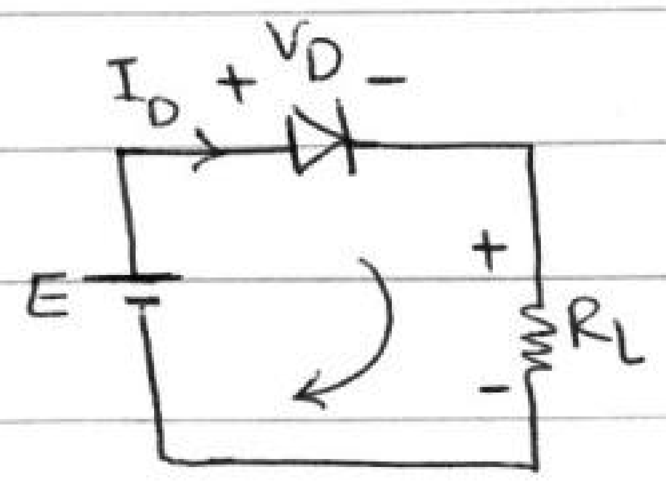
در حالت هدایت می باشد و با اتصال کوتاه جایگزین می گردد و اگر جریان شاخه در خلاف جهت دیود بود، دیود در حالت معکوس می باشد و با مدار باز جایگزین می شود.

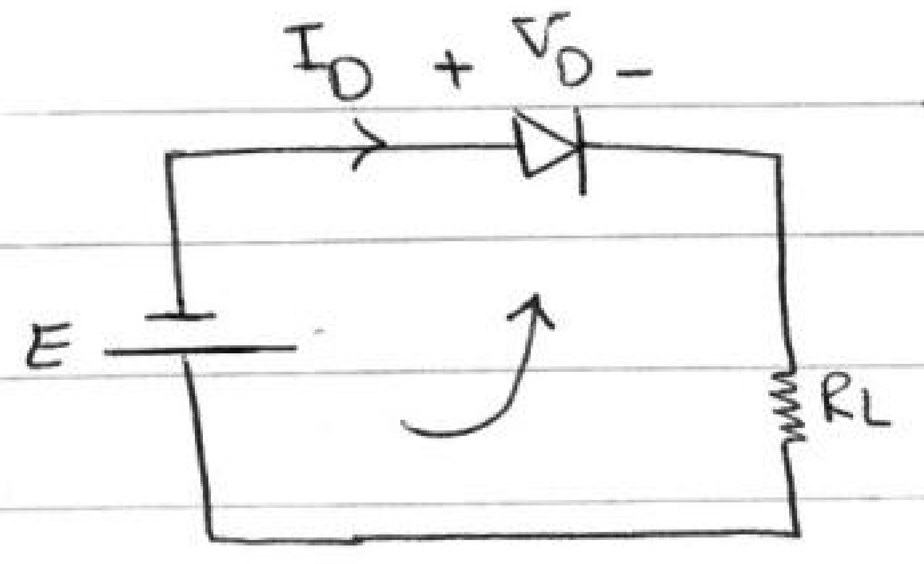
ج) در اینجا با استفاده از روشهای آنالیز مداری پارامترهای دلخواه را بدست می آوریم.

EX:



چون جریان در جهت دیود است بنابراین دیود به صورت مستقیم بایاس گردیده یعنی:

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

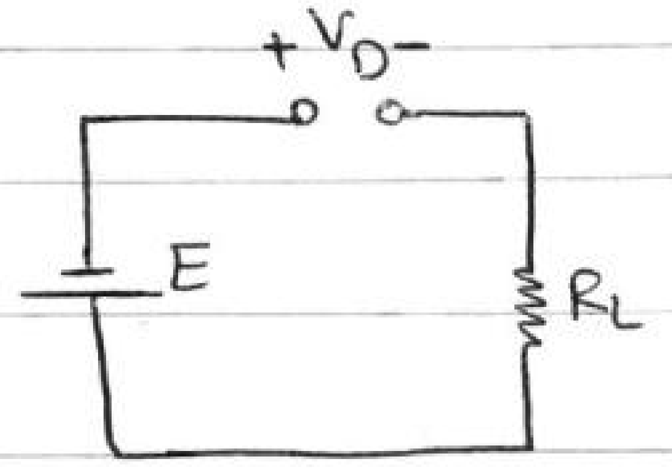


در مدار روبرو جریان در خلاف جهت دیود می باشد بنابراین دیود در حالت معکوس است و با اتصال باز جایگزین می شود:

