

①

سیم نام به حالتی هستی بخش

«الکترونیک»

- دیودهای نیمه هادی:

مقاومت ویژه: عبارت است از مقاومت بین راننی مترمربع از هر ماده ای را مقاومت ویژه یا مخصوص بوسیله واحد آن

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

← مقاومت ویژه

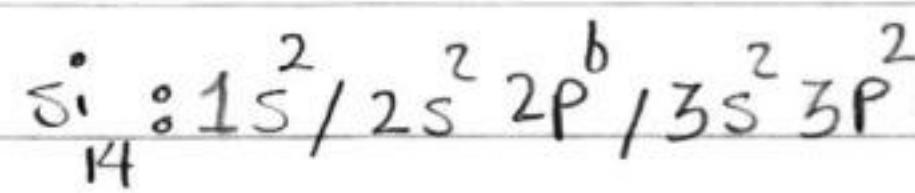
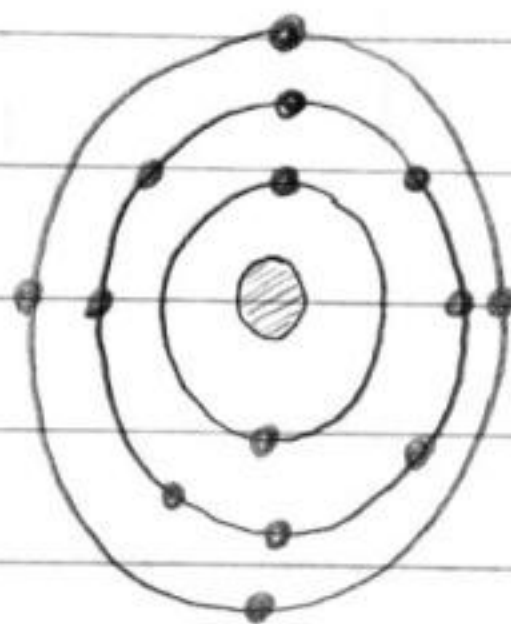
۵۰ cm یا ۵۰ m است.

- ۱- هادی (Conductor): ۱۰ ۵۰ cm سی پی فس
- ۲- نیمه هادی (Semi conductor): 10^{-3} تا 10^3 ۵۰ cm
- ۳- عایق (Insulator): 10^{12} ۵۰ cm

نمته ی اصلی در سیریم نیمه هادی ها این است که با افزایش تعداد می ناخالصی می توان از نیمه هادی ها، هادی های بیار خوب ساخت. این خاصیت عموماً به علت نا همگانی بلوری نیمه هادی ها بوده که در آن با اختلا نیمه هادی

به صورت تراز مستوی تریال های سه بعدی می باشد.
نمته: بر اساس مدل اتمی پور در لایه آخر نیمه هادی ها چهار الکترون وجود دارد.

یادآوری:
مدل اتمی پور



از آنجا که توانی عنصری نیمه هادی است نه در لایه والانس خود 4 الکترون داشته باشد.

انتهای سیلیسیم Si_{14} یا ژرمانیوم Ge که در بنا بر تغییر قرار می گیرند با پیوند کووالانسی از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون ها با یکدیگر پیوند برقرار می کنند.

Note: اگر دما به اندازه کافی بالا رود تعدادی از الکترونهای لایه والانس انرژی گرمایی لازم را جذب می نمایند تا بتوانند نوار والانس را بشکنند و به حامل های آزاد اضافه شود و در نتیجه مقاومت قطعه نیمه هادی با افزایش دما کاهش پیدا می کند. برخلاف

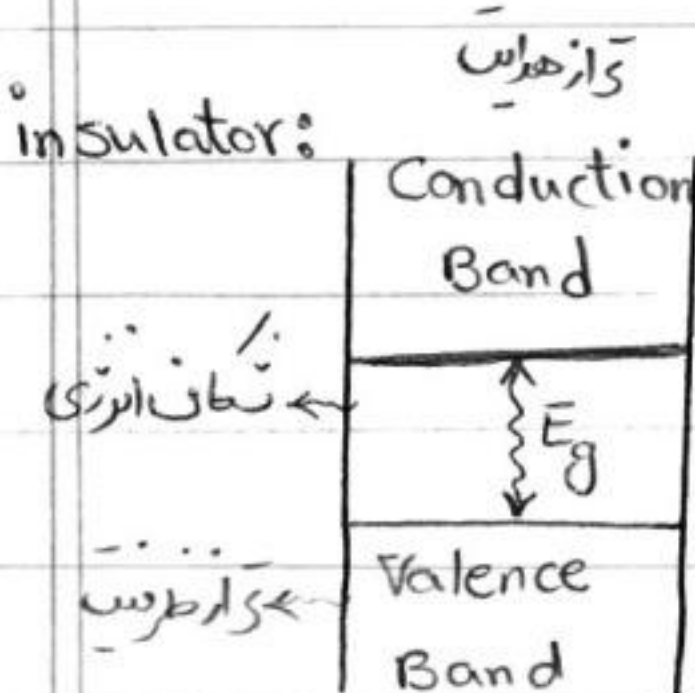
فلزات که طبق رابطه $R = R_0 (1 + \alpha \Delta \theta)$ با افزایش دما به علت حرارت نوبانی آنها میزان چهار اندازش مقاومت می درزند بنابراین به طور خلاصه فلزات دارای ضریب حرارتی مثبت و نیمه هادی ها دارای ضریب حرارتی

منفی می باشند.

یادآوری: $W = (P) \times (t)$ توان (t) 1

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

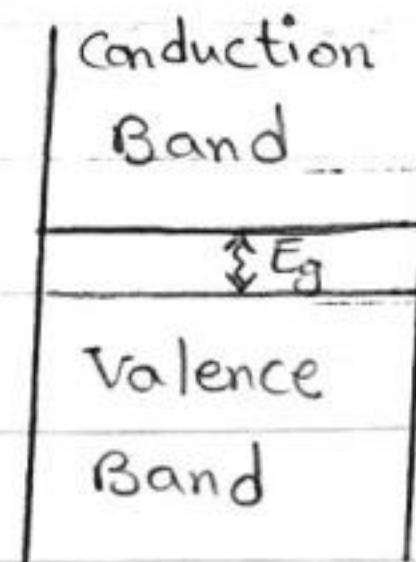
$$1 \text{ (ev)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$



$$E_g : 4 \text{ ev}$$

$$E_g : 7 \text{ ev}$$

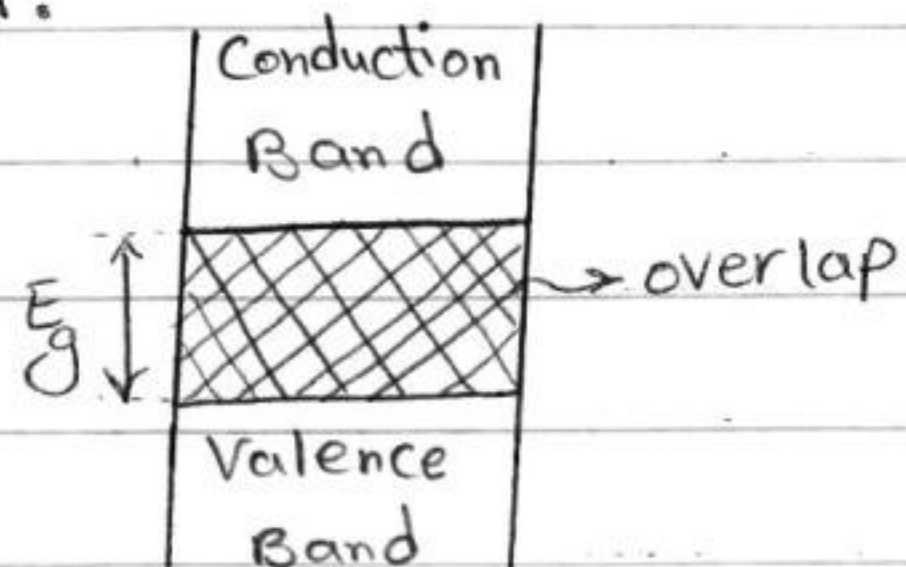
semi conductor:



$$E_g (\text{Si}) : 1.1 \text{ ev}$$

$$E_g (\text{Ge}) : 0.67 \text{ ev}$$

conductor:



برای محاسبه انرژی یونان باید از واحد الکترون ولت استفاده می‌کنیم مثلاً در نیمه‌های در دمای صفر مطلق تمام الکترونهای ظرفیت در باند ظرفیت قرار دارند و نیمه‌های فاقد هدایت الکترونی این اعداد دمای اتاق ($300^\circ K$)

تعداد قابل توجهی از الکترونهای انرژی کافی نیست تا به باند هدایت بروند و توجه کنید نه برای سیاهایی ($E_g > 5 eV$) حتی در دمای اتاق نیز هیچ الکترونی در هیچ باند هدایت وجود ندارد اما چون در دمای ها باند هدایت و باند ظرفیت

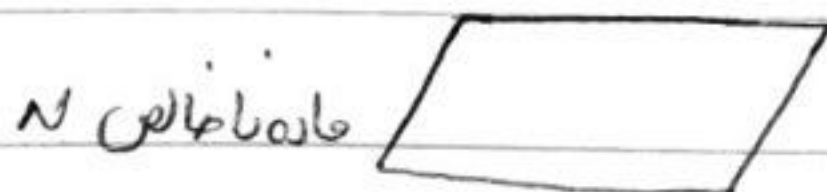
هم پوشانی یا overlap می‌کنند حتی در دماهای بالا نیز تعدادی از الکترونها در باند هدایت هستند به عنوان اضافه کردن مقدار مشخصی ناخالصی که شش را تشکیل شده عموماً دوپینگ می‌کنند.

در الکترونیک دو نوع نیمه‌هادی ناخالصی وجود دارد:

الف) ناخالصی نوع N که ب) ناخالصی نوع P

الف) ناخالصی نوع N (Donor دهنده):

این عنصر که ظرفیتش بیشتر از آنی توان، آرسین به عنوان ناخالصی را اضافه کنیم با اختلاف به شکل زیر تغییر می‌کنند:



در واقع این عنصر که ظرفیتش ۴ الکترون لایه‌ها و الکترون خود را با آنها می‌جاری می‌کند یا آنکه به اشتراک می‌گذارد و به الکترون آن به صورت الکترون آزاد باقی می‌ماند چون آن ناخالصی بین الکترون به عاده اهدا می‌کنند به آن

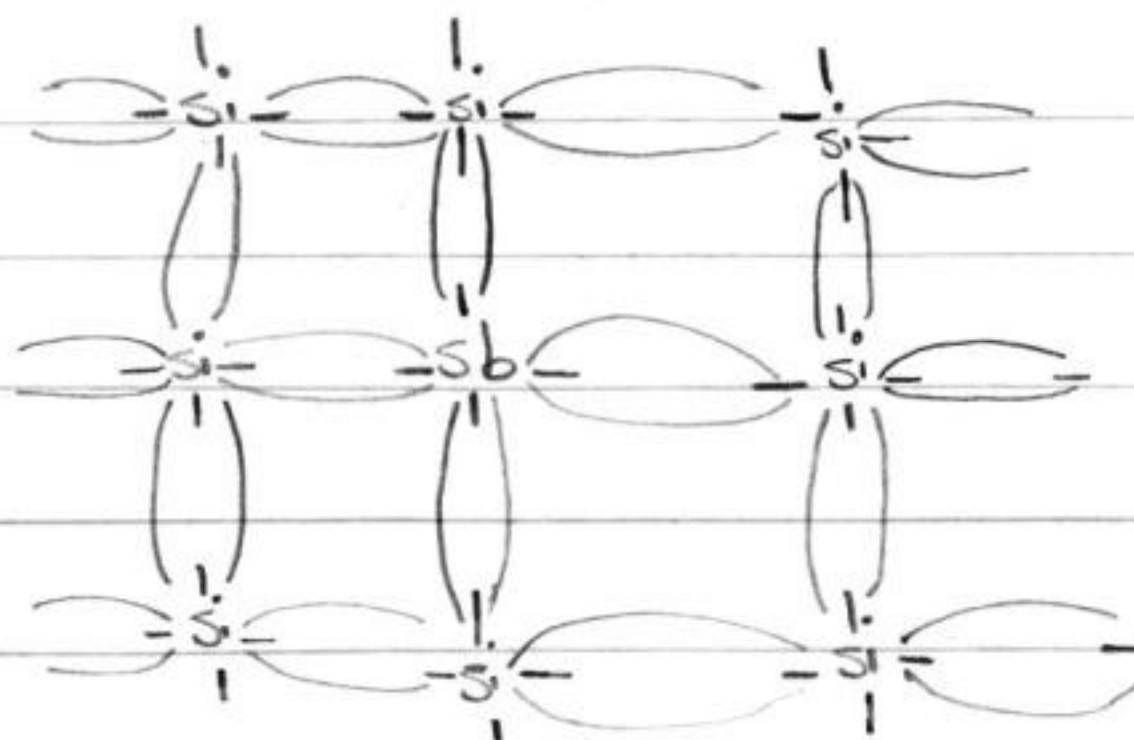
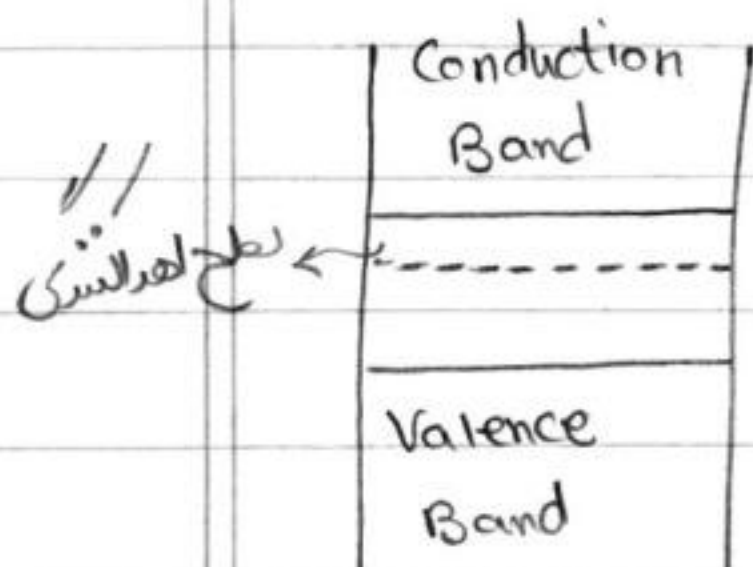
Donor یا دهنده می‌گویند.

Note: هر چند تعداد زیاد ناخالصی‌های آزاد از طریق تولید می‌شوند اما دمای نیمه‌های هنوز از نظر الکترونی هستند این

ی باشد زیرا تعداد پروتونها برابر است در هسته همچنان با الکترونهای آنها برابر است.

Note: اثر واردترین ناخالصی در دیاگرام انرژی نیمه‌های با ایجاد سطح انرژی جدید به نام سطح اهداشی (Donor level) تغییر می‌نماید در واقع تعداد الکترون‌های آزاد حاصل از ناخالصی در این سطح انرژی قرار دارند و متعلق به آن‌هاست.

این سطح و فاصله به باند هدایت در دیاگرام می‌باشد.

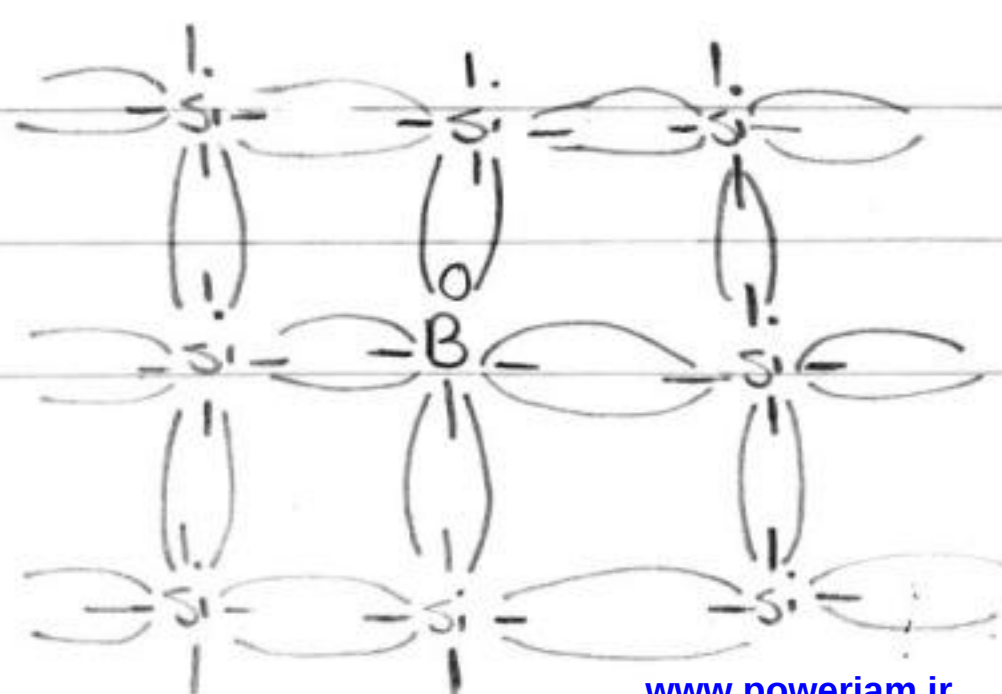


اگر عمل درشت را با ناخالصی ۳ ظرفیتی مثلاً آلومینیم، بور، گالیوم، آرسنیک یا کادمیوم انجام دهیم با اتم‌های نیمه‌های مطابق شکل زیر تغییر می‌نماید.

علاوه بر آن، بور یا ۳ اتم ۳ ظرفیتی می‌تواند به عنوان اتمی با ظرفیت ۳ و برای ایجاد این پیوند با اتم‌های ۴ ظرفیتی در شبکه کریستالی با ایجاد الکترون ظرفیت در بریت. این ایجاد الکترون را با نماد دایره کوچکی با علامت (-) می‌نویسند (Hole).

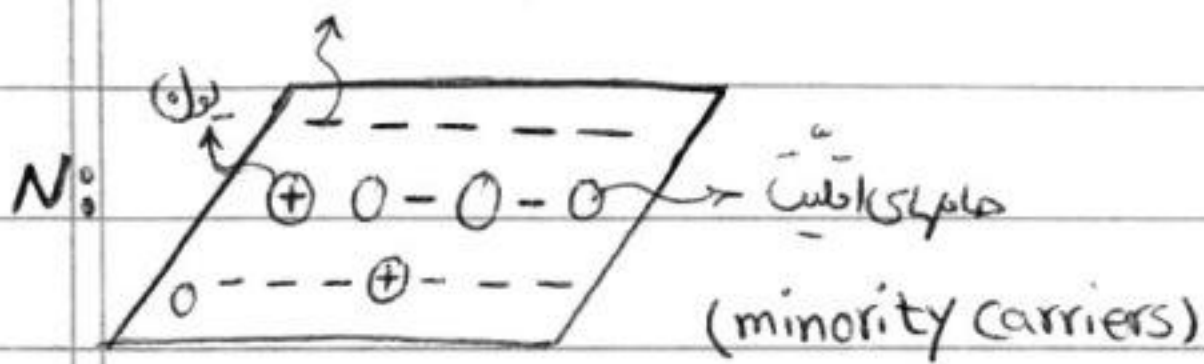
هفره می‌نامیم. این نوع ناخالصی را ناخالصی پذیرنده یا acceptor می‌گویند. هفره‌های نیمه‌های P می‌نامند. از لحاظ الکترونی هفره می‌باشد.

Note: در ماده‌های P اثر الکترون باند ظرفیت به اندازه‌ی کافی انرژی جذب کند تا پیوند خود را بشکند و محل هفره را پر کند. پیوند جدید ایجاد می‌شود بنابراین انتقال الکترون به سمت هفره به سمت راست معادل انتقال الکترون به سمت چپ خواهد بود.

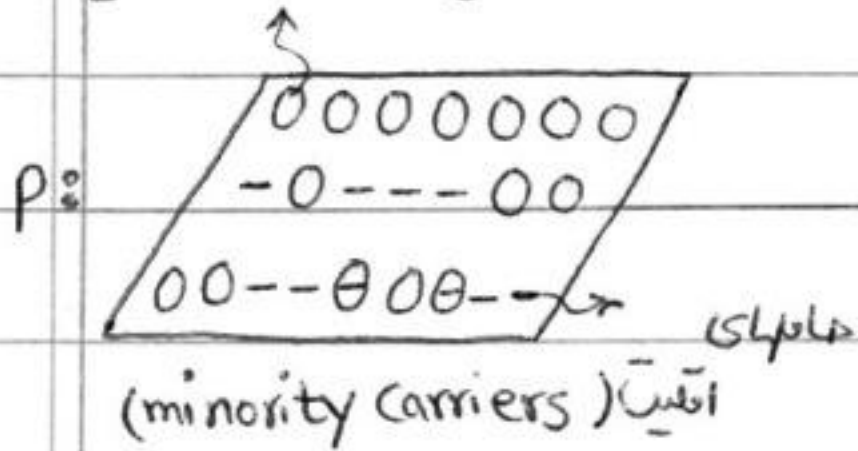


۵)

حامل‌های اکثریتی (majority carriers)



حامل‌های اکثریتی (majority carriers)



	N	P
majority carriers	electrons	holes
minority carriers	holes	electrons

انواع جریان در نیمه‌هادی‌ها:

۱- جریان انحرافی (Drift current): جریان ناشی از اعمال ولتاژ بر روی نیمه‌هادی که باعث جابجایی بارهای الکتریکی و رفتن الکترون به سمت قطب مثبت می‌شود و جریان انحرافی یا (Drift current) گویند.

۲- جریان نفوذی (Diffusion current): اگر مقدار زیادی حامل به ناحیه‌ای از نیمه‌هادی وارد شود برای عین‌العمل آنها می‌تواند این حاملها در جهت توزیع می‌گردند به این جریان که به عنوان هیچ گونه منبع جریان خارجی ایجاد می‌شود جریان نفوذی

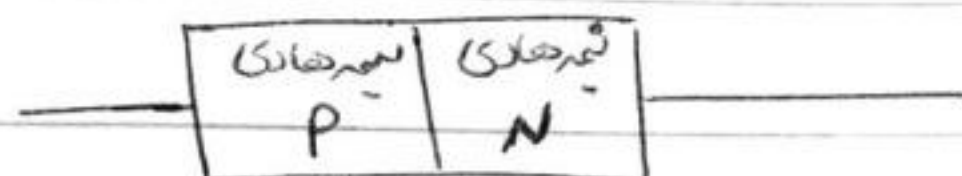
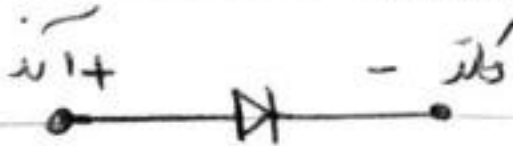
Diffusion current گویند.

Note: مهم عبارت Biasing، تغذیه DC است.

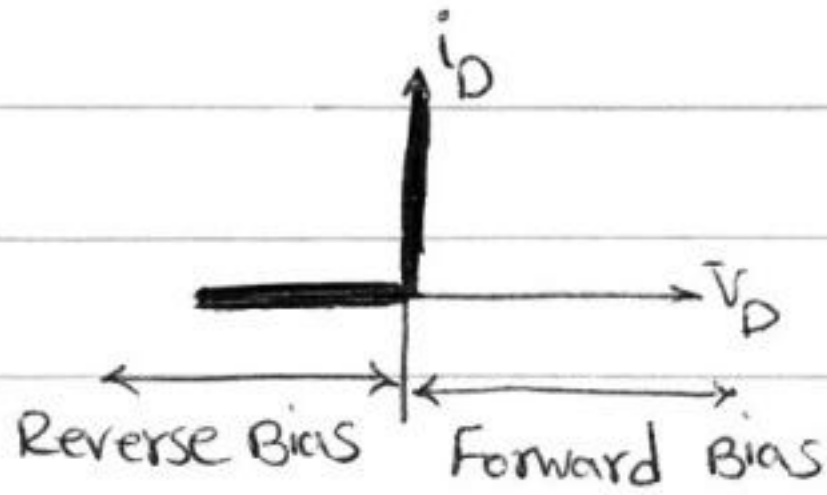
دیود ایده‌آل (Ideal Diode):

یکی از پرکاربردترین و ساده‌ترین ادوات الکترونیکی دیودهای نیمه‌هادی هستند. این قطعه در مدارات بیرونی، حفاظتی،

آنتن‌سازی و... بارهای فرکانس دارد و در مدارات الکترونیکی اغلب با نماد زیر نمایش داده می‌شوند.

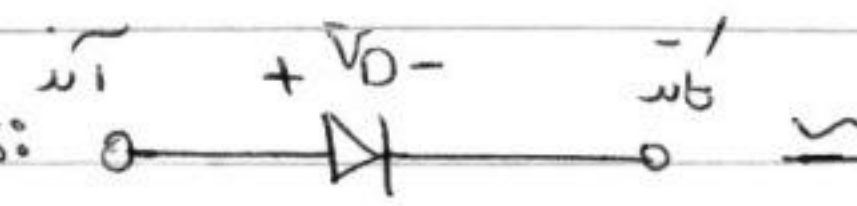


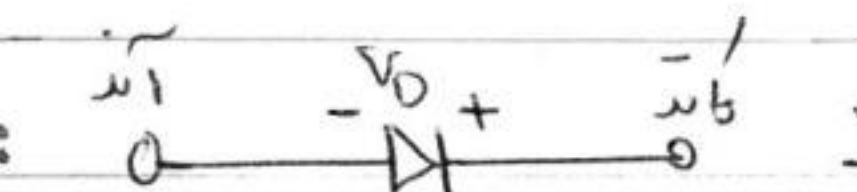
منحنی مشخصه یی دیود ایده آل به صورت زیر است:



یعنی اگر ولتاژ آند نسبت به کاتد مثبت باشد، دیود ایده آل در حالت اتصال کوتاه می باشد و ولتاژ دیگر آن صواب است، ولی اگر ولتاژ کاتد نسبت به آند مثبت باشد، دیود ایده آل در حالت اتصال باز می باشد و جریان عبوری از آن صواب است.

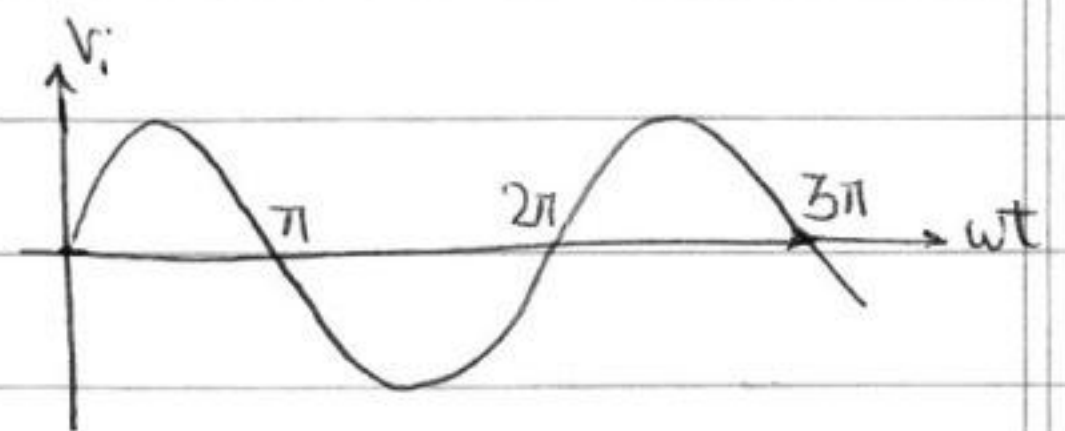
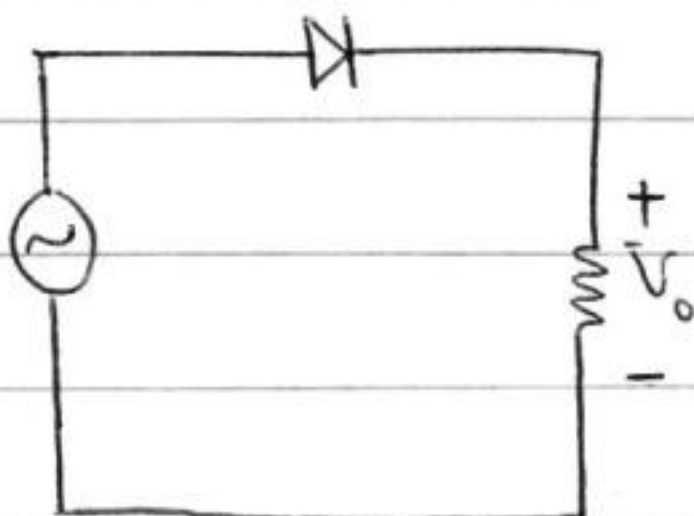
باتوجه به تعاریف فوق مقدار مقاومت دیود در حالتی به صورت زیر محاسبه می شود:

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 سیو سازی: «Rectifying circuit»

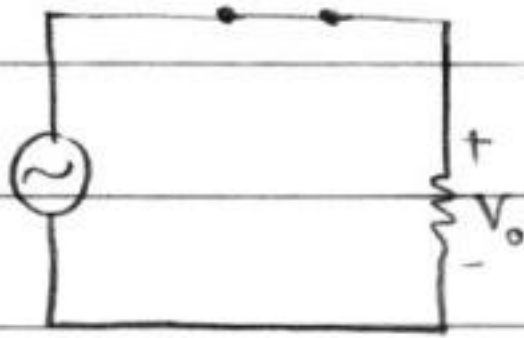
EX: فرض کنید یک سیگنال سینوسی مدار انتزاعی زیر را تغذیه می کند. مطلوب است ترسیم شکل موج خروجی.



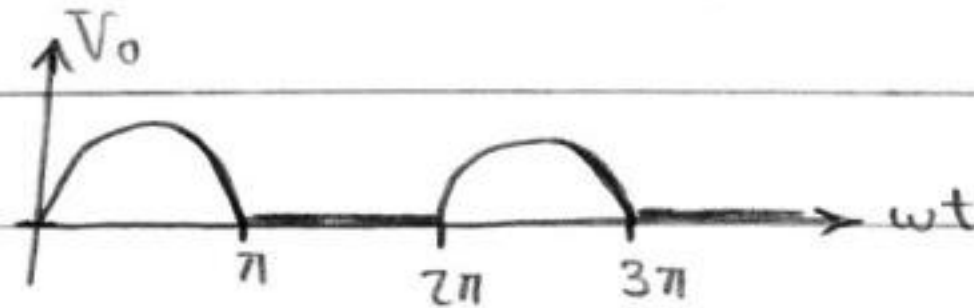
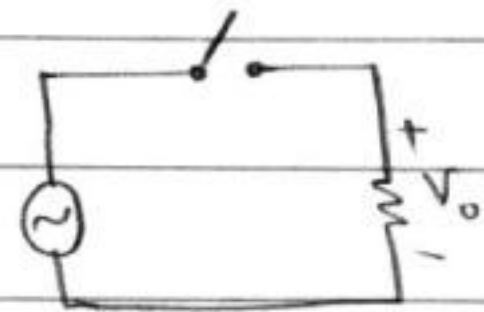
۷)

حل:

$0 < \omega t < \pi$:

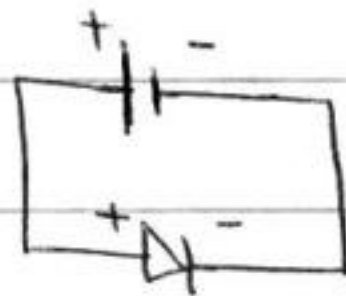


$\pi < \omega t < 2\pi$

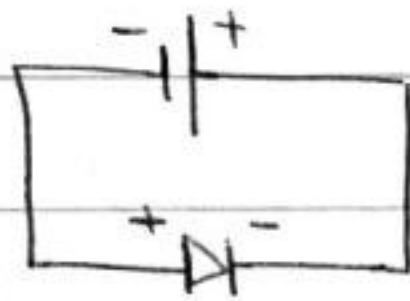


Note:

Forward Bias:



Reverse Bias:



ساختار اساسی و مشخصات دیود:

این نیمه‌های نوع N دارای بار مثبت و نیمه‌های نوع P دارای بار منفی می‌باشد.

پول

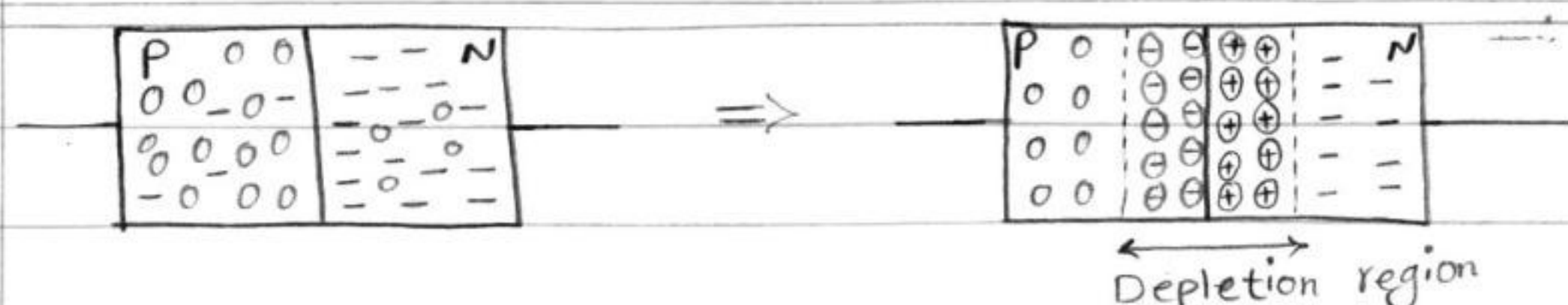
الف) بررسی دیود در حالت پایاس:

A) No Bias condition:

در این وضعیت انرژی‌های نیمه‌های N به سمتی حرکت می‌کنند که با انرژی‌های P در نقطه‌های خاصی

فرز ترکیبی شوند. انرژی‌های نیمه‌های نوع N به سمتی حرکت می‌کنند که با انرژی‌های نوع P به سمتی حرکت می‌کنند. در نتیجه در ناحیه‌ای فرز اتصال بین ناحیه‌های P و N به وجود می‌آید.

