فرض کنید یک سیگنال سینوسی مدار الکتریکی زیر را تغذیه می‌کند. مطلوب است ترسیم شکل موج خروجی.

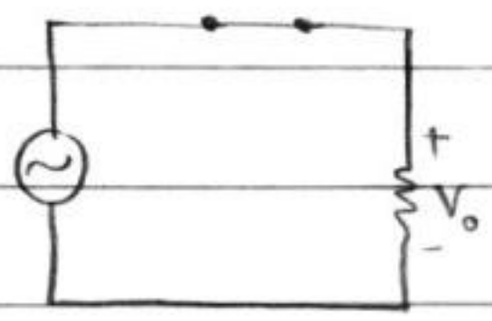




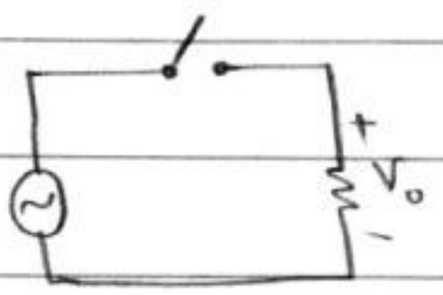
⑦

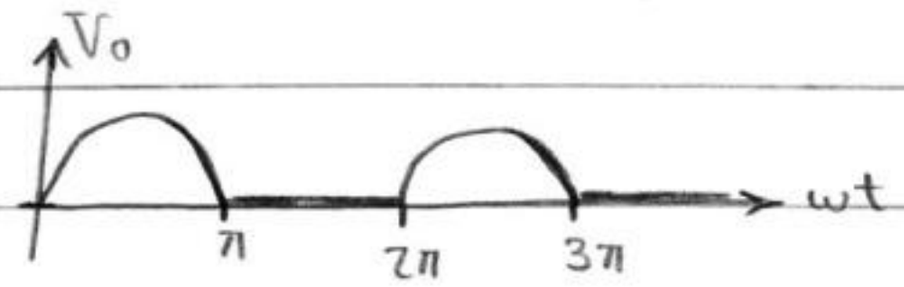
حل:

$0<\omega t<\pi$:



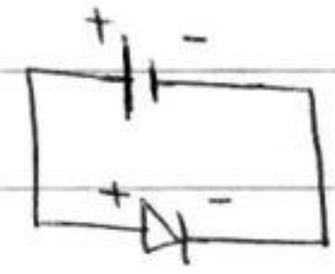
$\pi<\omega t<2\pi$



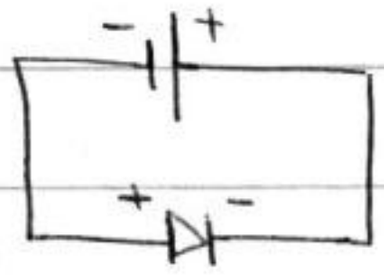


Note:

Forward Bias:



Reverse Bias:



ساختمان اساسی و مشخصات دیود:

آنرین نیمه‌هادی نوع N را در کنار نیمه‌هادی نوع P رشد دهیم، دیود نیمه‌هادی ساخته می‌شود.

الف) بررسی دیود در حالت بایاس: بدون V

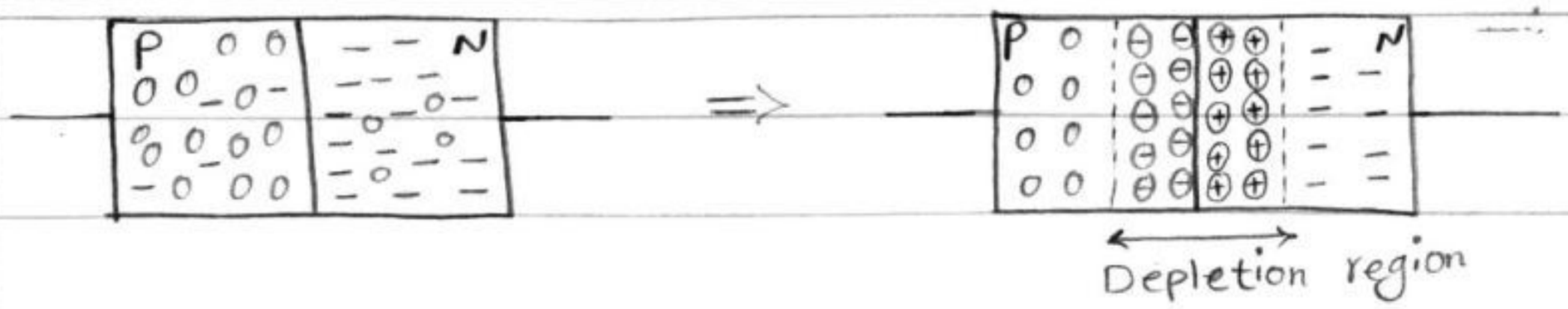
A) No Bias condition:

در این وضعیت الکترون‌های نیمه‌هادی N که حامل‌های اکثریت آن می‌باشند به طرف نیمه‌هادی P می‌روند و با حفره‌های حامل‌های

مزبور ترکیب می‌شوند. لایه‌ای نیمه‌هادی نوع N که الکترون از دست داده‌اند به یون مثبت و لایه‌های نیمه‌هادی نوع P که

الکترون گرفته‌اند به یون منفی تبدیل می‌شوند. بنابراین در حاشیه‌ی مرز اتصال بین ناحیه‌ی بدون بار تشکیل می‌شود

که آن را ناحیه‌ی تهی یا ناحیه‌ی تخلیه (Depletion region) می‌نامند.



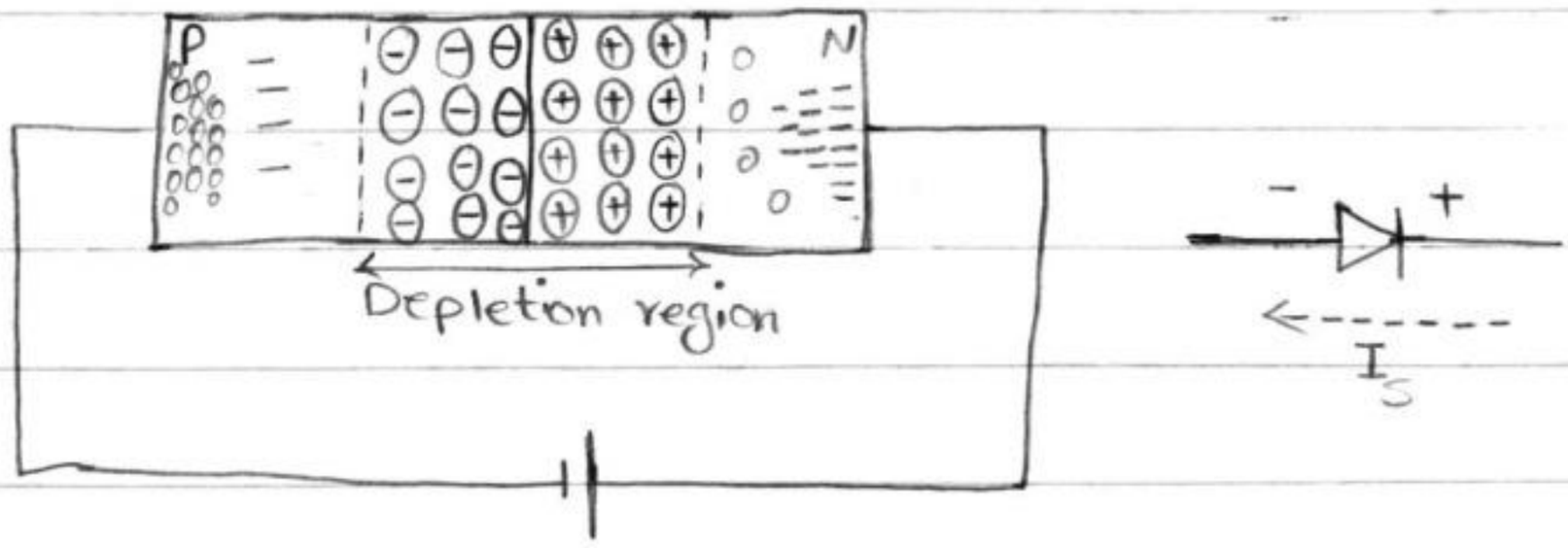
ب) بررسی دیود در حالت تغذیه معکوس: B) Reverse Bias Condition:

در این حالت قطب منفی را به نیمه هادی P و قطب مثبت را به نیمه هادی N وصل می‌نیم. در این حالت الکترون‌ها به سمت قطب مثبت باتری جذب می‌شوند و نیز تجمع الکترونی در محل اتصال نیمه‌هادی به فلز خواهیم داشت و به طور معکوس حفره‌های موجود در نیمه‌هادی P به سمت قطب منفی کشیده که این امر باعث می‌گردد عرض ناحیه‌ی تهی بیشتر گردد

و زیاد شدن عرض ناحیه‌ی تهی در واقع مانند سدی در مقابل جریان حامل‌های اکثریت می‌باشد بنابراین در حالت ولتاژ معکوس جریان حامل‌های اکثریت صفر می‌باشد اما وجود تعدادی حفره در نیمه‌هادی N و تعدادی الکترون در نیمه‌هادی P

باعث ایجاد یک جریان بسیار ضعیف می‌گردد که به آن جریان اشباع معکوس می‌گوییم و آن را با نماد I_S نشان می‌دهیم.
مقدار جریان I_S در حدود 5 تا 10 میکرو آمپر می‌باشد. این جریان در هنگ معکوس باعث دیود

از دیود عبور می‌کند و مقدار آن با افزایش ولتاژ معکوس تغییری نمی‌کند.



ج) بررسی دیود در حالت تغذیه مستقیم: c) Forward Bias condition:

اتصال نیمه‌هادی P به قطب مثبت و نیمه‌هادی N به قطب منفی را تغذیه مستقیم گویند. در این حالت قطب منفی الکترون‌های نیمه‌هادی N را دفع می‌نماید و از طرفی این الکترون‌ها به سمت قطب مثبت کشیده می‌شوند و در نیمه‌هادی P نیز حفره‌ها توسط قطب مثبت دفع می‌شوند و الکترون‌ها به سمت این قطب جذب می‌گردند. لکن این جریان ناچیزی تحت عنوان جریان در واقع برای عبور الکترون‌های N به سمت ناحیه‌ی P با اندپتانسیلی کمتری روبرو هستند. با افزایش تغذیه عرض ناحیه‌ی تهی کمتر و کمتر می‌شود تا اینکه وقتی ولتاژ اعمال شده از میزان سد پتانسیل بیشتر گردد تعداد زیادی الکترون از ناحیه‌ی N به سمت ناحیه‌ی P روانه می‌شود و در واقع این جریان نهایی را ایجاد می‌نماید. بنابراین جریان دیود به صورت زیر تعریف می‌شود:

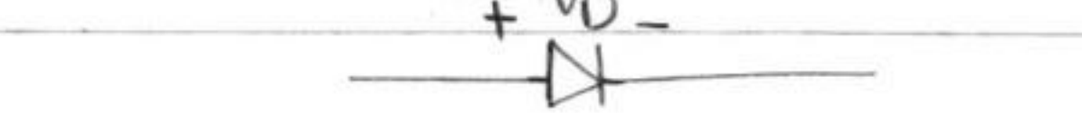
$$I_D = I_S\left(e^{\frac{V_D k}{T_k}} - 1\right)$$

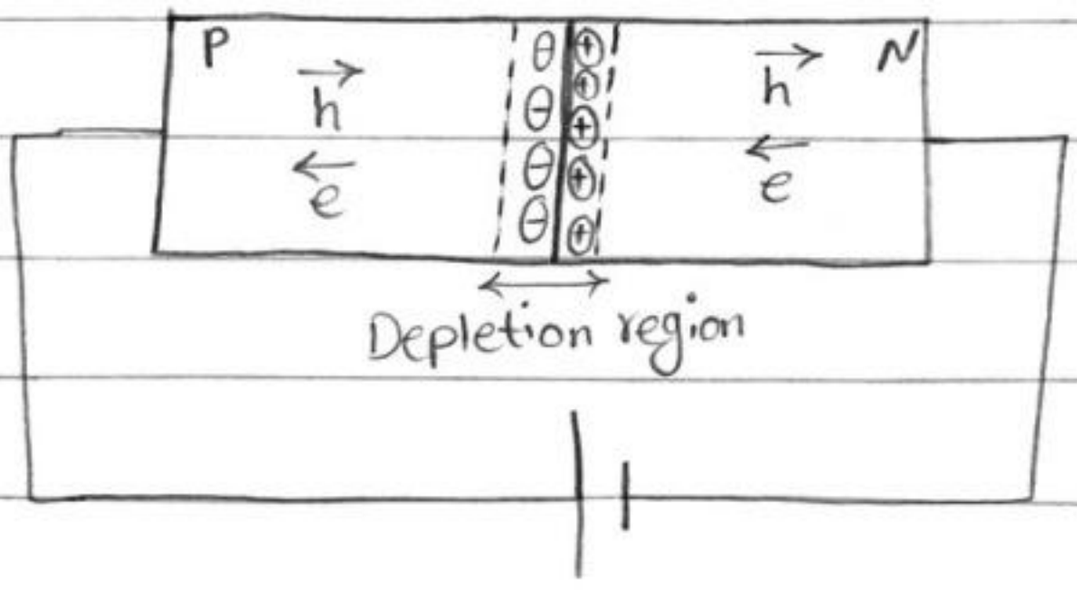
در این رابطه I_D جریان دیود، I_S جریان اشباع معکوس، V_D ولتاژ اعمال شده به دیود، T_k دما بر حسب کلوین $(T^{\circ}C + 273)$ و k یک ضریب ثابت می‌باشد که برابر است با:

$$k = \frac{11600}{\eta}$$

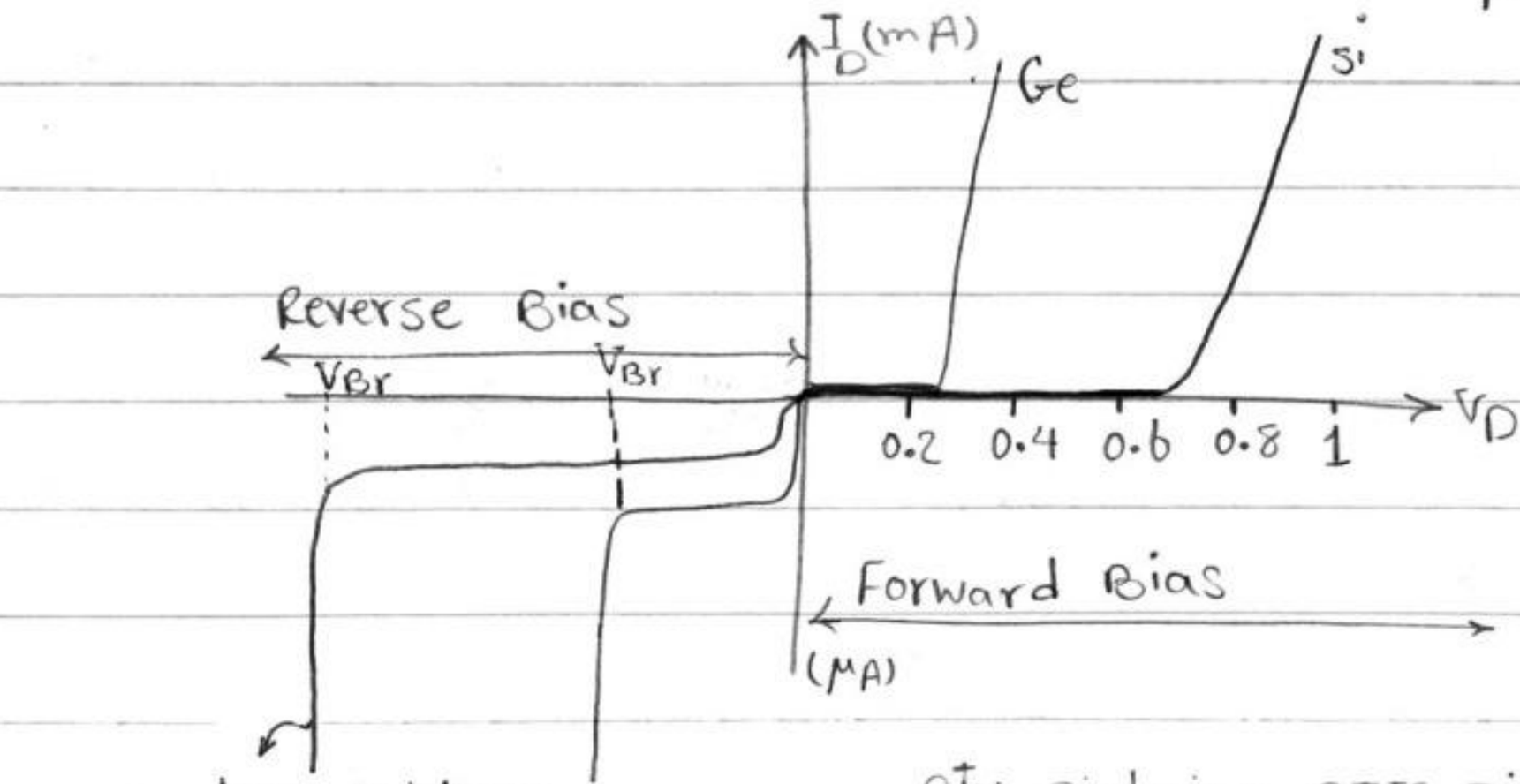
η (اتا) را ضریب ضریب گفته که برای نیمه‌هادی‌های متفاوت فرق دارد.