$I_D = 0$

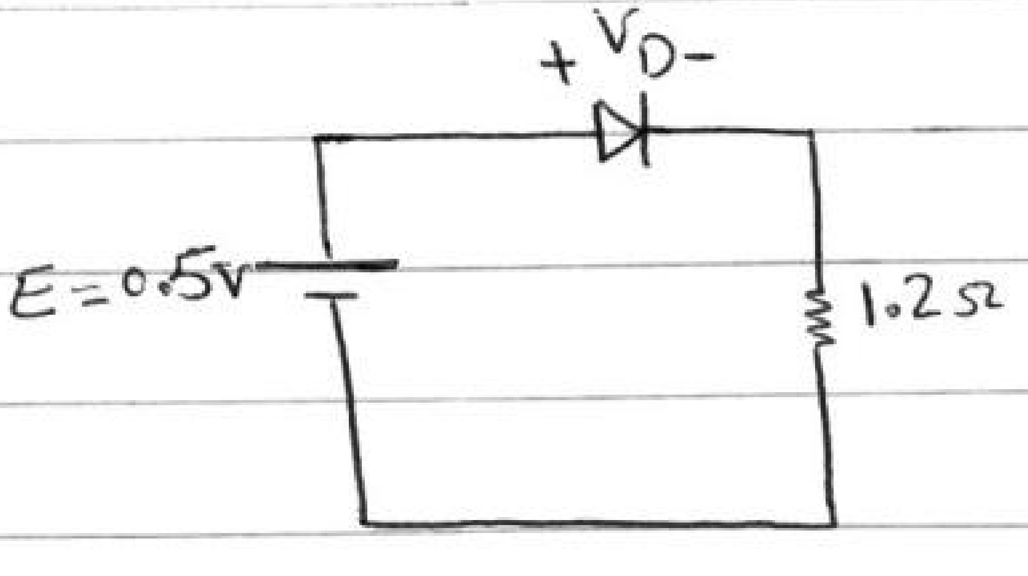
$V_R = 0$

$V_D = -E$

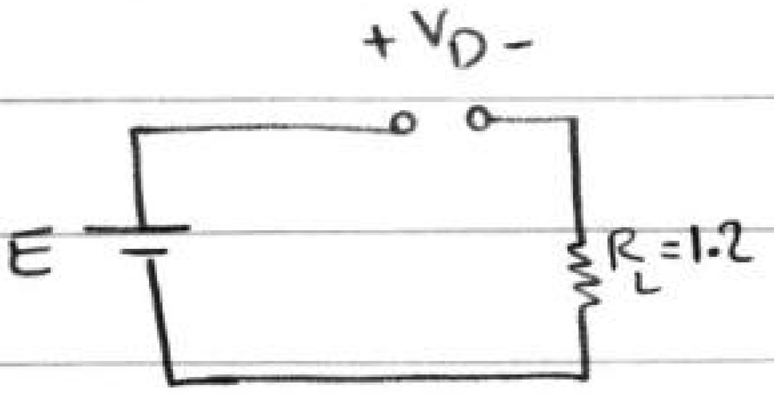


* ** *

EX$_1$: V_D و V_0 را بیابید.