که آن ناحیه‌ای که با ناحیه‌های P و N در ناحیه‌ای (Depletion region) می‌باشد.



B) Reverse Bias Condition: پ. برتری دیود در حالت تغذیه معکوس :

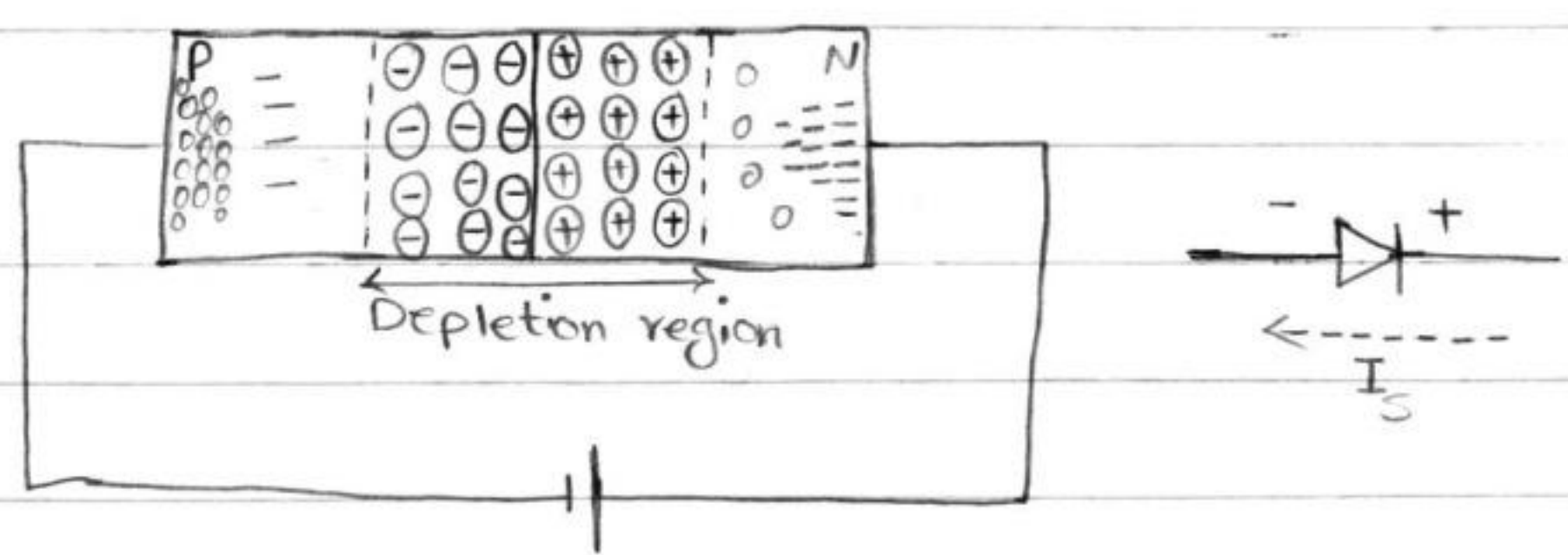
در این حالت قطب منفی را به نیمه هادی P و قطب مثبت را به نیمه هادی N وصل می‌کنیم. در این حالت الکترودها به

مسئد قطب مثبت باری جذب می‌شوند و به تجمیع الکترونی در محل اتصال نیمه هادی به فلز خواهیم داشت و به طور معکوس در نیمه هادی P به سمت قطب منفی کشیده می‌شوند که این امر باعث می‌گردد عرض ناحیه‌ای که می‌تواند در

وزیرا در این عرض ناحیه‌ای که در واقع مانند سد در مقابل جریان حاملهای اکثریتی می‌باشد بنابراین در حالت ولتاژ معکوس جریان حاملهای اکثریتی صفری باشد اما وجود تعداد کمی حفره در نیمه هادی N و تعداد کمی الکترون در نیمه هادی P

باعث ایجاد این جریان بسیار ضعیفی گردد که به آن جریان اشباع معکوس می‌گویم و آن را با I_S نشان می‌دهیم. مقدار جریان I_S در حدود 5 تا 10 میکرو آمپر می‌باشد. این جریان در جهت معکوس بانندس دیود

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



9

c) Forward Bias condition:

ج) بر روی دیود در حالت تغذیه مستقیم:

اتصال نیمه‌هادی P به قطب مثبت و نیمه‌هادی N به قطب منفی را تغذیه مستقیم گویند. در این حالت قطب منفی آلتردهای نیمه‌هادی N را دفع می‌نمایند و از طرفی این آلتردها به سمت قطب مثبت کشیده می‌شوند و در نیمه‌هادی P نیز هلوها

توسط قطب مثبت دفع می‌شوند و آلتردها به سمت این قطب جذب می‌گردند. حتی این شرایط ناحیه‌ها بگونه کوچکی در دو در واقع برای عبور آلتردهای N به سمت ناحیه‌ی P باید پتانسیل معکوس برقرار کنند. با افزایش تغذیه عرض ناحیه‌ها کمی

کوچکتر می‌شود تا اینکه وقتی ولتاژ اعمال شده از میزان سد پتانسیل بیشتر گردد تعداد زیادی آلتردها از ناحیه‌ی N به سمت ناحیه‌ی P روانه می‌شوند و در واقع بین جریان‌های ایجاد می‌نمایند. بنابراین جریان دیود به صورت زیر تعریف می‌شود:

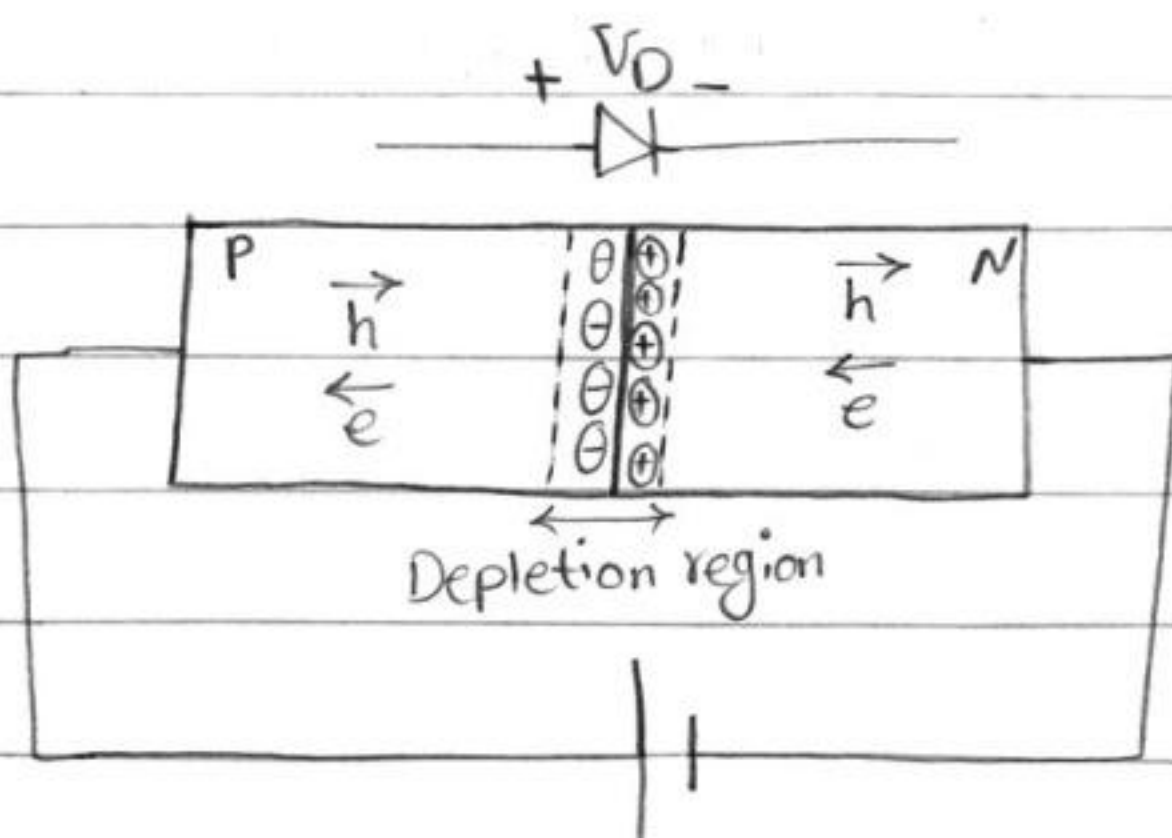
$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D k}{T_K}} - 1 \right)$$

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 $(T + 273)^\circ C$ و k یک ضریب ثابت می‌باشد که برای سیلیکون:

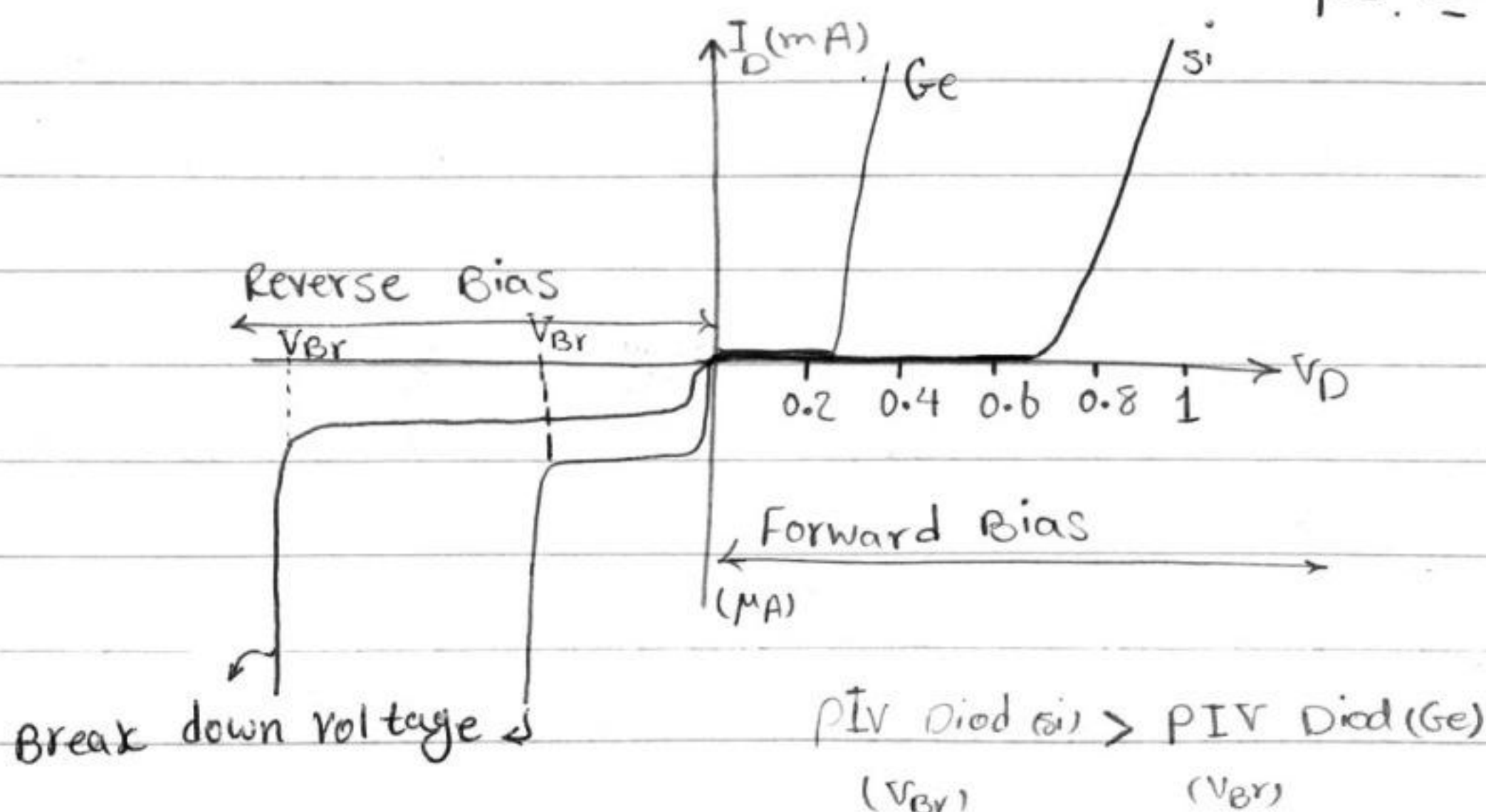
$$k = \frac{11600}{\eta}$$

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

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



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



: Notes

1: دیود ژرمانیوم زودتر از دیود سیلیکون روشن می‌گردد:

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

2: جریان اشباع معکوس دیود سیلیکون تقریباً 0.01 برابر جریان اشباع معکوس دیود ژرمانیوم است و این امر باعث پایداری حرارتی بهتر و قطعات سیلیکونی نسبت به قطعات ژرمانیومی می‌باشد.

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

3: به طور تجربی جریان اشباع معکوس دیود به ازای هر 10° درجه سانتی‌گراد افزایش دما تقریباً 2 برابر می‌شود.

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

در دیاگرام زیر

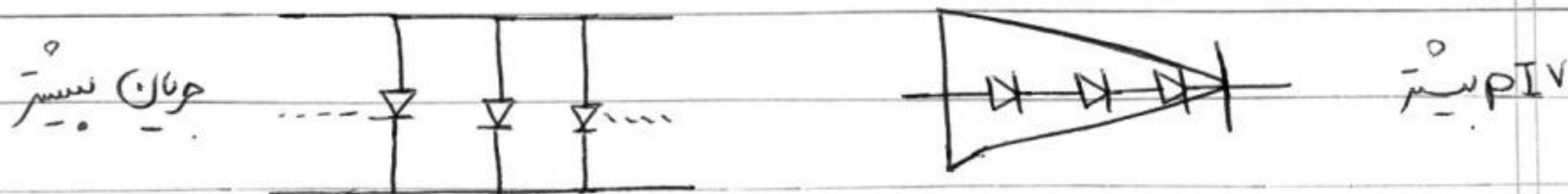
4: عامل به وجود آوردن جریان اشباع مکتوس حاملهای اقلیتی هستند اما عامل به وجود آوردن جریان اصلی دیودهای اکثریتی می باشد.

در حالت مکتوس اگر ولتاژ اعمال شده به دیود ازین حد مشخص بیشتر گردد سرعت وانرژی حاملهای اقلیتی به وجود آورندهی جریان I_s می باشد به قدری بالای رود که می توانند چندین الیظرف را از طریق پدیدهی یونیزاسیون از ساختار اتمی

جدا سازند که این الیظرفهای اضافی پس از برخورد به به ساختار اتمی ماده الیظرفهای بیشتری را آزاد می سازند و در اصطلاح این جریان که می باشد به ناحیه ای که این جریان بزرگ از دیود عبور می کند ناحیه ای هست که می نویسند.

Note: بیشترین ولتاژ مکتوسی که دیود می تواند تحمل نماید را P_{IV} (peak inverse voltage) یا P_{RV} (peak Reverse voltage) نشان می دهند که هال ولتاژ تست و یا V_{BR} می باشد.

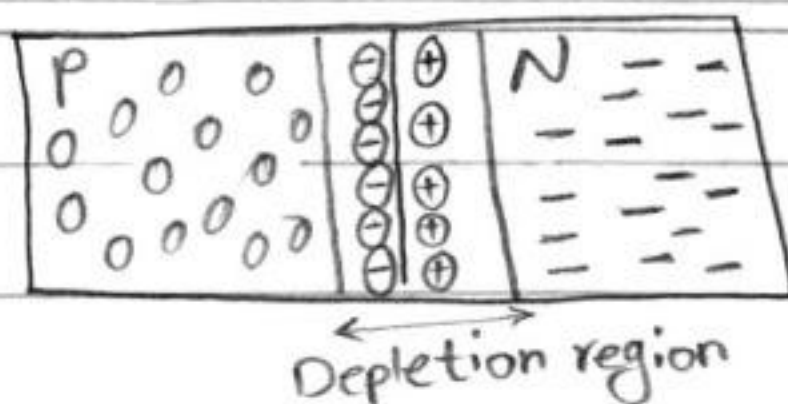
Note: در کاربردهای عملی اگر به P_{IV} دسترسی نداشته باشیم می توان دیودها را سری نمود و همچنین برای ایجاد دیودهای با جریان کمی بیشتر از اتصال موازی دیودها استفاده می کنیم.



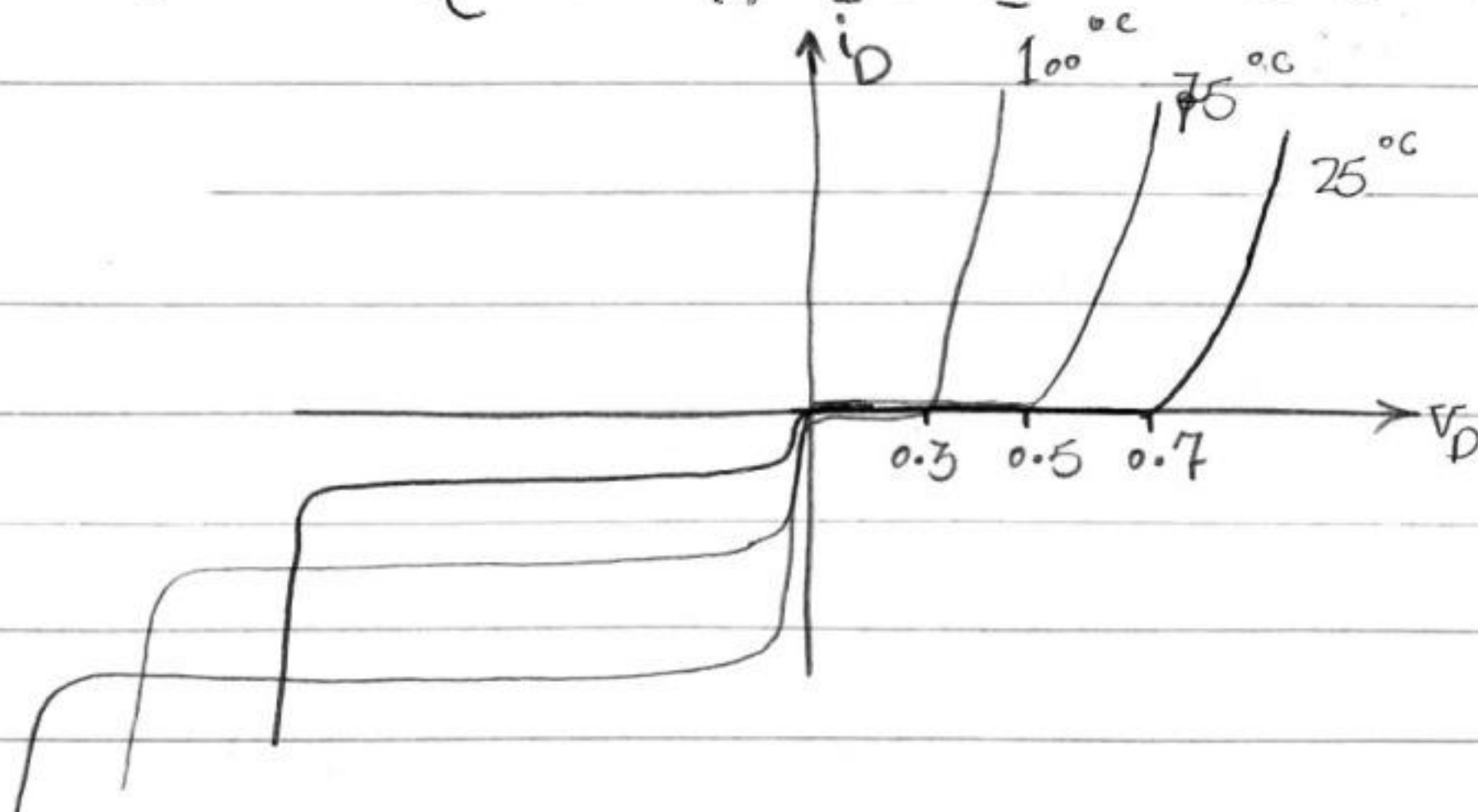
برای کاربردهای خاص با افزایش سازه ناخالصی مواد N و P می توان ناحیهی تست دیود را به محور محوری نزدیک تر نمود در این حالت ما اینم داریم باعث ایجاد جریان مکتوس می گردد که به آن پدیدهی زبری می نویسند. در این پدیده چون

سازه ناخالصی زیاد است و ناحیه خنک بسیار کوچکی دارد و با استفاده از فرمول $E = \frac{V}{d}$ با کم شدن حاصلی میدان الکتریکی بسیار قوی ای در این ناحیه ایجاد می گردد که این میدان قوی باعث گسسته شدن پیوندهای پیوندی شده و سبب ایجاد

حامل می گردد. بنابراین می توان گفت ایجاد حبابهای زیاد در جهت مکتوس $(R \cdot B)$ اگر در ولتاژهای پایین اتفاق بیفتد معمولاً ناشی از پدیدهی زبری می باشد اما در ولتاژهای بالا در اثر پدیدهی تست که می باشد این اتفاق صورت می گیرد.



Note: با افزایش دما I_S زیادی شود و این افزایش پس کاهش سطح و پهنای آنتانه می گردد.

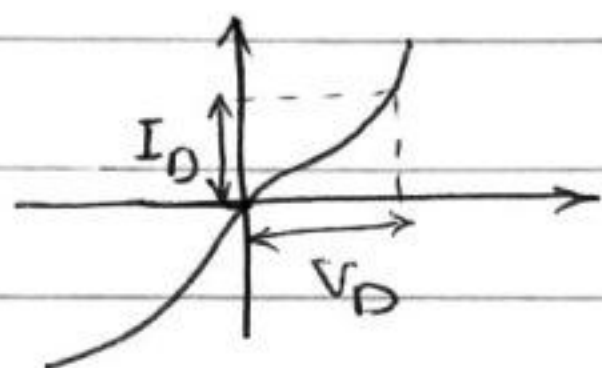


مقاومت دیود:

الف - مقاومت DC (استاتی): مقاومت استاتی برای یک دیود به صورت $R_D = \frac{V_D}{I_D}$ تعریف می شود پس برای هر نقطه ای

دکواه از منحنی عملکرد دیود چنانچه ولتاژ دیود را به عنوان دیود تعریف کنیم مقدار مقاومت DC یا استاتی در همان نقطه

برای می آید. با توجه به شکل مشخص است مقاومت در ناحیه Forward Bias کمی باشد اما در ناحیه Reverse Bias



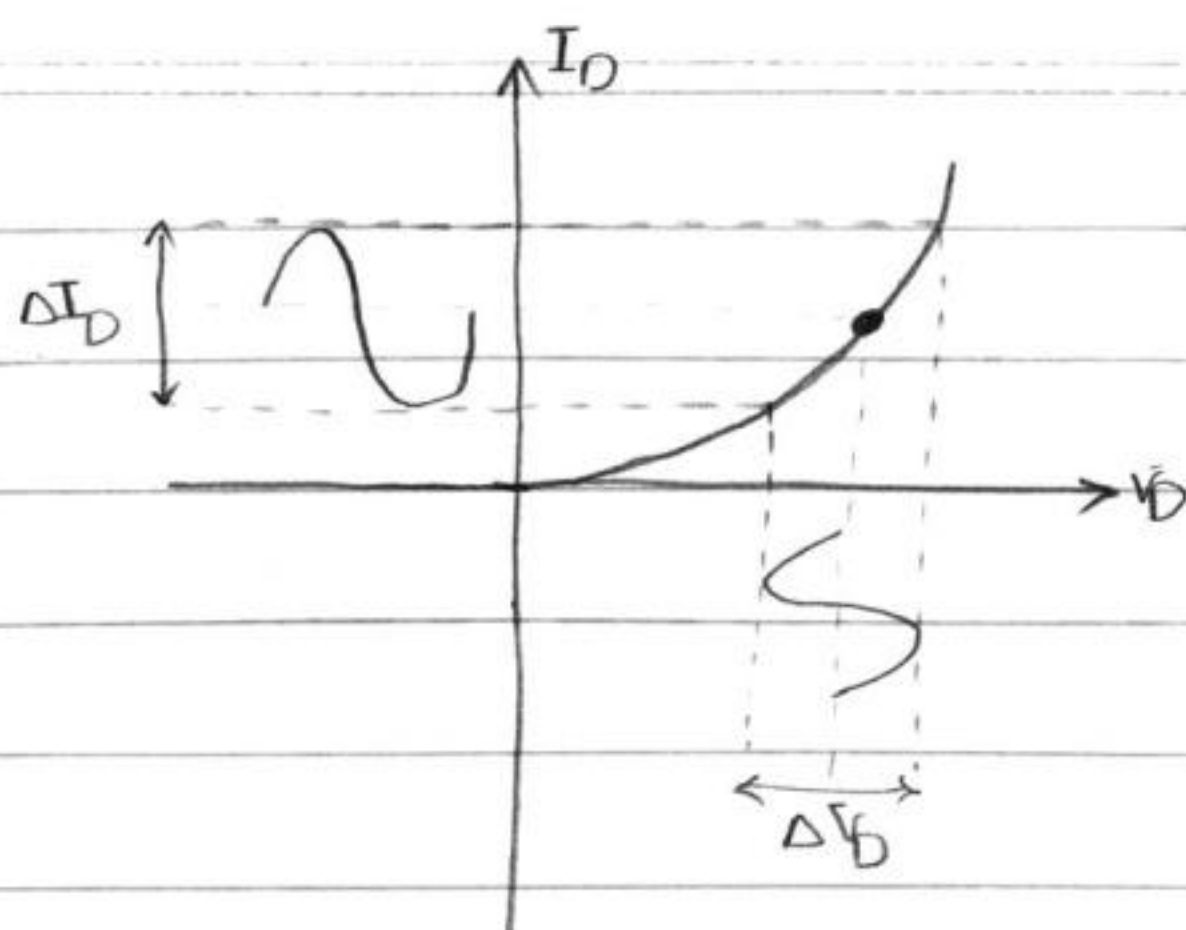
مقاومت بسیار زیاد است.

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

ب - مقاومت AC (دینامی): برای یک ولتاژ AC اعمال شده به دیود، تغییرات ولتاژ و جریان دیود را حول نقطه کاری به ترتیب با ΔV_D و ΔI_D غایتی دهیم مقاومت دینامی یا r_d برابر است با:

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

۱۳



تعریف فوق بیانگر این است که خط مماس
بر منحنی I_D در نقطه کاری باید به این باشد:

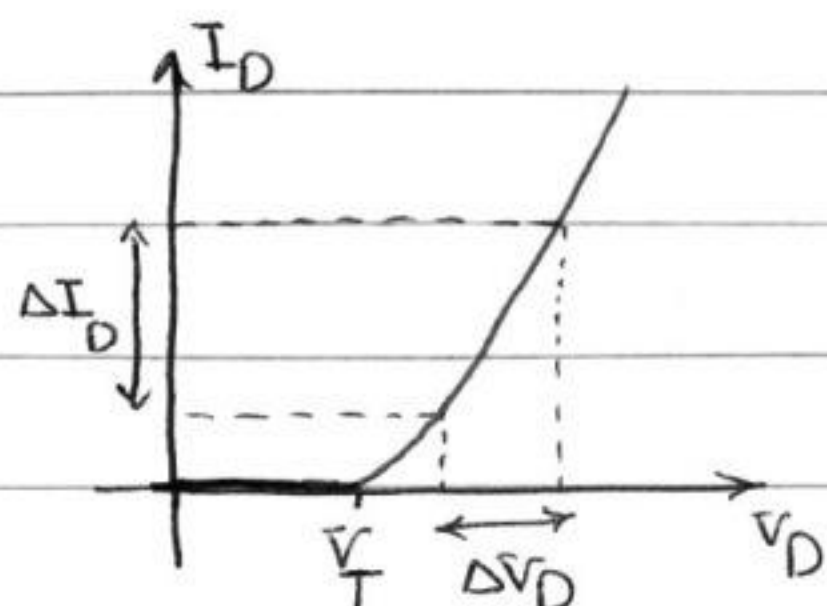
$$r_d = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D} \Rightarrow \frac{d}{dV_{DS}} (I_D) \xrightarrow[\text{با نیتاری K و } T_K]{\text{پس از مشتق گیری و}} r_d = \frac{26(mV)}{I_D} \quad (1)$$

یعنی این معادله ریاضی را می توان با داشتن نقطه کاری (جریان DC) محاسبه نمود. گاهی اوقات معادله ریاضی را به صورت
 $r_d = \frac{26(mV)}{I_D} + r_B$ نمایش می دهند در این رابطه منظور از r_B معادله Bulk می باشد که ناشی از معادله ایاری شده

در محل اتصال نواحی هاله مغزی باشد. r_B معمولاً بین 0.1 تا 2 اهم می باشد که با توجه به مشخصات های
اثر نفوذوری و نظریه هاله معادله سری شده باید در اغلب مبنی بر این از r_B می باشد اغلب می توان از رابطه 1 استفاده نمود.

معادله متویض AC:

اگر دانه ی تغییرات سیگنال AC ورودی بزرگ باشد معادله معادل دیود در این حالت از رابطه زیر
بدست می آید و به آن معادله متویض AC می گویند.

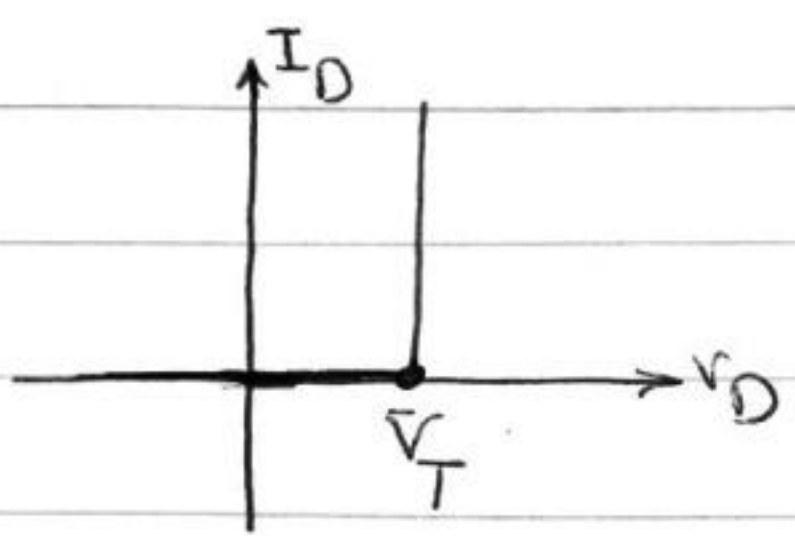
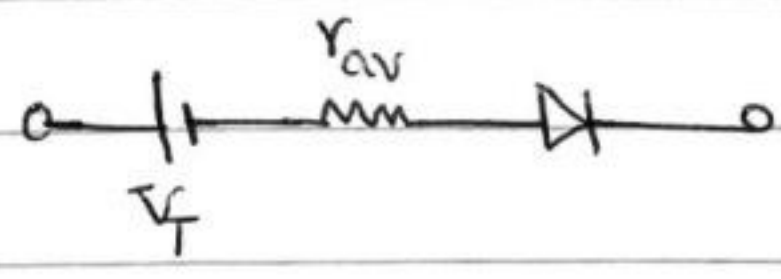
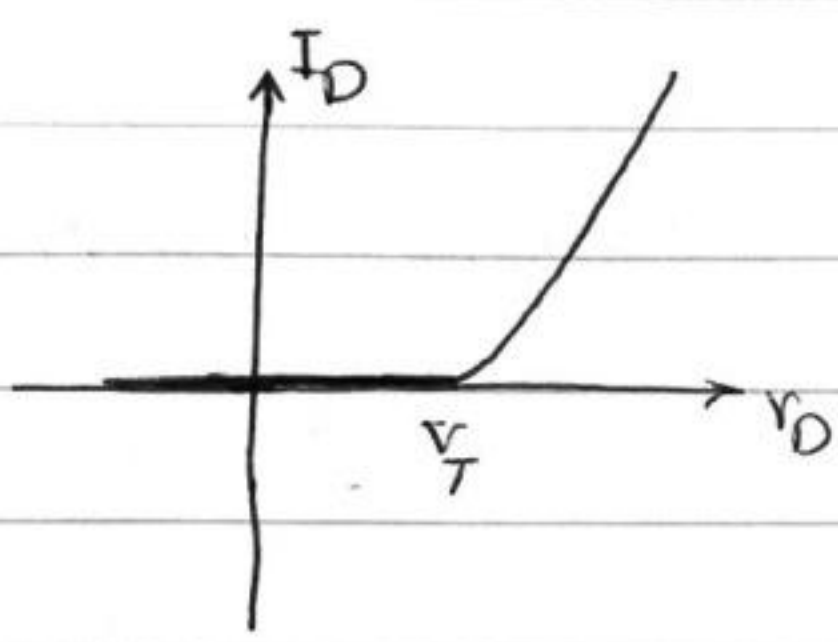


$$r_{av} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D} \Big|_{\text{peak to peak}} = \frac{V_{Dmax} - V_{Dmin}}{I_{Dmax} - I_{Dmin}}$$

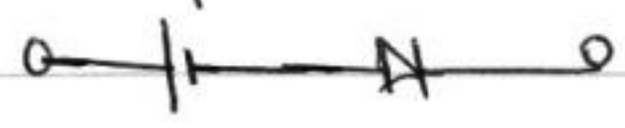
مدار معادل دیود واقعی:
بی دیود واقعی را می توان با ترتیب بی دیود ایده آل به منظور نشان دادن

خاصیت یولنشی و بی منبع ولتاژ به اندازه ی V_T برای نشان دادن خاصیت هدایتی و بی مقاومت r_{av} برای نشان دادن مقاومت دیود معادل کرد.

