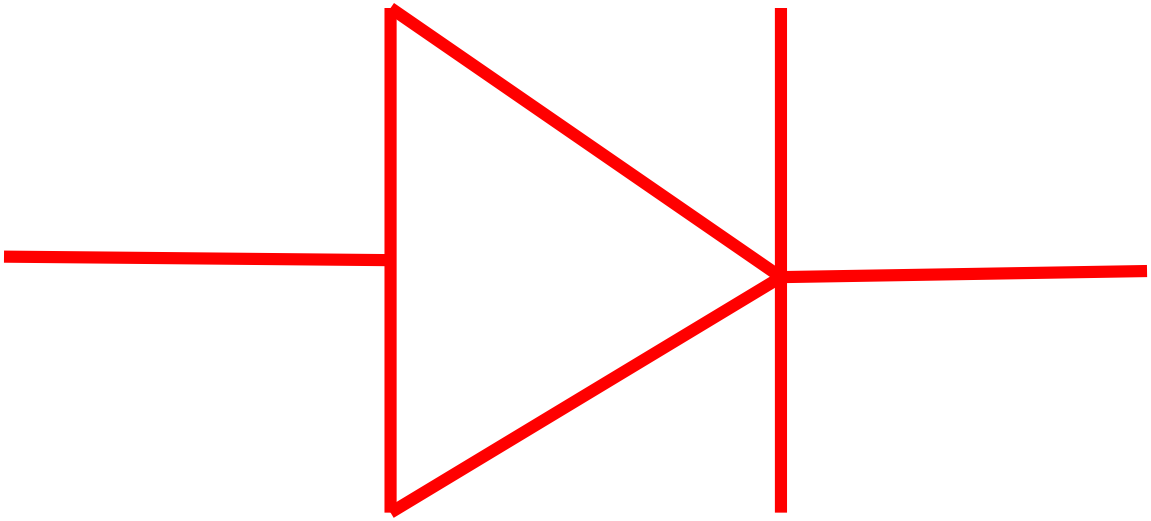
به نام خدا

الکترونیک(۱)

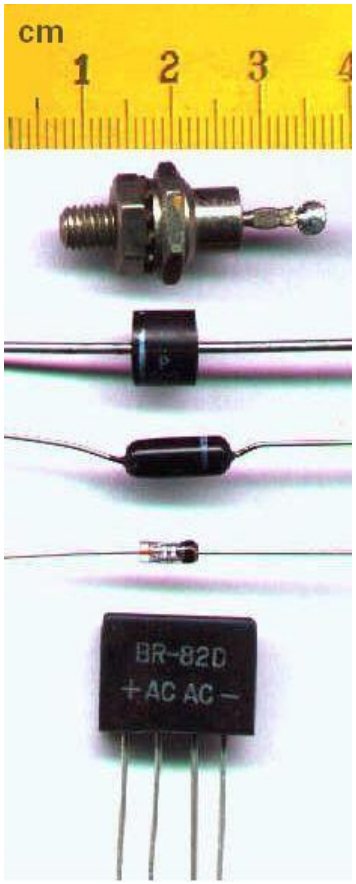
مدرس:
میریوسفی
دانشگاه فنی و حرفه ای البرز