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

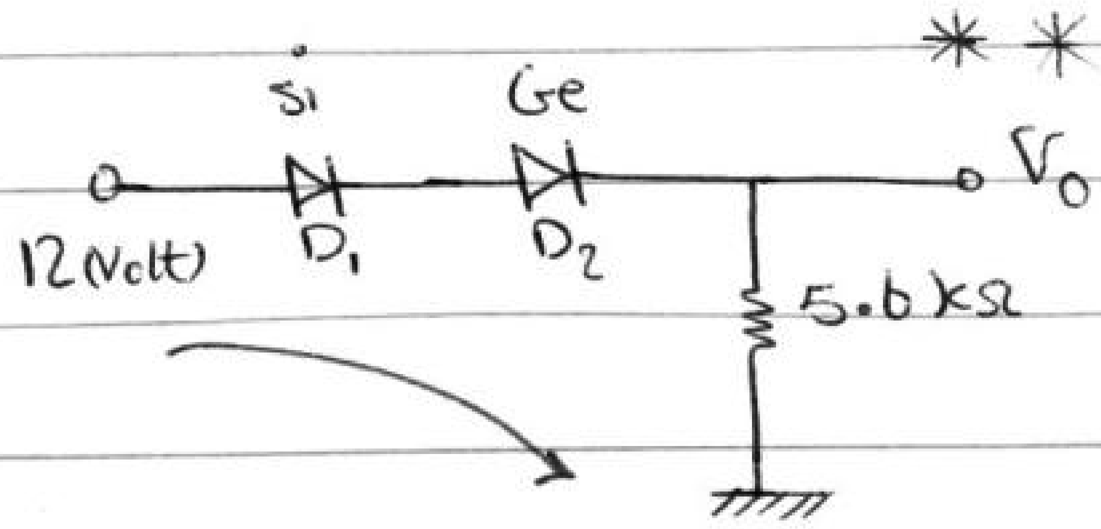


$I_D = 0 \Rightarrow V_0 = 0$

$V_D = 0.5$ (Volt)

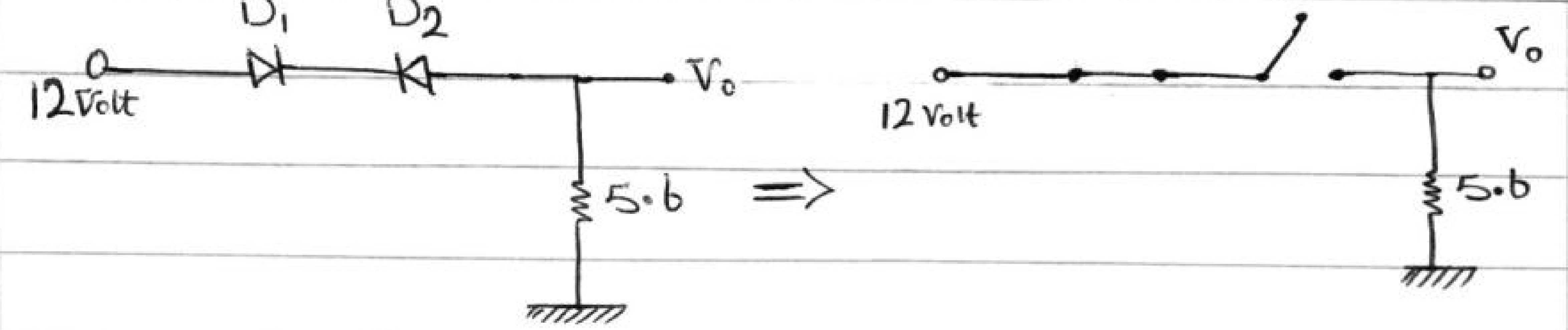
**

EX$_2$:



$V_0 = 12 - V_{D_1} - V_{D_2} = 12 - 1 = 11$ Volt

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



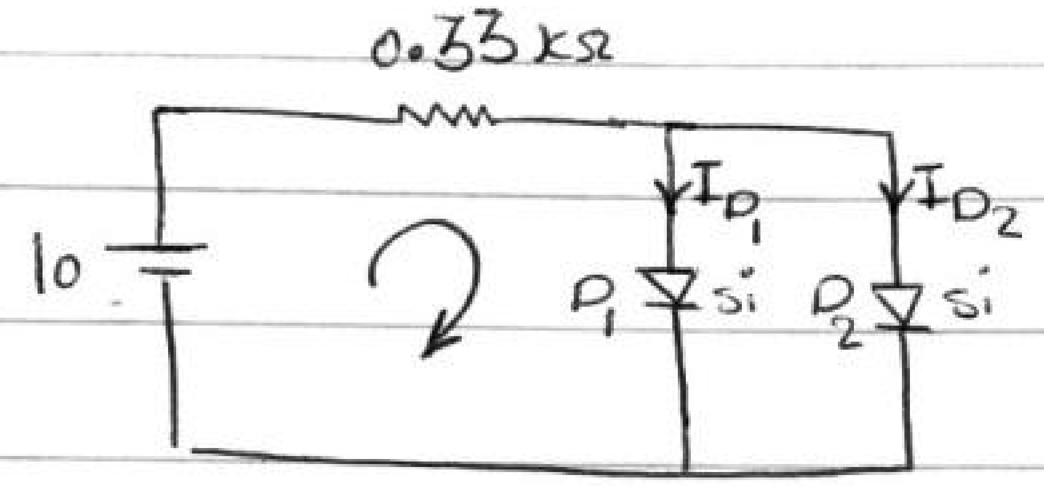
$V_{D_1} = 0$

$V_{D_2} = 12V \quad I_{D_1} = I_{D_2} = 0$

* *

مدارات سری و موازی:

EX:

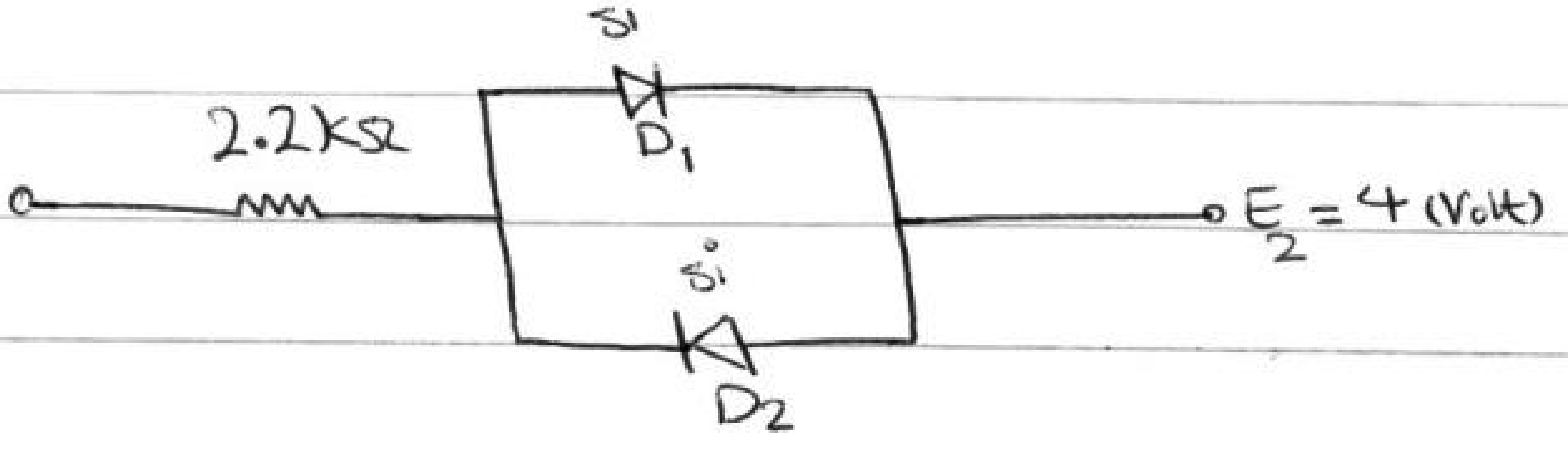


$$I_R = \frac{10 - 0.7}{0.33\,k\Omega} = 28.18\,(mA)$$

$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{I_R}{2} = 14.09$$

Note: برای مدارهایی که جریان عبوری از دیود ممکن است بالاتر از جریان قابل تحمل باشد می‌توان از ترکیب موازی دیودها استفاده نمود.

EX:



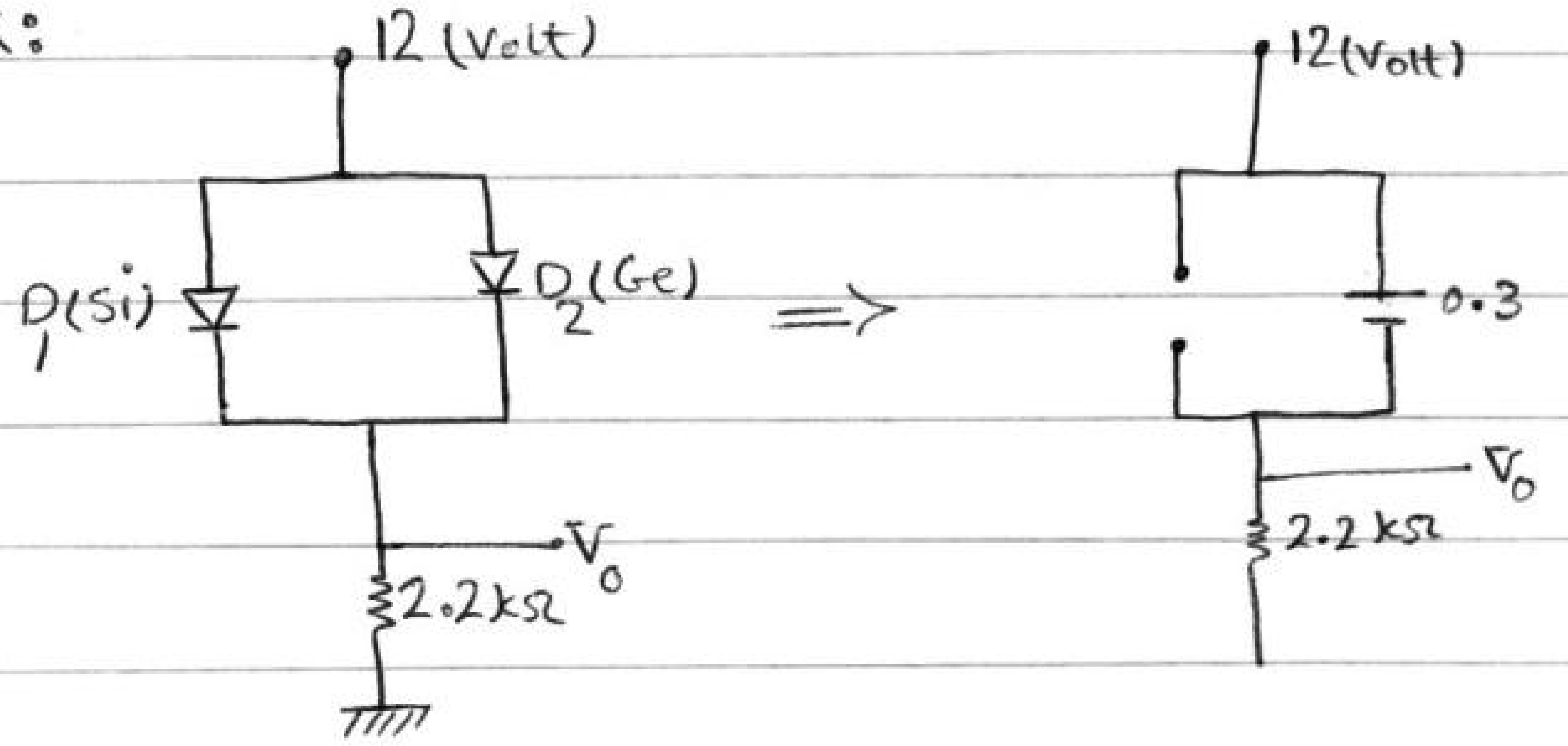
D_1 (ON)

D_2 (off)

