

لطفا قبل از استفاده از مجموعه فراهم شده ، با ذکر حداقل دو صلوات خواستار شادی روح تمام رفتگان ، از جمله رفتگان نویسنده و گردآورنده این مجموعه باشید.

(۱) تراز هدایت :

سطحی از انرژی که اگر الکترون آن مقدار انرژی را دارا باشد ، میتواند از قید هسته اتم آزاد شده و آزادانه بچرخد.

(۲) تراز ظرفیت :

در ترازهای انرژی ، به آخرین تراز که پس از آن تراز هدایت است ، تراز ظرفیت گویند.

(۳) دوپینگ (Doping) :

افزودن ناخالصی به نیمه‌هادی خالص را تزریق و یا **Doping** گویند.

(۴) پیوند کووالانسی :

پیوندی که در آن اتصال و استحکام اتم‌ها در ماده به واسطه به اشتراک‌گذاری الکترون ایجاد میشود.

(۵) ناحیه تخلیه :

با اتصال دو ماده نیمه‌هادی نوع **n** و **p** به یکدیگر ، دیود به وجود می‌آید . در محل اتصال این دو ماده ، حفره‌ها و الکترون‌های موجود در حوالی محل اتصال با یکدیگر ترکیب میشوند که در نتیجه آن ناحیه‌ای خالی از حامل‌های مثبت و منفی به نام ناحیه تخلیه یا تهی به وجود می‌آید.(چون خالی از حامل است).

(۶) اتم‌های دهنده

ناخالصی‌های ۵ ظرفیتی(ستون پنجم جدول تناوبی) که الکترون میدهند را دهنده الکترون میگویند.(در نیمه هادی نوع **n** کاربرد دارد).

(۷) اتم‌های گیرنده

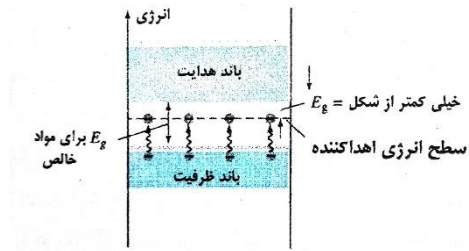
ناخالصی‌های ۳ ظرفیتی(ستون سوم جدول تناوبی) که الکترون گیرند را گیرنده الکترون میگویند.(در نیمه هادی نوع **P** کاربرد دارد).

(۸) نیمه‌هادی نوع **P**

اگر به نیمه‌هادی ذاتی ، یکی از عناصر ستون سوم جدول مندلیف بیفزاییم ، نیمه‌هادی نوع **P** حاصل میشود که در آن بر اثر کمبود الکترون ، حفره‌ها ایجاد شده که موجب ایجاد جریان و افزایش رسانش میشوند.

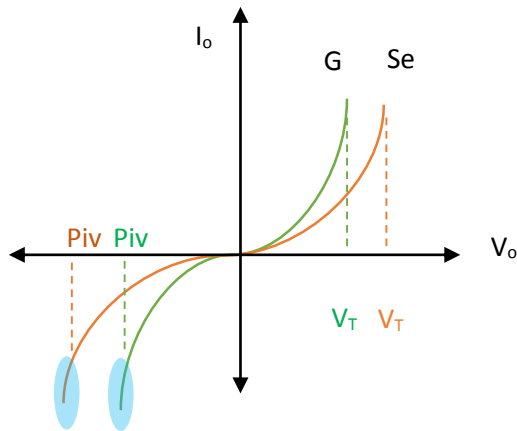
(۹) نیمه‌هادی نوع **N**

اگر به نیمه‌هادی ذاتی ، یکی از عناصر ستون پنجم جدول مندلیف بیفزاییم ، نیمه‌هادی نوع **N** حاصل میشود که در آن به دلیل وجود الکترون‌های آزاد که در هیچ پیوند کووالانسی شرکت نکرده‌اند ، جریان ایجاد شده و رسانش افزایش میابد.