$$\eta(Ge) = 1 \quad , \quad \eta(Si) = 2$$





توجه کنید که در حالت تغذیه ی مستقیم نیز جریان حاملهای اقلیت (جریان اشباع معکوس I_S) نیز وجود دارد اما میزان آن در مقابل جریان دیود بسیار کم است.



PIV Diod (Si) > PIV Diod (Ge)

(V_{Br}) (V_{Br})

: Notes

1: دیود زرمانیوم زودتر از دیود سیلیکون روشن می گردد: (threshold)

$$\begin{cases} V_T(Si) = 0.7\ (V) \\ V_T(Ge) = 0.3\ (V) \end{cases}$$

2: جریان اشباع معکوس دیود سیلیکون تقریباً 0.01 جریان اشباع معکوس دیود زرمانیومی است و این امر باعث پایداری حرارتی بهتر وقطعات سیلیکونی نسبت به قطعات زرمانیومی می باشد.

$$I_S(Si) = \frac{1}{100} I_S(Ge)$$

3: به طور تجربی جریان اشباع معکوس دیود به ازای هر 10 درجه سانتی گراد افزایش دما تقریباً 2 برابر می شود.

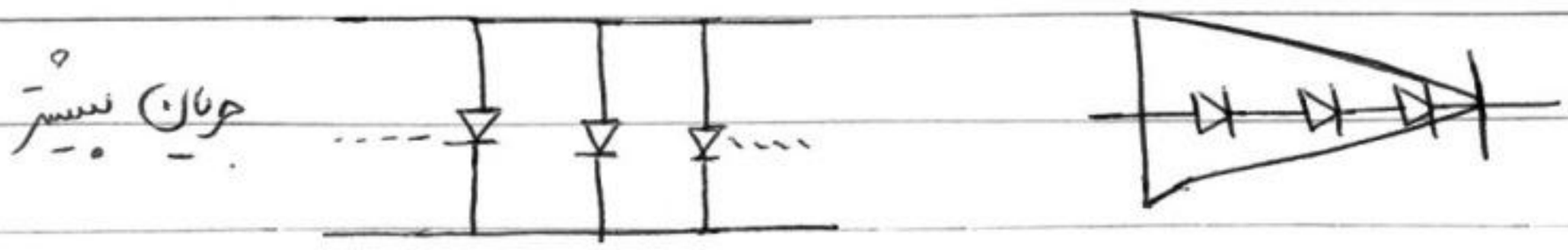
25°	35°
$I_S(Si) = 1\ \mu A$	$2\ \mu A$
$I_S(Ge) = 100\ \mu A$	$200\ \mu A$

۴: عامل به وجود آوردن جریان انتشار سطوح حامل‌های اقلیت هستند اما عامل به وجود آورنده‌ی جریان اصلی دیود حامل‌های اکثریت می‌باشند.

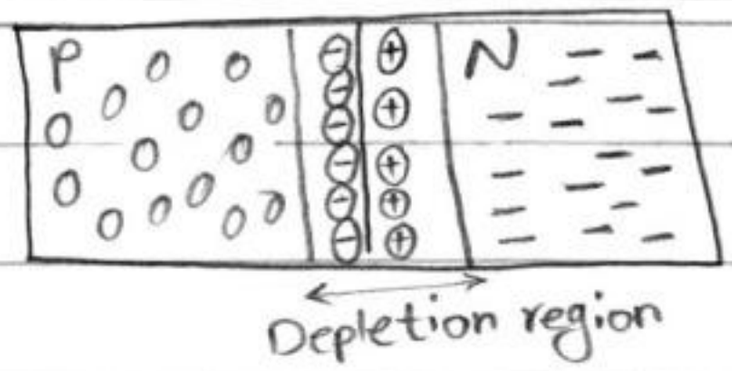
در حالت معکوس اگر ولتاژ اعمال شده به دیود از این حد مشخص بیشتر گردد سرعت و انرژی حامل‌های اقلیت که به وجود آورنده‌ی جریان I_S می‌باشند به قدری بالا می‌رود که می‌توانند چنین اتم‌هایی را از طریق پدیده‌ی یونیزه اتمسفر از ساختار اتمی ماده جدا سازند که این الکترون‌های اضافی پس از برخورد به ساختار اتمی ماده الکترون‌های بیشتری را آزاد می‌سازند و در اصطلاح یک جریان بهمنی ایجاد می‌کنند. به ناحیه‌ای که این جریان بزرگ از دیود عبور می‌کند ناحیه‌ی شکست بهمنی می‌گویند.

Note: بیشترین ولتاژ معکوسی که دیود می‌تواند تحمل نماید را با pIV (peak inverse Voltage) یا pRV (peak Reverse voltage) نشان می‌دهند که همان ولتاژ شکست و یا V_{BR} می‌باشد.

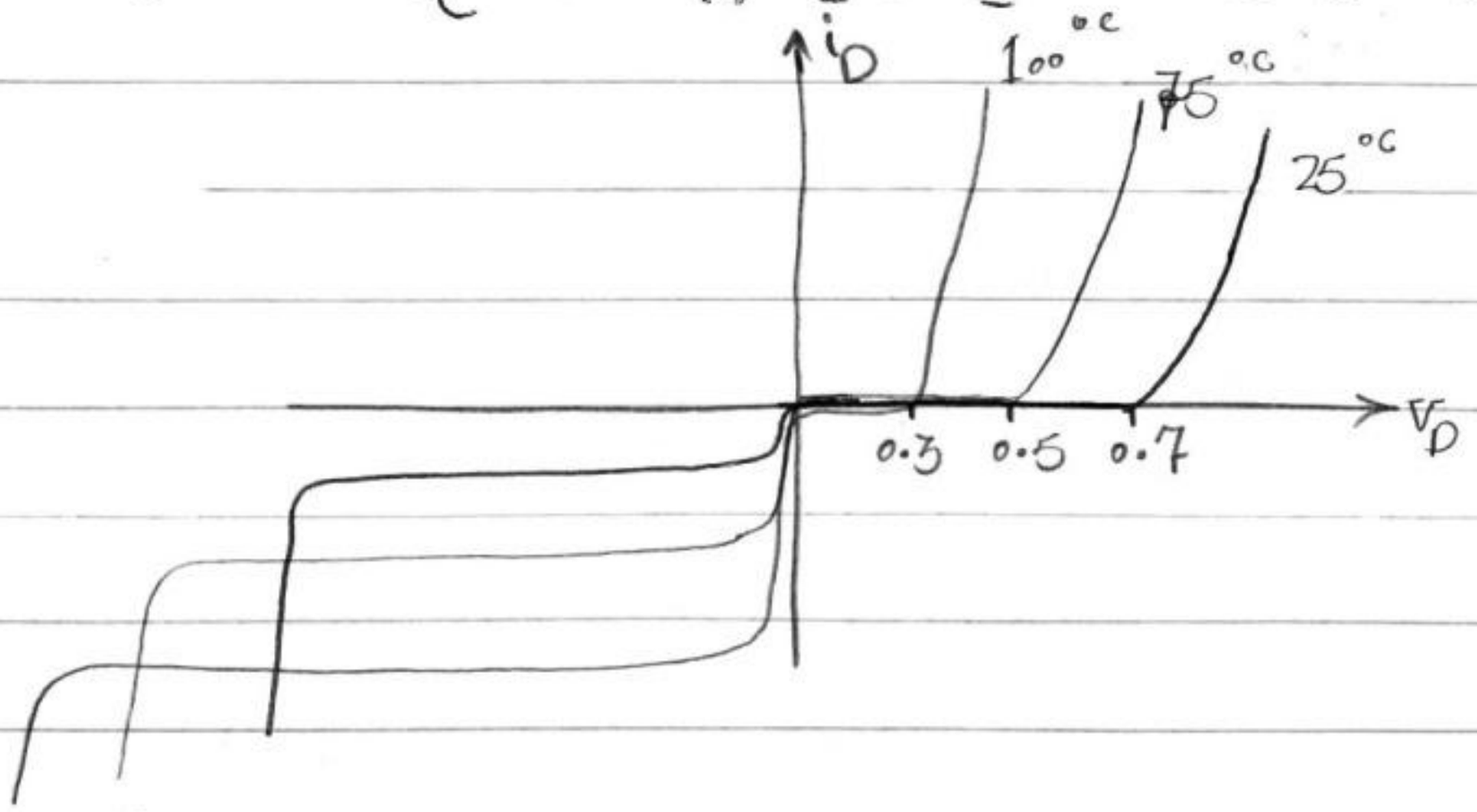
Note: در کاربردهای عملی اگر به pIV بیشتری نیاز باشد می‌توان دیودها را سری نمود و همچنین برای ایجاد دیودهای با جریان تحمل بیشتر از اتصال موازی دیودها استفاده می‌کنیم.