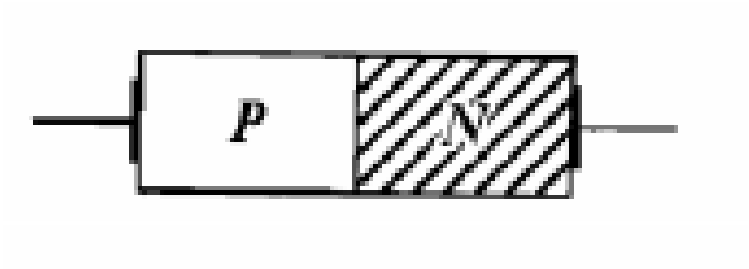
فصل دوم

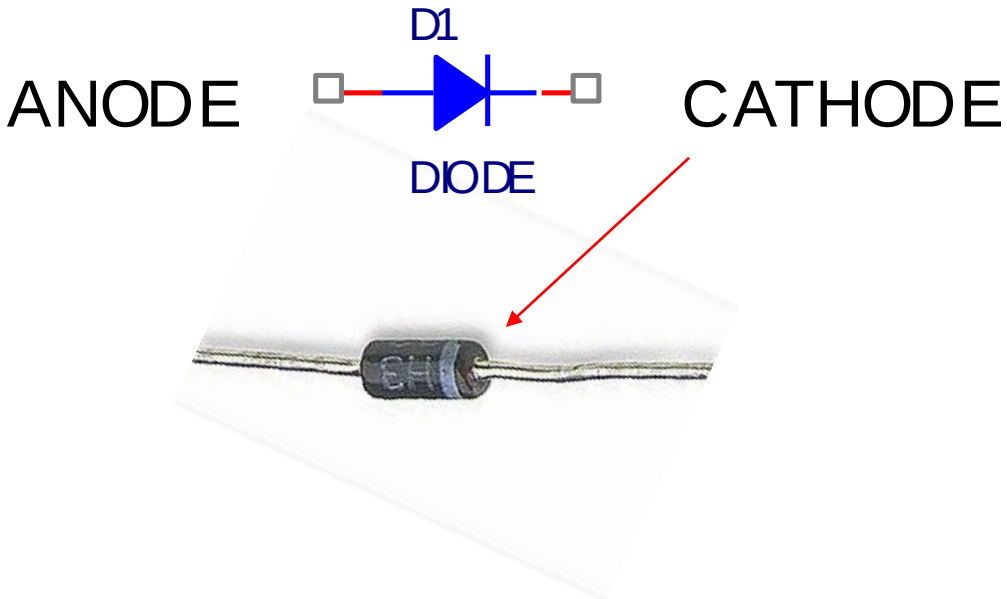


دیود پیوندی

دیود پیوندی





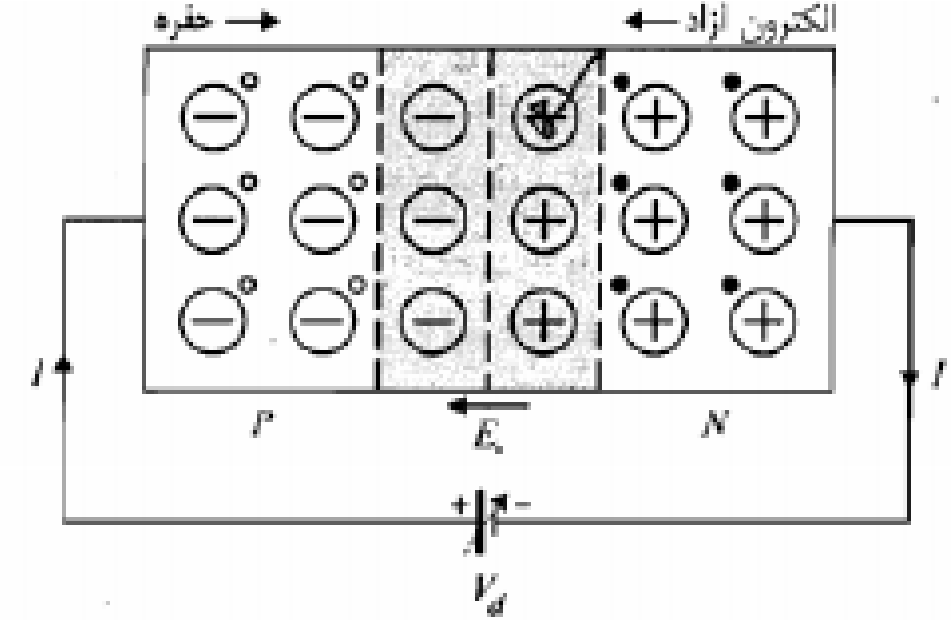


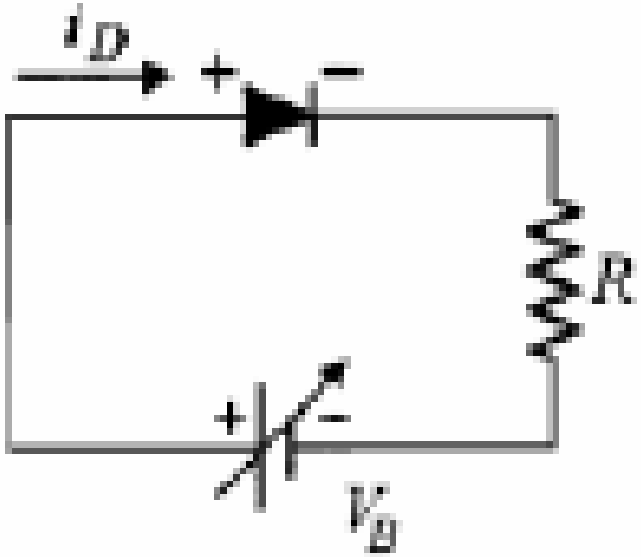
انواع بایاس دیود

بایاس مستقیم

بایاس معکوس

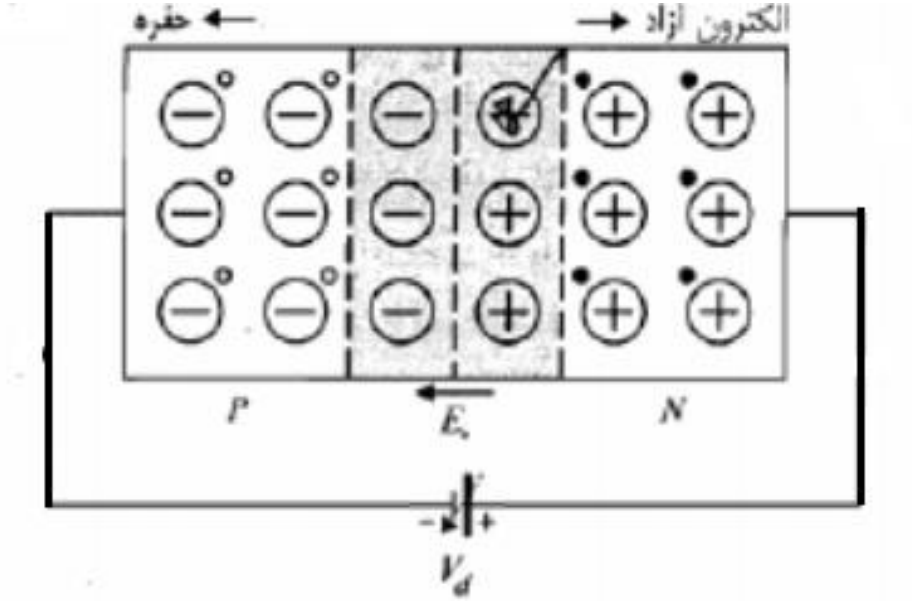
بایاس مستقیم

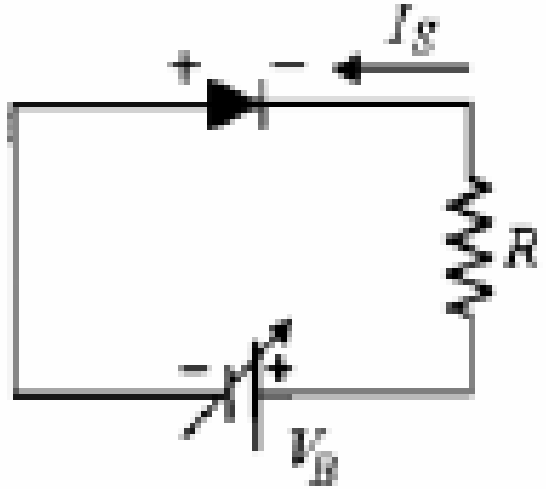




الف) بایاس مستقیم

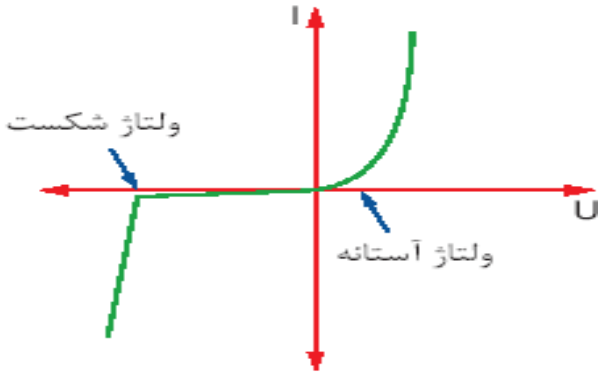
بایاس معکوس



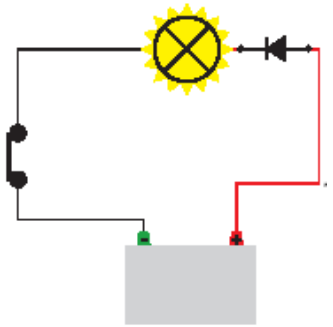


شکل بایاس معکوس