(۱۰) شکست بهمنی در دیود را با رسم شکل نشان توضیح دهید :

زمانی که در دیود ، ولتاژ معکوس دیود و E (شدت میدان تخلیه) و F (نیروی وارد به الکترون از ناحیه تخلیه) و q (شتاب) و v (سرعت) و انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}mv^2$) آنقدر زیاد شود که الکترون مقدار انرژی جنبشی لازم را کسب کند که قبل از ترک ناحیه تخلیه باعث شکستن پیوندها و آزاد شدن الکترون‌ها گردد ، شکست بهمنی رخ میدهد و در این ناحیه آنقدر این عمل تکرار میشود که جریان بسیار زیادی ایجاد میگردد و دیود سوخته و تغییر ماهیت میدهد.



قسمت آبی رنگ ناحیه بهمنی است

PIV : حداکثر ولتاژ معکوسی که میتوان قبل از رسیدن به

ناحیه بهمنی به دیود اعمال کرد را ولتاژ پیک معکوس

خوانده میشود .

V_T دیود ایده آل = 0

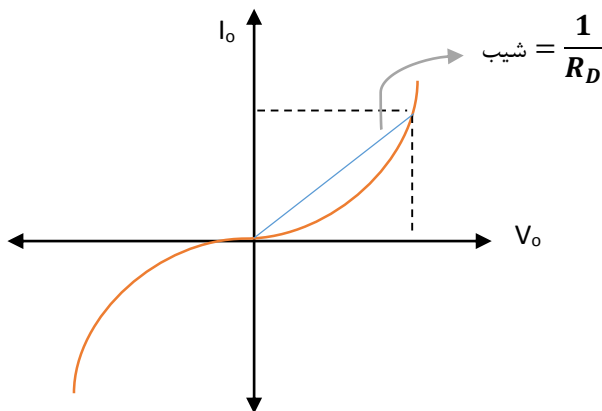
$V_T = 0.3$ Ge برای

$V_T = 0.7$ Se برای

(۱۱) سطوح مقاومت دیود را نام برده و با رسم شکل نشان دهید :

مقاومت استاتیک DC

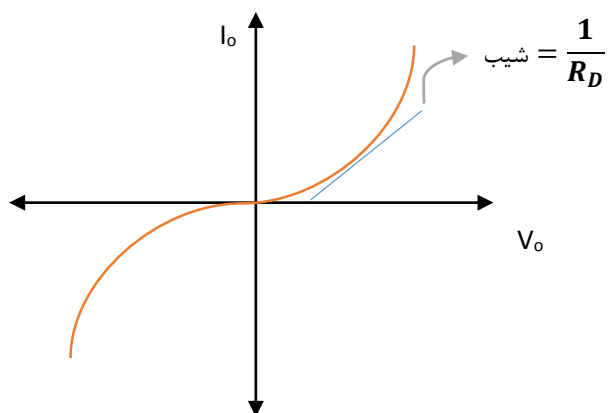
به صورت نقطه روی منحنی تعریف میشود.