برای کاربردهای خاص با افزایش میزان ناخالصی مواد N و P می‌توان ناحیه‌ی شکست دیود را به مقدار نزدیک‌تر نمود در این حالت مکانیزم دیگری باعث ایجاد جریان معکوس می‌گردد که به آن پدیده‌ی زنری می‌گویند. در این پدیده چون میزان ناخالصی زیاد است، ناحیه تخلیه بسیار کوچک می‌گردد و با استفاده از فرمول $E = \frac{V}{d}$ با کم شدن فاصله‌ی d میزان الکتریکی بسیار قوی‌ای در این ناحیه ایجاد می‌گردد که این میدان قوی باعث کسسته شدن پیوندهای پیوندی شده و سبب ایجاد حامل‌ها می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت ایجاد جریان‌های زیاد در بخش معکوس (R.B) اگر در ولتاژهای پایین اتفاق بیافتد معمولاً ناشی از پدیده‌ی زنری می‌باشد اما در ولتاژهای بالا در اثر پدیده‌ی شکست بهمنی این اتفاق صورت می‌گیرد.

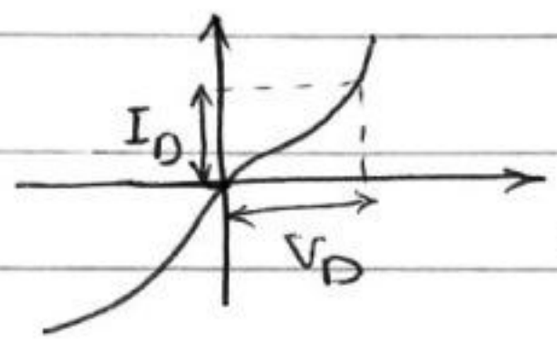


Note : با افزایش دما I_s زیاد می‌شود و این افزایش سبب کاهش سطح ولتاژ آستانه می‌گردد.



مقاومت دیود:

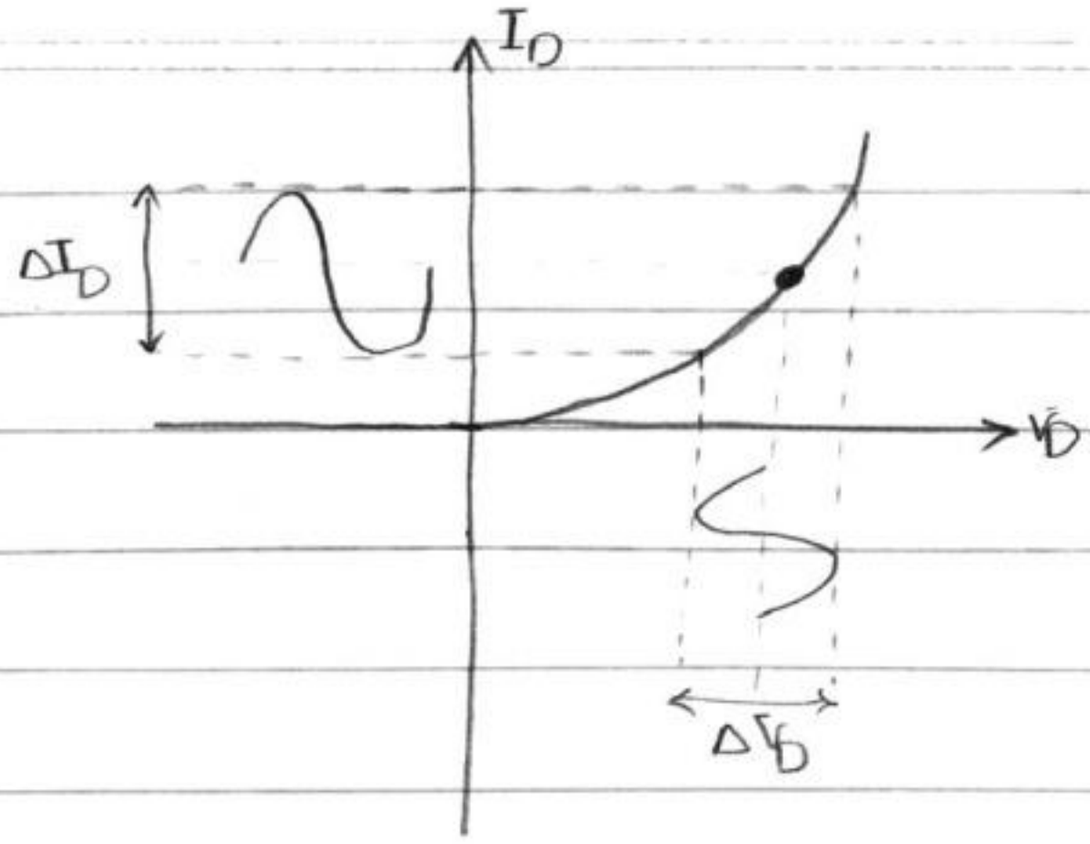
الف - مقاومت DC (استاتیکی): مقاومت استاتیکی برای یک دیود به صورت $R_D = \frac{V_D}{I_D}$ تعیین می‌شود یعنی برای هر نقطه‌ی دلخواه از منحنی عملکرد دیود چنانچه ولتاژ دیود را به عنوان دیود تعیین نمائیم مقدار مقاومت DC یا استاتیکی در همان نقطه بدست می‌آید. با توجه به شکل مشخص است مقاومت در ناحیه‌ی Forward Bias کم می‌باشد اما در ناحیه‌ی Reverse Bias مقاومت بسیار زیاد است.



"هر چه جریان دیود کوچکتر باشد، مقاومت DC بیشتر است."