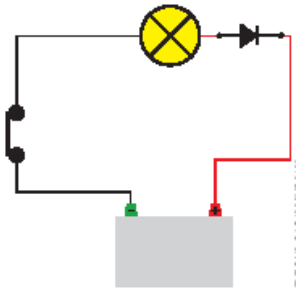
نمودار مربوط به هدایت یک دیود معمولی

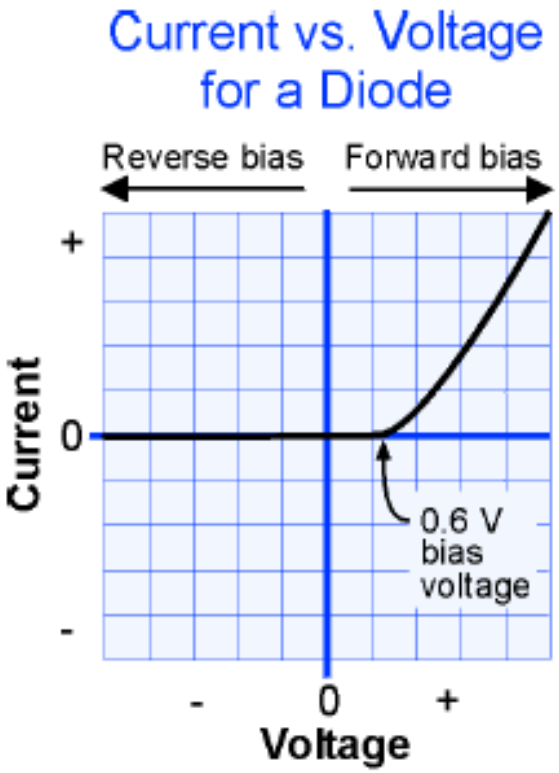


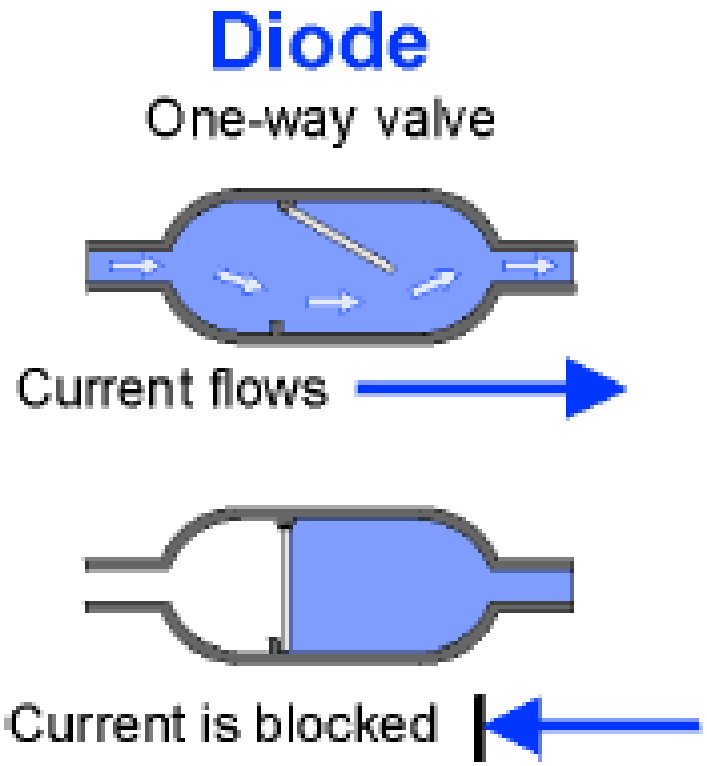
دیود هدایت می کند



دیود هدایت نمی کند

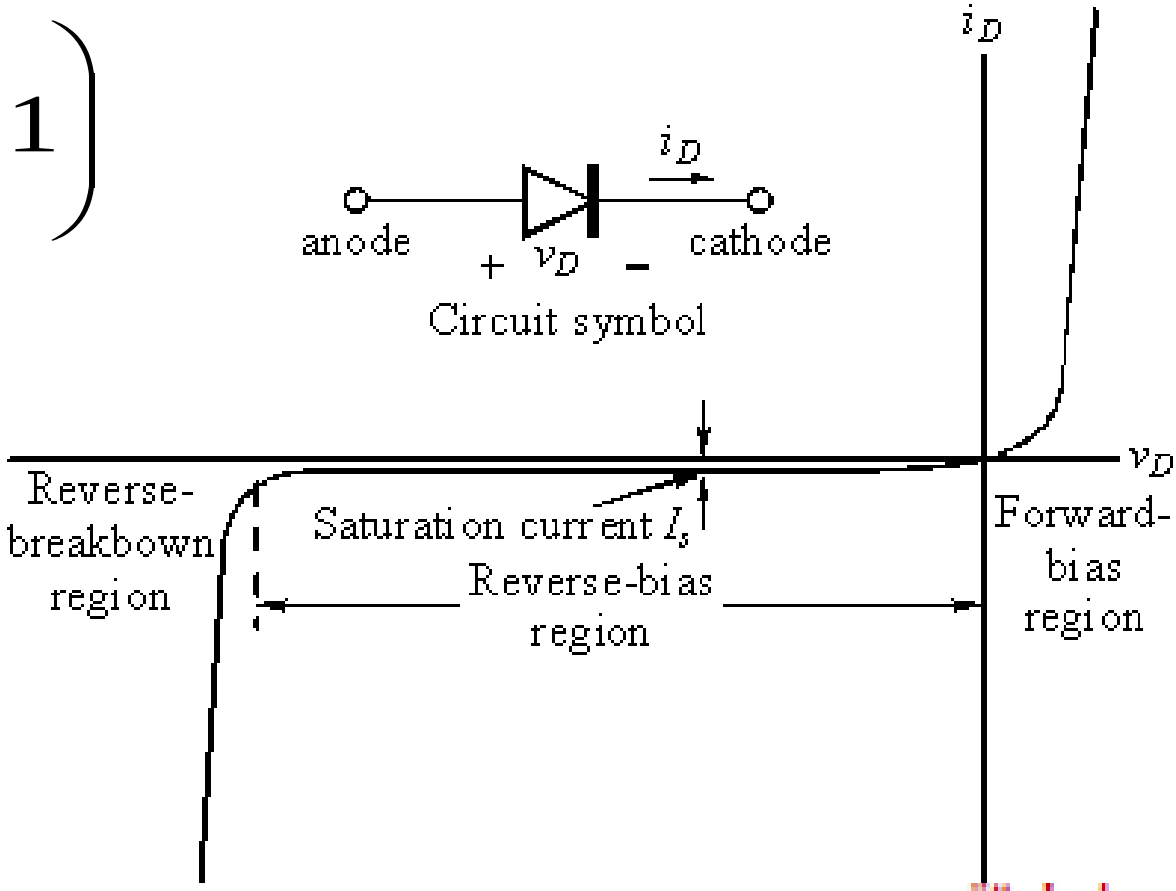



Current vs. Voltage for a Diode
Reverse bias
Forward bias
+
0
-
Current
- 0 +
Voltage
0.6 V bias voltage


Diode
One-way valve
Current flows
Current is blocked

مشخصه ولتاژ –جریان دیود

$$i_D = I_S\left(e^{v_D/nV_T} - 1\right)$$



روابط تقریبی:

در ناحیه مستقیم $\text{if } V_D \gg V_T \Longrightarrow I_D \cong I_s e^{\frac{v_D}{\eta V_T}}$

در ناحیه معکوس $\text{if } V_D \ll -V_T \Longrightarrow I_D \cong -I_s$

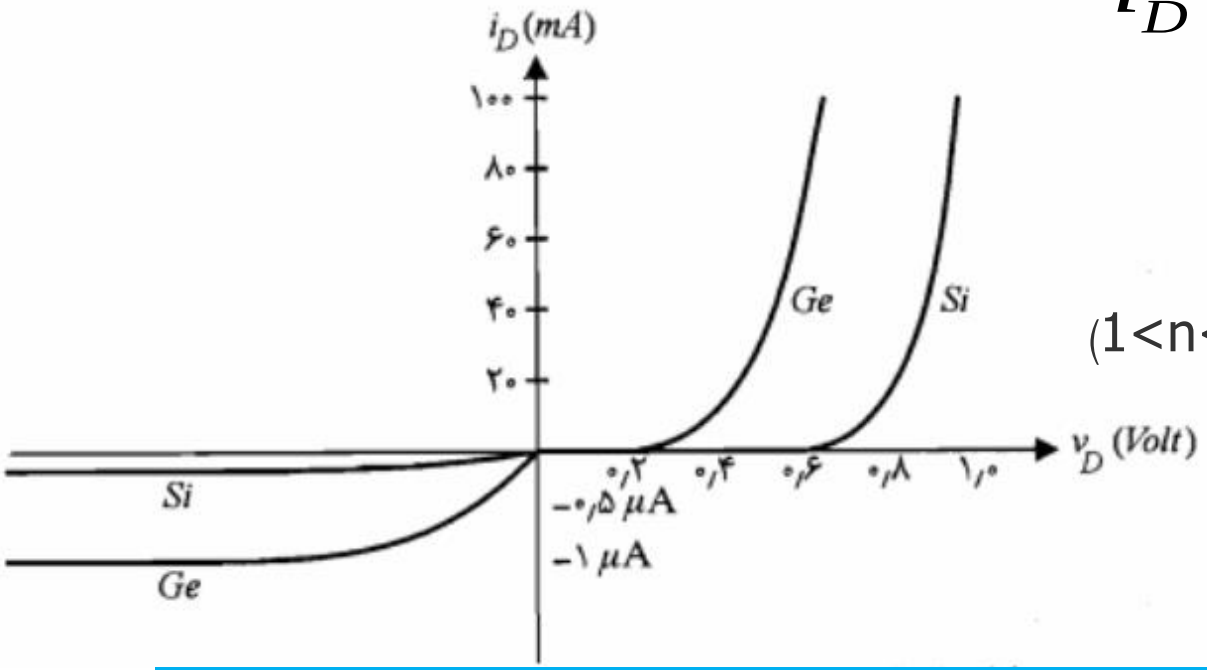
مشخصه ولتاژ –جریان دیودهای سیلسیمی و ژرمانیمی

$$i_D = I_S\left(e^{v_D/nV_T} - 1\right)$$

Is : جریان اشباع معکوس

V_T: ولتاژ حرارتی

n : پارامتر ثابت وابسته به جنس دیود (1<n<2)



Is وابستگی شدیدی به دما دارد. به طور تجربی می‌توان گفت که به ازای ۱۰ درجه افزایش دما مقدار این جریان دو برابر می‌شود

V_Tولتاژ حرارتی نامیده میشود و در دمای اتاق ، T = 300 K، تقریبا V_T = 0.026 v می باشد

$V_T = KT / q$،

k ثابت بولتزمن ،

Tدمای مطلق ،

qاندازه ی بار الکترون ،

ولتاژ شکست معکوس دیود

شکست زنری: هر گاه در حالت بایاس معکوس ولتاژ معکوس زیادی اعمال شود، در آن صورت در ناحیه تخلیه میدان الکتریکی قوی خواهیم داشت. این میدان قوی سبب شکسته شدن پیوندهای کووالانس شده بنابراین الکترون آزاد و حفره تولید می شود.با توجه به جهت میدان الکتریکی در ناحیه تهی قاعدتا جریان معکوس از دیود عبور خواهد کرد. به این پدیده، پدیده شکست زنری گویند.

شکست ضرب بهمنی: پدیده شکست بهمنی به الکترون ها و حفره های پر انرژی بر می گردد. این حامل های پر انرژی در ناحیه تخلیه به اتم های سیلیکن برخورد می کنند و سبب شکسته شدن پیوند های کووالانس و به تبع آن ایجاد الکترون و حفره ازاد می شود. این پدیده به صورت بهمنی تکرار می شود و نهایتا جریان معکوس بزرگی از دیود عبور می کند