$$R_D = R_S = \frac{V_D}{I_D} = \frac{V_{DQ}}{I_{DQ}}$$

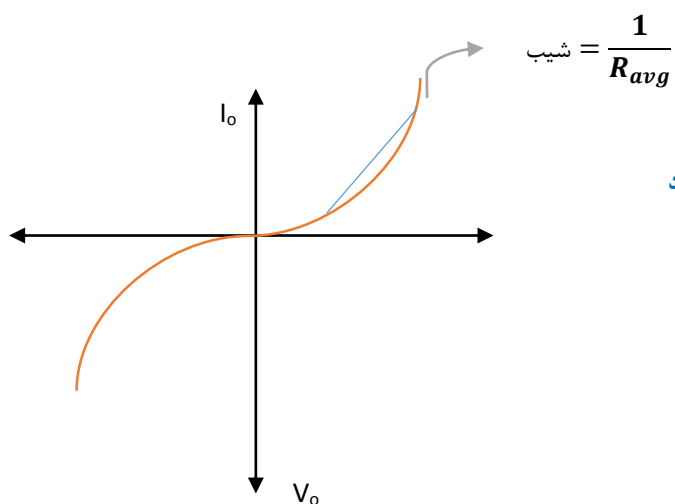
مقاومت دینامیک AC

به صورت خط مماس روی منحنی تعریف میشود



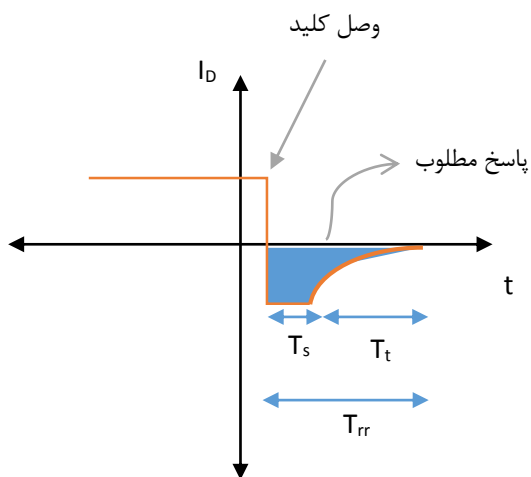
$$r_d = \left. \frac{\Delta v_d}{\Delta I_d} \right|_{\Delta v_d=0} = \left. \frac{\Delta v_d}{\Delta I_d} \right|_{\text{نقطه در کار}} = 25mV/I_{DQ}$$

مقاومت متوسط ac



به صورت خط مستقیم بین دو نقطه از نمودار تعریف میشود

$$r_d = \left. \frac{\Delta v_d}{\Delta I_d} \right|_{\text{point-to-point}}$$



(۱۲) زمان بازبایی معکوس در دیودها را با رسم شکل

توضیح دهید :

با توجه به شکل وقتی کلید زده میشود و جهت باتری عوض میشود ، یک مدت زمانی طول میکشد تا الکترونها جهت خود را پیدا کنند.(حاملهایی که گرفته شده اند آزاد میشوند) این مدت زمان را زمان بازبایی معکوس دیود گویند.

T_s : زمان ذخیره

T_t : زمان گذرا

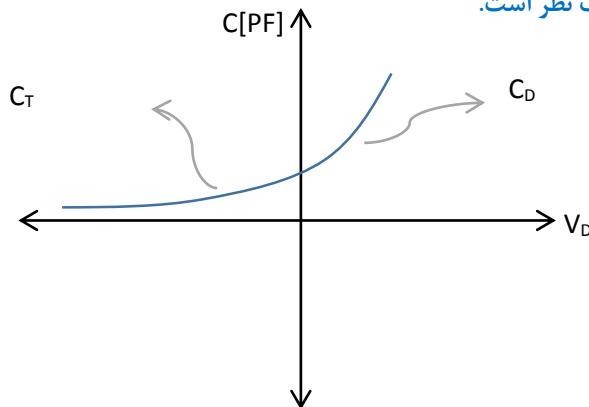
$$T_s + T_t = \text{زمان بازیابی معکوس}$$

(۱۳) خاصیت خازنی دیود را با رسم شکل توضیح دهید :

دو نوع ظرفیت خازنی داریم :

ظرفیت خازنی انتقالی C_T و ظرفیت خازنی نفوذی C_D

در ناحیه تغذیه معکوس ظرفیت خازنی انتقالی (C_T) را داریم و از C_D صرف نظر میکنیم. در ناحیه تغذیه مستقیم ظرفیت خازنی نفوذی (C_D) را داریم و C_T قابل صرف نظر است.