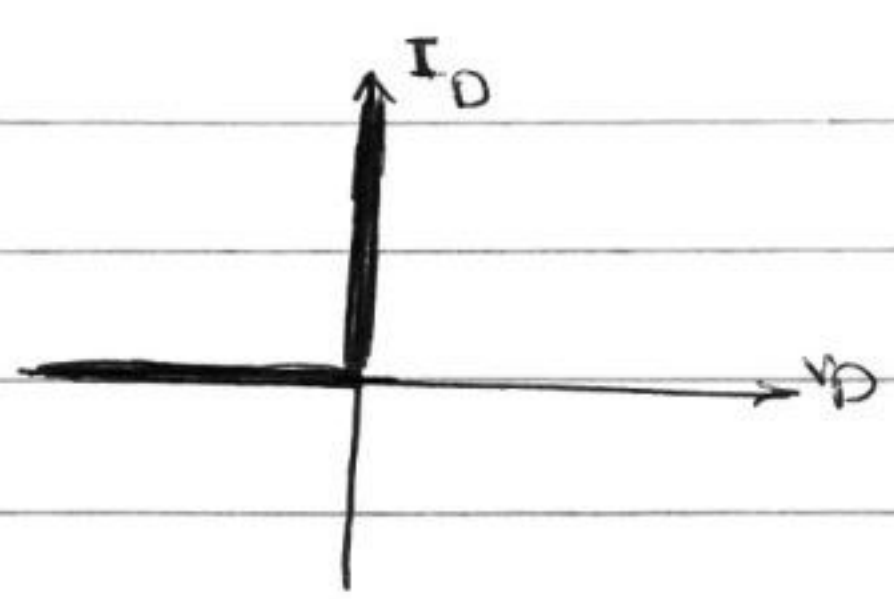
Note: در بسیاری از کاربردهای علی مقدار r_{av} و V_T را بر حسب شرایط دارای توان در نظر گرفتن و از شکل های B و C استفاده نمود.



اگر مقاومت سری شده در قیاسی نسبت به (دارای) بسیار بزرگتر از r_{av} باشد.



B:



اگر در نسبت به (دارای) بی منبع ولتاژ از V_T وجود داشته باشد.



C:

موارد مهم در برتری ششما ت دیود:

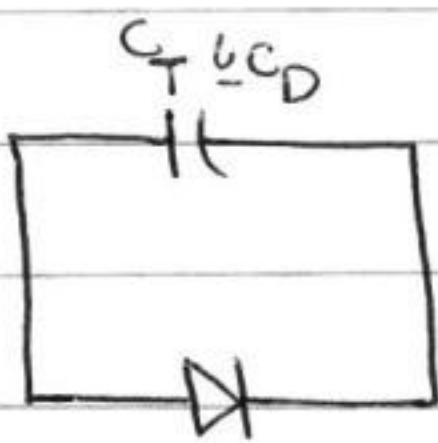
- ۱) $V_{F(max)}$ ولتاژ تغذیه مستقیم
 - ۲) $I_{F(max)}$ ولتاژ جریان تغذیه مستقیم
 - ۳) $I_{R(max)}$ ولتاژ جریان تغذیه معکوس
 - ۴) PIV ، PRV ولتاژ تغذیه معکوس
 - ۵) T_{max} ولتاژ دمای که قطعه می تواند تحمل کند
 - ۶) $P_{D(max)}$ ولتاژ توان تلفاتی در دیود
- * *

ظرفیت خازنی اتصال و نفوذ:

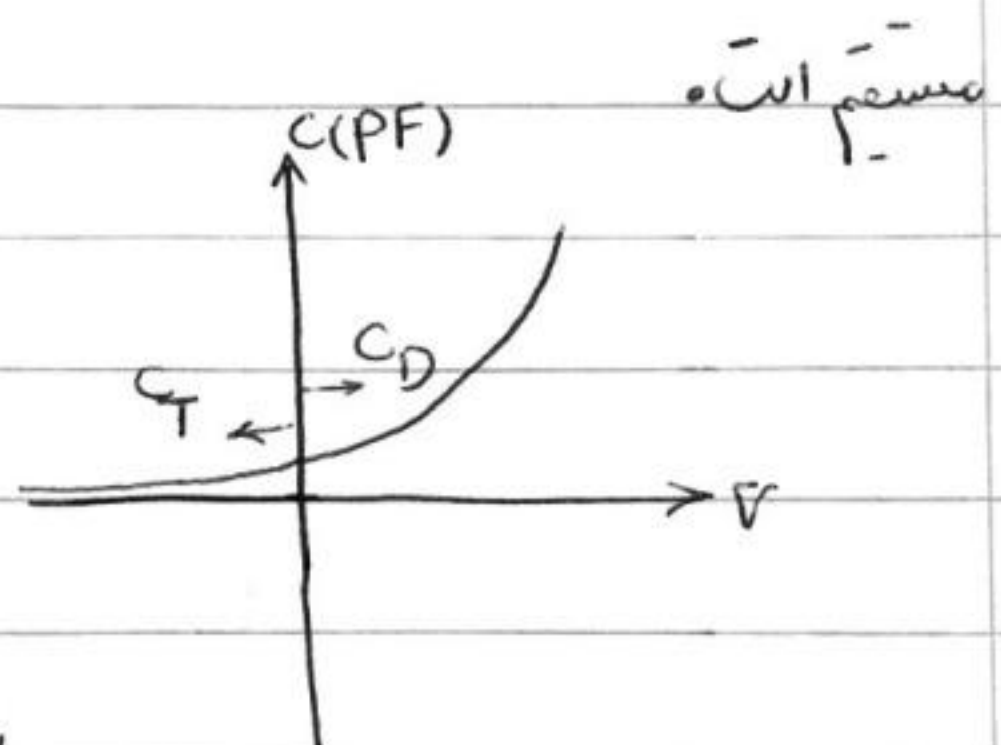
پا تویه به رابطه $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ $\Rightarrow F \uparrow \Rightarrow X_c \downarrow$ $\Rightarrow$ همپای تفرع طاس بالای رود

امید است خازن پلیسی می آید بنابراین در فرکانس های پارازیتی را به صورت یی خازن موازی با دیود وصل می کنیم. در این مدل مجموع خازن های اتصال و نفوذی باشد اما تویه به نوع Bias بی از این

خازن ها تأثیر گذار است. مثلاً در حالت تغذیه معکوس اثر خازن C_T غالب بوده که این خازن ناشی از ناحیه های گذرگاه در رزنیته های P و N می باشد. اما در حالت مستقیم خازن C_D غالبی باشد که ناشی از تزیق بار در برایش



C_T (Transoid)
 C_D (Diffusion)

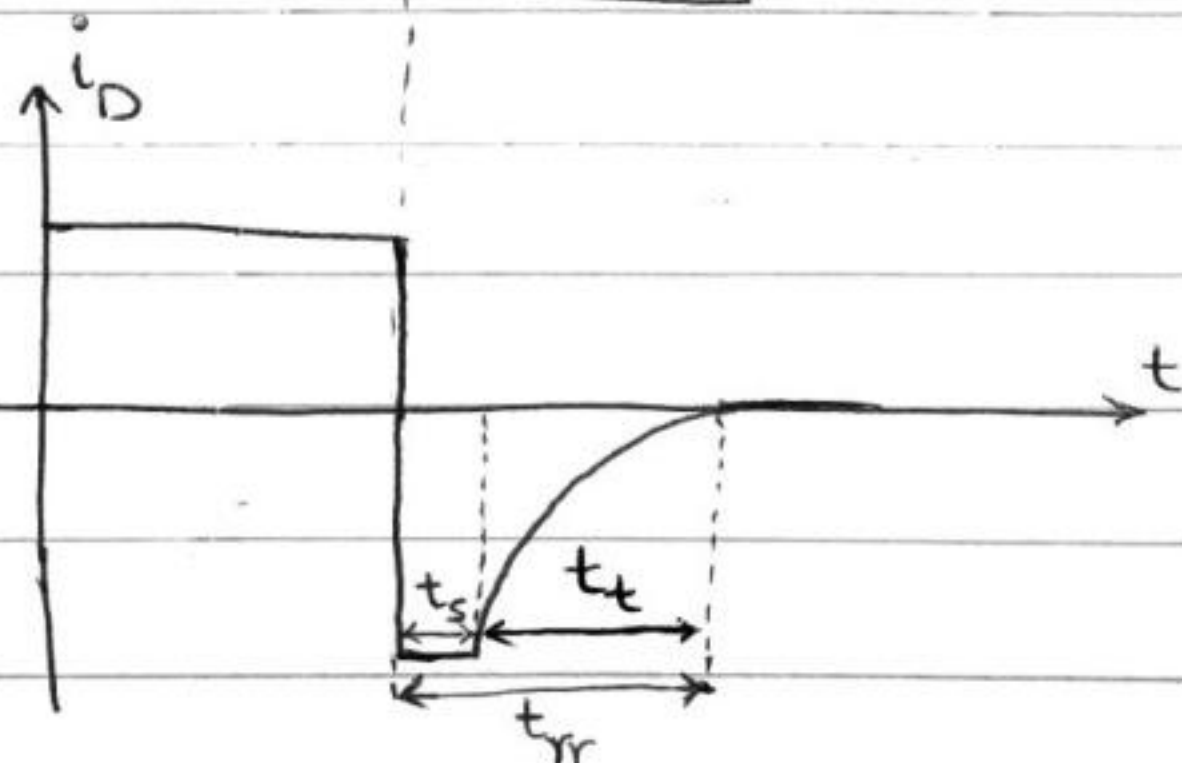
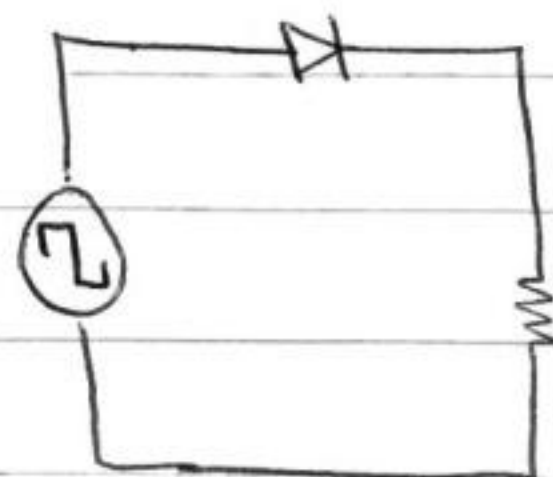
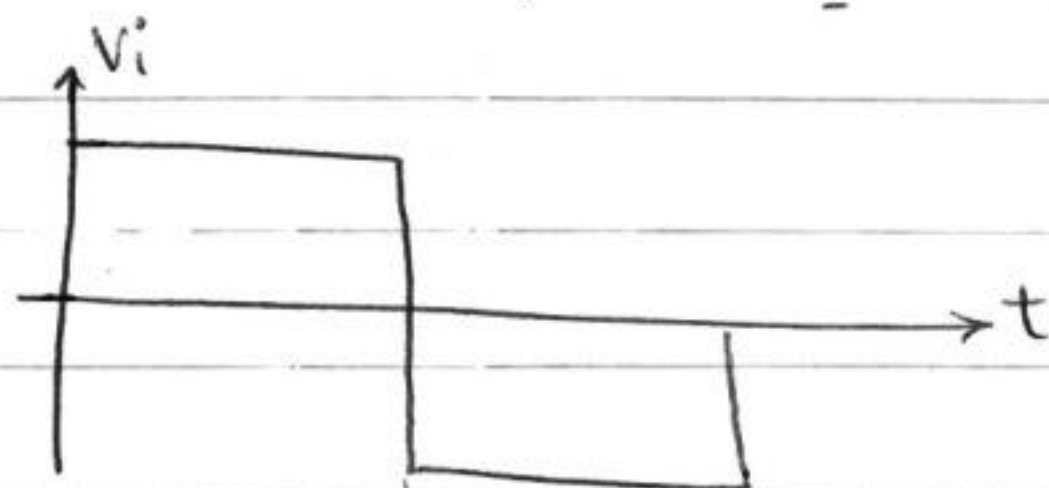


$$C_T = \epsilon_0 \frac{KA}{d} \Rightarrow V_R \uparrow \Rightarrow d \uparrow \Rightarrow C \downarrow$$

Reverse Recovery time (T_{rr})

زمان بازیابی معکوس:

المنتها زمانی به دیود به صورت ناگهانی از حالت مستقیم به حالت معکوس تغییر یابد و در زمانی طولانی نشود تا جریان دیود صفر شود. این زمان را زمان بازیابی معکوس یا Reverse Recovery time گویند.



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

storage transient

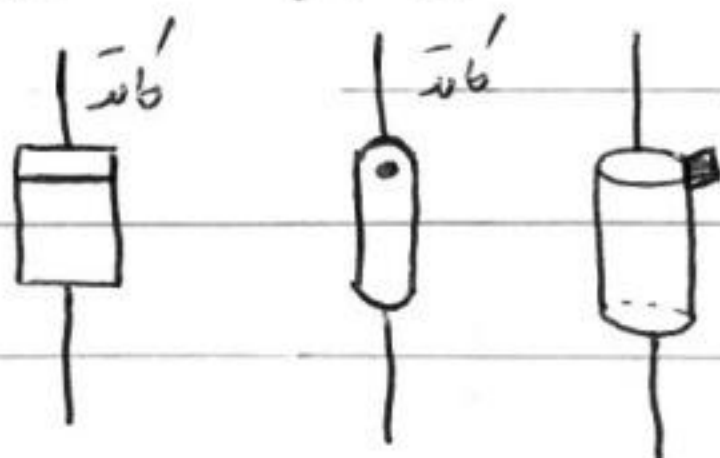
وقتی دیود در حالت مستقیم در حال انتقال جریان است تعداد زیادی از الکترونهای مادی N در ماده ی P حضور دارند و تعداد زیادی از حفره های نیهی P در ماده ی N هستند و وقتی ولتاژ معکوس می گردد جریان بلافاصله صفر نمی شود و

بعد از گذشت t_{rr} به شارش t_s (زمان پیوستن حامل های مثبت هر طرف به حامل های مثبت طرف مقابل) و t_t زمان گذر (که ناشی از تخلیه خازن Junction) می باشد.

**

نشان علی در کار با دیود:

۱- پایدی کاتد در دیودهای علی معمولاً پایب نواری می یابند نقطه و در نمونه هایی با بدنه ی فلزی باید از آند و فلزی نشان داده می شوند.



۲- برای نام گذاری دیود ۳ استاندارد وجود دارد:

- ۱- استاندارد آمریکایی: در استاندارد آمریکایی دیودها را با نماد 1N نام گذاری می کنند. 1N4001 و 1N4148
- ۲- استاندارد ژاپنی: در استاندارد ژاپنی با استفاده از نماد 1S می شوند. 1S3123

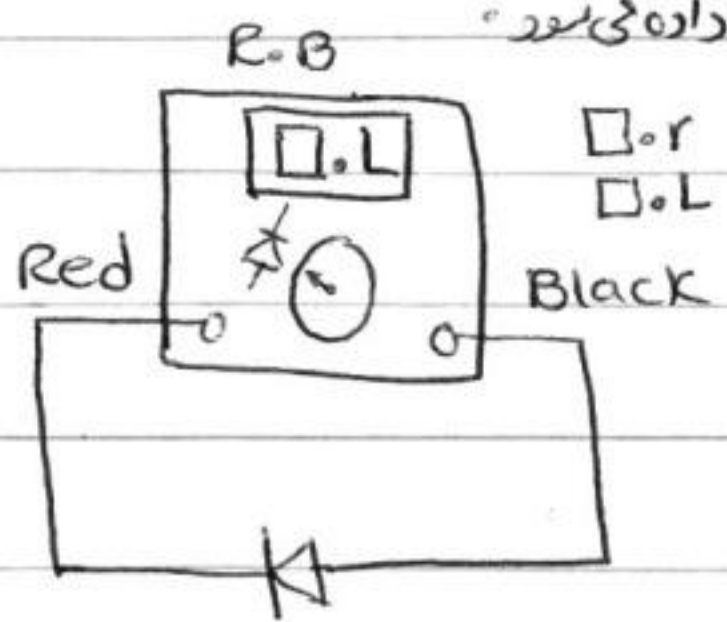
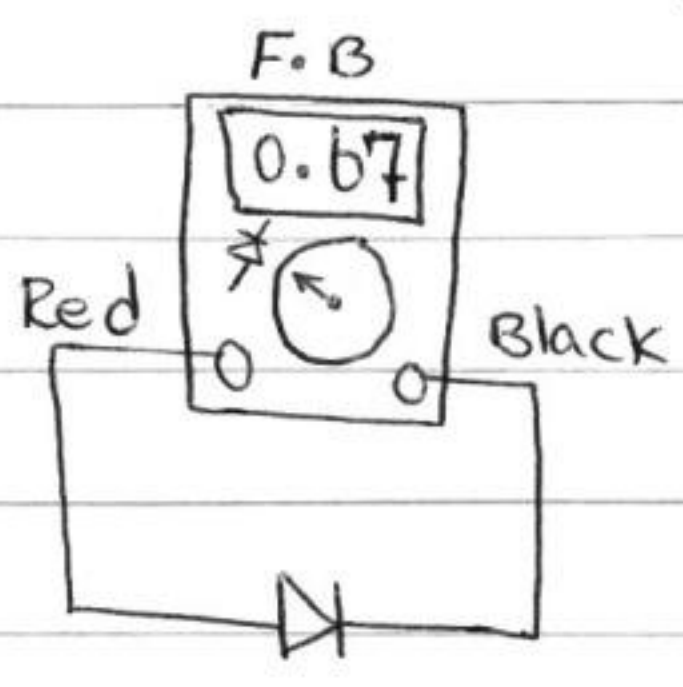
۳- استاندارد اروپایی: در استاندارد اروپایی با نمادهایی که با 2 یا 3 حرف لاتین آغاز می شود نام گذاری می شوند.
BAY43

۳- تست دیود با ولت متر:

برای آشنایی با تست دیود با ولت متر ابتدا ولت متر را بر روی حالت Diode test قرار می دهیم

ولید (پراب) ترمز رنگ را به آند ولید می کنیم و پراب دیگر را به کاتد متصل می کنیم. در این حالت مقدار نشان داده شده (0.6 تا 0.7) بر روی ولت متر نشان داده می شود. در مرحله دوم اگر ولت های ولت متر را عوض کنیم جای نشان را عوض کنیم

یعنی نیم مسی بر روی آند و نیم ترمز بر روی کاتد قرار می دهیم مقدار over range یا over limited بر روی ولت متر نشان داده می شود



Forward Bias → مقاومت پائین

Reverse Bias → مقاومت بالا

**

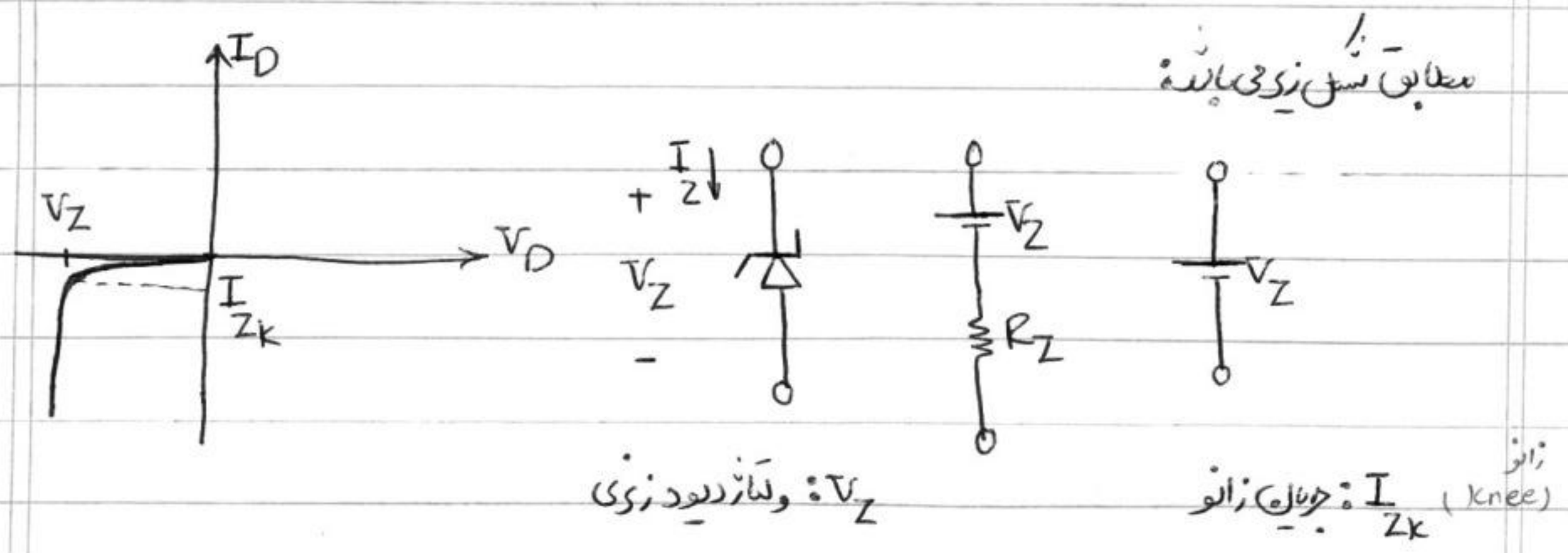
curve tracer:

منحنی نگاره

دستگاهی است که برای رسم منحنی قطعات الکترونی مثل دیود، ترانزیستور استفاده می شود و شمایی شبیه به اسیلوسکوپ دارد.

دیود زنی:

در مدارات کاربردی گاهی لازم است ولتاژ بیایسته را ثابت نگه داریم. یک راه برای این کار استفاده از دیود زنی است. دیود زنی هواره در نامی Reverse Bias می باشد. مدار معادل آن



I_{Zt} : جریانی است که در آن توان مصرفی دیود زنی $\frac{1}{4}$ توان max (فاز نیم) آن می باشد.

T_c (ضریب حرارتی): برای دیود زنی بدین گونه تعریف می شود:

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

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

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

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

Electroluminsence:

نور بر اثر اعمال منبع الکتریکی، electroluminsence تولید می‌شود.

1) LED → Light Emitting Diode

2) LCD → Liquid crystal Display

Seven segment: عناصری هستند که از هفت عدد LED تشکیل شده‌اند و در یک بلیچ قرار می‌گیرند و به منظور نشان دادن اعداد و علائم استفاده می‌شوند و دو نوعی آن‌هاست و کاتد مشترک دارند.

رکاتد مشترک «Common cathode» & (آند مشترک) «Common Anode»

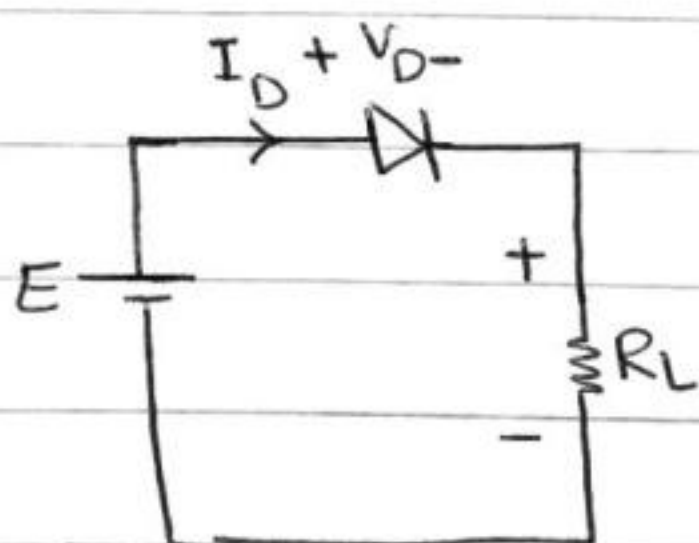
**

پایان فصل اول

1- Load Line Analysis:

۱- تحلیل خط بار:

از رسم مدارهای ولتاژ و جریان دیود و مدارهای خط بار و قطع دلائل این دو منحنی در بین منحنی مشخصات لایتهای بار، سیستم بدین می آید.

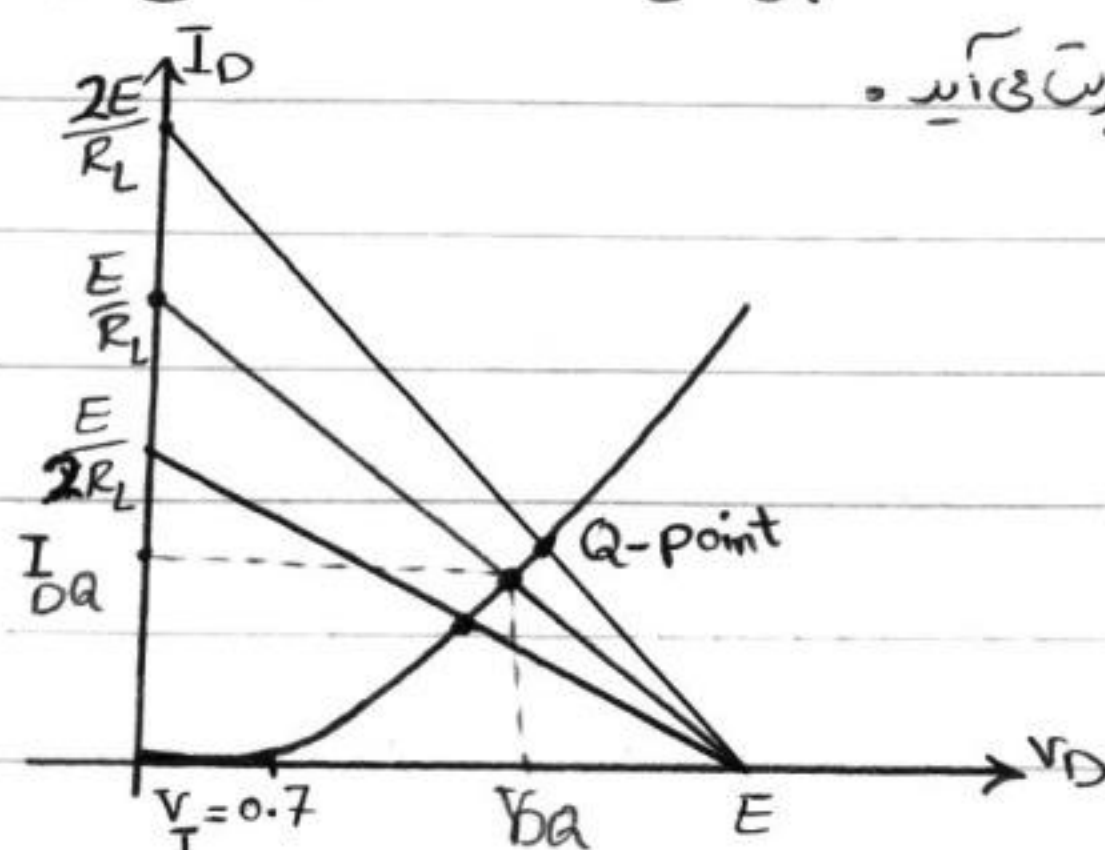


KVL:

$$E = V_D + I_D R_L$$

$$I_D = 0 \rightarrow V_D = E$$

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



Note: نسبت خط بار توسط مقدار Load مشخص می شود و برای مثال ۲ حالت زیر را در نظر می گیریم:

$$R'_L = 2R_L$$

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

«با تغییر نسبت خط بار (که به مقدار مقاومت R_L وابسته است) نقطه کار نیز تغییر می کند.»

*

**

*

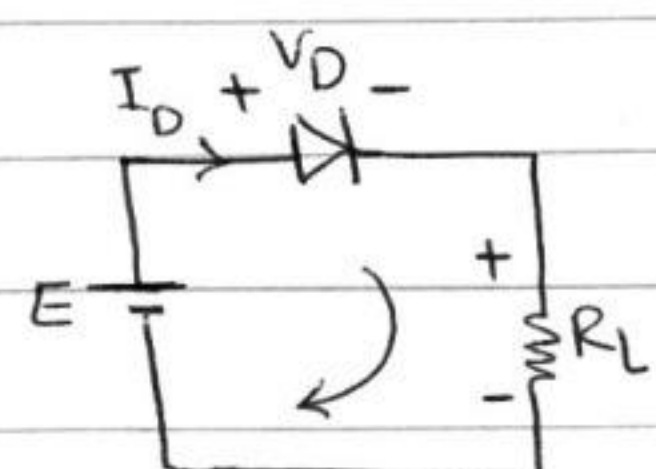
دیودهای سری با منابع ولتاژ DC: برای بررسی مدارات باید چند نکته را در نظر بگیریم:

الف - ولتاژ ورودی باید کمتر از V_{ON} یا V_T دیود باشد؛ یعنی اگر ولتاژ ورودی کمتر از V_{ON} باشد در این حالت جریان منفرد دیود اتصال باز است. $V_{ON}(Si) = 0.7$ & $V_{ON}(Ge) = 0.3$

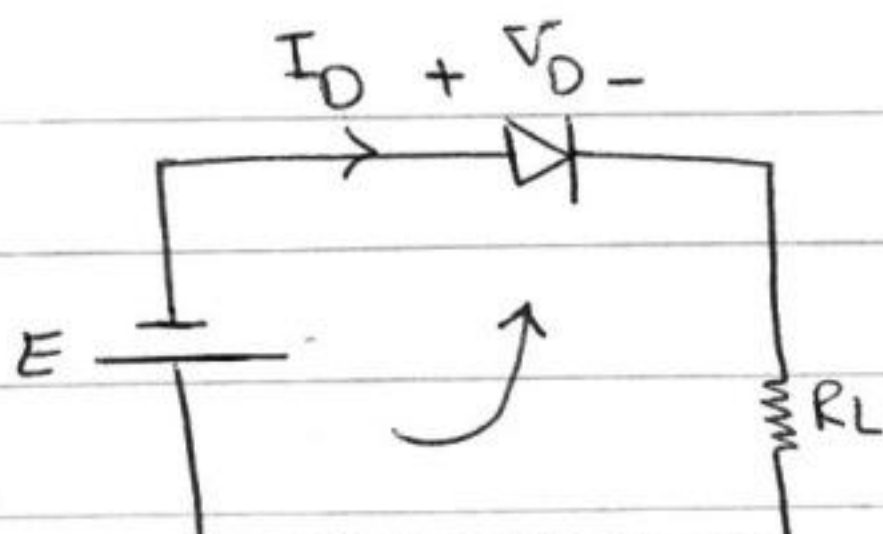
ب) تغییر آینه دیود در حالت هدری (F.B) می باشد و یا آینه دیود در حالت فیلوس (R.B) است از اخصیات ویژه ای برخوردار است برای این منظور دیود را با مقاومت فرض می کنیم و چنانچه جریان را از آن دیود

در حالت هدایت می باشد و با اتصال کوتاه جایگزین می گردد و اگر جریان ساخته در خلاف جهت دیود بود، دیود در حالت معکوس می باشد و با مدار باز جایگزین می شود.

چ. در ابتدا با استفاده از روشهای آنالیز دارای پارامترهای دلخواه رابطه می آوریم.