مقاومت دیود

- مقاومت استاتیکی

$$R_S = \left.\frac{v_D}{i_D}\right|_Q = \frac{V_{DQ}}{I_{DQ}}$$

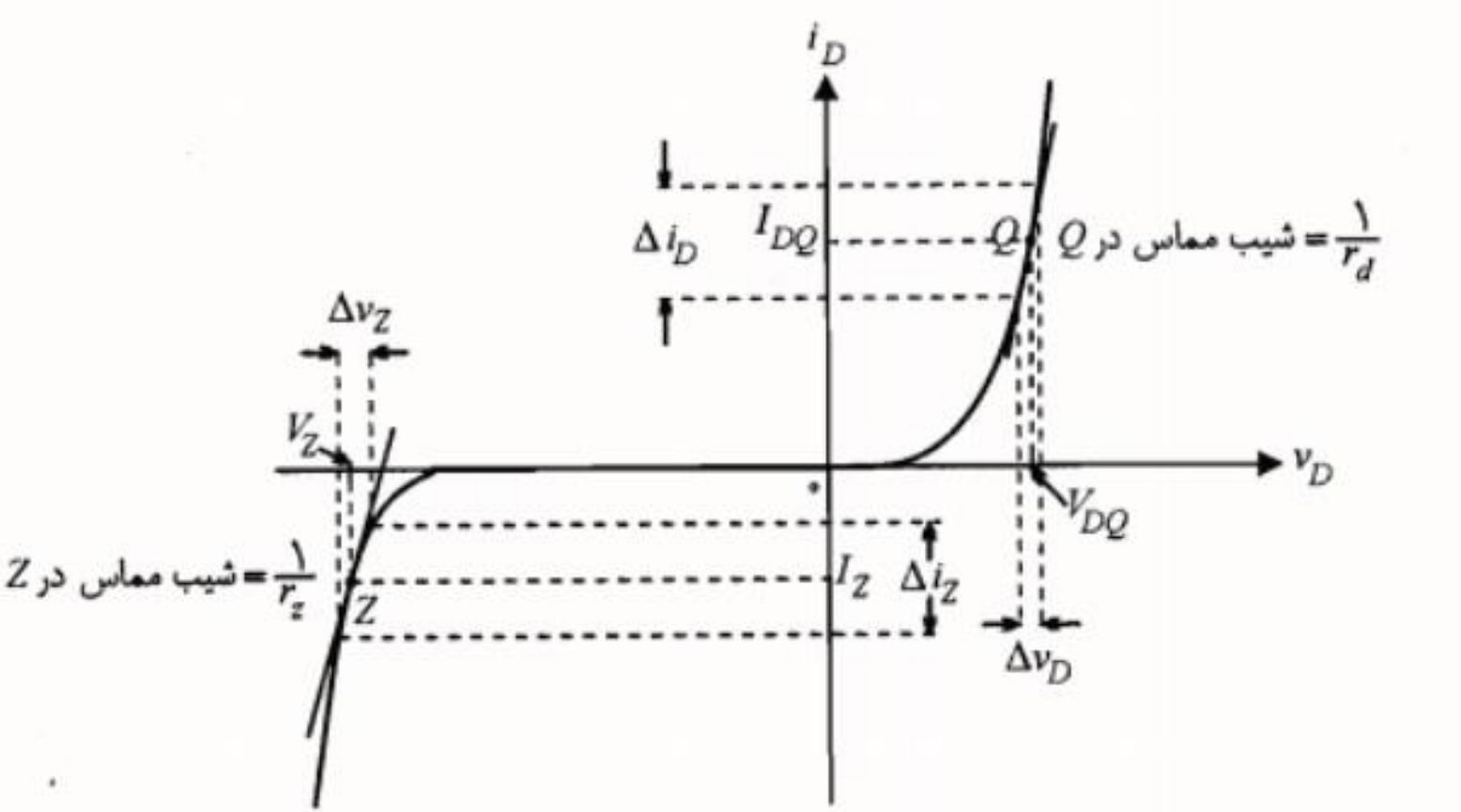
- مقاومت دینامیکی

$$r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d}$$

$$\frac{d}{dV_D}(I_D) = \frac{d}{dV_D}[I_S(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1)] = \frac{1}{nV_T}(I_D + I_S)$$

$$I_D \gg I_S \qquad \frac{dV_D}{dI_D} = r_d = \frac{nV_T}{I_D}$$

$$V_T = 26\,\text{mV} \text{ و } n = 1 \text{ ، } \quad r_d = \frac{26\,\text{mV}}{I_D}$$



شکل ۲-۵: نمایش منحنی مشخصه دیود و نحوه به دست آوردن مقاومتهای استاتیکی و دینامیکی

محدودیت های کاربردی دیود

- **حداکثر جریان و ولتاژ دیود**
- **حداکثر توان قابل تلف دیود**
- **سرعت قطع و وصل دیود**

انواع دیود

۱- دیود زنر

۲- دیود خازنی (واراکتور)

۳- دیود تونلی

۴-دیود نور دهنده LED

۵- دیود نوری (فتو دیود)

۶- دیود شاتکی

۷-PINدیود

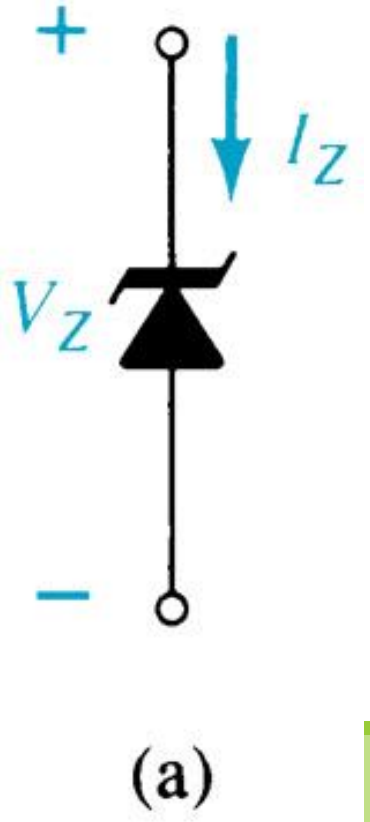
و ...