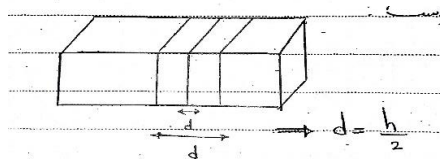


$$c = \frac{\epsilon A}{d}$$

A: سطح مقطع

ϵ : ضریب نفوذناپذیری عایق

d : $h/2$ عرض ناحیه تخلیه



$$X_c = \frac{1}{2\pi f c}$$

(۱۴) افزایش دما چه تاثیری بر مقدار حامل‌های جریان و جریان اشباع دارد :

تغییرات دما تاثیری بر حاملان اکثریت نمیگذارد.

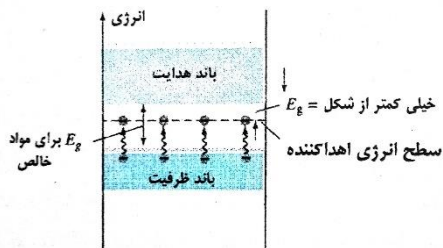
هر ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش دما (دمای اتاق) ، تعداد حاملان اقلیت را در عمل باز تولید و باز ترکیب الکترون و حفره ، دو برابر میکند و جریان اشباع معکوس نیز دو برابر میشود.

(۱۵) اگر چگالی دوپینگ سمت n بیشتر از سمت p باشد ، ناحیه تخلیه در طرفین اتصال چگونه خواهد بود ؟ چه اثری بر عرض ناحیه تخلیه میگذارد؟

هم‌پوشانی حفره‌های P توسط الکترون‌های N بیشتر انجام میگیرد ، چون چگالی دوپینگ بیشتری دارد و در نتیجه در ناحیه تخلیه ، سمتی که دوپینگ کمتری دارد عمقش بیشتر است.

(۱۶) چرا نیمه هادی نوع n از نیمه‌های خالص رساتر است ؟ با توضیح : بر

اثر عمل دوپلینگ ناخالصی‌های ستون پنجم با نیمه‌هادی خالص ، نیمه‌هادی نوع n ایجاد میشود ، در این نوع نیمه هادی یک سطح انرژی گسسته به نام سطح اهداکنندگی ایجاد میشود انرژی بسیار کمتری برای جدا شدن الکترون (E_g) نسبت به ماده خالص دارد. به عبارت دیگر از آنجا که این ناخالصی یک الکترون ظرفیت بیشتر



از اتم‌های ماده‌ی نیمه‌هادی خالص دارد ، بنابراین پس از تشکیل پیوند کووالانسی میان اتم‌های ناخالصی و نیمه‌هادی خالص، تعدادی الکترون به صورت آزاد باقی میماند ، که این الکترون‌ها با انرژی کمی میتوانند آزادانه داخل نیمه‌هادی نوع n حرکت کنند و جریان افزایش و همچنین رسانایی افزایش میابد.

(۱۷) چرا نیمه هادی نوع p از نیمه‌های خالص رسا تر است ؟ با توضیح :

بر اثر دوپلینگ ناخالصی ستون سوم با ماده نیمه‌هادی خالص ، به دلیل این که اتم‌های ناخالصی یک الکترون ظرفیت کمتر از اتم‌های ماده خالص دارند ، پس از تشکیل پیوند کووالانسی میان اتم‌های ناخالصی و نیمه‌هادی خالص ، به تعداد اتم‌های ناخالصی کمبود الکترون ایجاد میشود که به این محل‌های کمبود الکترون حفره میگویند، حفره‌ها میتوانند از اتم‌های اطراف خود ، الکترون بگیرند . با گرفتن این الکترون یک حفره از بین میرود و در عوض در محل دیگری حفره ایجاد میشود . به این ترتیب حفره‌ها دائما در حال حرکت بوده و موجب ایجاد جریان و افزایش رسانایی میشوند.