ب) مقاومت AC (دینامیکی): برای یک ولتاژ AC اعمال شده به دیود اگر تغییرات ولتاژ و جریان دیود را حول نقطه‌ی کار به ترتیب با ΔV_D و ΔI_D نمایش دهیم مقاومت دینامیکی یا r_d برابر است با:

$$r_d = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$



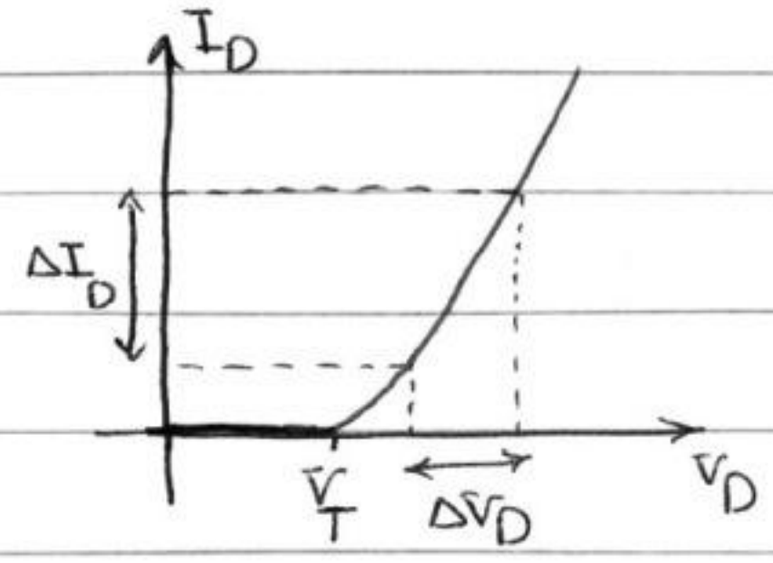
تعریف فوق بیانگر عکس شیب خط مماس
بر منحنی I_D در نقطه‌ی کاری باشد. بنابراین:

$$r_d = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D} \Rightarrow \frac{d}{dV_D}(I_D) \xrightarrow[T_K \text{ و } K \text{ ثابت}]{\text{پس از مشتق گیری و}} r_d = \frac{26(mV)}{I_D} \quad (1)$$

یعنی اینکه مقاومت دینامیکی را می‌توان با داشتن نقطه‌ی کار (جریان DC) محاسبه نمود. گاهی اوقات مقاومت دینامیکی را به صورت $r_d = \frac{26(mV)}{I_D} + r_B$ نشان می‌دهند. در این رابطه منظور از r_B مقاومت BULK می‌باشد که ناشی از مقاومت ایجاد شده در محل اتصال نیمه‌هادی‌ها به فلزی‌ها می‌باشد. (—|—○). r_B معمولاً بین 0.1 تا 2 اهم می‌باشد که با توجه به نیازمندی‌های اخیر تکنولوژی و نظر به اینکه معمولاً مقاومت سری شده با دیود اغلب خیلی بزرگتر از r_B می‌باشد اغلب می‌توان از رابطه‌ی 1 استفاده نمود.

مقاومت متوسط AC:

اگر دامنه‌ی تغییرات سیگنال AC ورودی بزرگ باشد مقاومت معادل دیود در این حالت از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید و به آن مقاومت متوسط AC می‌گویند.



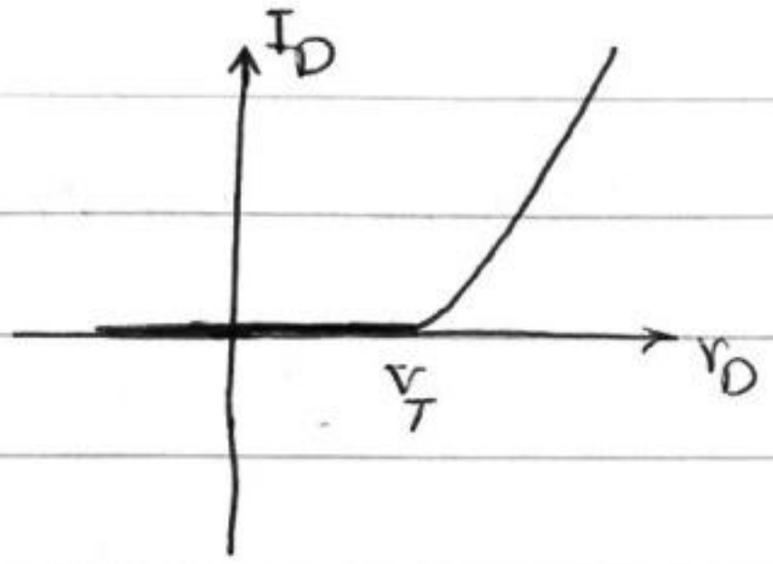
$$r_{av} = \left.\frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}\right|_{\text{peak to peak}} = \frac{V_{d_{max}} - V_{d_{min}}}{I_{d_{max}} - I_{d_{min}}}$$

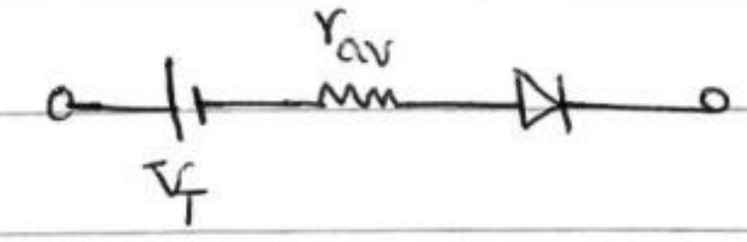
مدار معادل دیود واقعی :

یک دیود واقعی را می‌توان با ترکیب یک دیود ایده‌آل به منظور نشان دادن

خاصیت ولتاژی و یک منبع ولتاژ به اندازه‌ی V_T برای نشان دادن خاصیت مقاومتی و یک مقاومت r_{av}
برای نشان دادن مقاومت دیود معادل کرد.

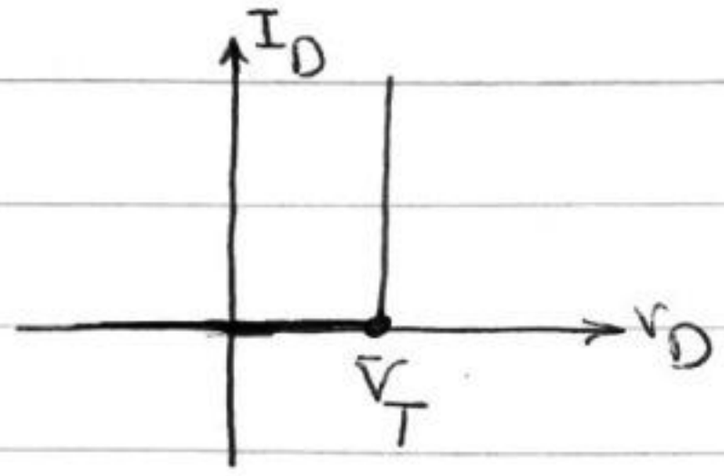
Note: در بسیاری از کاربردهای عملی مقدار r_{av} و V_T را برحسب نیاز مدار می‌توان در نظر گرفت و از شکل‌های B و C استفاده نمود.

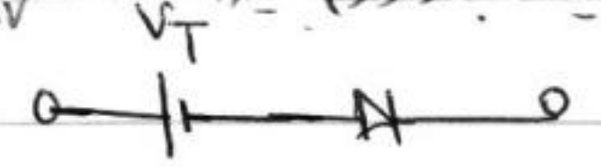




B:

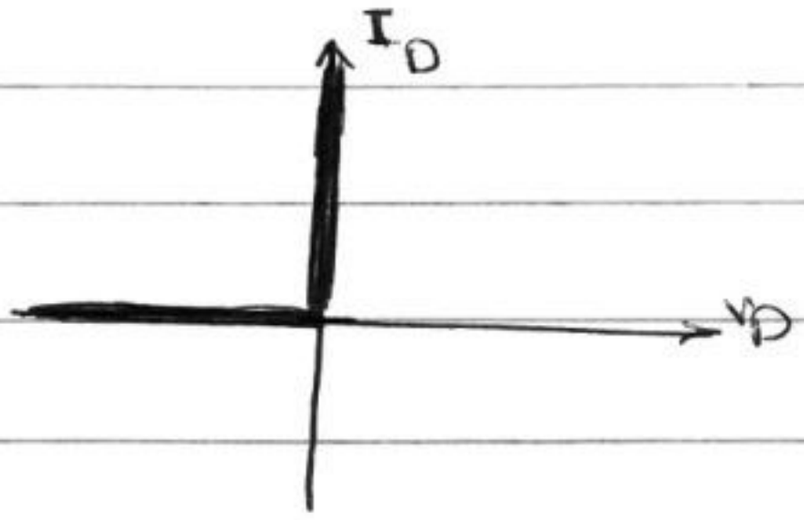
اگر مقاومت موجود در بقیه‌ی شبکه (مدار) بسیار بزرگ‌تر از r_{av} باشد.





C:

اگر در شبکه (مدار) یک منبع بسیار بزرگ‌تر از V_T وجود داشته باشد.