$$V_R = I_R R$$

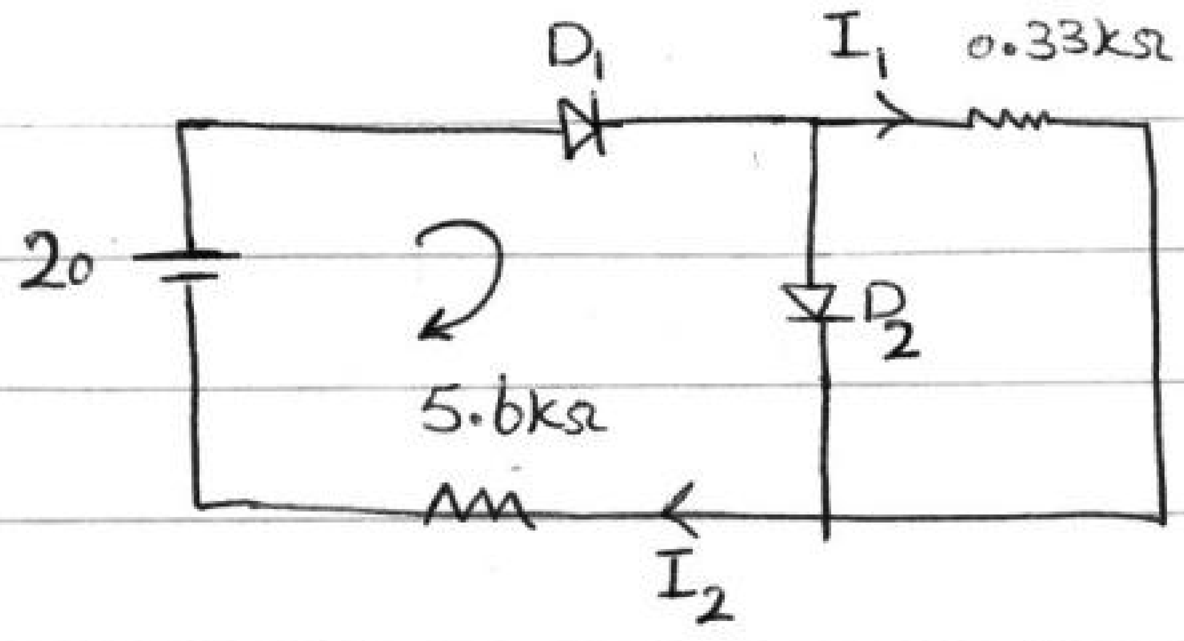
$$-E_1 + V_R + V_{D_1} + E_2 = 0 \Rightarrow I_R = \frac{E_1 - E_2 - V_D}{R} = \frac{20 - 4 - 0.7}{2.2\,k\Omega} = 6.95\,(mA)$$

EX:



$V_0 = 12 - 0.3 = 11.7$

EX:



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

$$20 = V_{D_1} + V_{D_2} + I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{20 - 1.4}{5.6k\Omega}$$

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

$$I_{D_1} = I_2 = 3.32 (mA)$$

$$I_{D_2} = I_{D_1} - I_1 = 3.32 - 0.212 \Rightarrow I_{D_2} = 3.1 (mA)$$

**

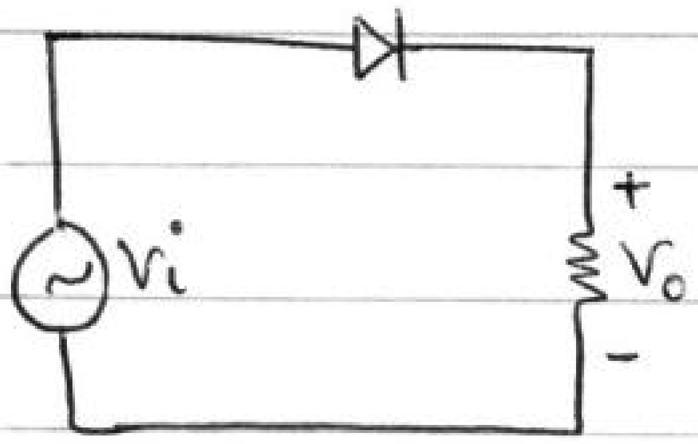
یکسو ساز:

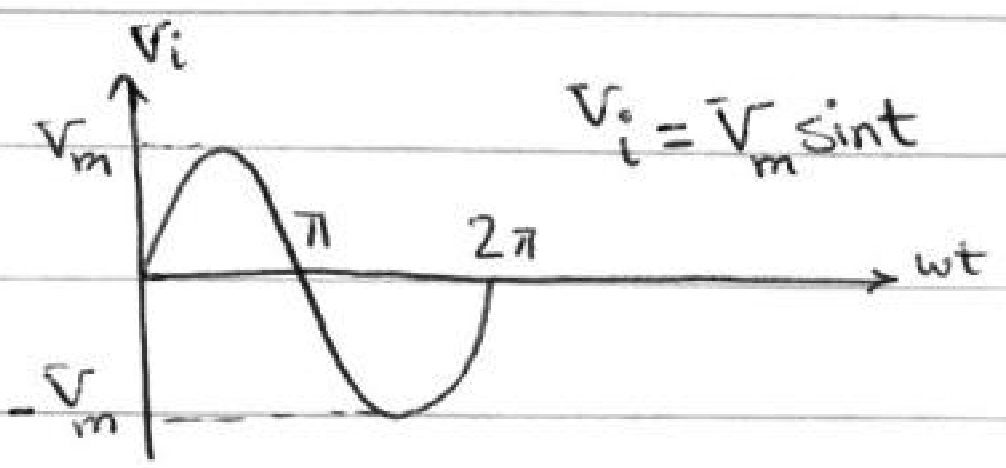
۱- یکسو ساز نیم موج (Half wave Rectifiers)