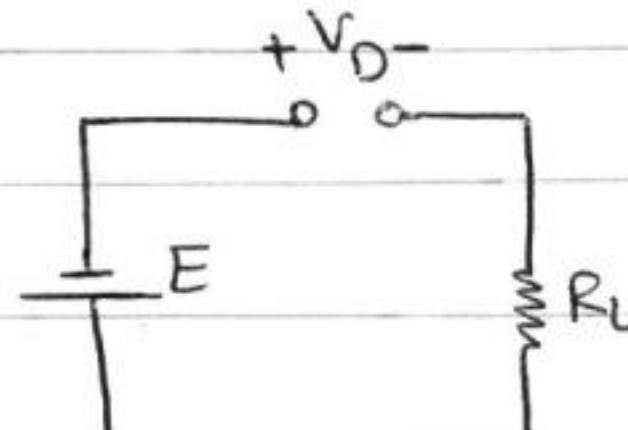
EX:  جریان جریان در جهت دیود است بنابراین دیود به صورت مستقیم پایا می گردد یعنی:

$$E = V_D + I_D R_L \Rightarrow I_D = \frac{E - V_D}{R_L}$$

 در مدار مذکور جریان در خلاف جهت دیود می باشد بنابراین دیود در حالت معکوس است و با اتصال باز جایگزین می شود:

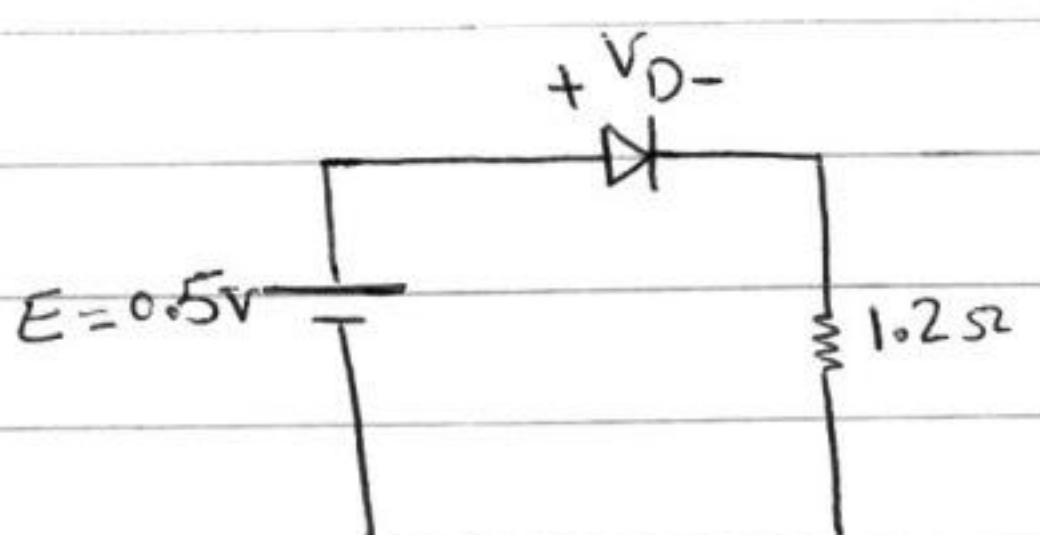
$$I_D = 0$$

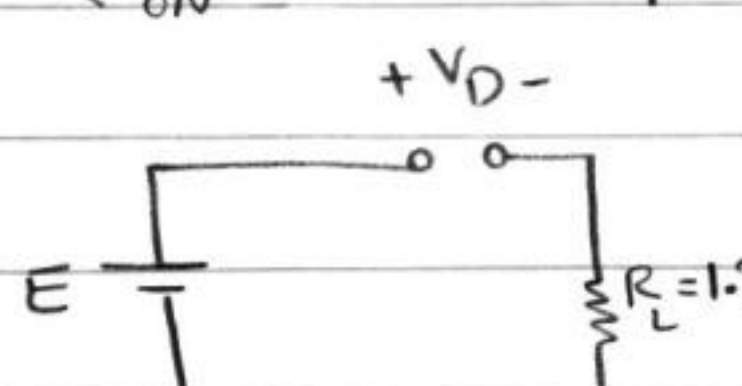
$$V_R = 0$$

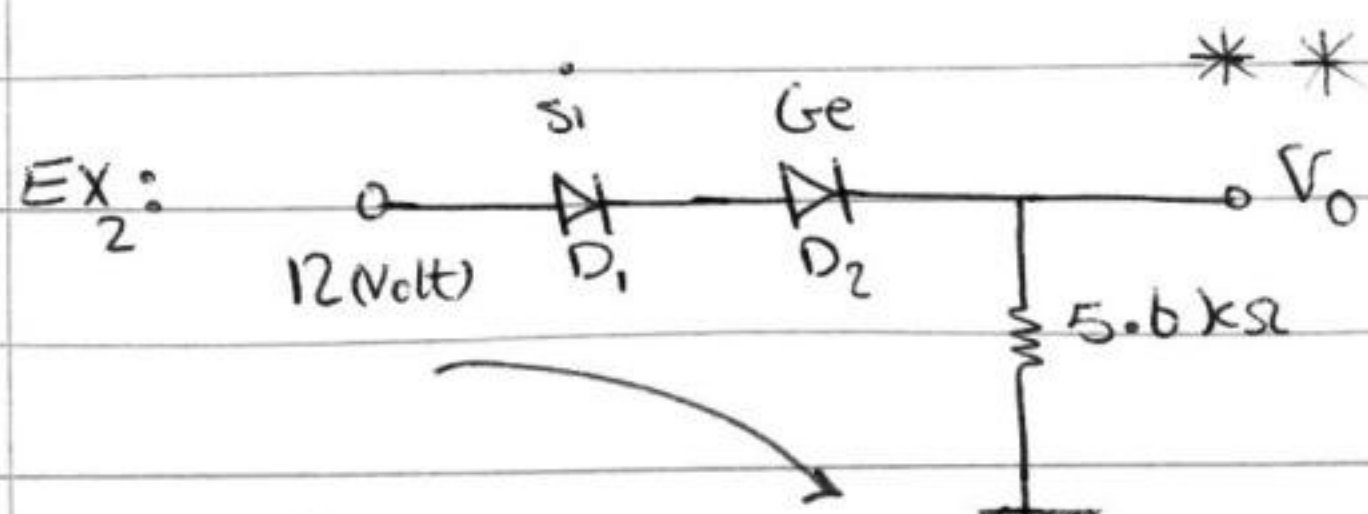
$$V_D = -E$$


* * *

EX₁: V_D و V_0 را بیابید.

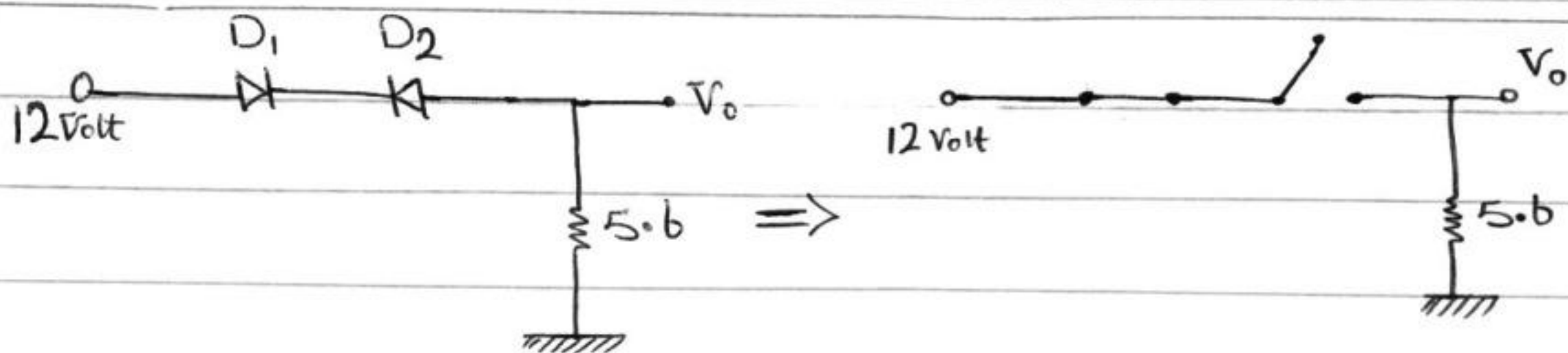
 $E < V_{ON(Si)} = 0.7 \Rightarrow D_1 (off)$

 $I_D = 0 \Rightarrow V_0 = 0$
 $V_D = 0.5 (volt)$

EX₂:  * * *

$$V_0 = 12 - V_{D1} - V_{D2} = 12 - 1 = 11 \text{ volt}$$

$$I_D = \frac{11 (volt)}{5.6 (k\Omega)} = 1.96 (mA)$$



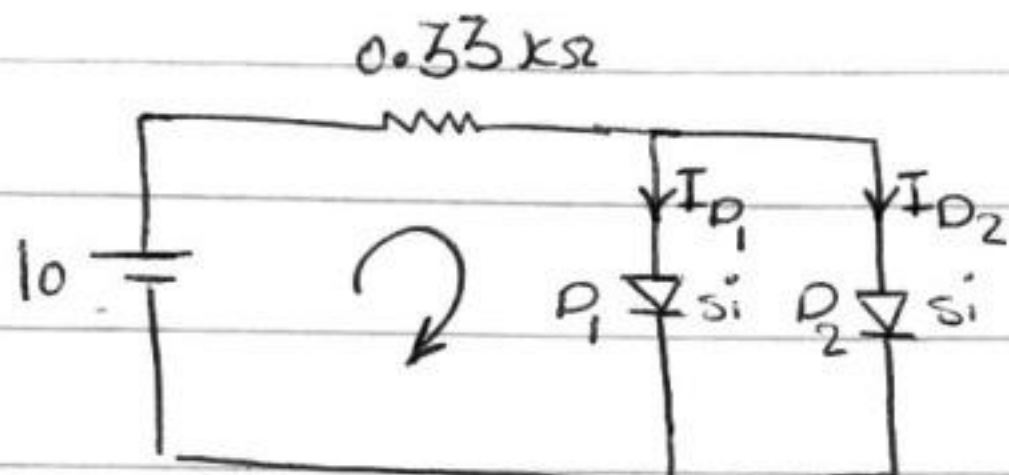
$$V_{D1} = 0$$

$$V_{D2} = 12V \quad I_{D1} = I_{D2} = 0$$

* *

مدارات سری و موازی:

EX:

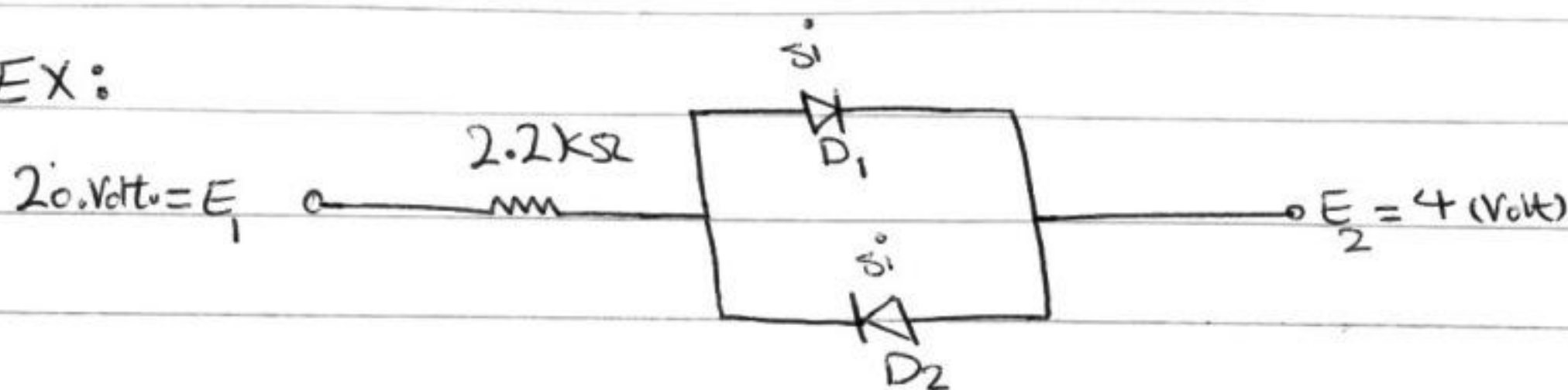


$$I_R = \frac{10 - 0.7}{0.33k\Omega} = 28.18(mA)$$

$$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_R}{2} = 14.09$$

Note: برای مدارهایی که جریان عبوری از دیود ممکن است بالای از جریان تحمیلی قطع باشد می توان از ترکیب موازی دیودها استفاده نمود.

EX:



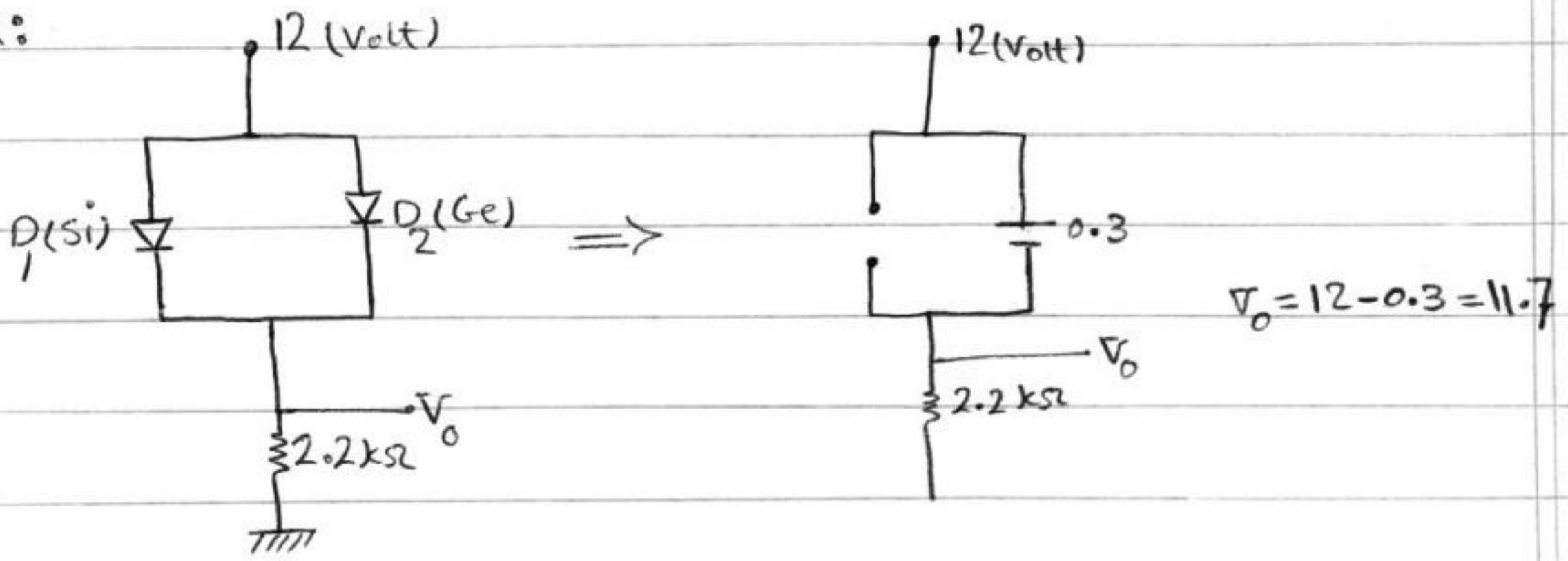
$D_1 (ON)$

$D_2 (OFF)$

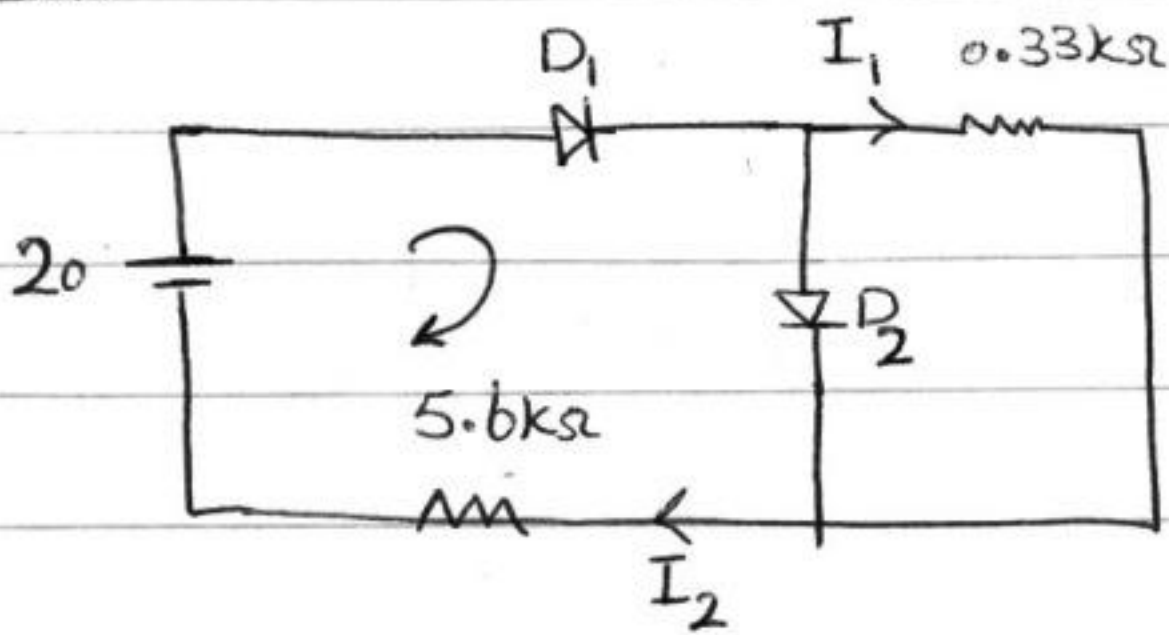
$$V_R = I_R R$$

$$-E_1 + V_R + V_{D1} + E_2 = 0 \Rightarrow I_R = \frac{E_1 - E_2 - V_D}{R} = \frac{20 - 4 - 0.7}{2.2k\Omega} = 6.95(mA)$$

EX:



EX:



$$I_1 = \frac{0.7}{0.33(k\Omega)} = 0.212 (mA)$$

$$20 = V_{D1} + V_{D2} + I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{20 - 1.4}{5.6k\Omega}$$

$$\Rightarrow I_2 = 3.3 (mA)$$

$$I_{D1} = I_2 = 3.32 (mA)$$

$$I_{D2} = I_{D1} - I_1 = 3.32 - 0.212 \Rightarrow I_{D2} = 3.1 (mA)$$

**

۱- یوگای نیم موج (Half wave Rectifiers)

۱- یوگای پل
Bridge Rectifiers

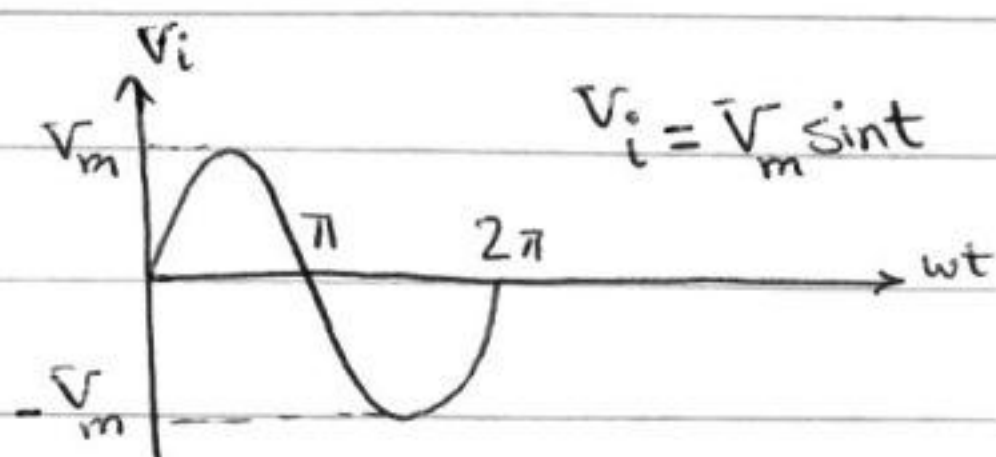
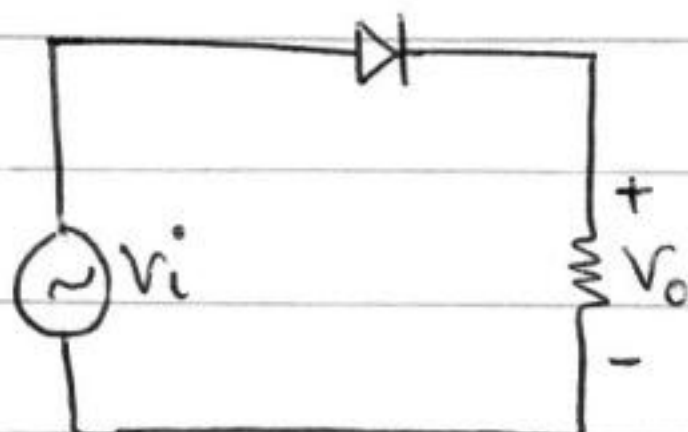
۲- یوگای تمام موج (Full wave Rectifiers)

۲- یوگای باتر آنفردر سرد مدار

Rectifying with center tap transformer

1- Half wave Rectifier:

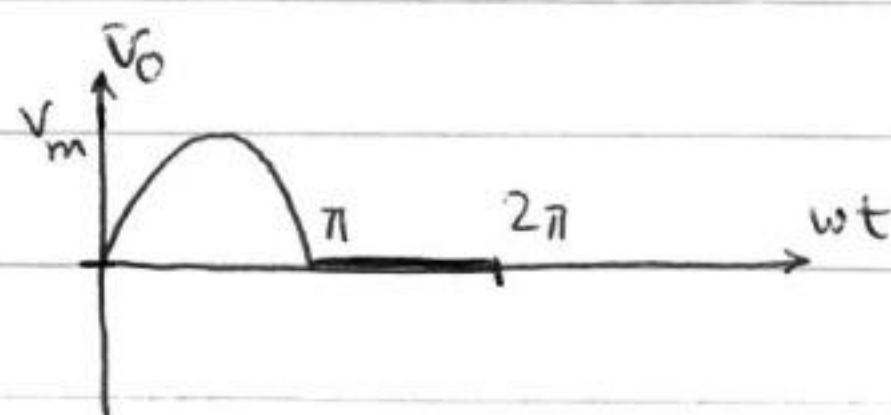
۱- نیم موج:



:Note₁

$$0 < \omega t < \pi \Rightarrow V_o = V_i$$

$$\pi < \omega t < 2\pi \Rightarrow V_o = 0$$



$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{V_m}{2\pi} \int_0^\pi \sin t dt = \frac{V_m}{2\pi} (-\cos t) \Big|_0^\pi = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 V_m$$

* نیم موج * $V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 V_m$ * Half wave rectifier *

Note₂: در روی رقتی، V_i به اندازه V_T افت می کند و قسمتی آن به عرضی می رسد بنابراین خواهیم داشت:

$$V_m \gg V_T \Rightarrow V_{dc} = 0.318 (V_m - V_T) \quad (V_T = V_{Turn\ on})$$

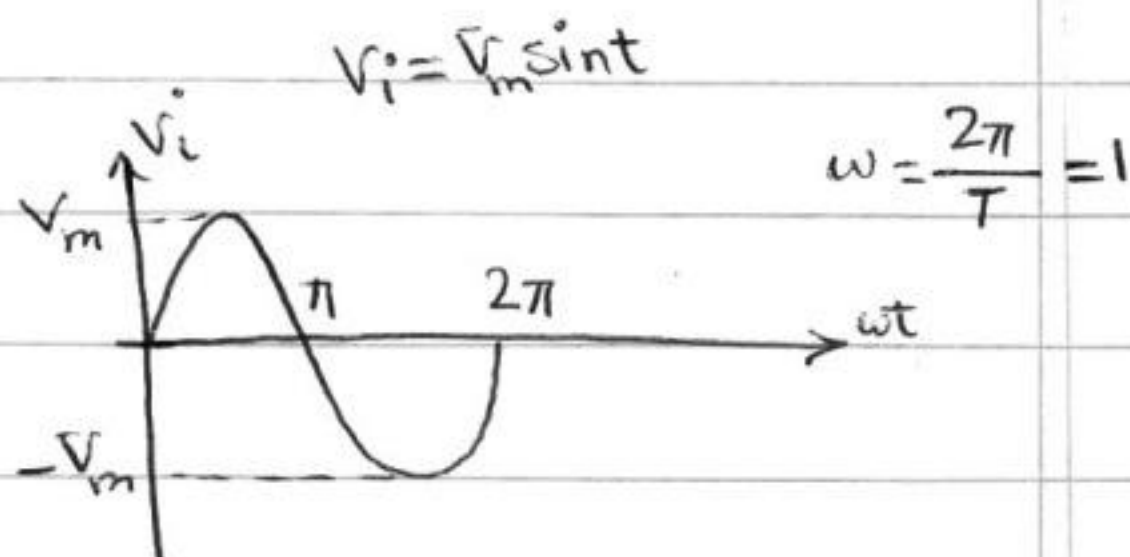
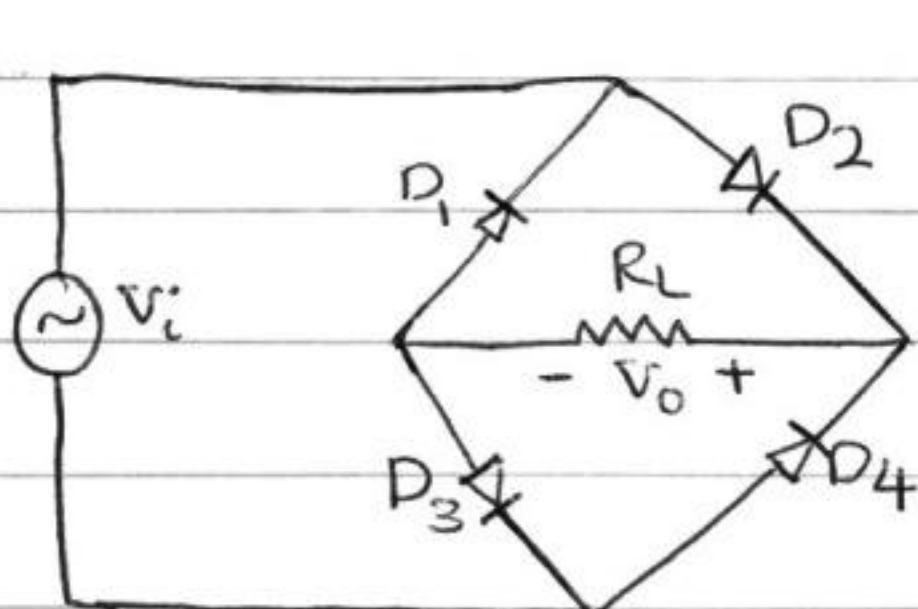
Note₃: PIV مدار باید: $PIV \geq V_m$

(رای بد آدرس PIV باید در حالت معکوس دیود، محاسبه کرده و تئاری در دوسر دیودی که مدار باز نیست، می باشد.)

۲۵

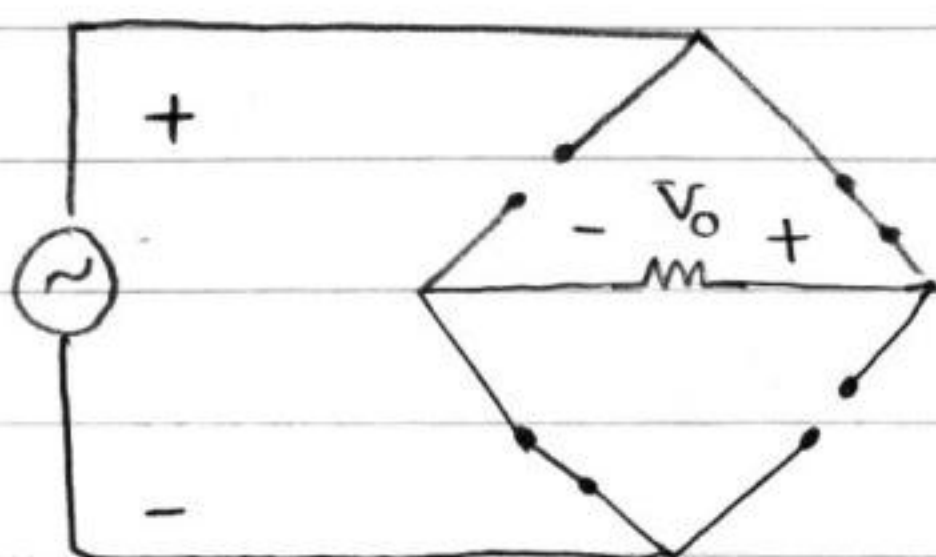
Bridge Rectifiers:

یکسو ساز تمام موج پل:



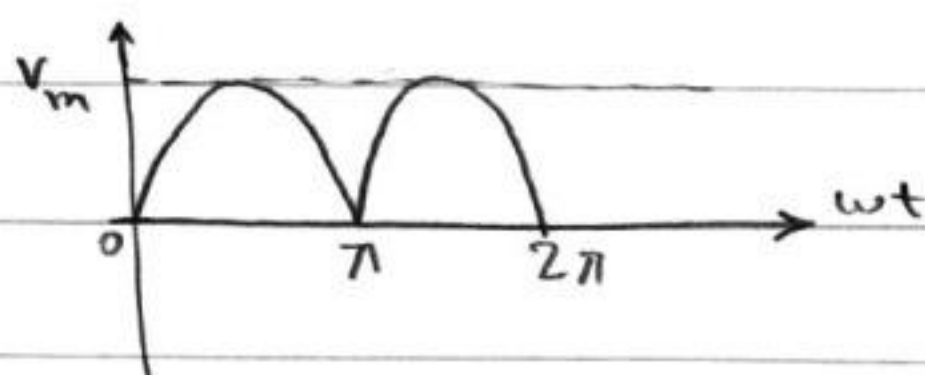
$0 < \omega t < \pi$:

الف.



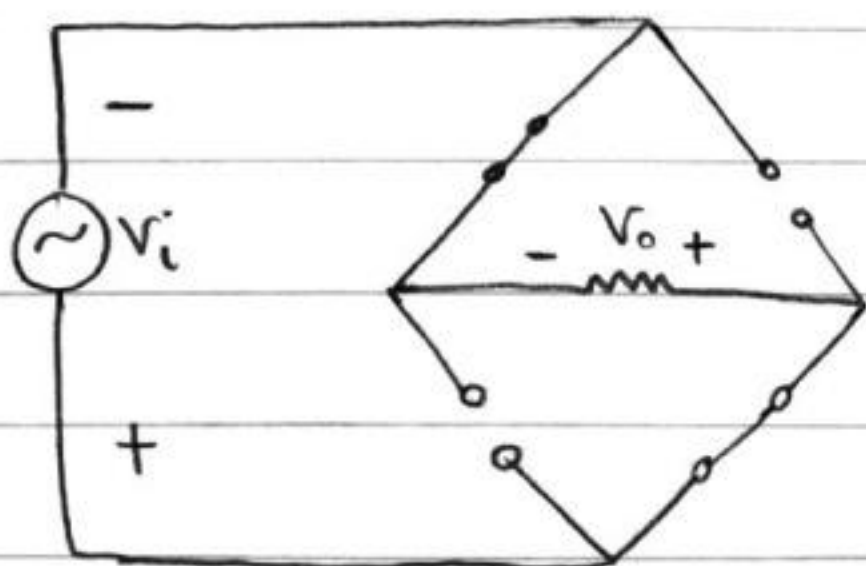
$D_2, D_3 \rightarrow \text{ON}$

$D_1, D_4 \rightarrow \text{OFF}$



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

ب)



$D_1, D_4 \rightarrow \text{ON}$

$D_2, D_3 \rightarrow \text{OFF}$

در نیم سیکل مثبت دیودهای D_2 و D_3 روشن هستند بنابراین ولتاژ در سرباره همان ولتاژ ورودی خواهد بود. در نیم سیکل منفی D_1 و D_4 با اتصال باز جایگزین می شوند. اعداد نیم سیکل منفی

دیودهای D_1 و D_4 هدایت می کنند و دیودهای D_2 و D_3 در حالت قطع می باشند. توجه کنید در این حالت نیز

پلاریتی و تارخری تغییر می کند بنابراین شکل موج و تارخری مطابق با شکل داده است.

Note₁: V_{dc} در این حالت مشابه حالت قبل از رابطه $\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$ بدست می آید.

$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} f(t) dt + \int_{\pi}^{2\pi} f(t) dt \right] = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636 V_m$$

Bridge Rectifiers * $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636 V_m$ * میانگین

Note₂: اگر بجای دیودهای ایده آل از دیود واقعی استفاده شود به شرط آنکه

$$V_m \gg 2V_T \Rightarrow V_{dc} = 0.636 (V_m - 2V_T)$$

Note₃: دیودها در این مدار باید دارای $PIV \geq V_m$ باشند

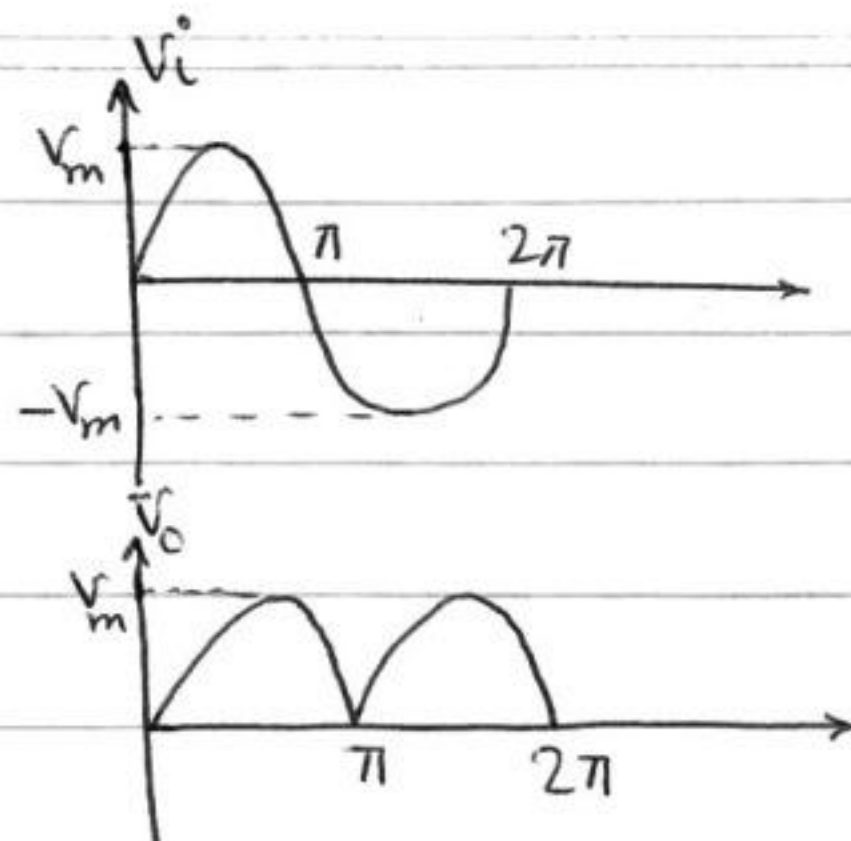
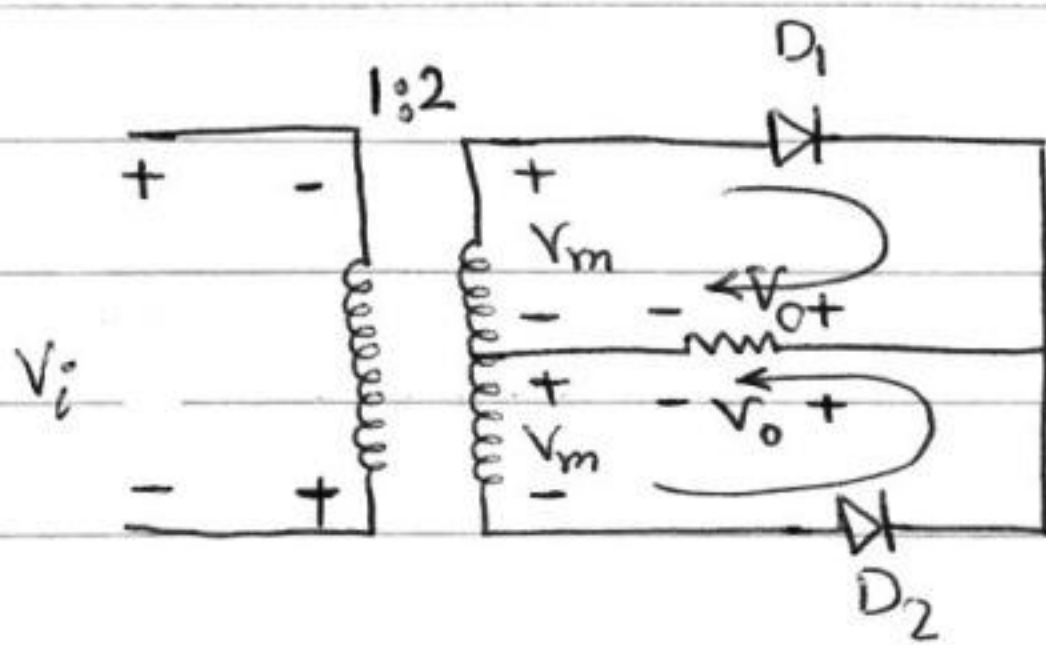
مدار یکوسازی با ترانزفورمر سر وسطی: Rectifying with center tap transformer:

در نیم سیکل مثبت پلاریتی انتقال یافته از طریق ترانزفورمر باعث روشن شدن دیود D_1 می گردد و تارخری ورودی

از طریق D_1 به load می رود. حتماً در این حالت D_2 خاموش است. اما در نیم سیکل منفی و تارخری انتقال یافته از ترانزفورمر باعث روشن شدن دیود D_2 می گردد اما دیود D_1 در این حالت خاموش است و در واقع تارخری خروجی

در هر ۲ حالت میل به صفر بوده و تارخری مطابق شکل است.