موارد مهم در برگه‌ی مشخصات دیود:

1) $V_{F(max)}$ ← ماکزیمم ولتاژ تغذیه‌ی مستقیم

2) $I_{F(max)}$ ← ماکزیمم جریان تغذیه‌ی مستقیم

3) $I_{R(max)}$ ← ماکزیمم جریان تغذیه‌ی معکوس

4) PIV ، PRV ← V_{BR} (ولتاژ شکست) ماکزیمم ولتاژ تغذیه‌ی معکوس

5) T_{max} ← ماکزیمم دمایی که قطعه می‌تواند تحمل کند

6) $P_{D(max)}$ ← ماکزیمم توان تلفاتی در دیود

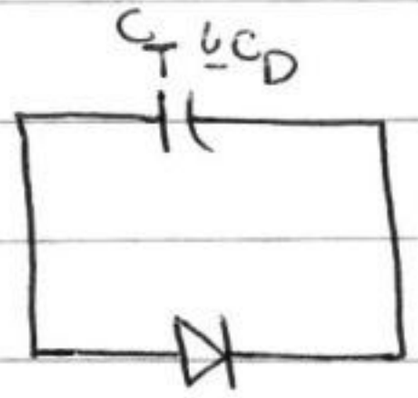
**

ظرفیت خازنی اتصال و تخلیه:

هرچه بین دو بدنه فاصله بیشتر باشد X بالا می‌رود $\Leftarrow F \uparrow \Rightarrow X \downarrow$ ← $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ هنگامی که فرکانس بالا می‌رود

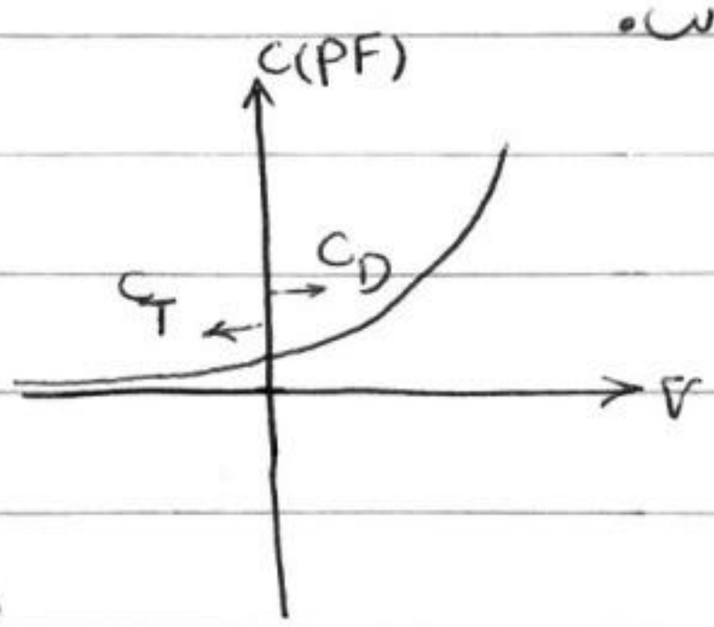
امپدانس خازن پایین می‌آید بنابراین در فرکانس‌های بالا اثر خازنی‌های پارازیتی را به صورت یک خازن موازی با دیود مدل می‌کنیم. در این مدل C مجموع خازن‌های اتصال و تخلیه می‌باشد اما با توجه به نوع Bias یکی از این

خازن‌ها تأثیرگذارتر است. مثلاً در حالت تغذیه‌ی معکوس آن خازن C_T غالب بوده که این خازن ناشی از ناحیه‌ی تخلیه در فرزنیه‌های P و N می‌باشد. اما در حالت مستقیم خازن C_D غالب می‌باشد که ناشی از تزریق بار در ترانزیستور مستقیم است.



C_T (Transoid)

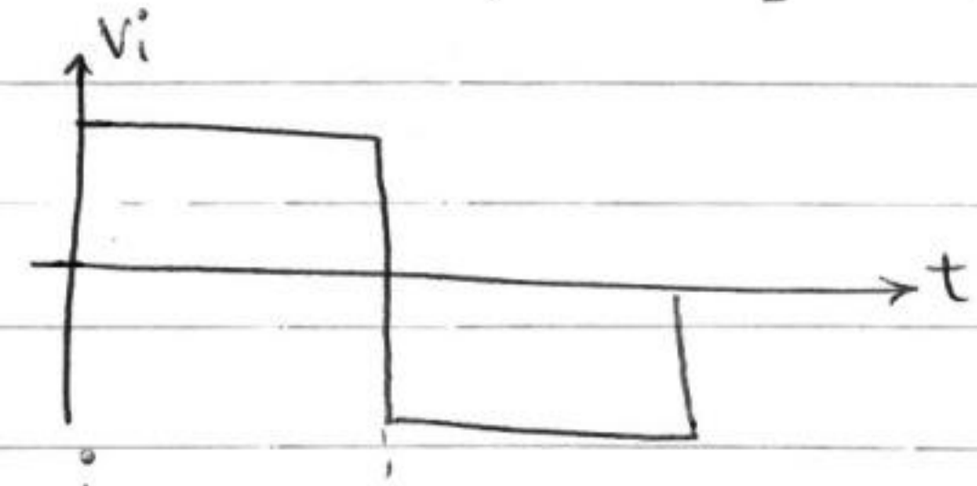
C_D (Diffusion)

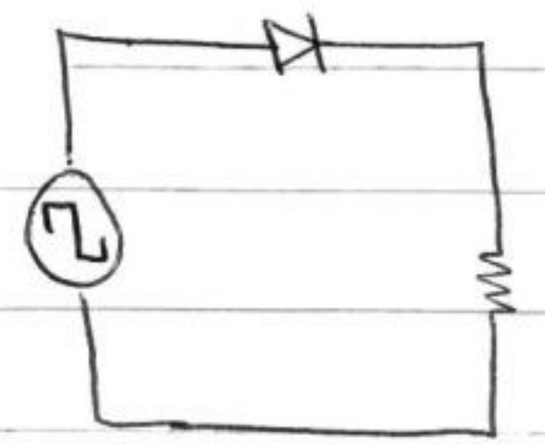


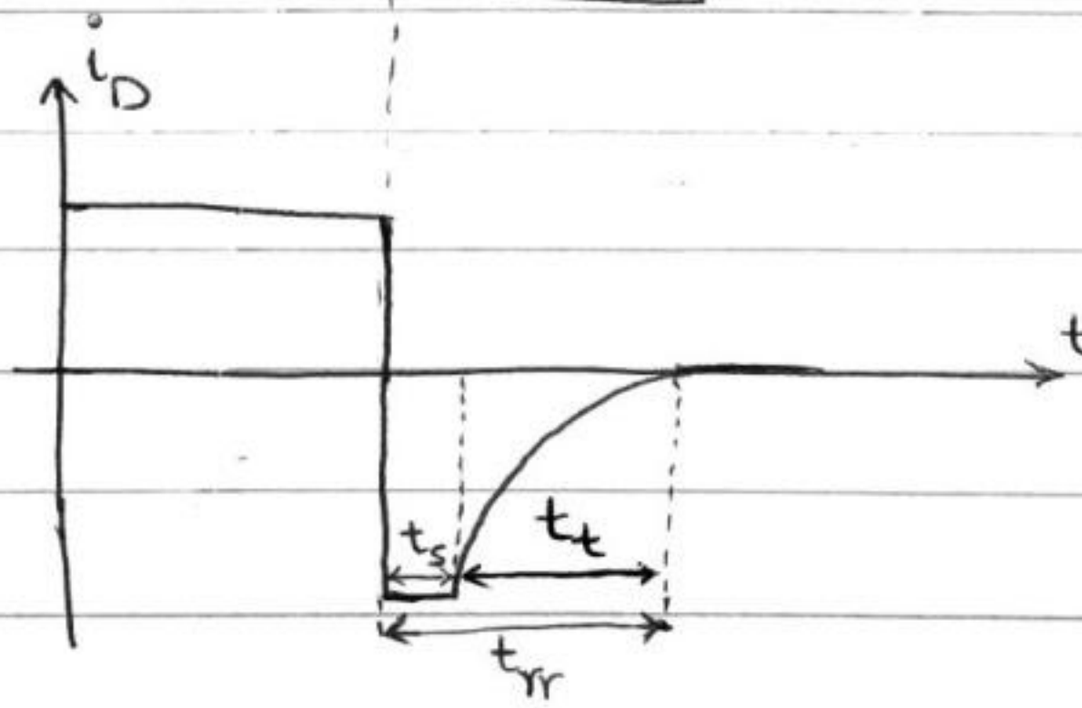
$$C_T = \varepsilon_0 \frac{KA}{d} \Rightarrow V_R \uparrow \Rightarrow d \uparrow \Rightarrow C \downarrow$$