(۱۸) در مورد منحنی مشخصه ترانزیستور و شرایط ساخت و نحوه عملکرد آن توضیح دهید (ناقص)

شرایط و نحوه عملکرد در سوال بعد توضیح داده شده است. منحنی مشخصه یافت نشد.

(۱۹) در منحنی مشخصه ترانزیستور I_c بر حسب V_{ce} ، در ناحیه‌ی فعال I_c با افزایش V_{ce} قدری بیشتر میشود ، چرا ؟ (بی‌جواب)

(۲۰) ساختمان ترانزیستور و شرایط ساخت و نحوه‌ی عملکرد آن را توضیح دهید :

ساختمان ترانزیستور : قطعه‌ای است که از سه لایه‌ی نیمه‌هادی تشکیل میشود. در ترانزیستور npn دو لایه از نوع n و یک لایه میانی نوع P است. در ترانزیستور pnp دو لایه از نوع p و لایه میانی از نوع n است.

شرایط ساخت : برای ساخت ترانزیستور دو شرط لازم است

(۱) عرض ناحیه‌ی Base نسبت به دو ناحیه‌ی دیگر (امیتر و کلکتور) خیلی کوچک است. مثلا عرض ناحیه‌ی Base به مجموع سه ناحیه (بیس ، امیتر ، کلکتور) نسبت یک به ۱۵۰ است.

(۲) Doping ناحیه‌ی Base نسبت به دو ناحیه‌ی دیگر (امیتر و کلکتور) به مراتب کمتر است.

نحوه عملکرد : الکترون‌ها از سمت امیتر به سمت کلکتور گسیل میشود که با اعمال یک سیگنال به یکی از پایه‌های آن ، میزان جری عبوری از دو پایه دیگر آن مشخص میشود.

(۲۱) آیا با دو دیود میشود ترانزیستور ساخت ؟ چرا ؟

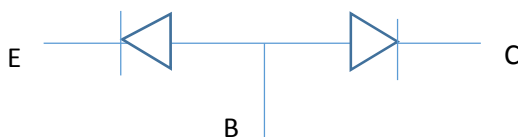
خیر

برای ساخت ترانزیستور دو شرط لازم است

(۳) عرض ناحیه‌ی Base نسبت به دو ناحیه‌ی دیگر (امیتر و کلکتور) خیلی کوچک است . مثلا عرض ناحیه‌ی Base به مجموع سه ناحیه (بیس ، امیتر ، کلکتور) نسبت یک به ۱۵۰ است.

(۴) Doping ناحیه‌ی Base نسبت به دو ناحیه‌ی دیگر (امیتر و کلکتور) به مراتب کمتر است.

با دو دیود نمیتوان ترانزیستور ساخت ، چراکه شرایط بالا را ندارد. (شکل زیر نمیتواند ترانزیستور باشد)



(۲۲) محدودیت‌های بار با ترانزیستور جهت تقویت‌کنندگی خطی را با رسم شکل توضیح دهید. (شکل یافت نشد)

(۱) $I_c < I_{cMax}$: ترانزیستور میسوزد.

(۲) $V_c < V_{cMax}$: ممکن است شکست بهمنی رخ داده و محاسبات به هم بریزد

(۳) در ناحیه‌ی اشباع تقویت غیرخطی و نامناسب است و نباید نقطه کار وارد ناحیه‌ی اشباع شود، چون ممکن است خروجی‌های متفاوتی داشته باشیم.

(۴) تغییرات ورودی، نقطه‌ی کار را از ناحیه‌ی فعال خارج نکند. نقاط وسط به عنوان نقطه کار مناسب است و نباید نقطه کار وارد نقاط غیرمجاز شود.

(۵) رابطه V_{BE} ، I_E غیرخطی است (EXP)، پس سیگنال‌های اعمالی باید کوچک باشند. یعنی دامنه سیگنال آنها آنقدر کوچک باشد که رابطه‌ی میان V_{BE} و I_E را بتوان خطی در نظر گرفت.