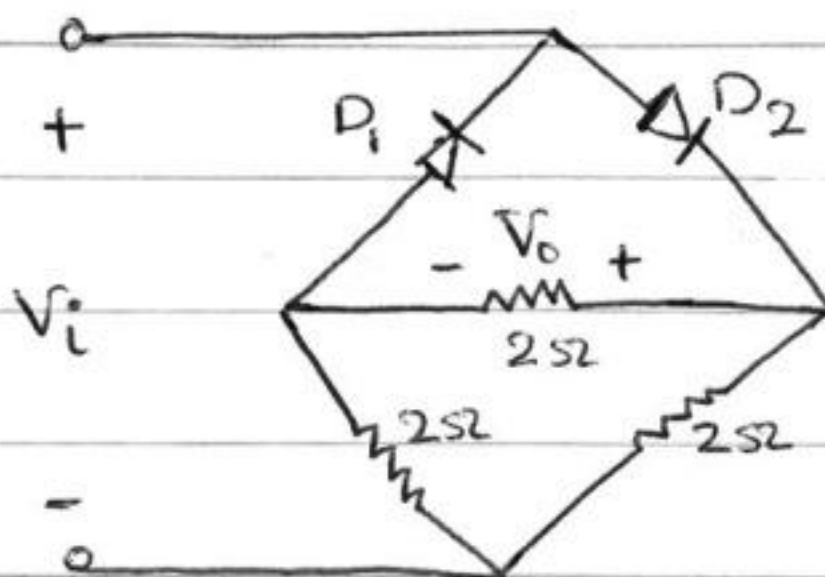
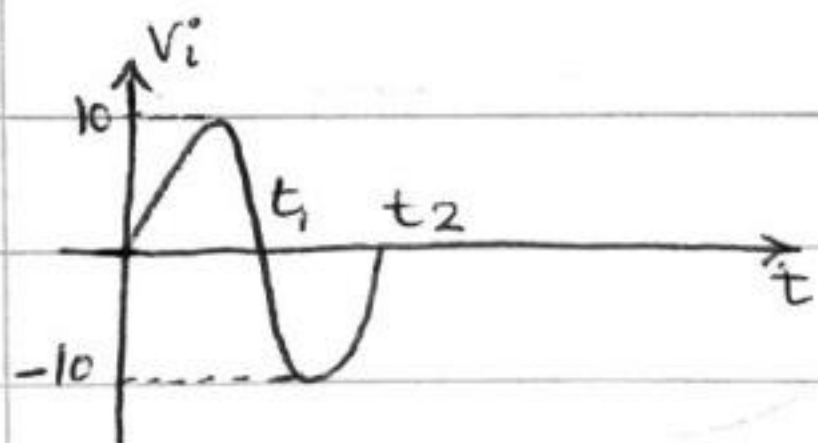
۲۷



Note: مقدار V_{dc} نسبت به خروجی در این حالت معادل به یکسوساز تمام موج می باشد و برابر $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636 V_m$ است.

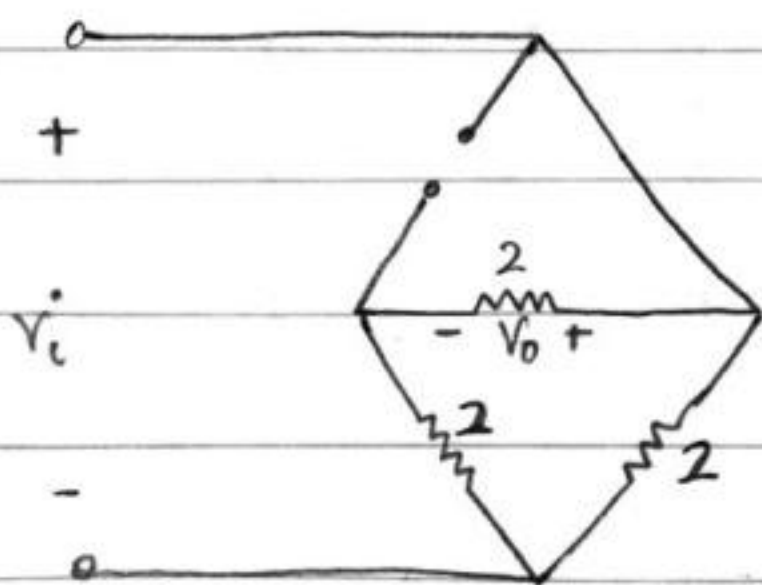
Note: P_{IV} در این مدار برابر با مسای $2V_m$ می باشد. $P_{IV} > 2V_m$ دیود استعاضه در این مدار می باشد.

EX: در شکل زیر مطلوب است ولتاژ خروجی و P_{IV} دیود.

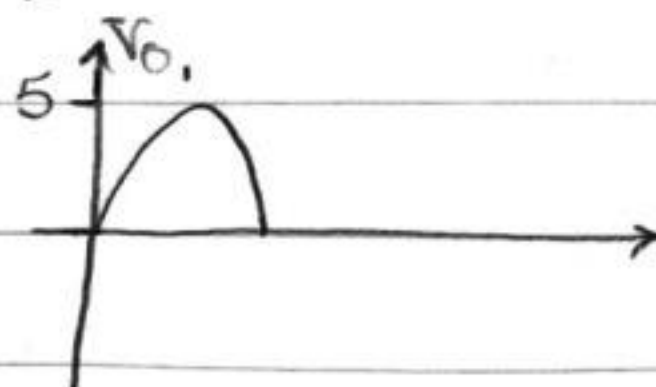


حل:

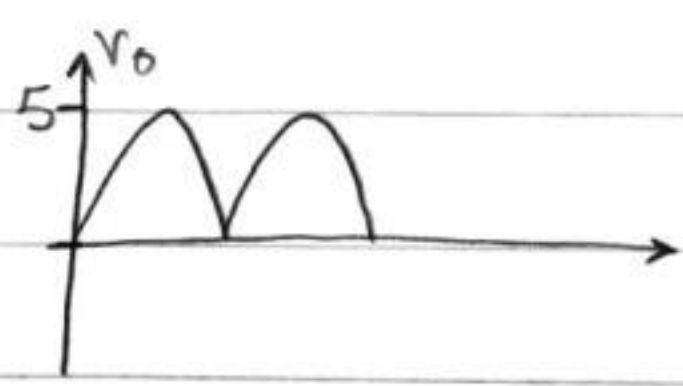
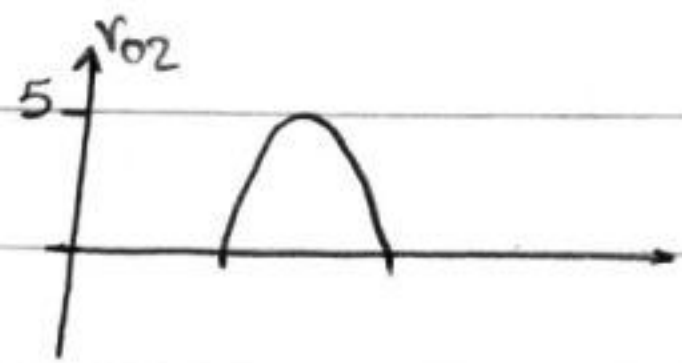
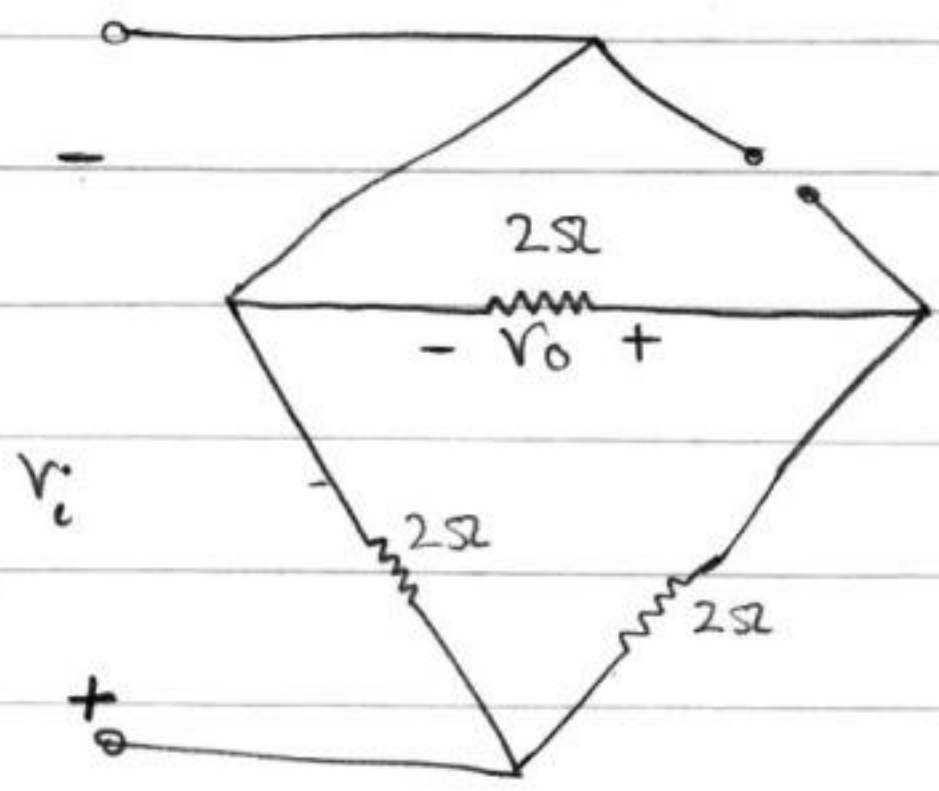
a) $V_i > 0$:
 $0 < t < t_1$



$$V_{Omax} = \frac{1}{2} V_{imax} = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{ (Volt)}$$



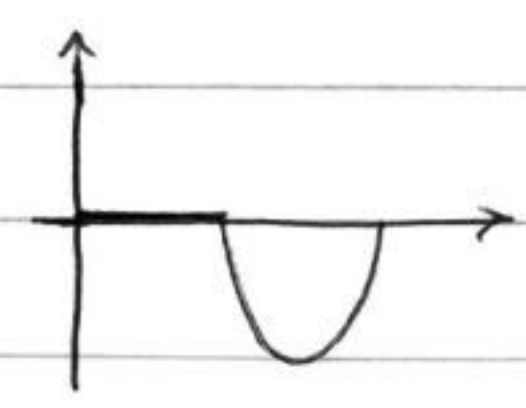
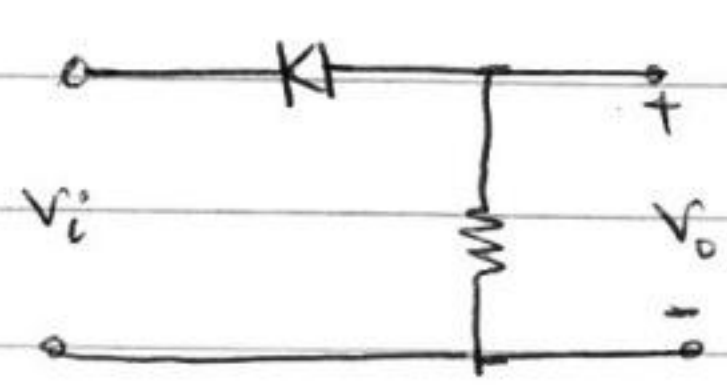
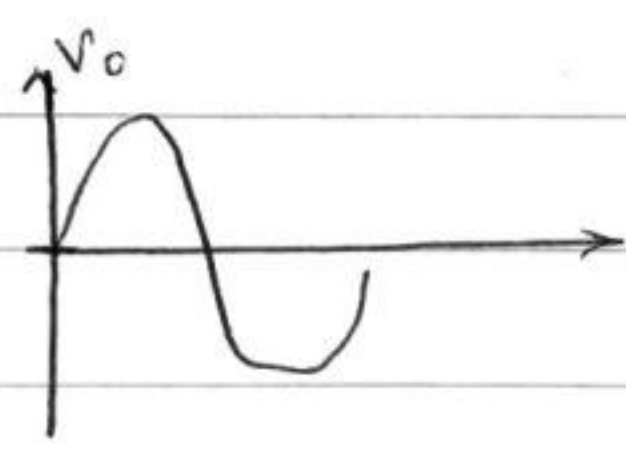
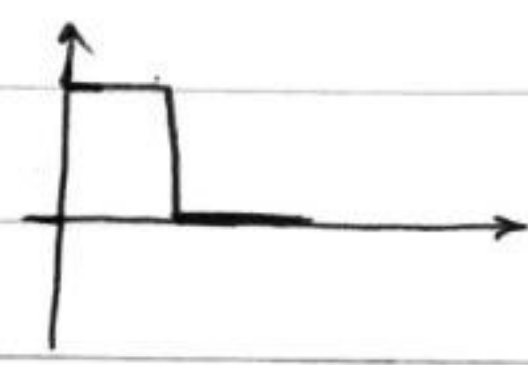
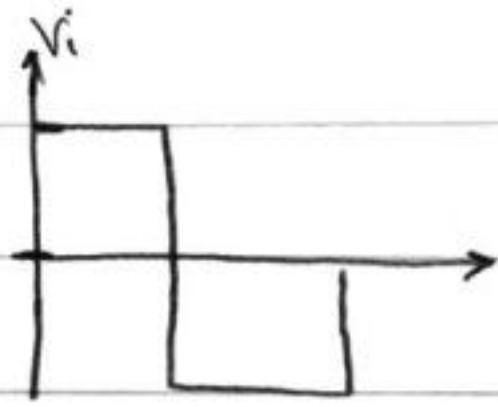
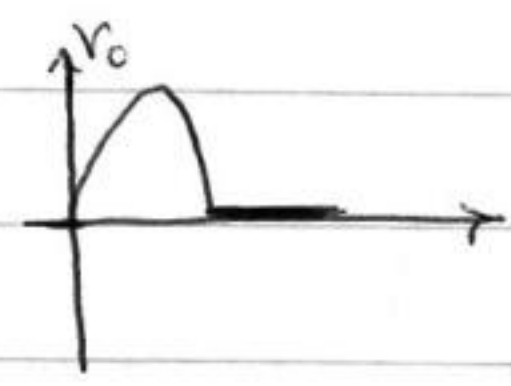
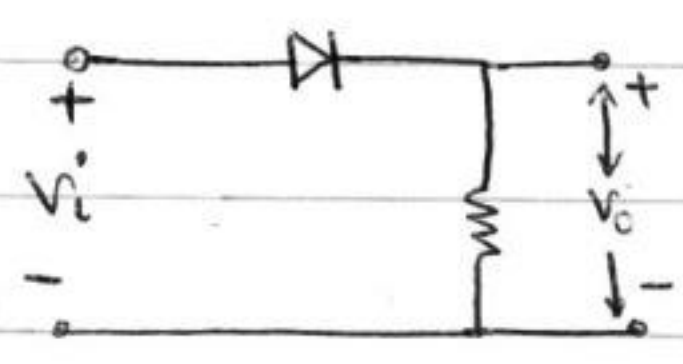
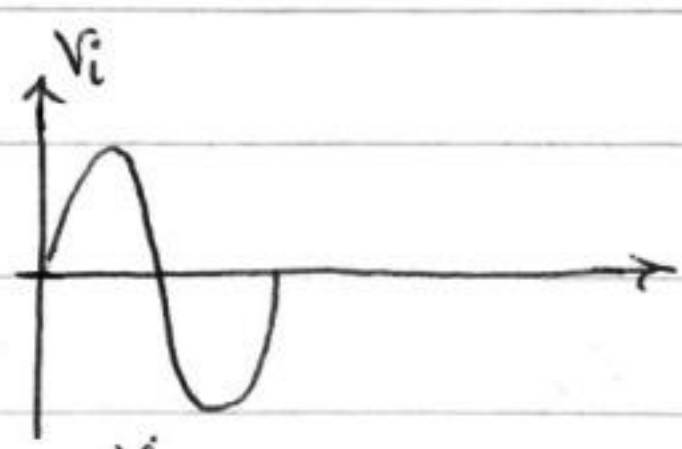
b) $V_i < 0$:
 $t_1 < t < t_2$



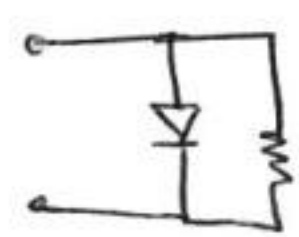
$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2 \times 5}{\pi} = \frac{10}{\pi}$$

$$, PIV \geq \frac{V_m}{2}$$

برشورها: (clipper)



۱- سری همه با دیود سری است "Series"
 برشورها بر دو نوع اند: ۲- مولدی همه با دیود مولدی است "parallel"



۱۹

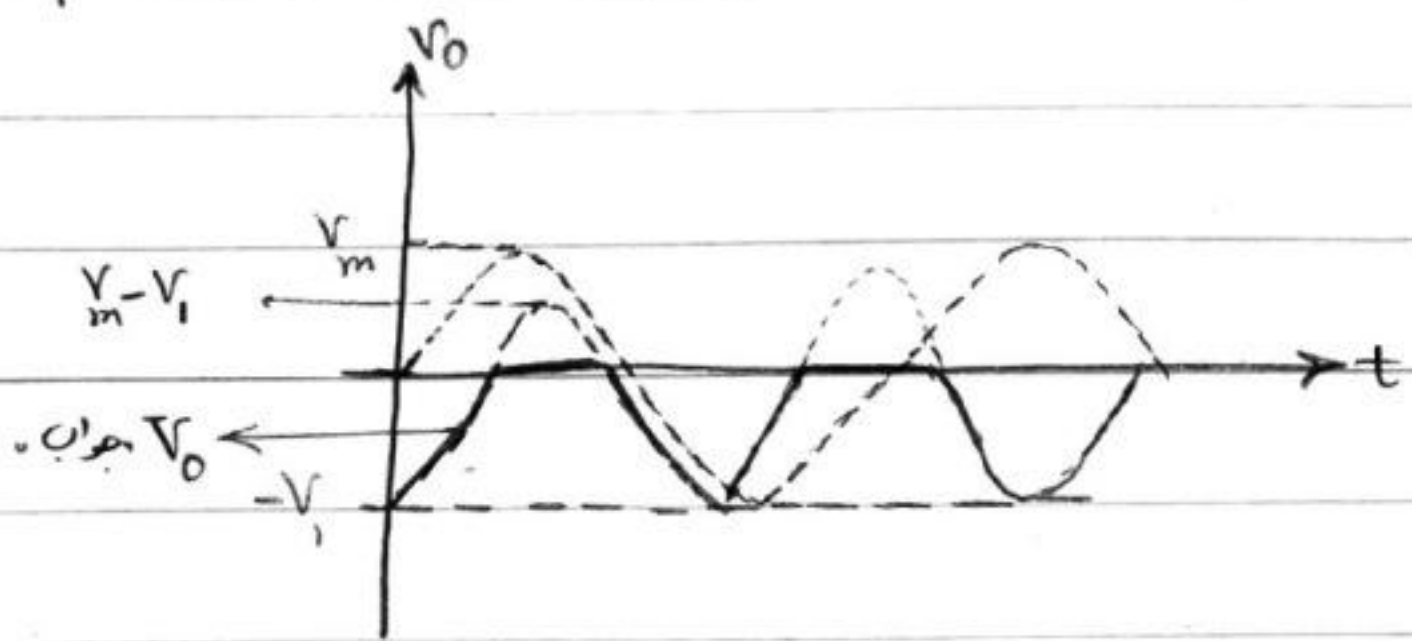
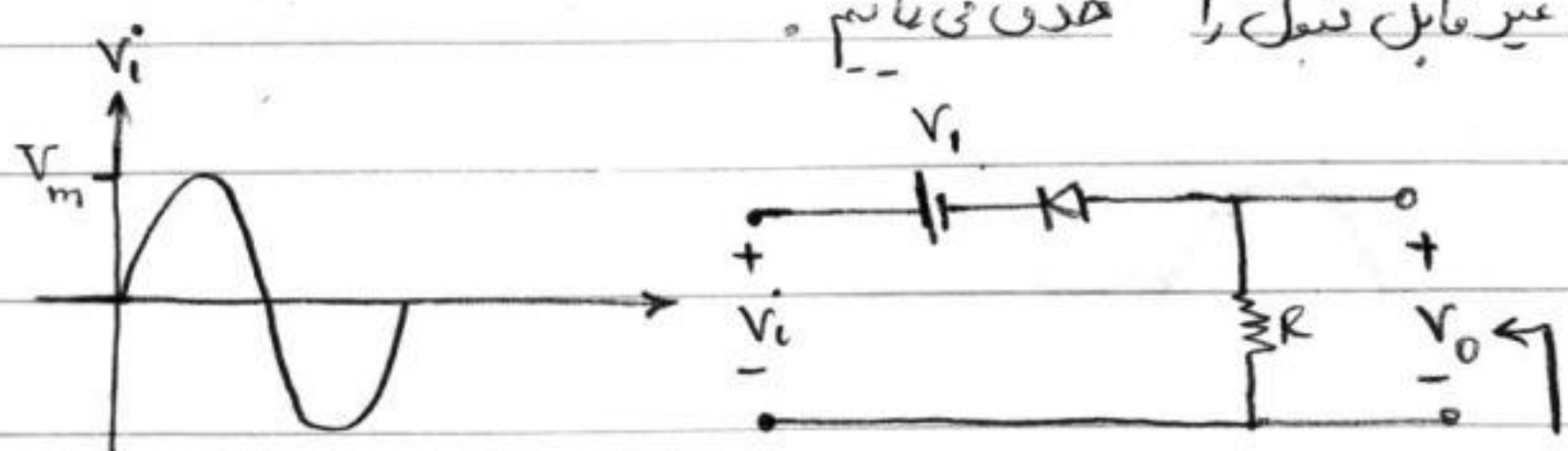
series clipper:

برش‌های سری:

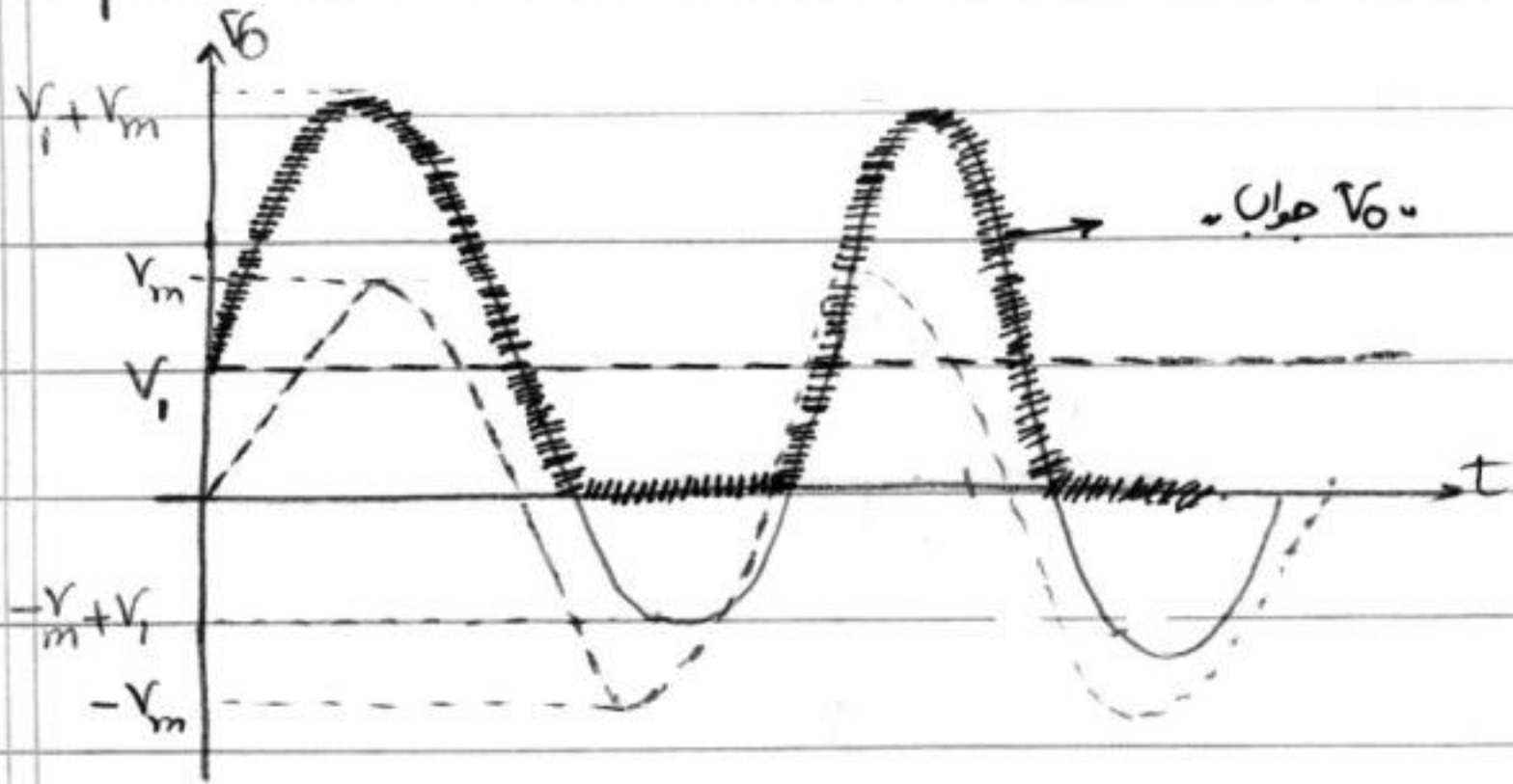
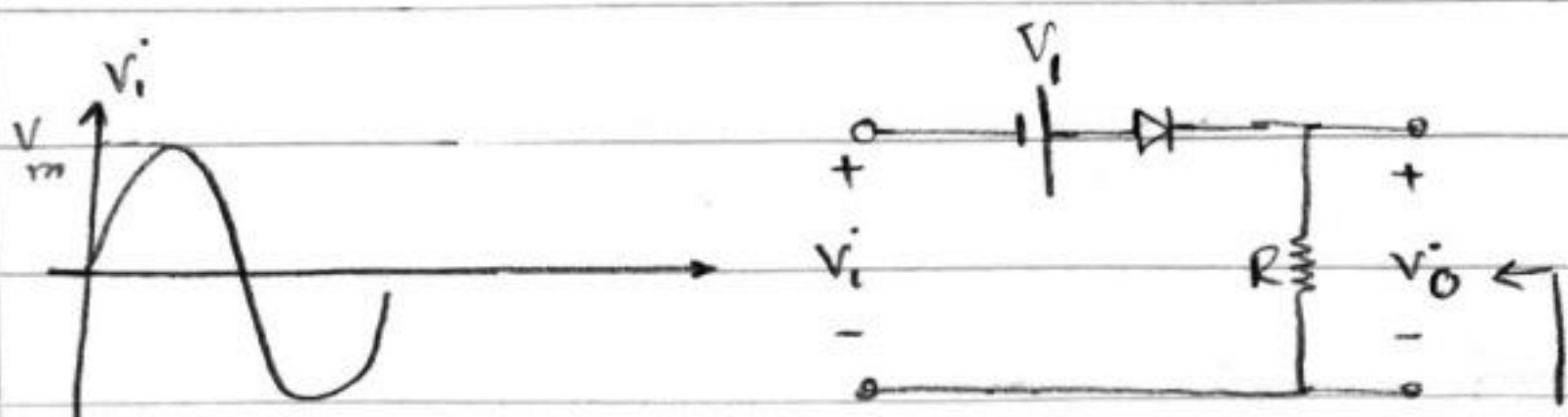
برای آسان‌تر شدن طریقه سری به روش زیر عمل می‌کنیم:
۱- در مداران طریقه سری ابتدا دیود را با اتصال کوتاه‌ترین می‌نمایم.

۲- با استفاده از قضیه جمع آثار برای منبع DC و منبع ورودی و ترسیم می‌کنیم.

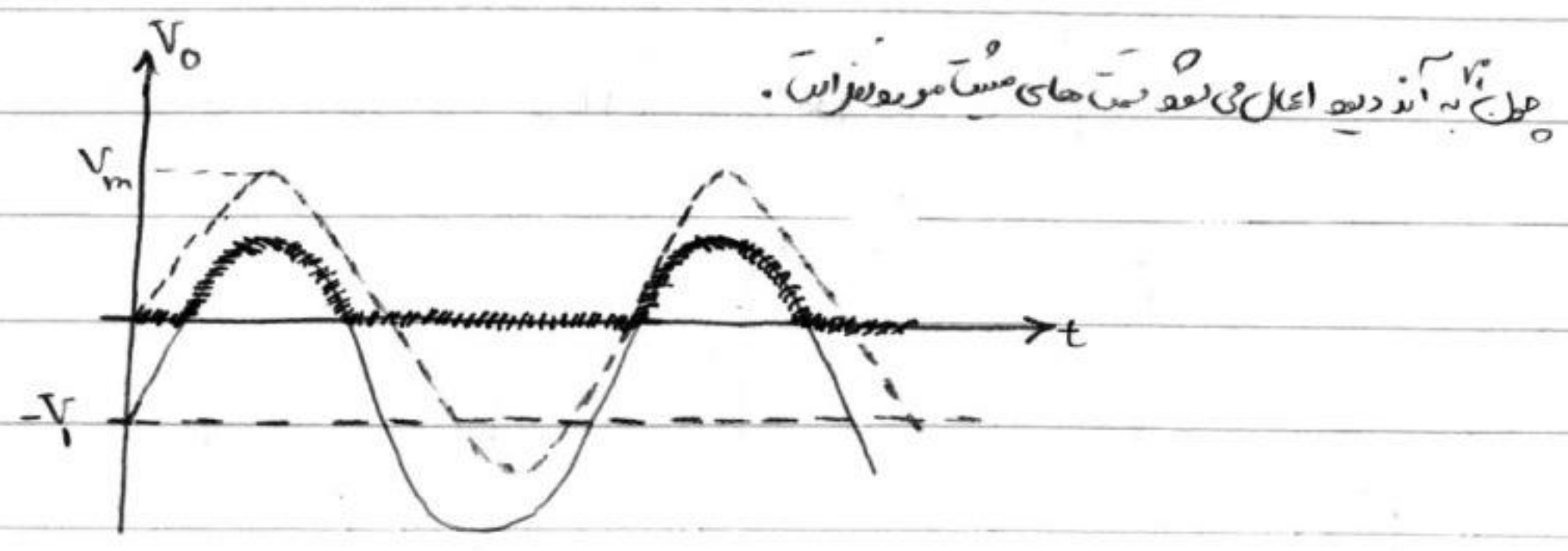
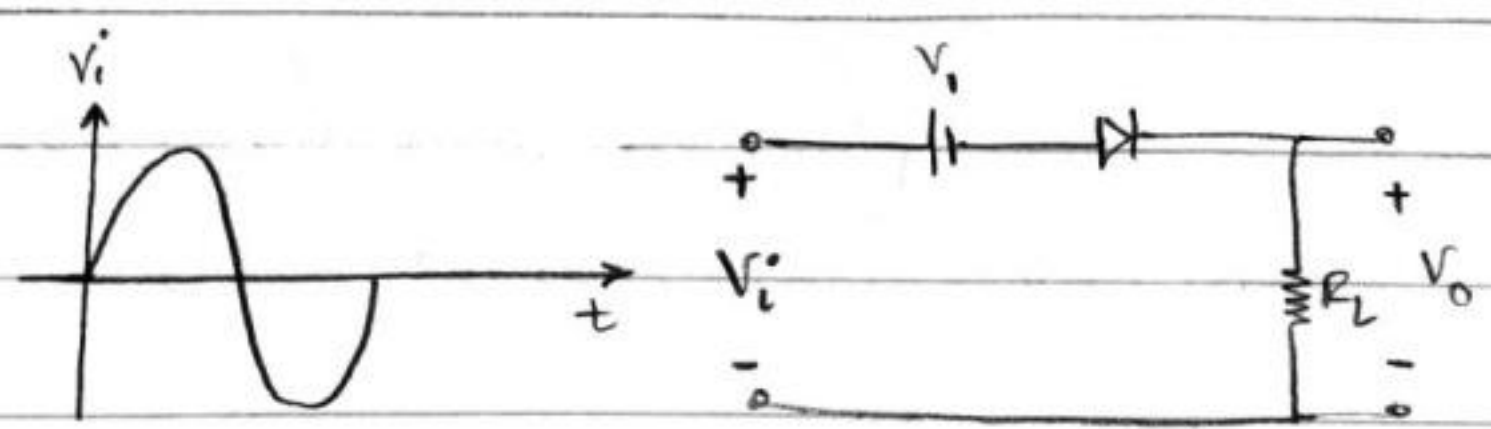
۳- باتوجه به جهت دیود جهت غیر قابل عبور را هذون می‌نمایم.