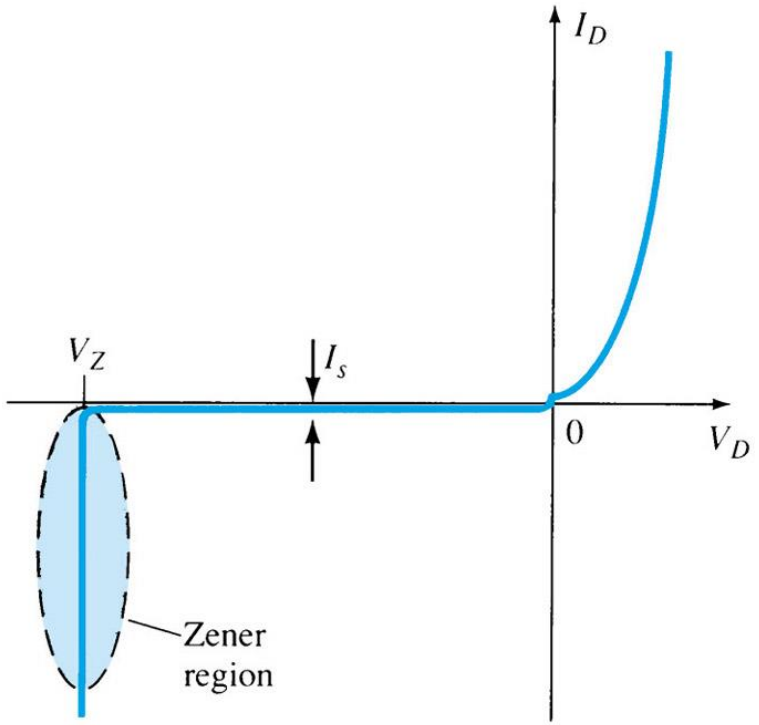
دیود زنر

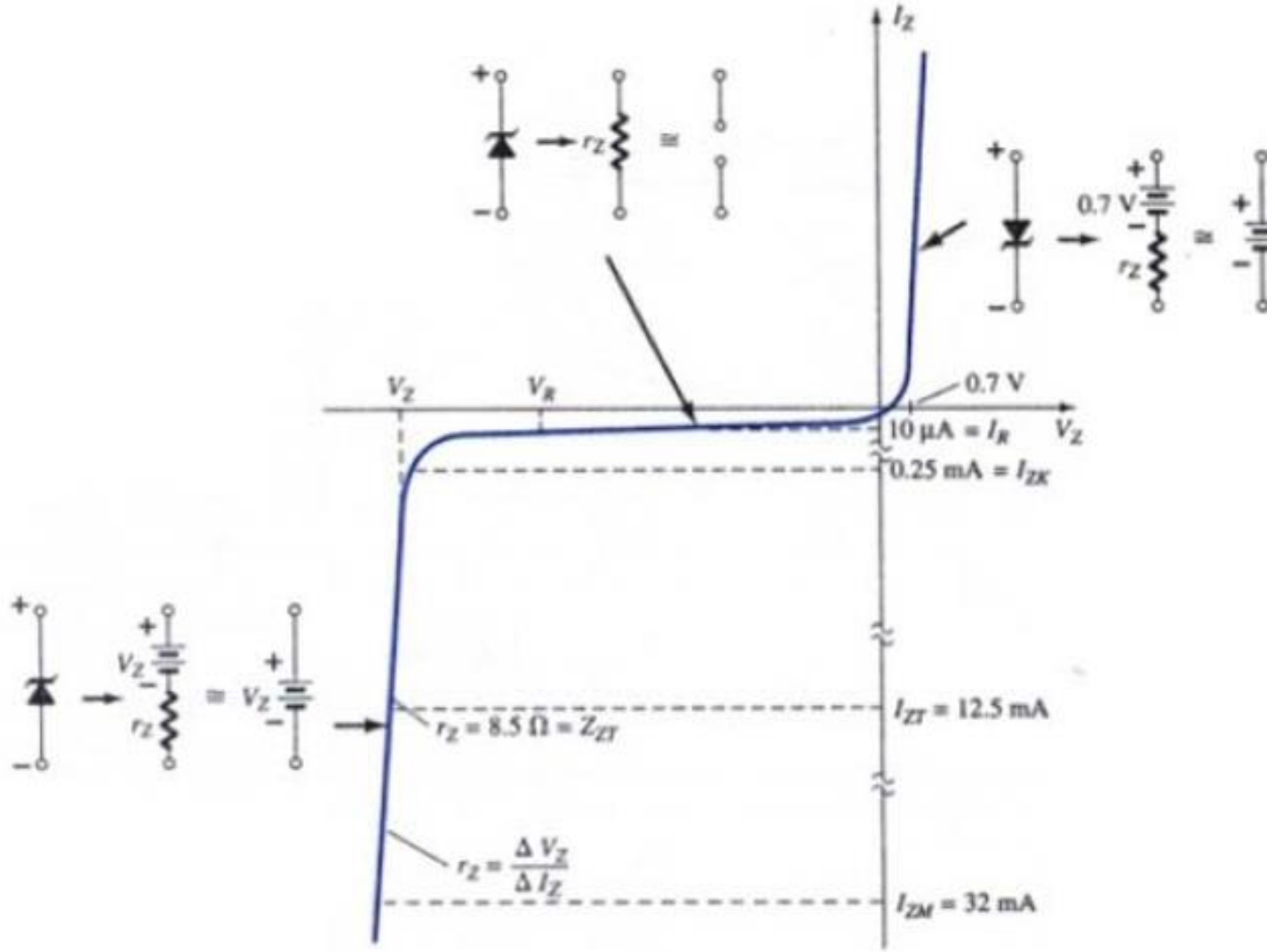
دیود زنر ، مانند یک دیود معمولی از دو نیمه هادی نوع N & P ساخته می شود .

دیود زینر (زنر) برای تثبیت ولتاژ استفاده میشود.این دیود اگر در بایاس مستقیم قرار گیرد مثل دیود معمولی عمل می کند ،اما اگر در بایاس معکوس قرار گیرد ،حتی اگر ولتاژش از ولتاژ شکست معکوس بیشتر شود ،نمی سوزد بلکه ولتاژ دوسرش ثابت می ماند.(همیشه دیود زینر در مدار به صورت معکوس قرار می گیرد)

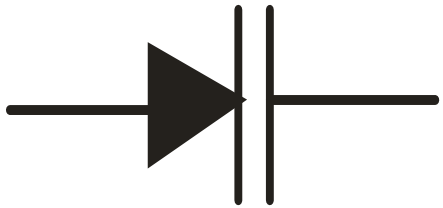
ولتاژ زنر : ولتاژی که دیود زنر به ازای آن در بایاس معکوس ، هادی می شود به ولتاژ زنر معروف است .






I_Z
r_Z
0.7 V
V_Z
V_R
0.7 V
10 μA = I_R
V_Z
0.25 mA = I_{ZK}
$r_Z = 8.5\ \Omega = Z_{ZT}$
I_{ZT} = 12.5 mA
$r_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$
I_{ZM} = 32 mA

دیود خازنی (واراکتور)



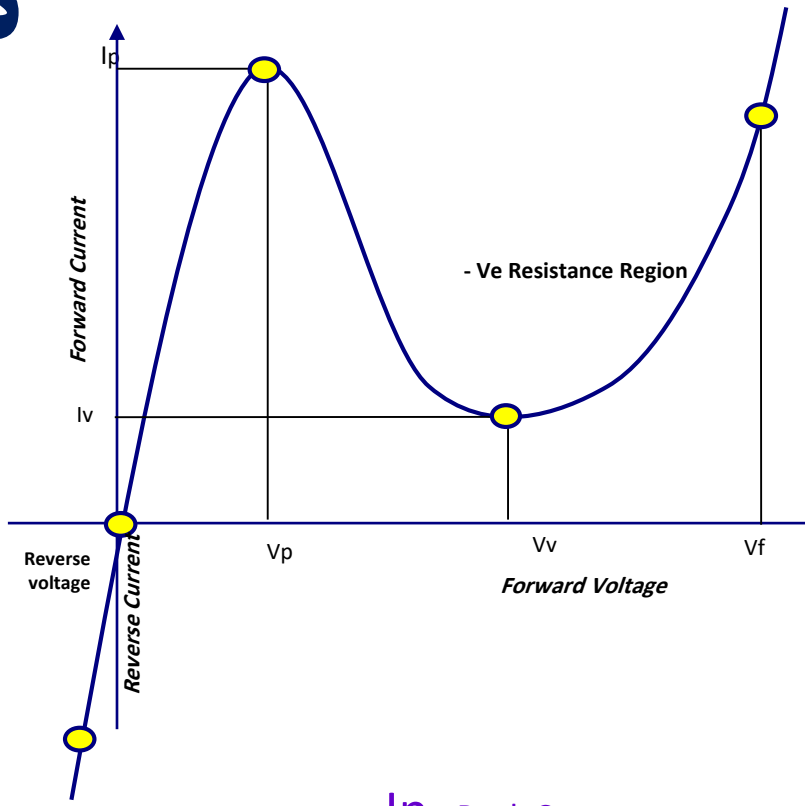
این دیود از دو نیمه هادی نوع N & P تشکیل می شود . دیود خازنی در واقع دیودی است که به جای خازن بکار می رود و مقدار ظرفیت آن با ولتاژ دو سر آن رابطه عکس دارد