۲- یکسو ساز تمام موج (Full wave Rectifiers) →
- ۱- یکسو سازهای پل Bridge Rectifiers
- ۲- یکسو سازهای با ترانسفورمر سر وسط دار Rectifing with center tap transformator

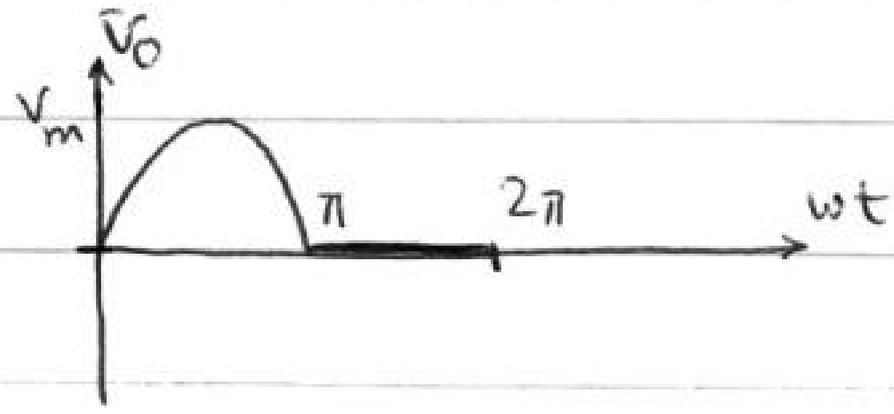
1- Half wave Rectifier:

۱- یکسوساز نیم موج:





$V_i = V_m \sin t$:$Note_1$



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

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

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

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

$Note_2$: در بررسی دقیق، V_i به اندازه‌ی V_T افت می‌کند و بقیه‌ی آن به خروجی می‌رسد بنابراین خواهیم داشت:

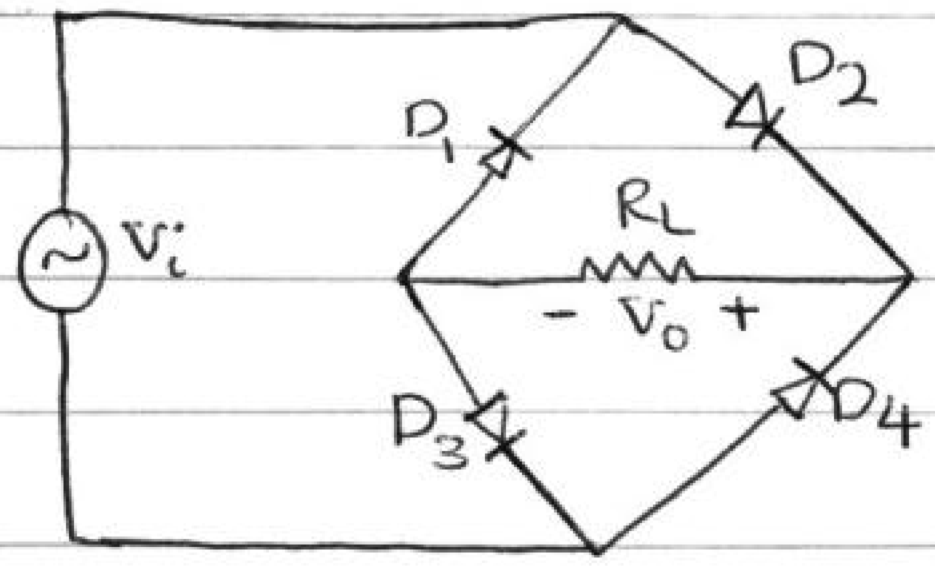
$V_m >> V_T \Rightarrow V_{dc} = 0.318(V_m - V_T)$ $\qquad (V_T = V_{Turn\ ON})$