چون V_i به کاتد دیود اعمال می‌شود
پس نیم‌های منفی دوره‌ها را



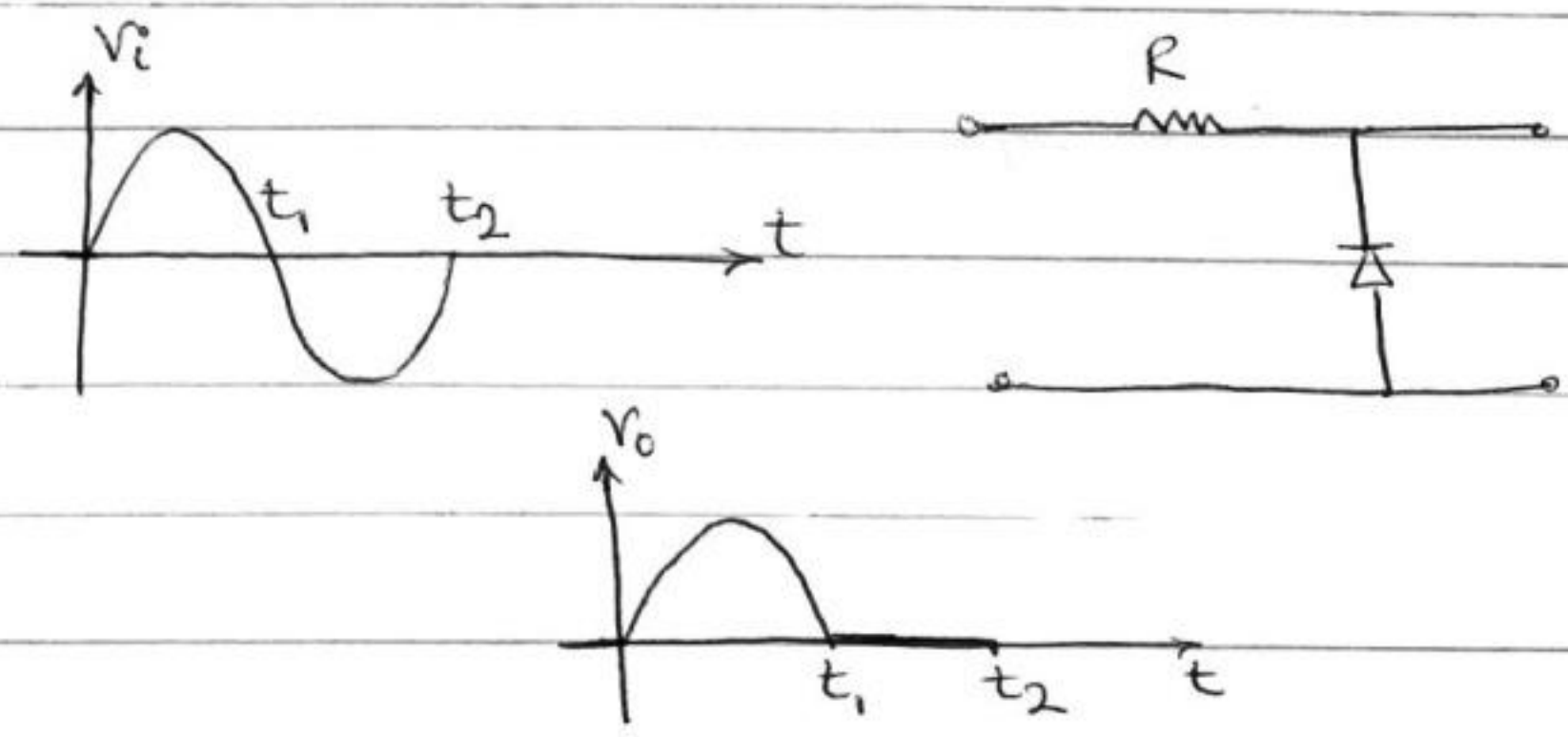
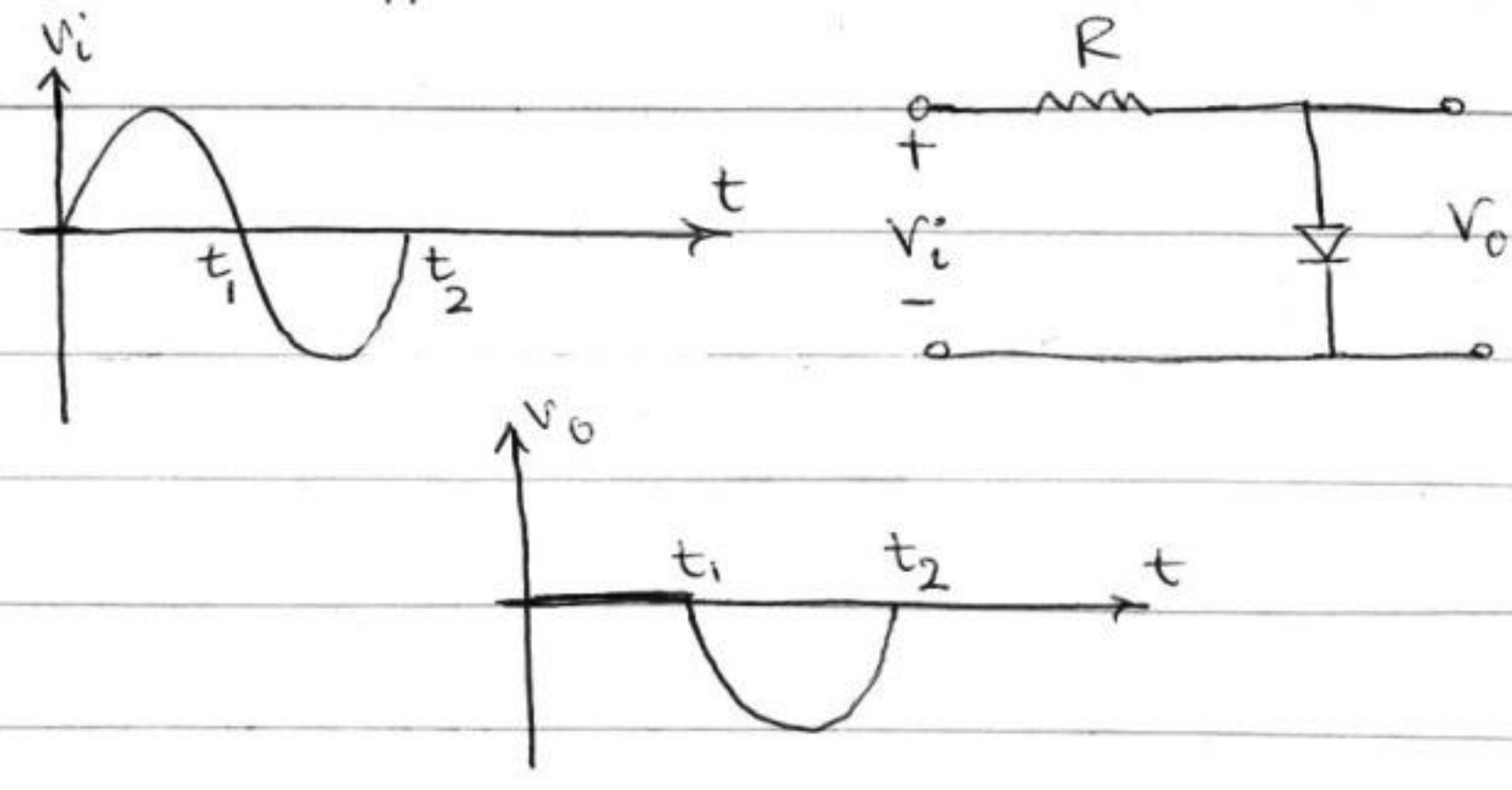
چون V_i به آنود دیود اعمال می‌شود
پس نیم‌های مثبت دوره‌ها را

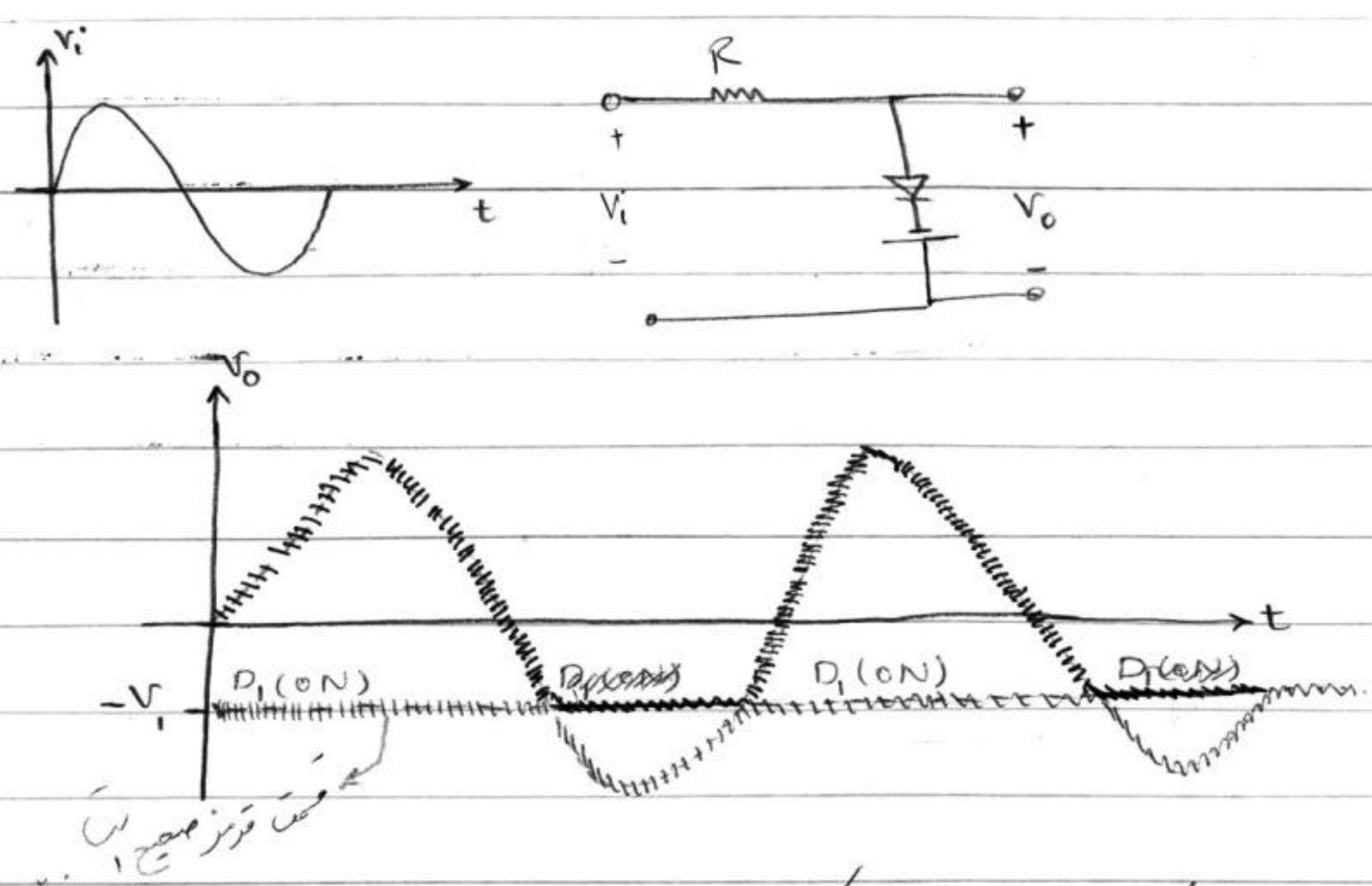
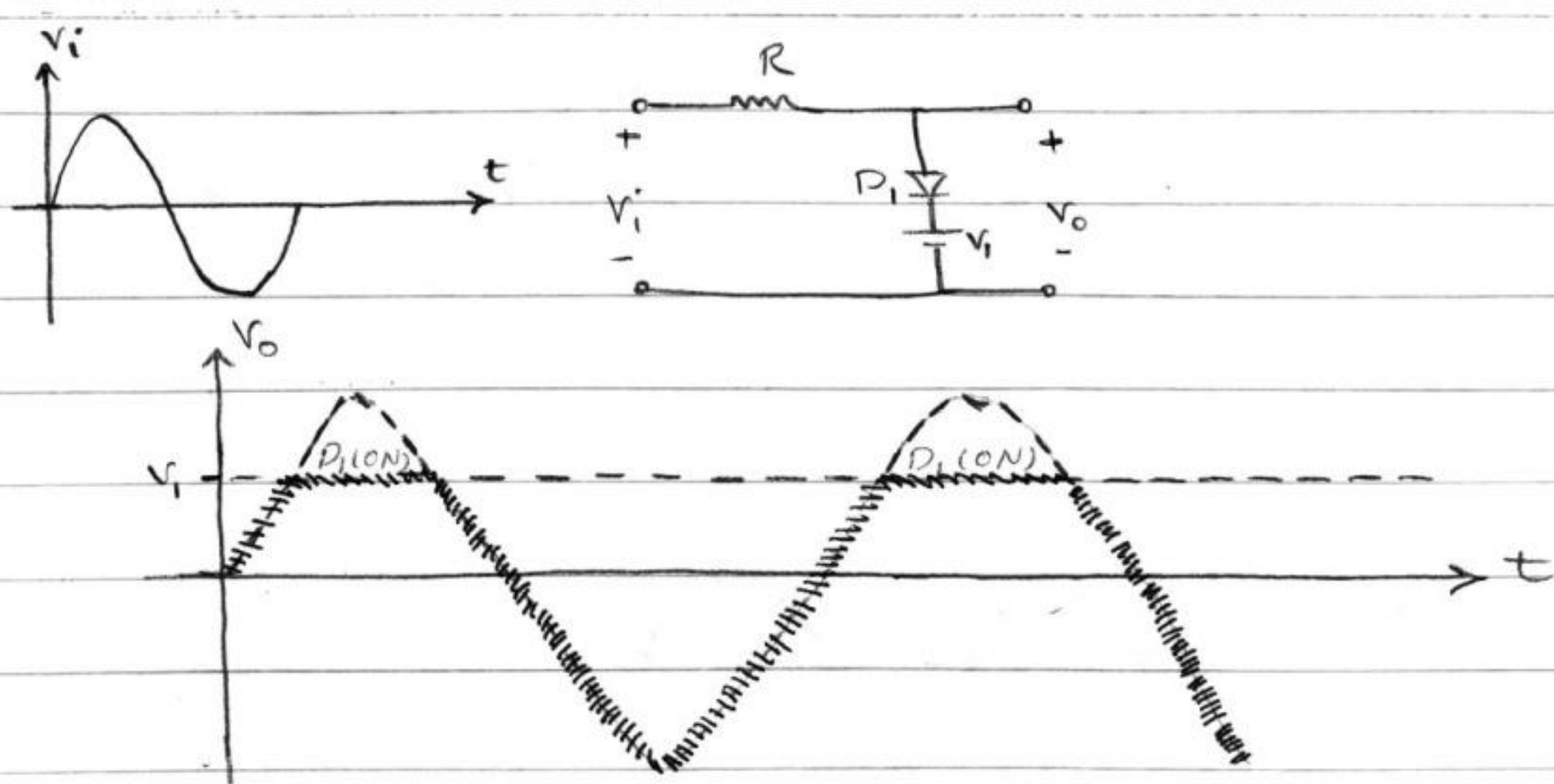


**

parallel clipper:

برش موازی :

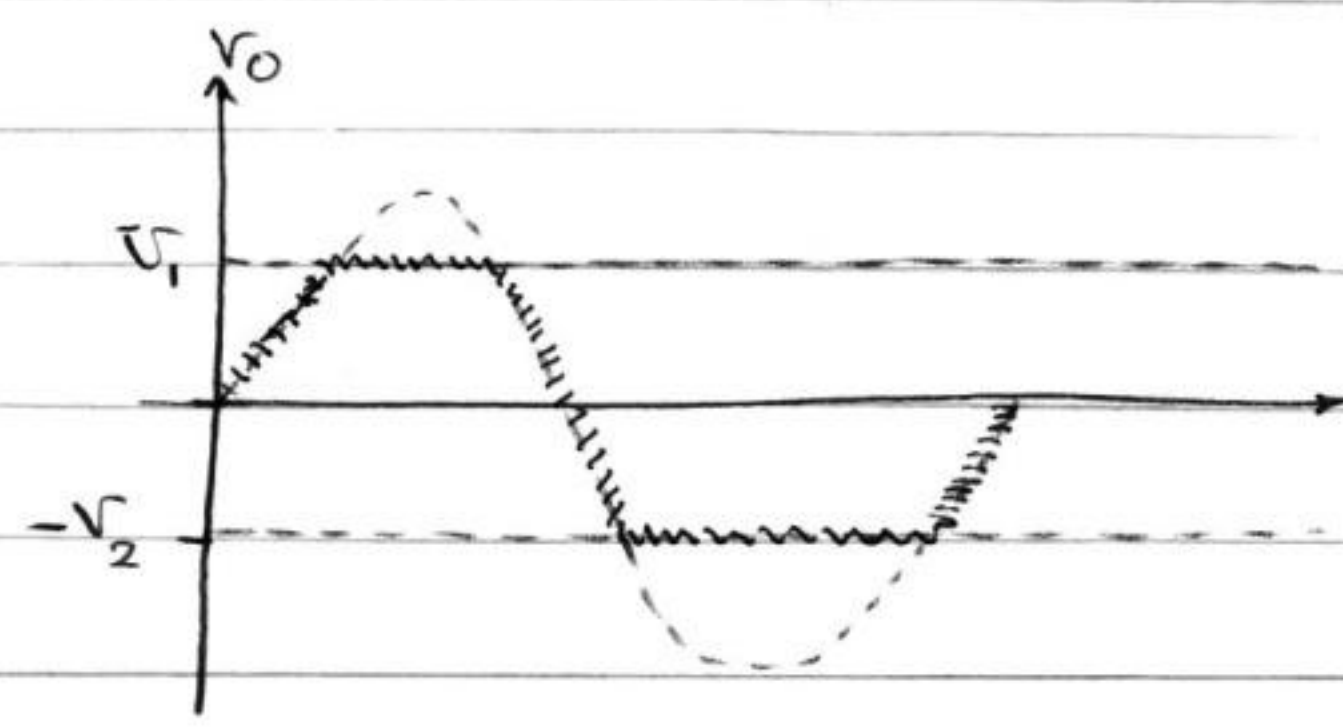
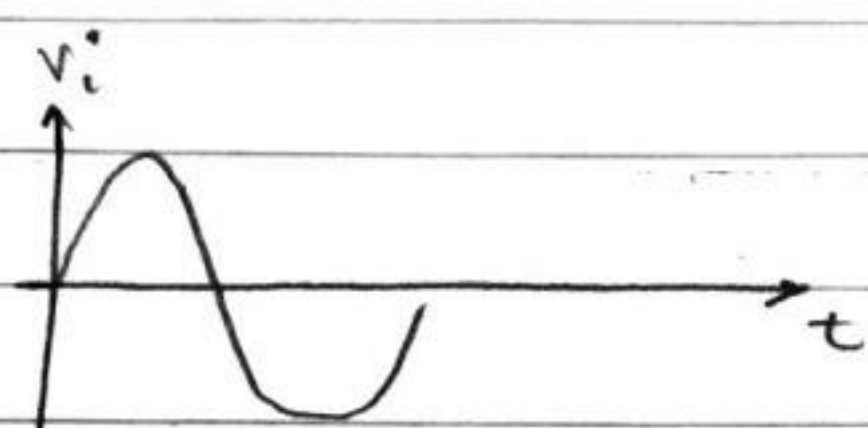
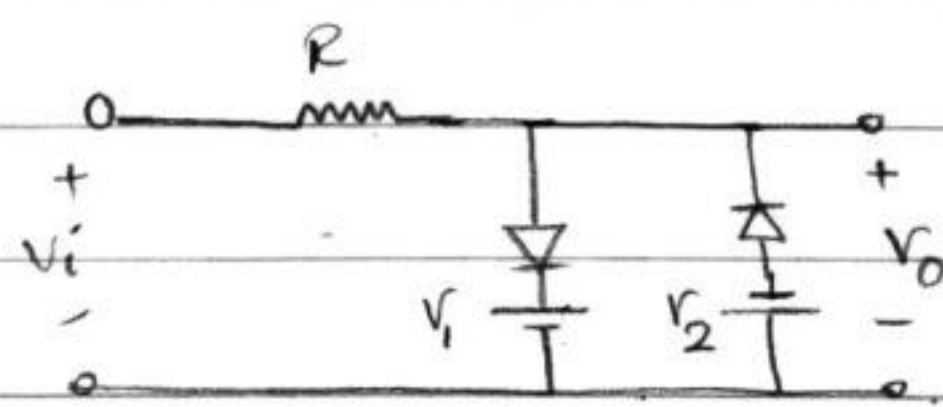
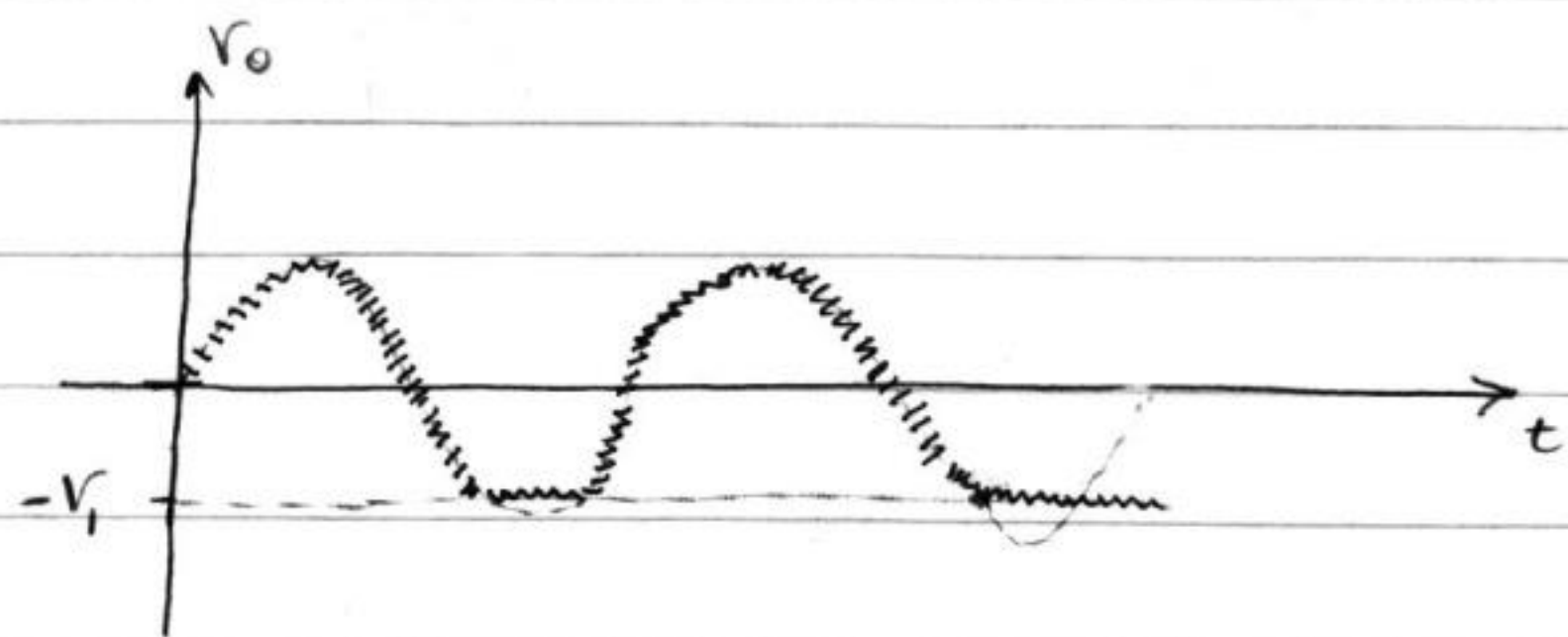
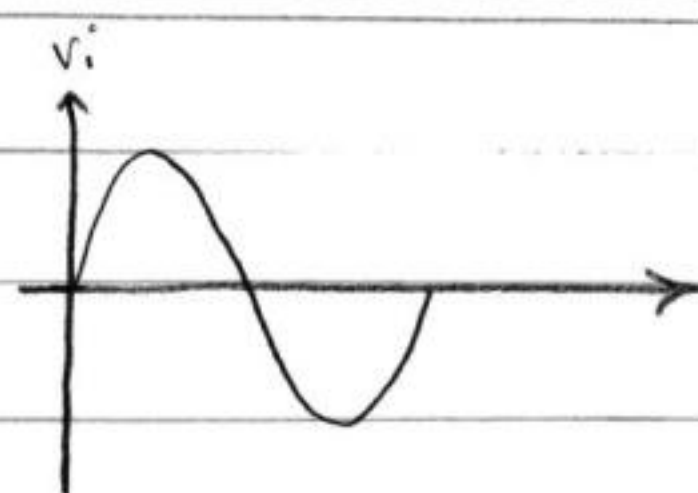
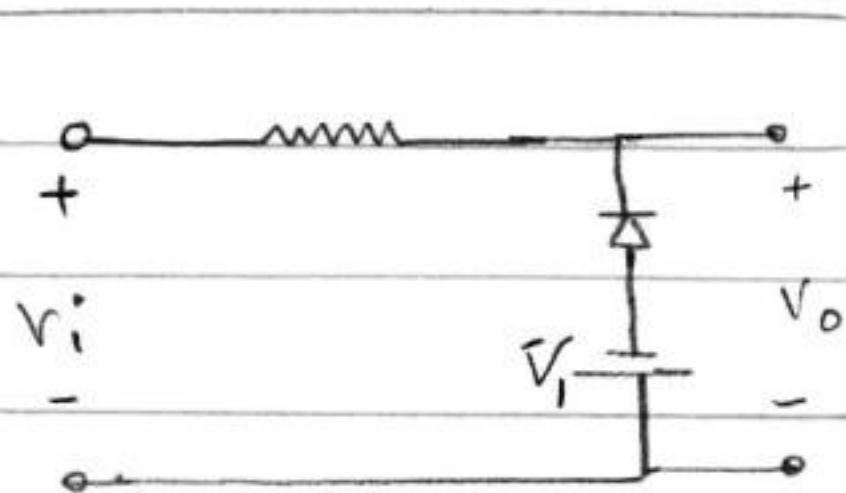




برای آنالیز مدارات برشمر مواردی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

- ۱- مقدار ولتاژ ورودی و ولتاژ DC را بر روی یک نمودار رسم می‌کنیم.

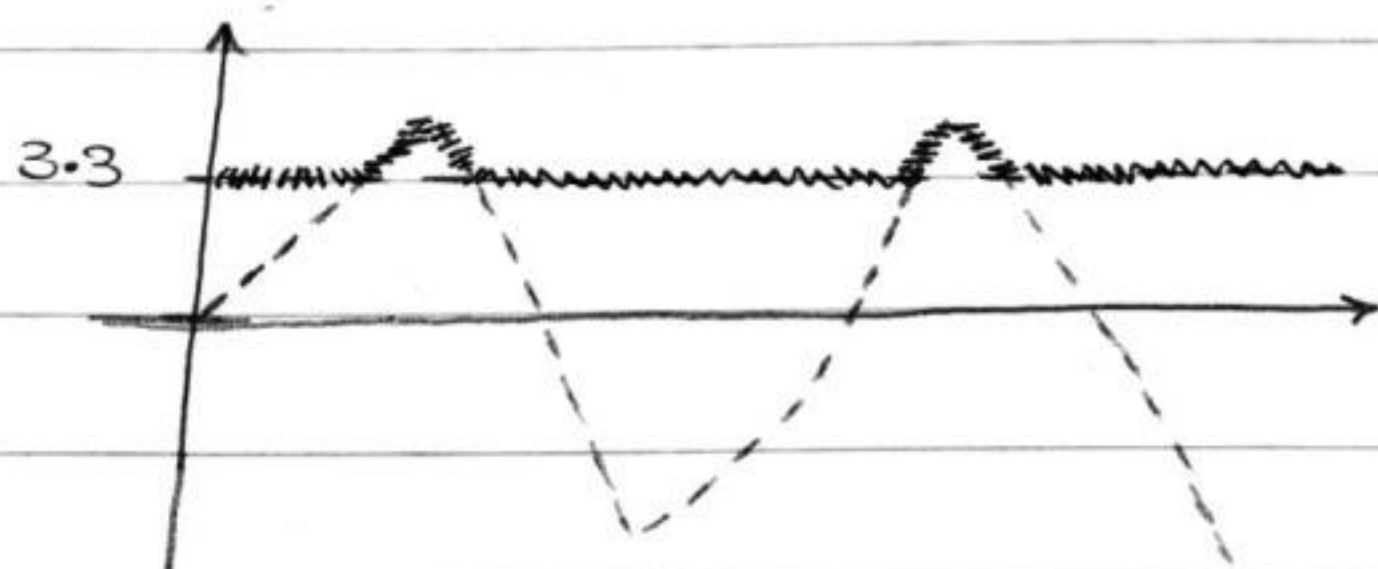
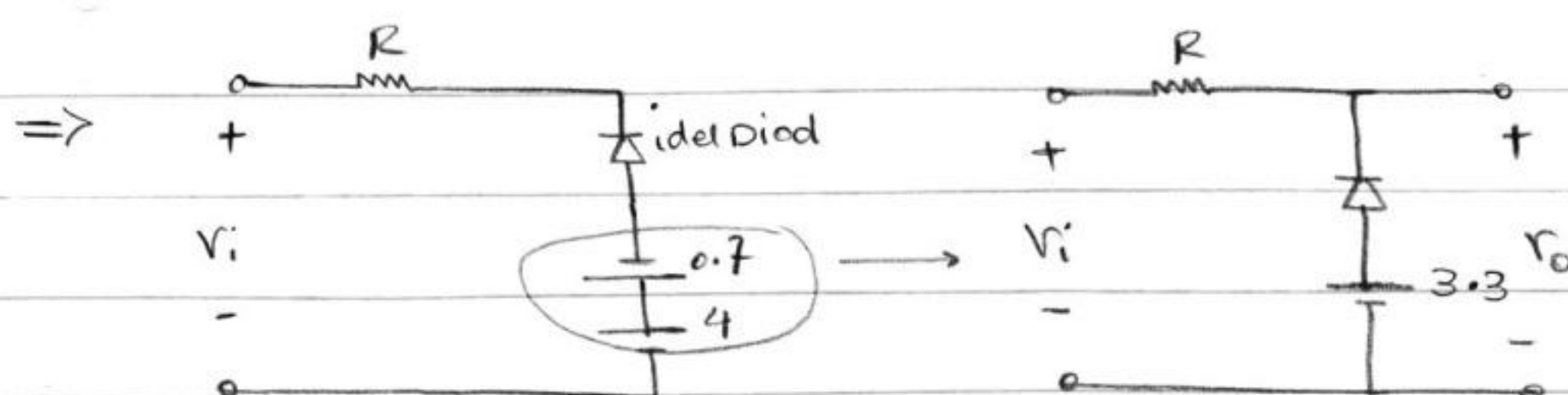
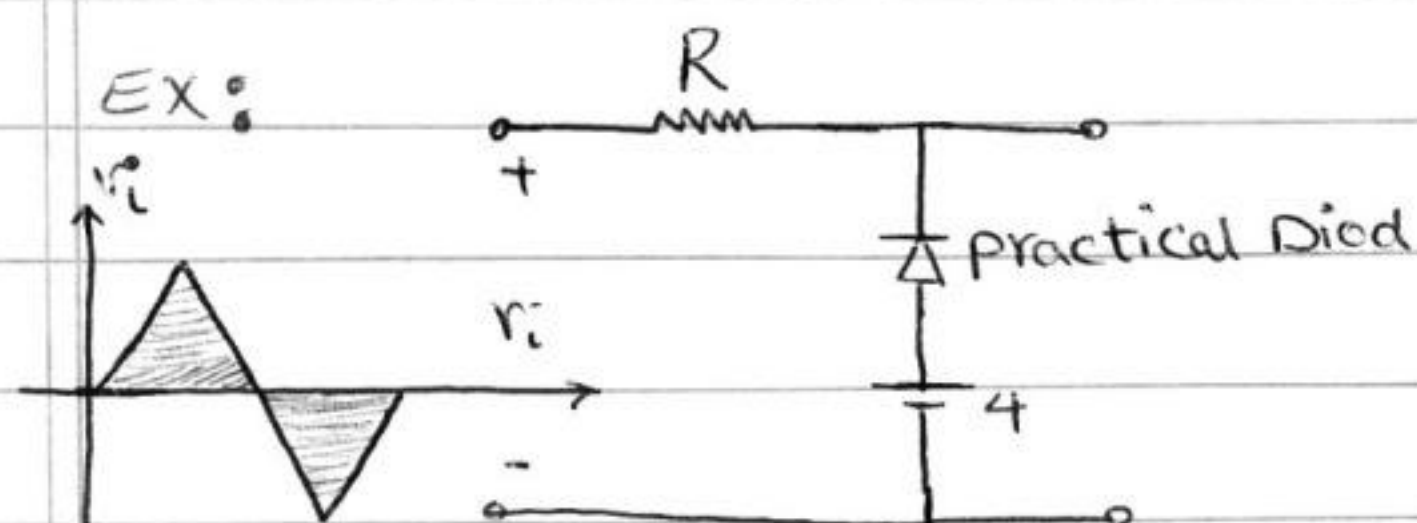
۲- باتوجه به جهت دایره جهت قابل قبول جواب را مشخص می‌کنیم.