دیود خازنی نوعی دیود است که در مدار به صورت معکوس استفاده شده و با افزایش ولتاژ معکوس عرض منطقه تخلیه افزایش می یابد و در نتیجه مقدار ظرفیت خازنی کاهش می یابد ایده اصلی استفاده از ورکتور تغییر ظرفیت با اعمال ولتاژ متغیر است .همینطوربرای تثبیت فرکانس در نوسان ساز ها استفاده می شود.

$$C_T \cong \frac{\varepsilon A}{W}$$

دیود تونلی

نماد مداری



دیود تونلی مانند یک مقاومت منفی عمل می کند

چگالی ناخالصی در این دیود بسیار بالا است
(بیش از 10^{19} cm-3)

Ip:- Peak Current

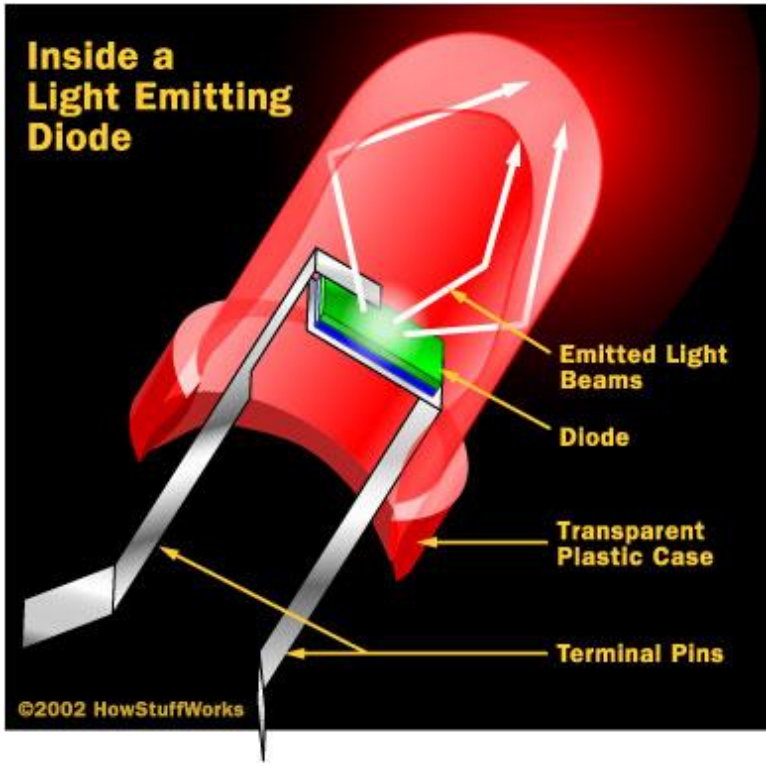
Iv :- Valley Current

Vp:- Peak Voltage

Vv:- Valley Voltage

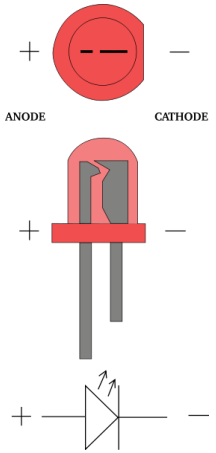
Vf:- Peak Forward Voltage

دیود نورانی
LED
Light Emitting Diod



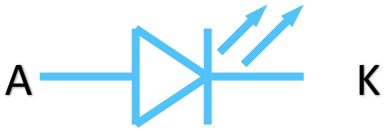
در یک پیوند PN که در گرایش مستقیم قرار داشته باشد تعداد زیادی الکترون و حفره از مرز پیوند عبور کرده و با حفره و الکترونهای ناحیه مجاور ترکیب میشوند. در اثر این ترکیب به شرط داشتن یک bandgap مناسب مقداری نور تولید میشود.

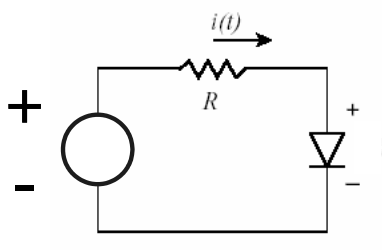
دیود LED بنحوی ساخته میشود که این نور قابل مشاهده باشد.



دیود نورانیLED

نماد مداری

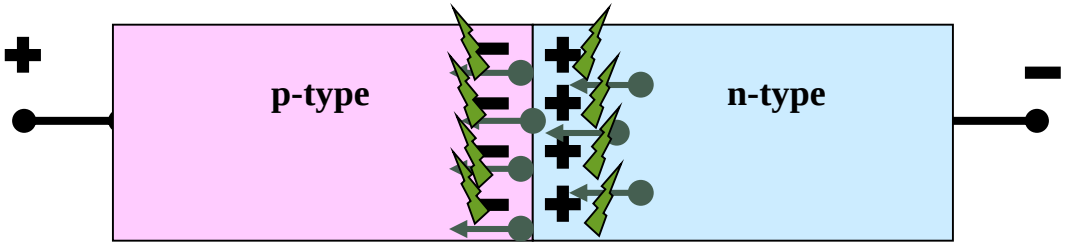




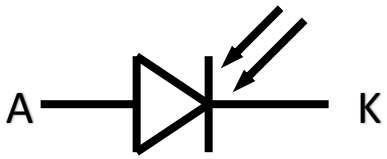
پیوند P-n در بایاس مستقیم می تواند نور ساطع کند

که حاصل انرژی ساطع شده از بازترکیب الکترون و حفره است

ولتاژ آستانه در حد 1.4-2.9 ولت



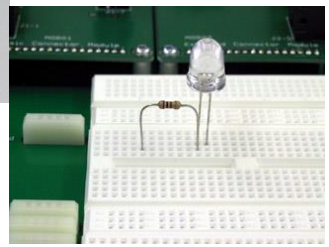
دیود نوری (photodiode)



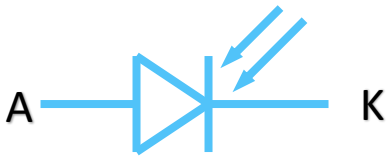
این دیود ها برای تشخیص نور ساخته میشوند. دارای محفظه ای هستند که نور را به سطح پیوند می تاباند.

این دیود در گرایش معکوس مورد استفاده قرار میگیرد. فوتون های نوری که به ناحیه تخلیه می تابد باعث تولید الکترون و حفره میشوند که به سرعت توسط میدان الکتریکی اعمالی جذب میشوند.