زمان بازیابی معکوس: Reverse Recovery time (Trr)

اگر دیود را از حالت روشن به صورت ناگهانی از حالت مستقیم به حالت معکوس تغییر دهیم، مدتی زمان طول می‌کشد تا جریان دیود صفر شود. این زمان را زمان بازیابی معکوس یا Reverse Recovery time گویند.







$$t_{rr} = t_s + t_t$$

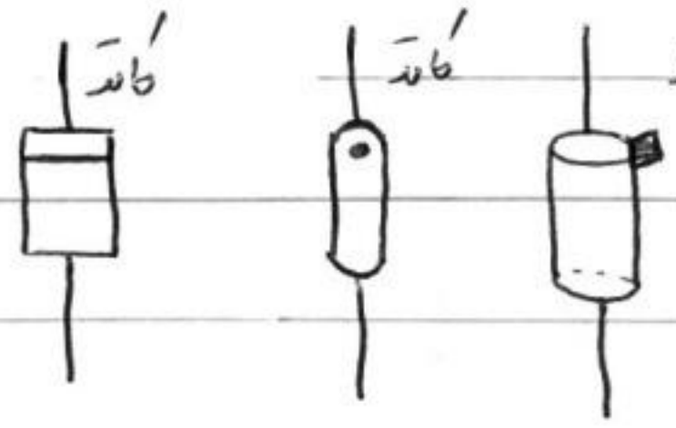
storage — transient

وقتی دیود در حالت مستقیم در حال انتقال جریان است تعداد زیادی از الکترون‌های ماده‌ی N در ماده‌ی P حضور دارند و تعداد زیادی از حفره‌های نیمه‌ی P در ناحیه‌ی N هستند، وقتی دیود را معکوس می‌کنیم جریان بلافاصله صفر نمی‌شود و بعد از گذشت t_{rr} که شامل t_s (زمان پیوستن حامل‌های اقلیت هر طرف به حامل‌های اکثریت طرف تقابل) و t_t زمان گذرا (که ناشی از تخلیه‌ی خازن Junction) می‌باشد.

**

کاربرد عملی در کار با دیود:

۱- پایه‌ی کاتد در دیودهای عملی معمولاً با یک نوار رنگی یا یک نقطه و در کونه‌هایی با بدنه‌ی فلزی با لبه‌ی فلزی نشان داده می‌شوند.



۲- برای نام‌گذاری دیود ۳ استاندارد وجود دارد:

۱- استاندارد آمریکایی: در استاندارد آمریکایی دیودها با نماد 1N نام‌گذاری می‌شوند. 1N4001 تا 1N4148

2- استاندارد ژاپنی: در استاندارد ژاپنی با استفاده از نماد 1S ... می‌شوند. 1S3123

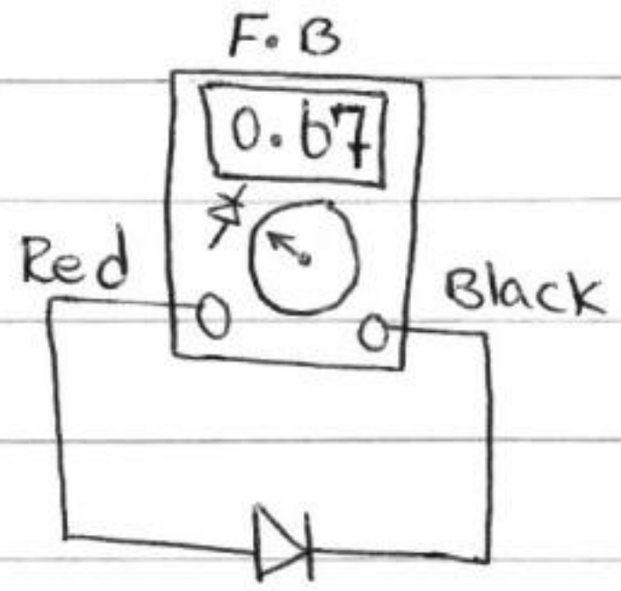
3- استاندارد اروپایی: در استاندارد اروپایی با نمادهایی که با 2 یا 3 حرف لاتین آغاز می‌شود نام‌گذاری می‌شوند.

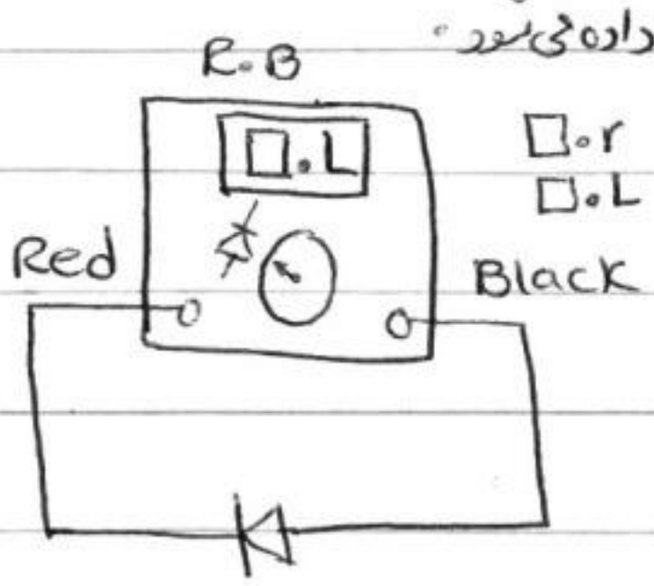
BAY43

۳- تست دیود با ولت‌متر:

برای آزمایش صحت دیود با ولت‌متر ابتدا ولت‌متر را بر روی حالت Diod test قرار می‌دهیم

ولید (پراب) قرمز رنگ را به آند ولید مشکی رنگ را به کاتد متصل می‌نماییم. در این حالت مقدار تقریبی بین (۰.۶ تا ۰.۷) بر روی ولت‌متر نشان داده می‌شود. در مرحله‌ی دوم اگر لیدهای ولت‌متر را جابجا کنیم یعنی لید مشکی را بر روی آند و لید قرمز را بر روی کاتد قرار دهیم مقدار over limited یا over range بر روی ولت‌متر نشان داده می‌شود.





Forward Bias → مقاومت پایین Reverse Bias → مقاومت بالا

**

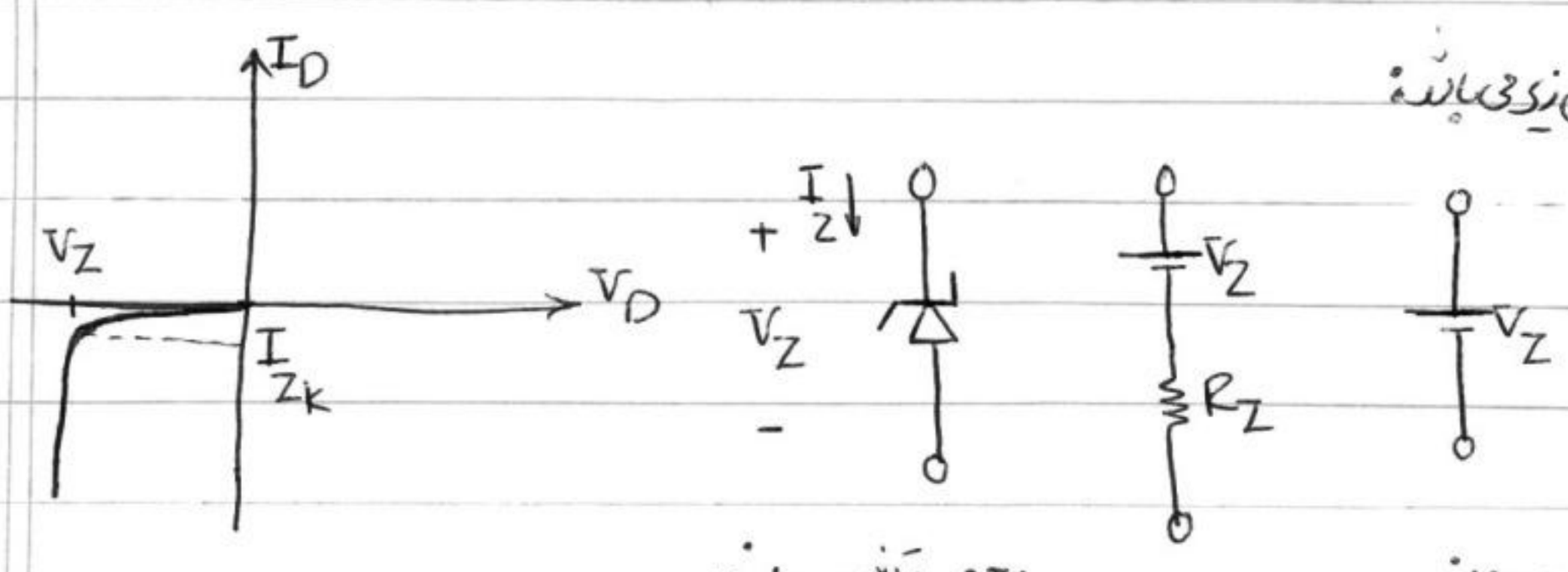
منحنی نشانه:

curve tracer:

دستگاهی است که برای رسم منحنی قطعات الکترونیکی مثلاً دیود، ترانزیستور استفاده می‌شود و نمایش نسبی به اسیلوسکوپ دارد.