Note₁: برای ورودی مربعی نیز به همین صورت است اما (در ورودی مربعی حول تپه دو مقدار داریم آنالیز بسیار ساده تر انجام می شود)

Note₂: در صورتی که به جای دیود ایده آل در مسئله از دیودهای واقعی استفاده شود با استفاده از جایگزینی مدار معادل تقریبی می توان دیود ایده آل و یک منبع تغذیه به اندازه $V_1 = 0.7$ مدار را آنالیز می کنیم.

Note 3: در مدار طیر بطور برش هواره توسط منابع DC تعین می شود.



**

clamping circuits:

مدارات کلپر:

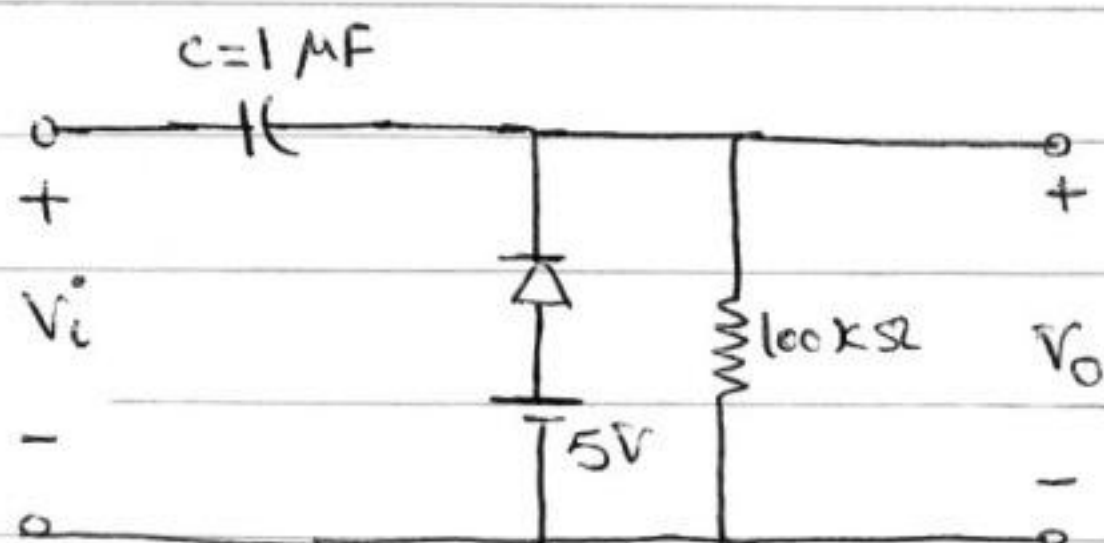
مدارات کلپر هاتل شامل سه عنصر مقاومت خازن و دیود می باشند و یکی برای تعین مدار یک منبع تغذیه DC

نیز به آن اضافه می گردد برای آنالیز نمودن مدارات کلپر باید اصول زیر را رعایت کنیم:

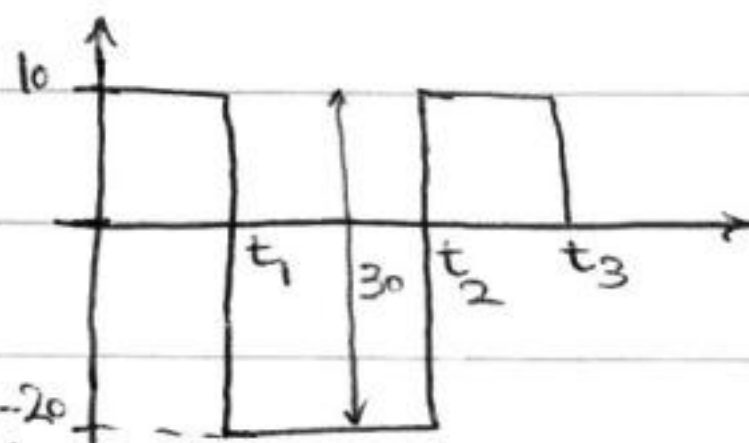
- ۱- تحلیل مدار را باید از نیم سیکل شروع کنیم به دیود در حالت هدایت قرار دارد.
- ۲- در زمان روشن بودن دیود خازن زمان کافی دارد تا سطح ولتاژ هاتل را در خود
- ۳- R و C مدار طوری انتخاب می شود که $\tau = RC$ به اندازه ای کافی بزرگ باشد که در زمان خاموش بودن دیود خازن تخلیه نشود اگر T دوره موج و τ ثابت زمانی مدار باشد باید هواره داشته باشیم: $5\tau \gg \frac{T}{2}$

۴- همیشه دامی نویان خروجی با دامی نویان ورودی برابر است یعنی $V_{i \text{ peak to peak}} = V_{o \text{ peak to peak}}$

EX:



$f = 1000 \text{ Hz}$

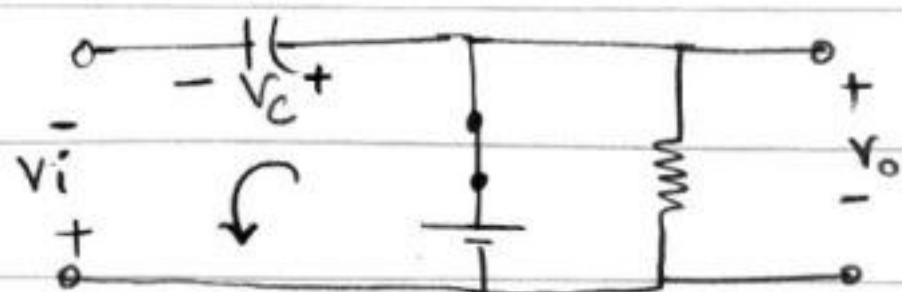


$5\tau \gg \frac{T}{2} \rightarrow \begin{cases} T = \frac{1}{f} = 1 \text{ msec} \\ \tau = RC = 10^5 \times 10^{-6} = 10^{-1} = 0.1 \text{ sec} \end{cases}$

$\frac{5\tau}{\frac{T}{2}} = \frac{10 \times 0.1}{0.001} = 1000 \rightarrow 5\tau \gg \frac{T}{2}$

لحظه عبور مدار را باید از حالتی شروع کنیم که دیود در حال هدایت باشد $(t_1 < t < t_2)$ (دیود برای $V_i < 0$ هدایت می‌کنه بنابراین در این حالت مدار به صورت شکل زیر می‌آید)

$t_1 < t < t_2$



Diode $\rightarrow$ ON $\Rightarrow V_o = 5 \text{ (volt)}$

(شکل الف)

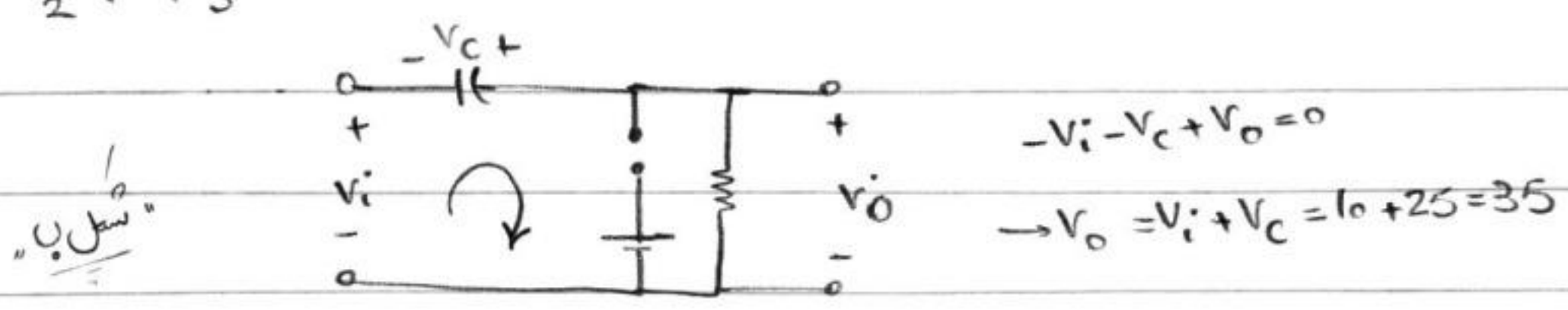
در این حالت ولتاژ منفی ورودی شروع به بار خازن می‌نماید و خازن به اندازه $V_i + V_o$ بار می‌شود و توجه کنید که در این شرایط ولتاژ خروجی فقط 5 ولت است $(V_o = 5 \text{ volt})$ اگر KVL را در ورودی مدار بنویسیم ولتاژ خازن

بایلامی نشان داده شده برای شکل به صورت زیرین داده می‌شود

$V_c - V_i - 5 = 0 \rightarrow V_c = V_i + 5 \Rightarrow V_c = 25 \text{ (volt)}$

در نیم سیکل مثبت لتری $t_2 < t < t_3$ دیود مجدداً شارژ می‌شود و به صورت مدار باز عمل می‌کند (سپل پ)

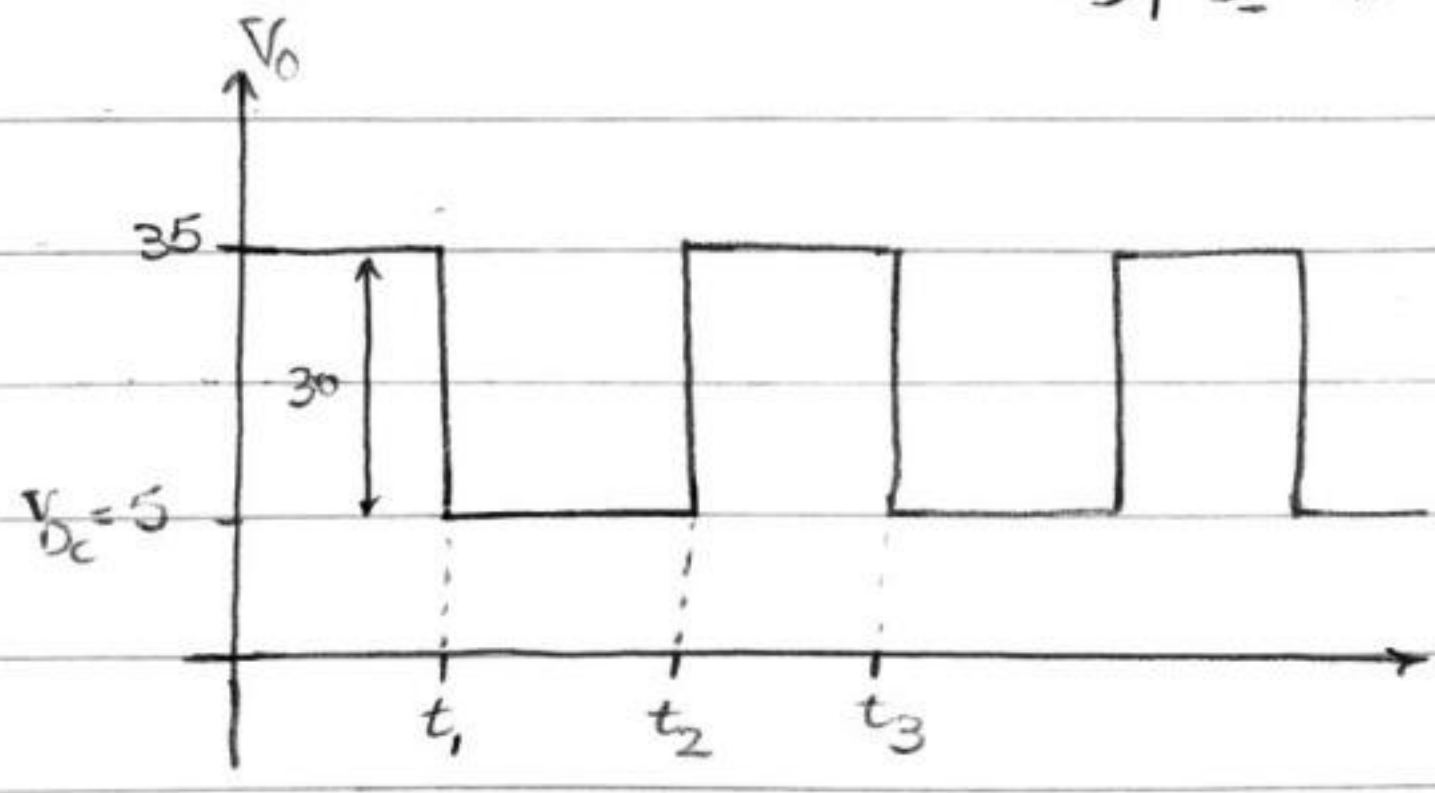
$t_2 < t < t_3$



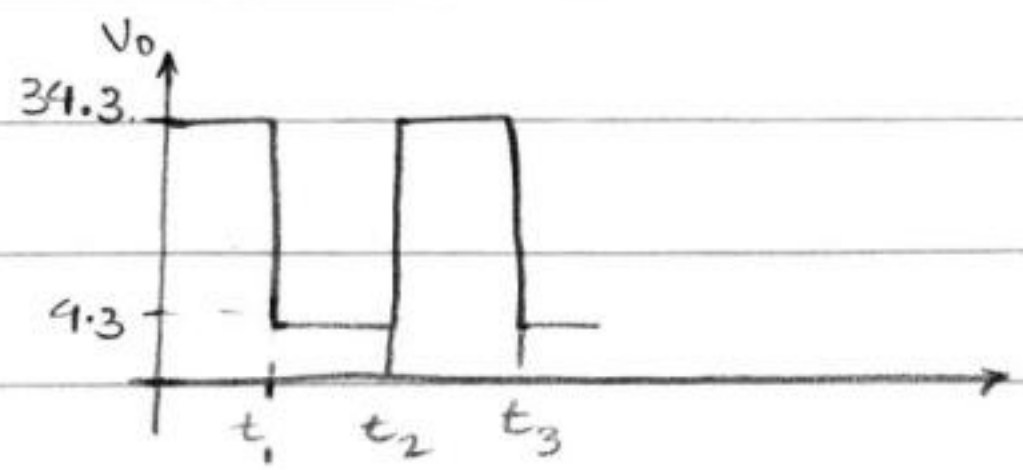
در این حالت با عوض شدن ولتاژ دایود و ولتاژ بار آنند می‌توان ولتاژ خروجی را با نوشتن KVL در حلقه بدست آورد.

$-v_i - v_c + v_o = 0 \rightarrow v_o = 35$

بنابراین شکل موج خروجی را می‌توان به صورت زیر رسم کرد:



Note: اگر به جای دیود ایده‌آل از دیود واقعی استفاده کنیم تمام ولتاژها به اندازدهی $V_f = 0.7$ تغییر می‌کنند زیرا در واقع به جای دیود یک منبع تغذیه سری شده با دیود ایده‌آل قرار می‌دهیم.

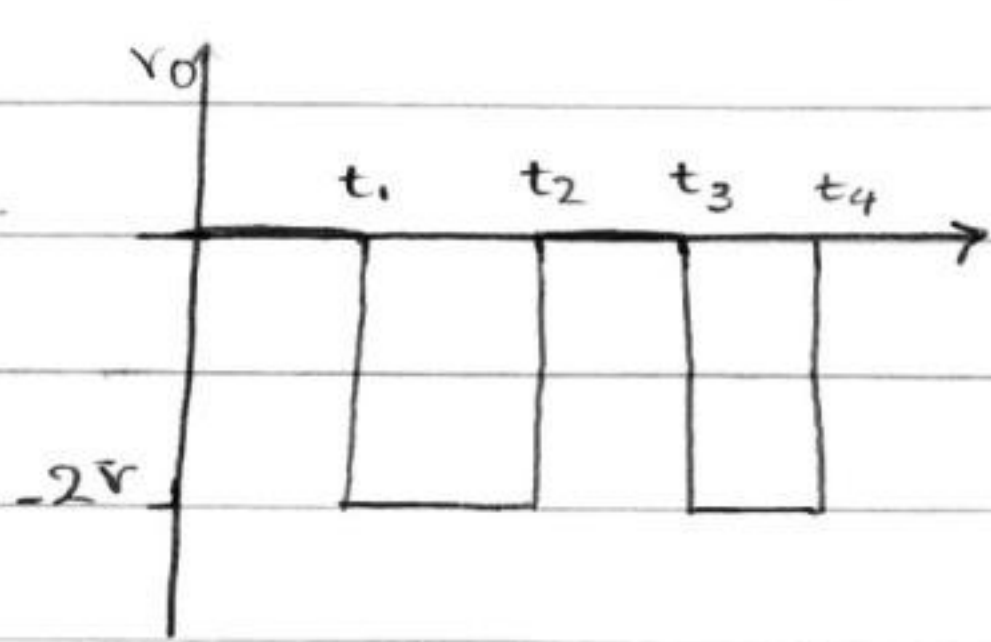
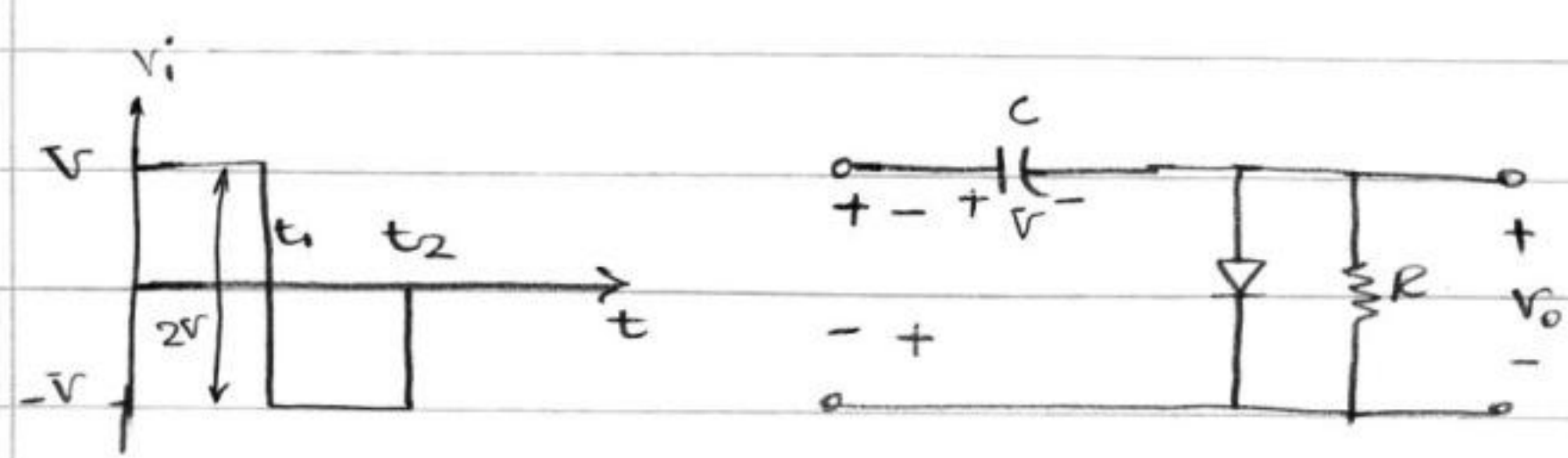


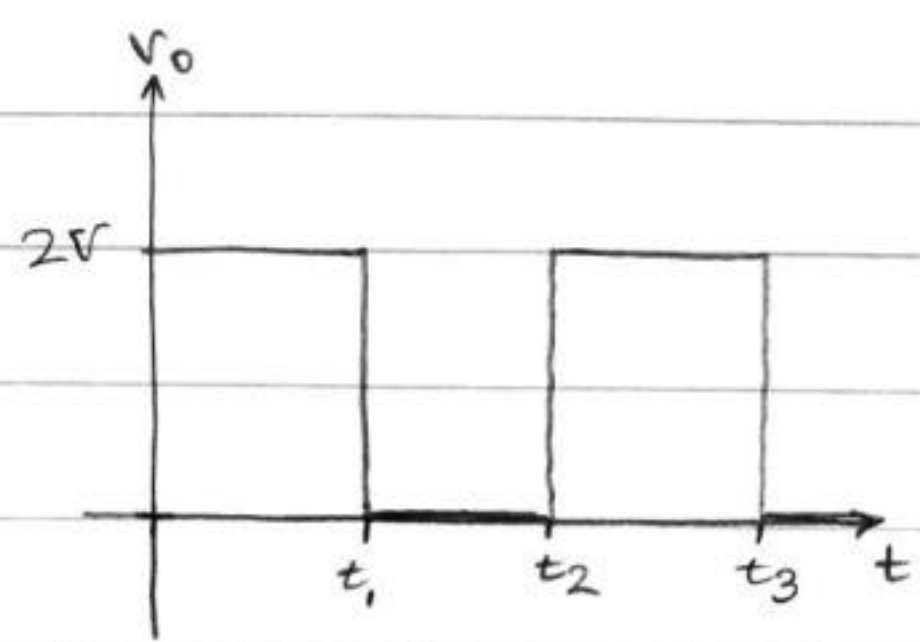
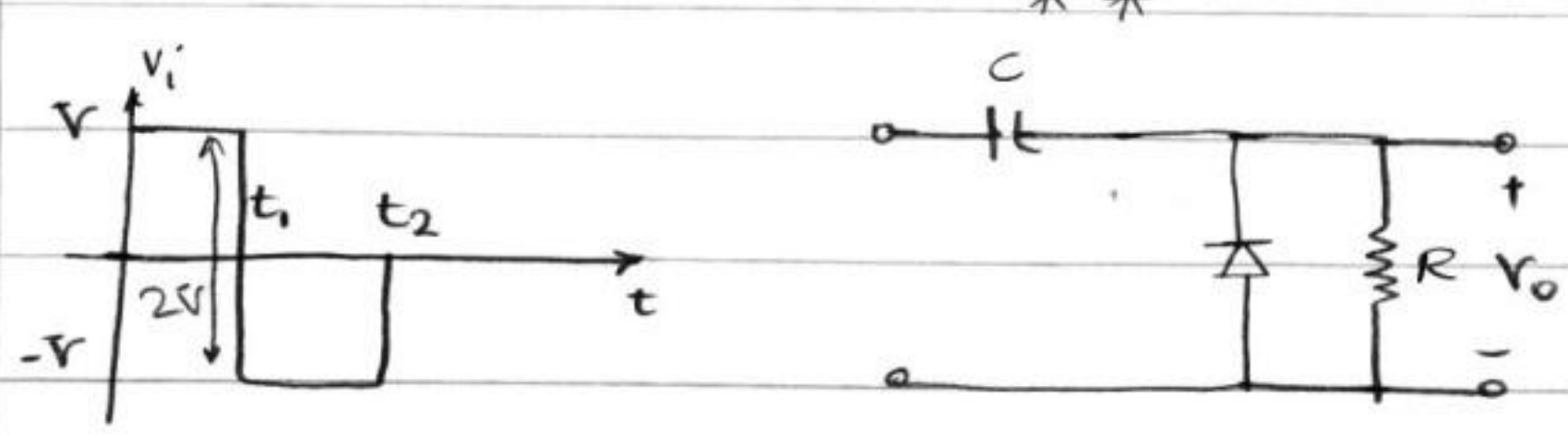
Note: ولتاژ peak to peak در تمام حالت (دیود واقعی و ایده‌آل) و در دیود واقعی و ایده‌آل یکسان است.

کلید مدارات clamper به روش تئوری :

۱- ابتدا نیم سینی که ریود هدایت می کند را در فضای سیم و بدون در نظر گرفتن خازن و ولتاژ خروجی را رسم می کنیم .

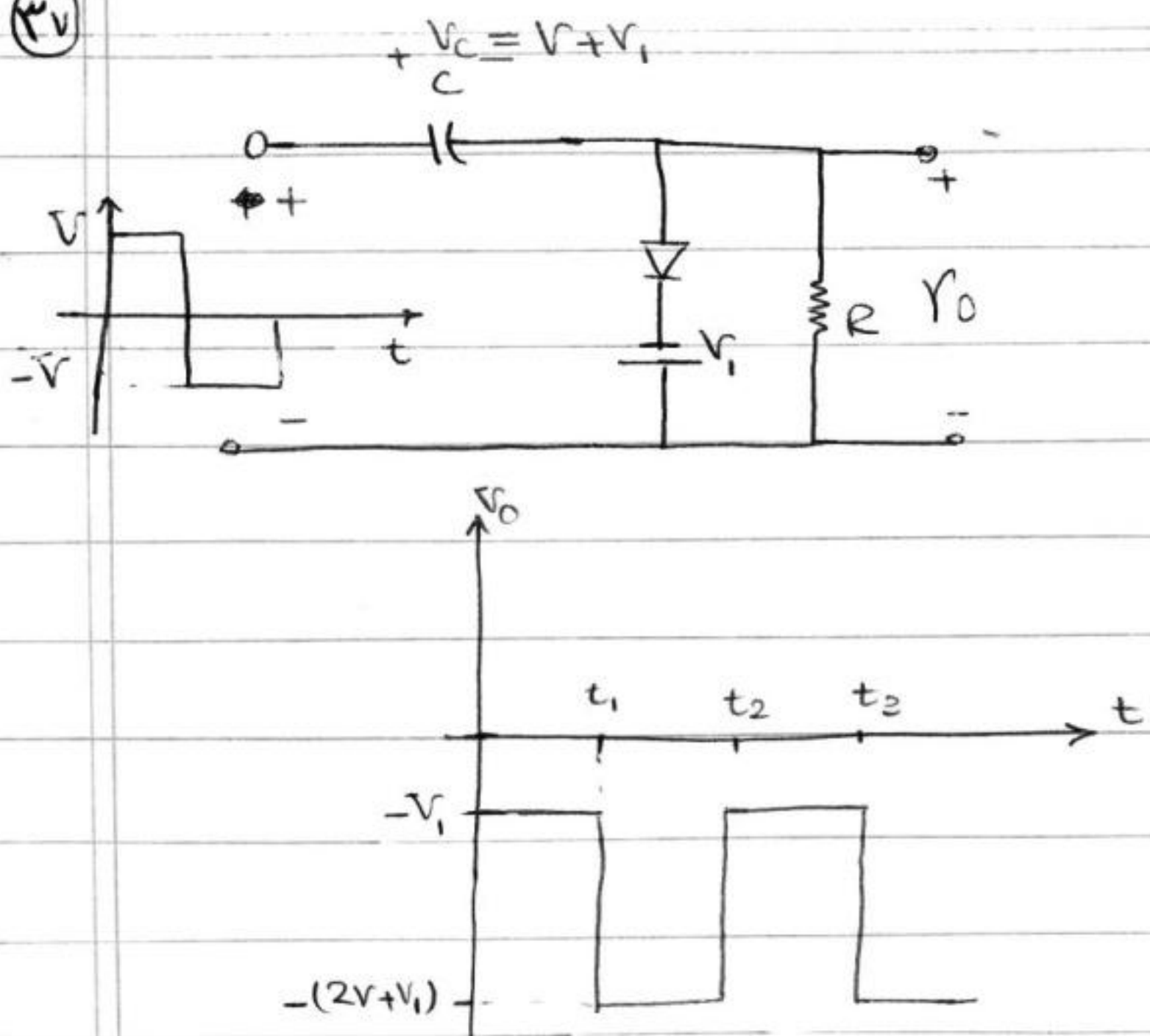
۲- توجه کنید به جهت ثابت بودن ولتاژ peak to peak می توان خروجی را به اندازه ی peak to peak ورودی و با توجه به جهت ریود رسم کرد .





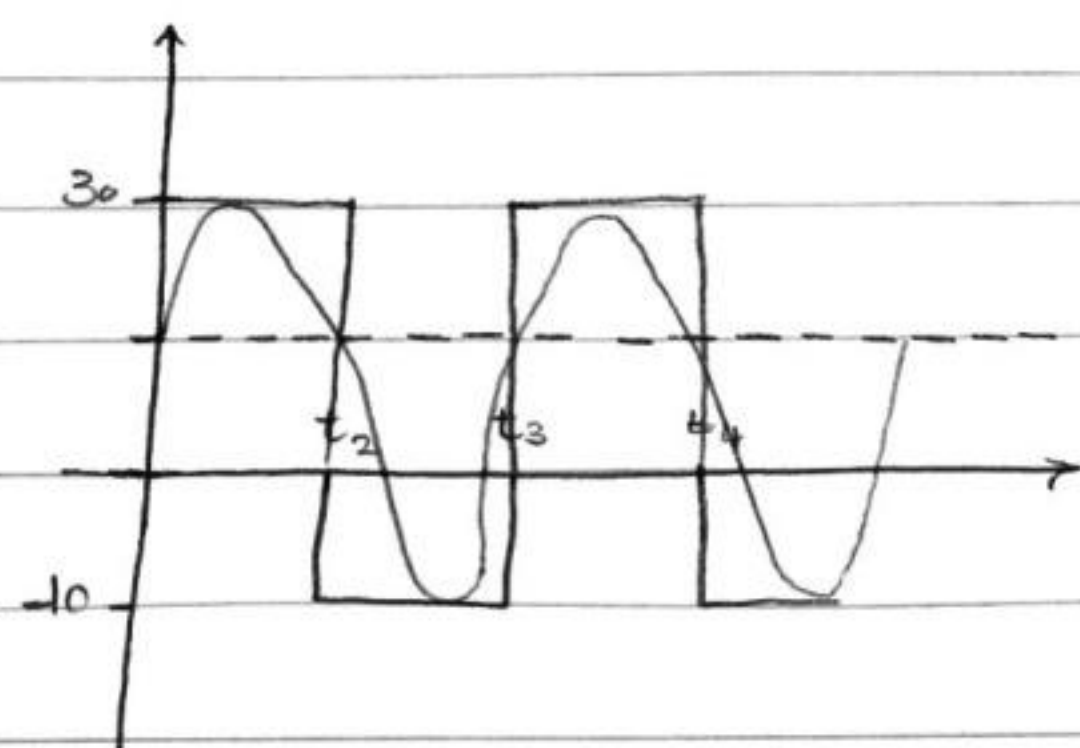
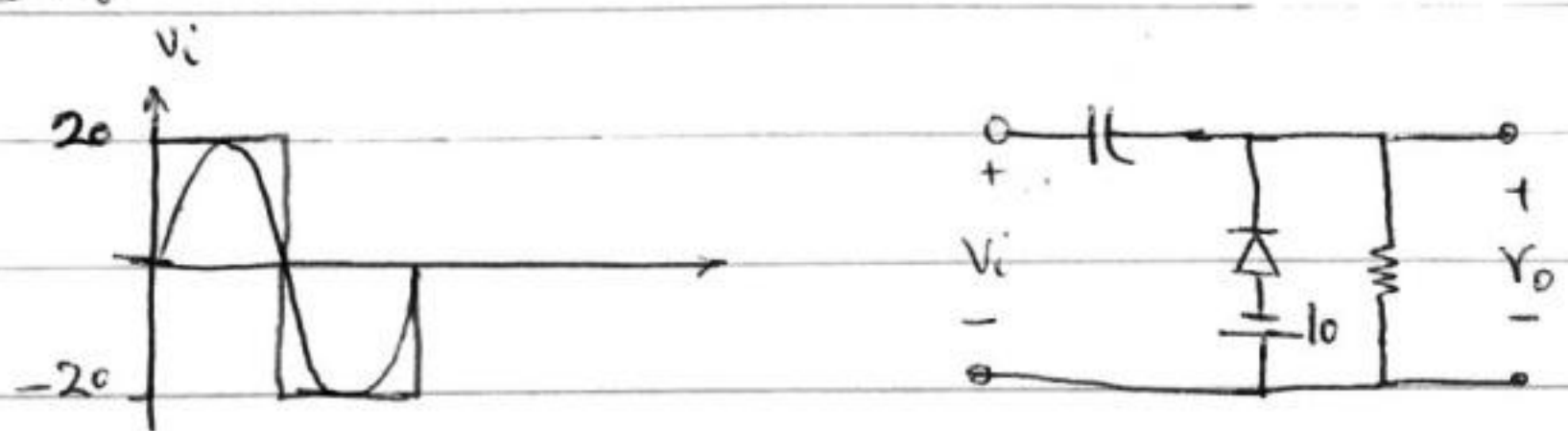
Note: مدارات کلید مداراتی هستند که درین سیم خازن به طور کامل شارژ شده در نیم سینی بعد از شارژ خازن با مقدار منبع ولتاژ جمع می شوند

۳۷



Note: در مورد مدارهای ~~دیود~~ طریقی برای سیم‌کشی سینوی نیز به همین صورت کاری کنیم و برای آنالیز آنها به جای موج سینوی یک موج مربعی با همان مقدار $\min$ و $\max$ قرار می‌دهیم و مقادیر حداکثر و حداقل خروجی را بدست می‌آوریم.