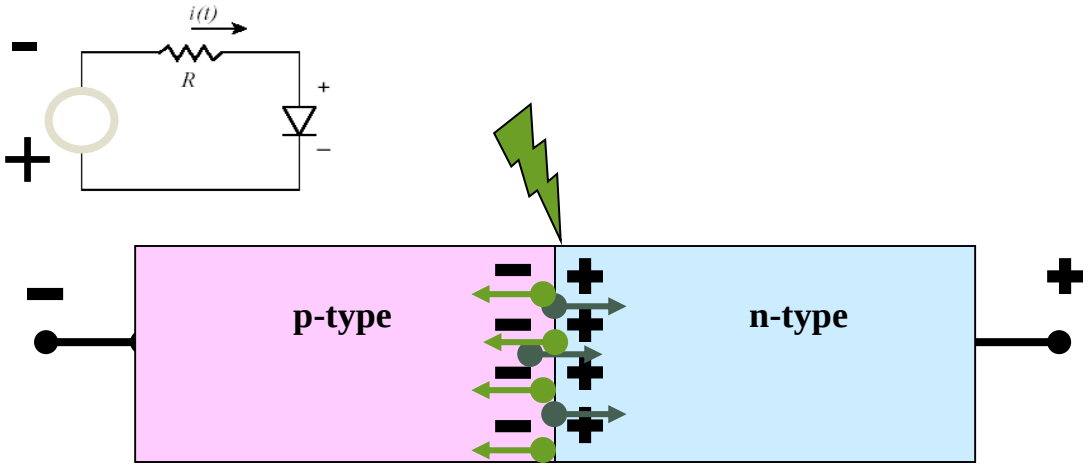
اگر عرض ناحیه تخلیه نسبت به عرض دیود بسیار کم باشد جریانی که در ناحیه پیوند ایجاد میشود با شدت نور متناسب خواهد بود.



Photodetectors



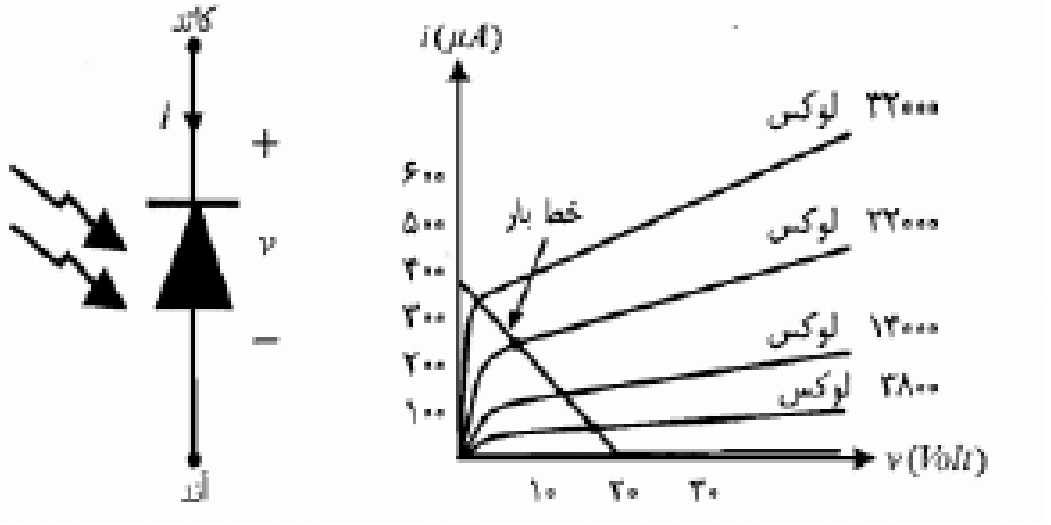
نماد مداری



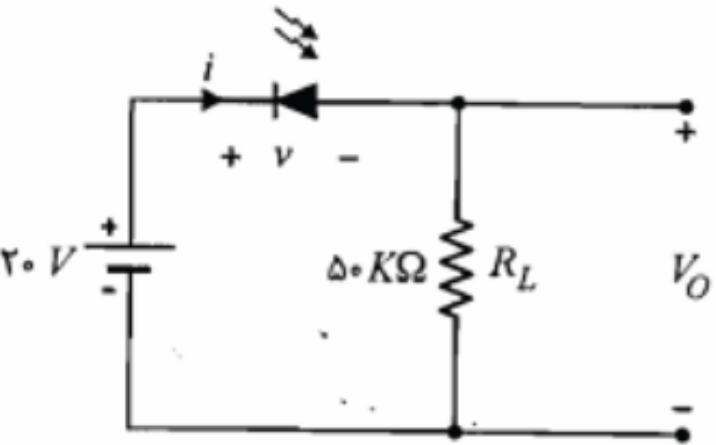
با اعمال انرژی نورانی به پیوند pn الکترون و حفره ایجاد شده و در بایاس معکوس جریان جاری می گردد

روی اکثر فتو دیود ها یک لنز بسیار کوچک نصب می شود تا بتواند نور تابانیده شده به آن را متمرکز کرده و به محل پیوند برساند .

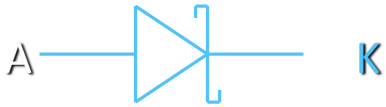
این دیود در مدار به صورت معکوس قرار می گیرد و سد پتانسیل آن با تابش نور شکسته می شود و جریان عبور می کند.
هرچه شدت نور تابیده شده بیش تر باشد جریان معکوس بیش تر است .



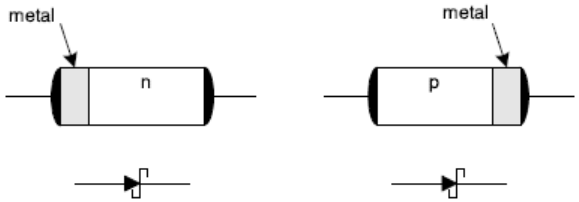
مثال ۲-۲: در مدار شکل ۲-۱۶ از یک دیود نوری برای تبدیل سیگنال نوری به سیگنال الکتریکی استفاده شده است. سیگنال الکتریکی از دو سر مقاومت R_L گرفته می‌شود. فرض کنید مشخصه ولتاژ ـ جریان دیود نوری به‌کار رفته همان مشخصه شکل ۲-۱۵ باشد. تغییرات ولتاژ دو سر مقاومت R_L را هنگامی که شدت نور تابش شده به دیود از ۳۸۰۰ تا ۲۲۰۰۰ لوکس تغییر کند به دست آورید.



انواع دیود: دیود شاتکی



از اتصال برخی فلزات نظیر سیلیساید پلاتینیم (Pt5Si2) با نیمه هادی نوع N یک سد در برابر الکترونها ایجاد میشود که باعث میگردد تا الکترونها فقط در یک جهت جریان داشته باشند. این خاصیت نوع جدیدی از دیود به نام Metal–semiconductor diodes و یا دیود شاتکی را بوجود می آورد.



Metal–semiconductor diodes and circuit symbol

این دیود سریعتر از دیود پیوندی بوده و ولتاژ آستانه آن نیز کمتر است.

پین دیود

پین دیود (PIN) در فرکانسهای بالاتر از ۱ MHZخاصیت یک مقاومت متغیر را دارد .مقدار مقاومت را می توان توسط جریان مستقیمی که از دیود می گذرد تغییر داد .