دیود زنری:

در مدارات کاربردی گاهی لازم است تا ولتاژ بین نقطه را ثابت نگه داریم. بنابراین برای این کار استفاده از دیود زنر است. دیود زنر همواره در ناحیه Reverse Bias می‌باشد. مدار معادل آن مطابق شکل زیر می‌باشد:



V_Z: ولتاژ دیود زنری

I_{Zk}: جریان زانو (knee) زانو

I_{Zt}: جریانی است که در آن توان مصرفی دیود زنر $\frac{1}{4}$ توان max (ماکزیمم) آن می‌باشد.

T_C (ضریب حرارتی): برای دیود زنر بدین گونه تعریف می‌شود:

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_Z(T_1 - T_0)} \times 100\%$$

$$T_C > 0 \Rightarrow \Delta V_Z > 0 \rightarrow V_{Z_2} - V_{Z_1} > 0 \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow V_Z \uparrow$$

$$T_C = 0 \Rightarrow \Delta V_Z = 0 \Rightarrow V_{Z_2} = V_{Z_1} \Rightarrow T \uparrow\downarrow \Rightarrow V_Z = cte$$

$$T_C < 0 \Rightarrow \Delta V_Z < 0 \Rightarrow V_{Z_2} - V_{Z_1} < 0 \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow V_Z \downarrow$$

Electroluminsence: نسبی نور بر اثر اعمال منبع الکتریکی را electroluminsence گویند.

1) LED ⟶ Light Emitting Diode

2) LCD ⟶ Liquid crystal Display

Seven segment: عناصری هستند که از هفت عدد LED تشکیل شده اند که درون آن ها یک کیج قرار می گیرند و به منظور نشان دادن اعداد و علایم استفاده می شوند و دو نوع آند مشترک و کاتد مشترک دارند.

کاتد مشترک "Common cathode" & آند مشترک "Common Anode"

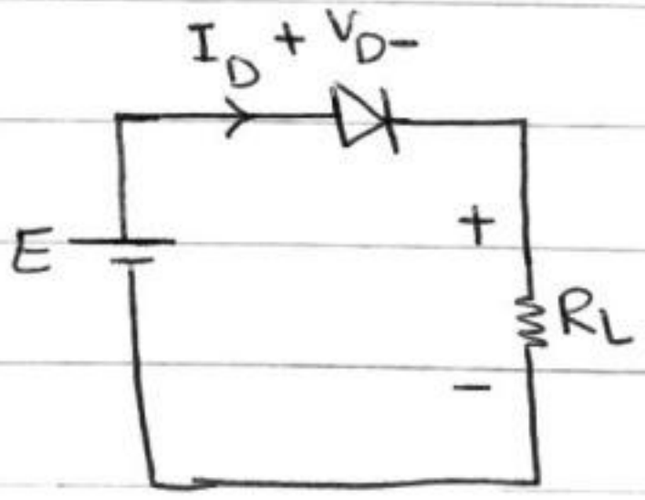
**

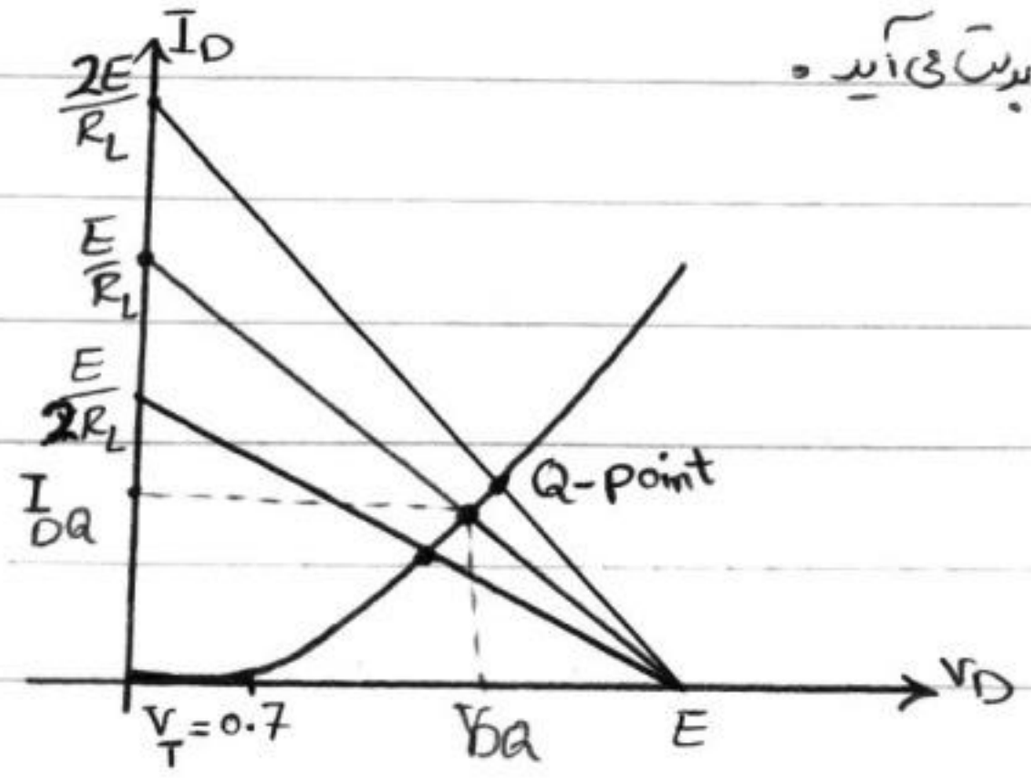
پایان فصل اول

فصل دوم: «کاربردهای دیود» "Diod Application"

1- Load line Analysie: ۱- تحلیل خط بار:

از رسم معادله‌ی ولتاژ و جریان دیود و معادله‌ی خط بار و قطع دادن این دو منحنی در نمودار صفحه‌ی مختصات نقطه‌ی کار سیستم بدست می‌آید.





KVL:

$$E = V_D + I_D R_L$$

$$I_D = 0 \longrightarrow V_D = E$$

$$V_D = 0 \longrightarrow I_D = \frac{E}{R_L}$$

Note: شیب خط بار توسط مقدار load مشخص می‌شود. برای مثال ۲ حالت زیر را در نظر می‌گیریم:

$$R'_L = 2R_L \qquad R''_L = \frac{R_L}{2}$$

"با تغییر شیب خط بار (که به مقدار مقاومت R_L وابسته است) نقطه کار نیز تغییر می‌کند."

* ** *

دیود های سری با منابع ولتاژ DC: برای بررسی مدارات باید چند نکته را در نظر بگیریم:

الف - ولتاژ ورودی باید حتماً بزرگتر از V_{ON} یا V_T دیود باشد؛ یعنی اگر ولتاژ ورودی کمتر از V_{ON} باشد در این حالت جریان صفر و دیود قطع است.

$V_{ON}(Si) = 0.7$ & $V_{ON}(Ge) = 0.3$

ب) تعیین اینکه دیود در حالت هدایت (F.B) می‌باشد و یا اینکه دیود در حالت معکوس (R.B) است از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای این منظور دیود را ابتدا مقاومت فرض می‌کنیم، چنانچه جریان از دیود