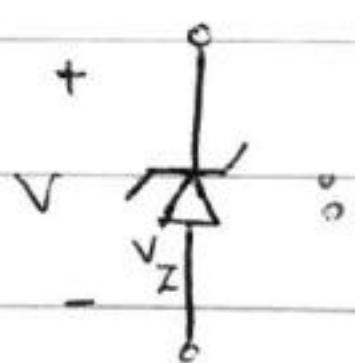
EX:



دیود زنر

محواره برای تشخیص ولتاژ از مداران «رئولتور» و ولتاژ استاندارد می‌کنند به این مداران شامل مداران متغیری می‌باشد به بی از بهترین مداران ولتاژ و رئولتور مدار رئولتور زنی است.

$$1) \quad V > V_Z \Rightarrow \text{Diode (on)} \approx \begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \text{---} \end{array} V_Z$$

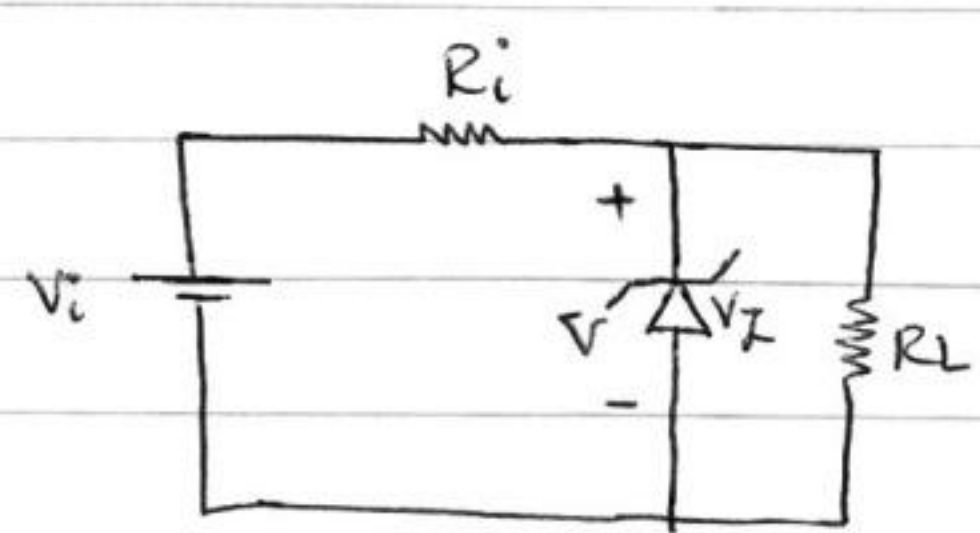


$$2) \quad V < V_Z \Rightarrow \text{Diod (off)} \approx \begin{array}{c} | \\ \text{---} \\ | \end{array}$$

آنا لیز مداران زنی

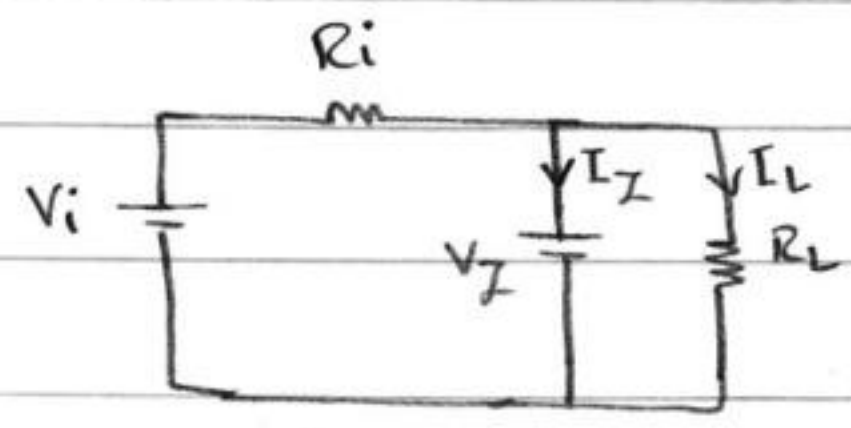
برای تحلیل مداران زنی ابتدا ولتاژ دور دیود را بدین در نظر می‌گیریم دیود و با تحلیل مداری بیست می‌آیدیم

و برای این اساس مشخص می‌نماییم که دیود روشن است یا خاموش می‌باشد و با قرار دادن مدار معادل مناسب مدار را تحلیل می‌کنیم.

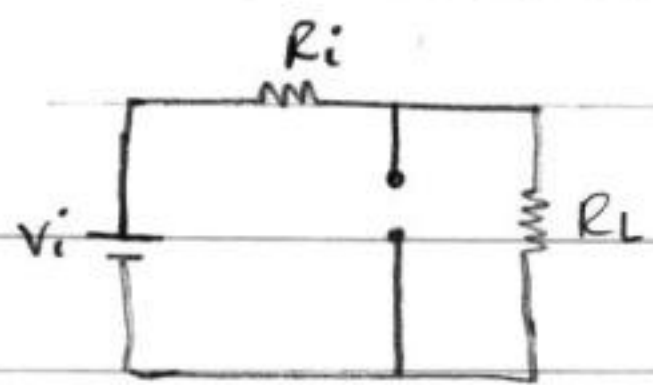


$$V = V_i \times \frac{R_L}{R_L + R_i} \Rightarrow$$

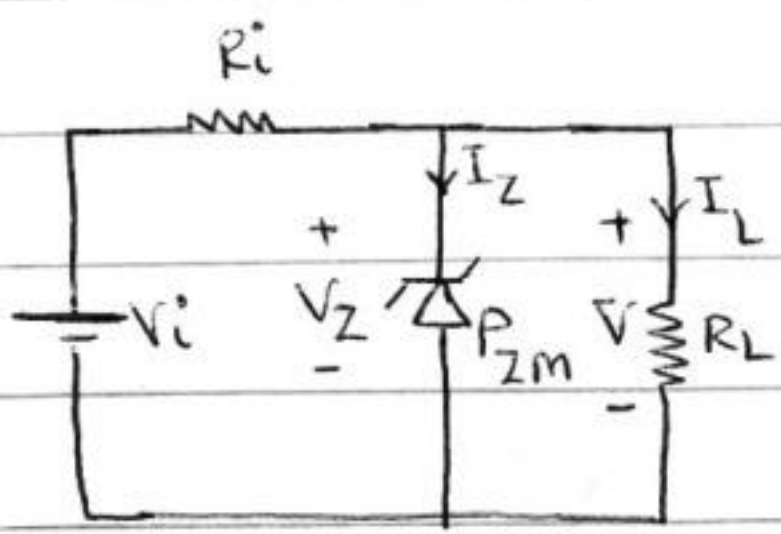
① $V > V_Z$:



② $V < V_Z$

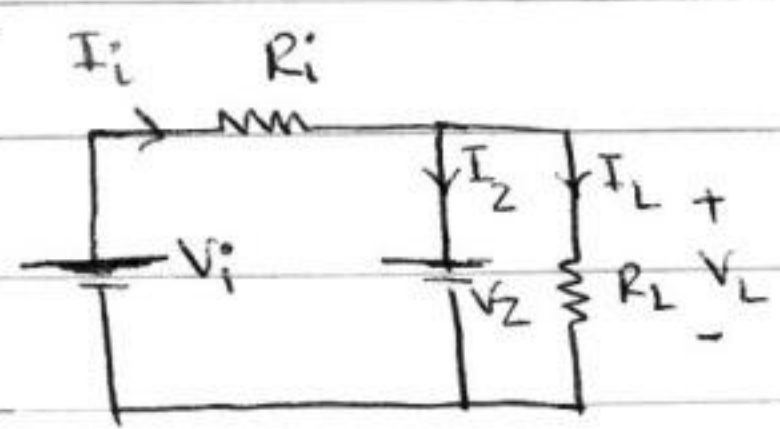


EX:



$$V = V_L = V_i \times \frac{R_L}{R_L + R_i}$$

if $V > V_Z$

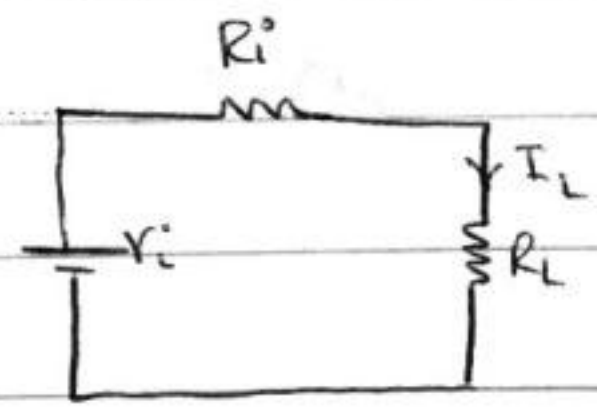


$$V_L = V_Z \rightarrow I_Z = I_i - I_L$$

$$I_i = \frac{V_i - V_Z}{R_i} \quad I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{V_L}{R_L}$$

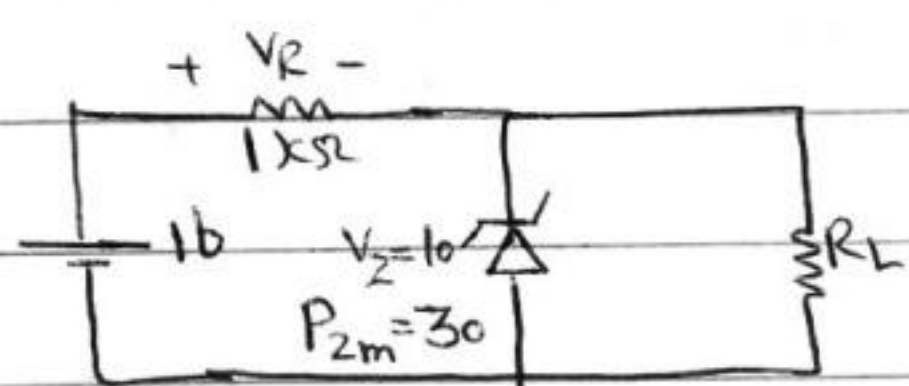
و باید $P_Z = I_Z V_Z < P_{Zmax}$

if $V < V_Z$



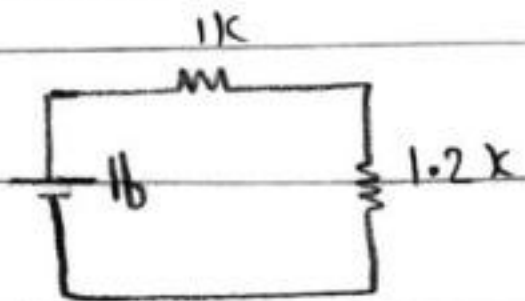
**

Ex: مطلوب است V_R و V_L و I_Z و P_Z در مدار زیر به صورتی که $R_L = 3\text{ k}\Omega$ و $R_i = 1.2\text{ k}\Omega$



الف) $V = V_i \times \frac{R_L}{R_L + R_i} = 16 \times \frac{1.2}{2.2} = 8.73$

Diod Z is off

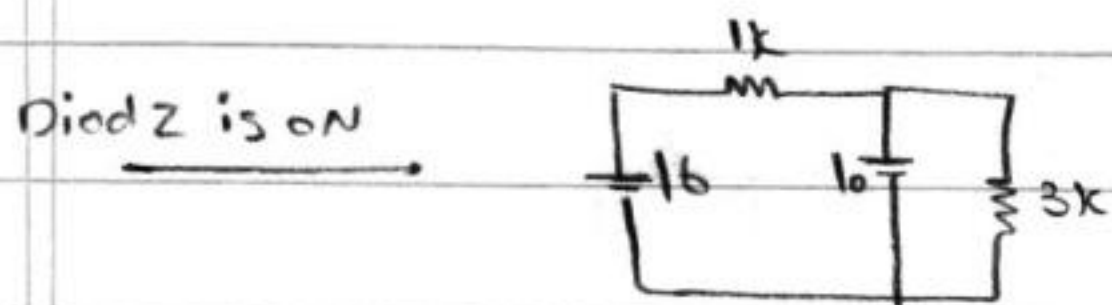


$$P_Z = V_Z I_Z = 0$$

$$V_R = 16 \times \frac{1}{2.2} = 7.27$$

$$V_L = 8.73$$

4) $V = 16 \times \frac{3}{4} = 12 \text{ (Volt)} > V_Z$



$$I_i = \frac{16 - 10}{1k} = 6 \text{ mA}$$

$$I_L = \frac{10}{3k} = 3.33 \text{ mA}$$

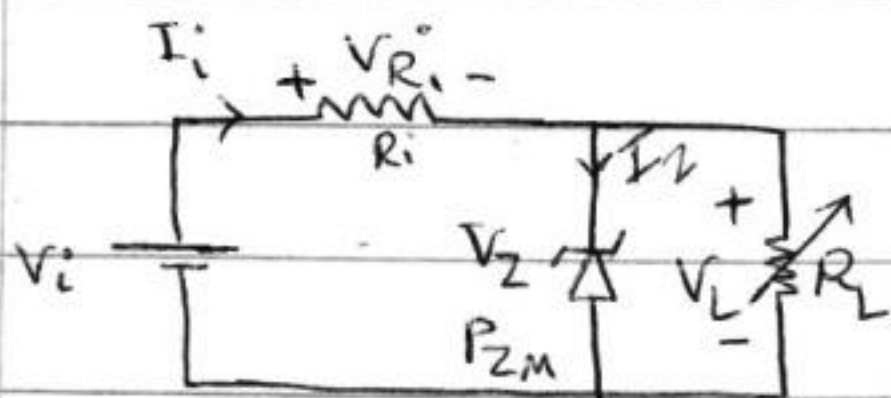
$$I_Z = 6 - 3.33 = 2.67$$

$$P_Z < P_{Z(\max)} \rightarrow P_Z = V_Z I_Z = 26.7$$

**

کاربرد اول: رگولاتورهای نوری:

الف) V_i ثابت و R_L متغیر:



برای سیمال متغیر متغیر است نه اگر مقاومت بار از حد خاصی کوچکتر شود ولتاژ ابعانی به ولت زنی از V_Z کمتری شود و

دیند عاوس می رود.

$$V_L = V_Z = V_i \times \frac{R_L}{R_L + R_i}$$

$$\rightarrow R_{L\min} = \frac{R_i V_Z}{V_i - V_Z} \Rightarrow I_{L\max} = \frac{V_Z}{R_{L\min}}$$

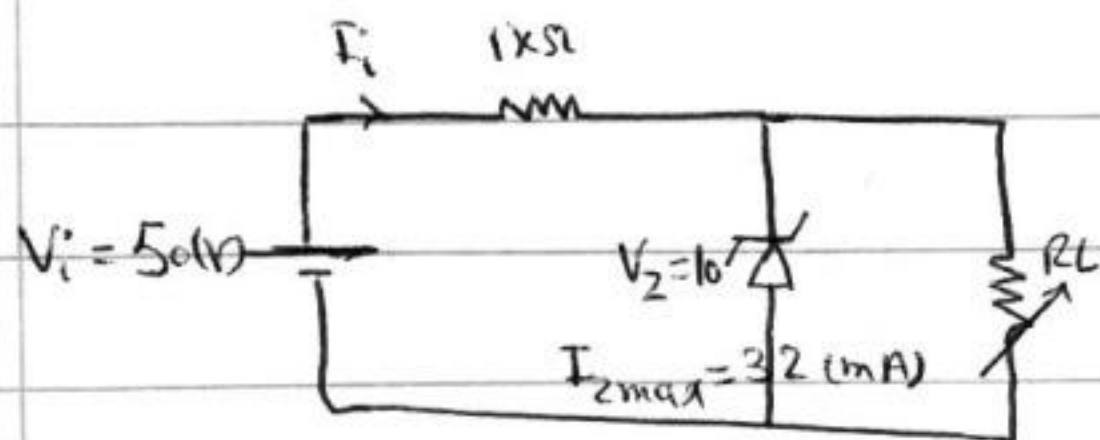
$$\begin{cases} V_{R_i} = V_i - V_Z \\ I_Z = I_i - I_L \\ I_i = \frac{V_{R_i}}{R} \end{cases}$$

$$I_{L\min} = I_i - I_{Z\max}$$

$$R_{L\max} = \frac{V_Z}{I_{L\min}}$$

41

EX: در سببی زیر R_L و I_L در چه محدوده‌ای می‌توانند باشند تا $V_{ZL} = 10 \text{ (Volt)}$ باشد و توان دیود زیر معیار باشد.



الف) $R_{Lmin} = \frac{R V_Z}{V_i - V_Z} = \frac{(1k\Omega)(10V)}{(50-10) \text{ (Volt)}} = 250\Omega$

$$I_{Lmax} = \frac{V_Z}{R_{Lmin}} = \frac{10}{250\Omega} = 40mA$$

$$I_R = \frac{V_i - V_Z}{R_i} = \frac{50-10}{1k\Omega} = 40mA$$

$$I_{Lmin} = I_R - I_{Zmax} = 40 - 32 = 8mA$$

$$R_{Lmax} = \frac{V_Z}{I_{Lmin}} = \frac{10}{8} = 1.25k\Omega$$

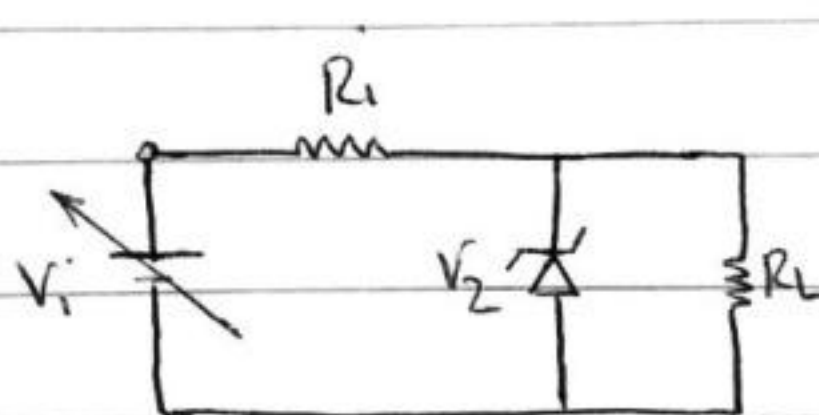
$$250\Omega < R < 1250\Omega$$

$$8mA < I_L < 40mA$$

ب) $P_Z = V_Z I_Z = 10 \times 32 = 320 \text{ (mW)}$

**

پ) V_i تغییر کند و R_L ثابت باشد:



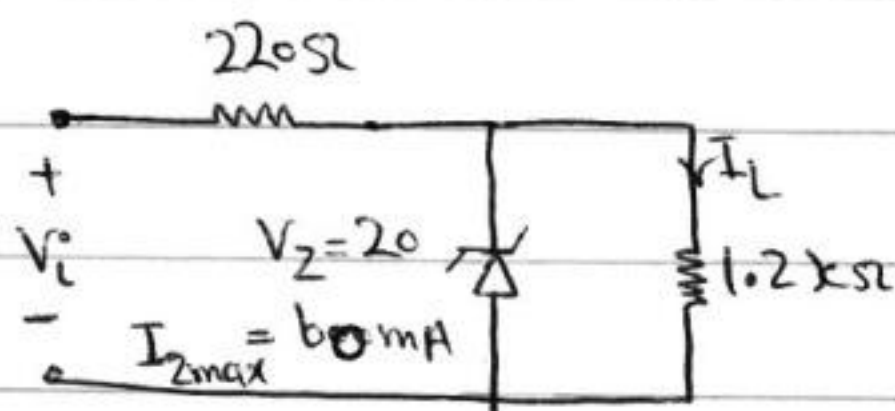
در این نوع کاری باید V_i به قدری بزرگ باشد تا دیود را روشن کند.

$$V_L = V_Z = V_i \times \frac{R_L}{R_i + R_L} \Rightarrow V_{imin} = \frac{(R_L + R_i) V_Z}{R_L}$$

$$I_R = I_Z + I_L \rightarrow I_{Rmax} = I_{Zmax} + I_L$$

$$I_{Rmax} = \frac{V_{imax} - V_Z}{R} \Rightarrow V_{imax} = I_{Rmax} R + V_Z$$

Ex: محوری V_i ، ارمیدارزی برای روشن ماندن دیود زنی روشن نشود

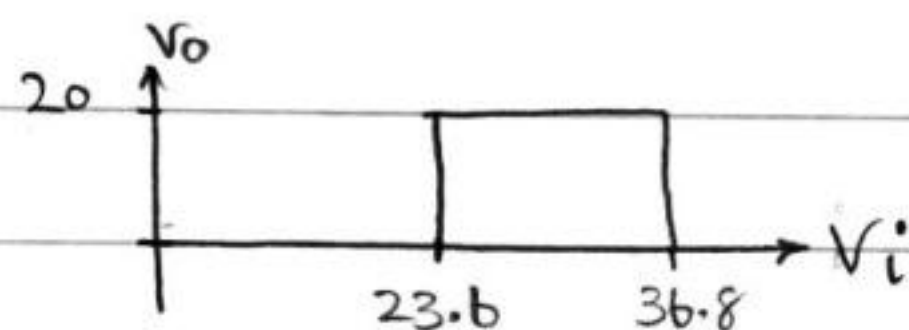


$$V_{i(min)} = \frac{(R_L + R_i)V_Z}{R_L} = \frac{20 \times 1.42}{1.2} = 23.6 (V)$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{20V}{1.2k\Omega} = 16.67 (mA)$$

$$I_{Rmax} = I_{Zmax} + I_L = 60 + 16.67 = 76.67 (mA)$$

$$V_{i(max)} = I_{Rmax} R + V_Z = 76.67 \times 0.22 + 20 = 36.87$$



مدارات چندبرگشته:

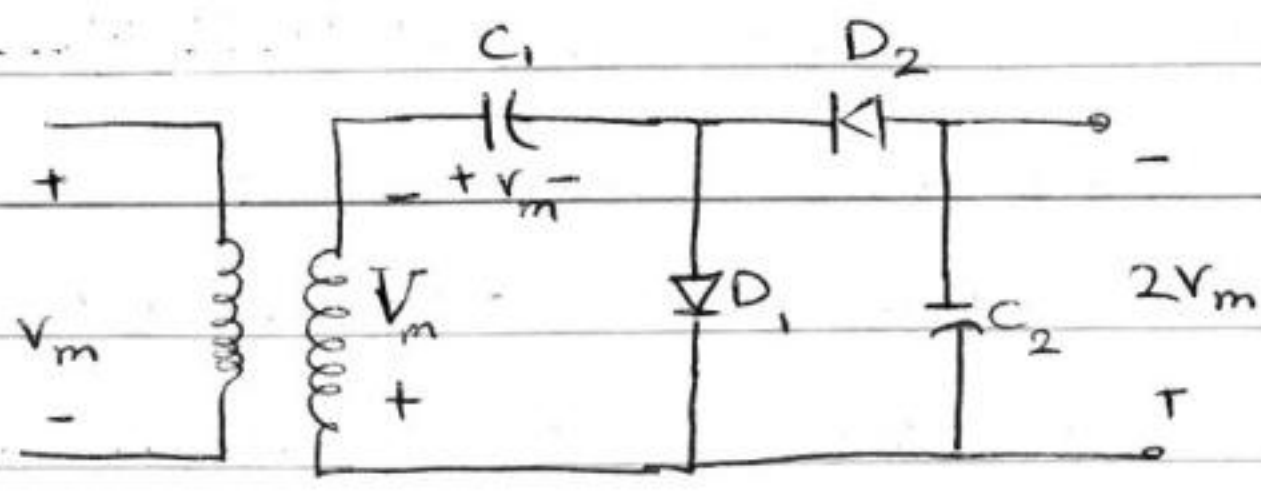
الف - دویای نشده نیم موج:

این مدار دویای نشده ولتاژ نیم موج است نه در نیم سیکل مثبت دیود D_1 روشن و خازن C_1

از طریق این دیود تا V_m شارژی شود و در نیم سیکل منفی دیود D_1 خاموش می شود و دیود D_2 روشن می گردد و خازن C_2 شارژی شود و تا در هر D_2 را از رانندگی زیر می توان بدست آورد ملاحظه می گردد و تا در هر C_2

در دویای ولتاژ و دردی است $(2V_m)$

PIV استاندارد V_m در این مدار باید زیر مادی 2 برای V_m باشد. $PIV \geq 2V_m$



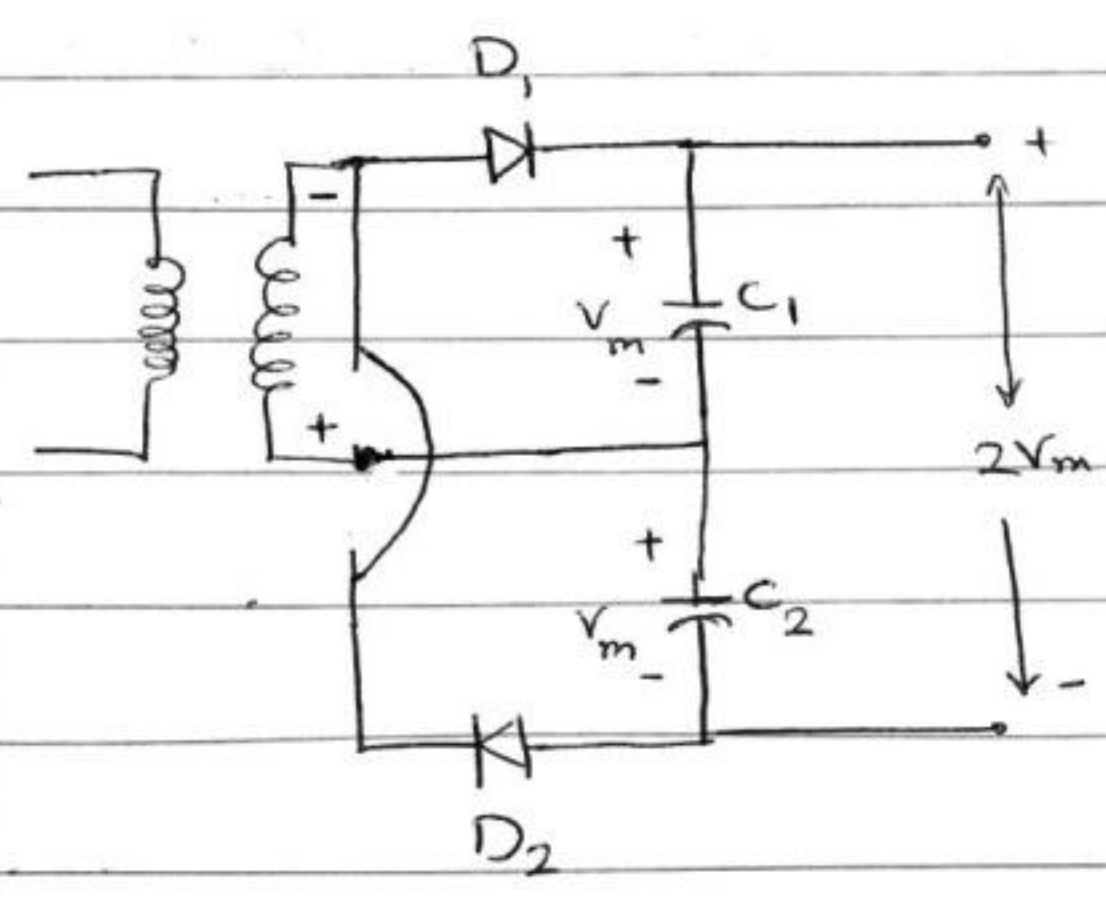
$$-V_m - V_{C1} + V_{C2} = 0$$

$$\rightarrow V_{C2} = V_{C1} + V_m = 2V_m$$

ب - دویای نشده تمام موج:

در نیم سیکل مثبت D_1 روشن است و خازن C_1 تا V_m شارژی شود اما در نیم سیکل منفی D_2 روشن است

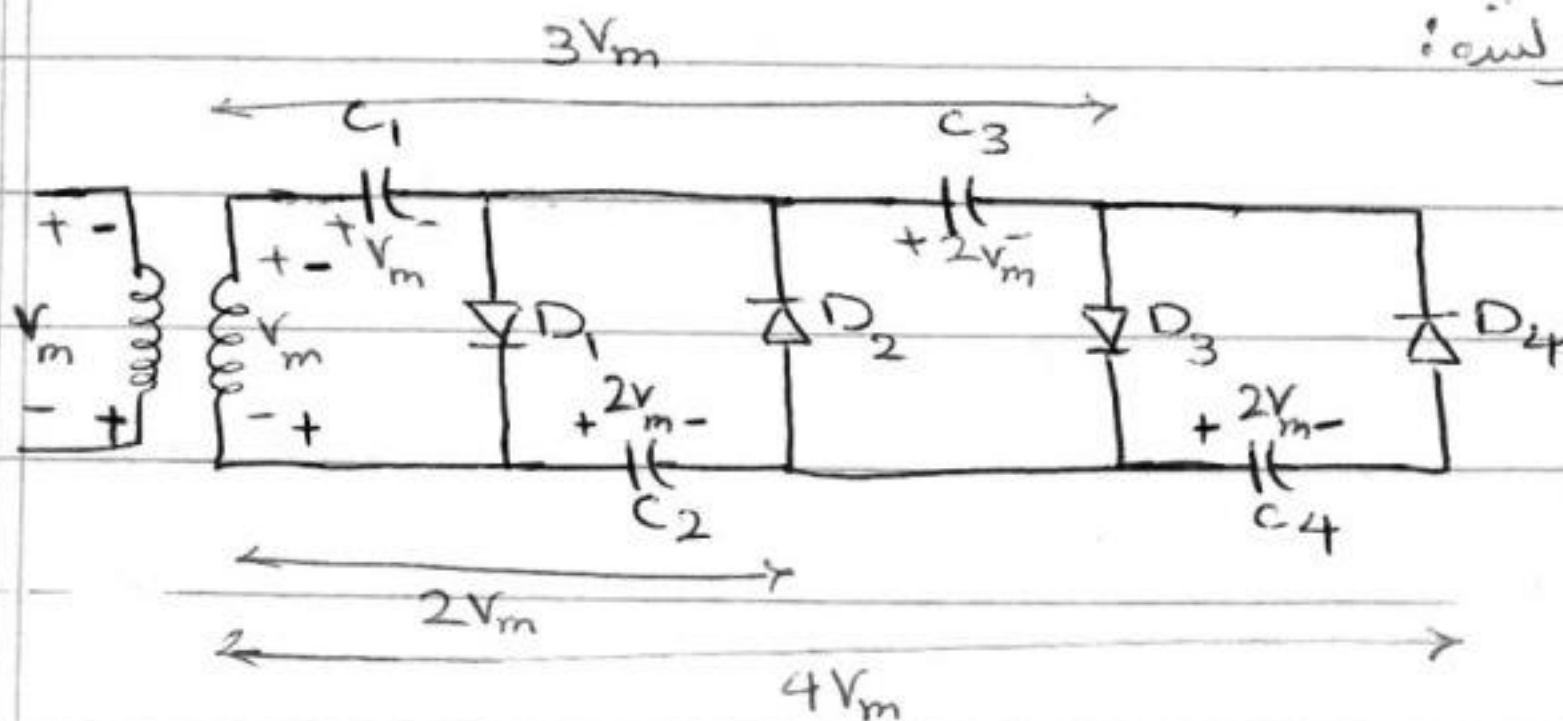
D_1 و خازن C_2 تا V_m شارژی شود بنابراین ولتاژ خروجی برای $2V_m$ می باشد PIV استاندارد برای دیودهای $PIV \geq 2V_m$ در این مدار نیز حداقل باید $2V_m$ باشد.



$$PIV \geq 2V_m$$

ج. تعیم مداران هند یاری لسته:

EWB:



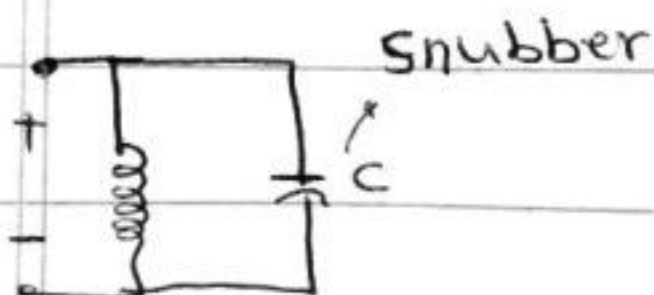
Red: نیم سیکل مثبت
black: نیم سیکل منفی

خازن C_1 در نیم سیکل مثبت به اندازه V_m شارژی شود (از طریق V_m) در نیم سیکل منفی ولتاژ ناایز به ترانسفورماتور خازن C_2 و اما ولتاژ مازع هم پیر می کنند در نیم سیکل مثبت یعنی D_3 روشن می شود و ولتاژ خازن C_2 به $2V_m$ می رسد. ولتاژ خازن C_3 و ولتاژ D_4 و D_2 هر دو می شوند و خازن C_3 و ولتاژ خازن C_4 اما $2V_m$ می شوند از سرهای بالای مدار مضارب فرد و از سرهای پایینی مضارب زوج می شود.

کاربردهای عملی دیود:

محافظت در برابر ولتاژ القایی:

الف)



برای این کار بین دو س "ندالین" یا خازن

مولاری با عناصر القایی یا پدیها به منظور حفاظت آنها

درای ایجاد ولتاژ بیش از اندازه ناشی از تغییرات دوسر مدلی باشد.