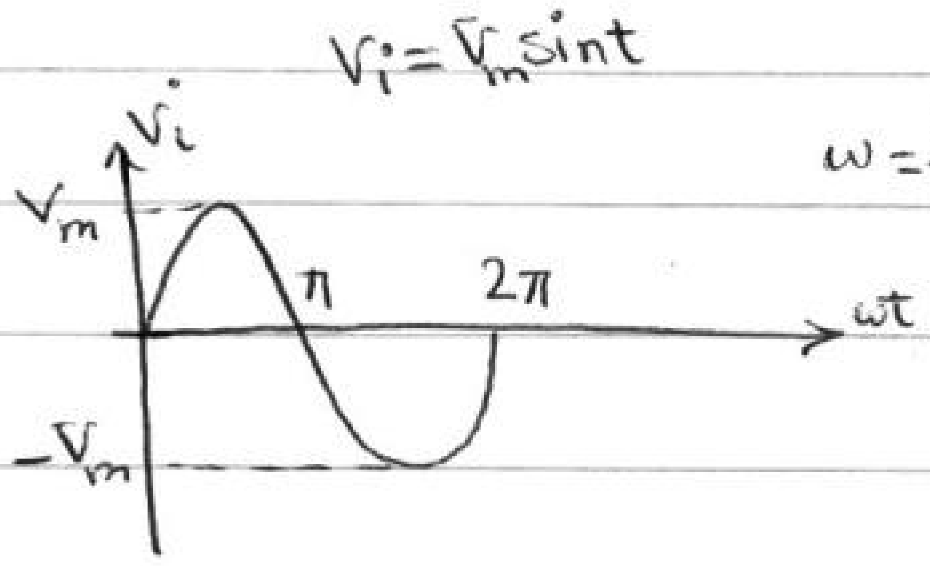
$Note_3$: PIV مدار باید: $\qquad PIV \geq V_m$

(برای بدست آوردن PIV باید در حالت معکوس دیود، محاسبه کرد چه ولتاژی در دو سر دیودی که مدار باز است، می‌باشد.)

Bridge Rectifiers:

یکسوساز تمام موج پل:

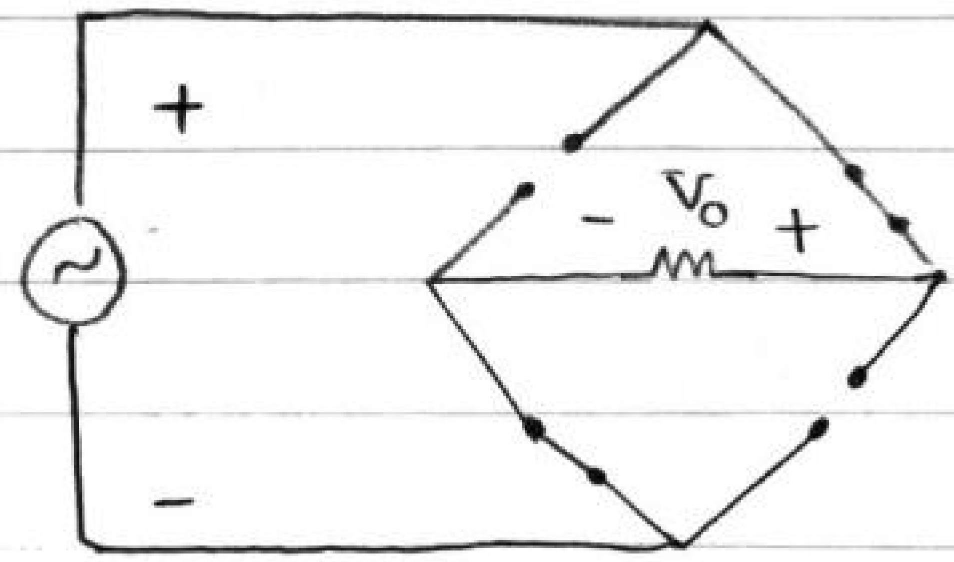




$\omega = \frac{2\pi}{T} = 1$

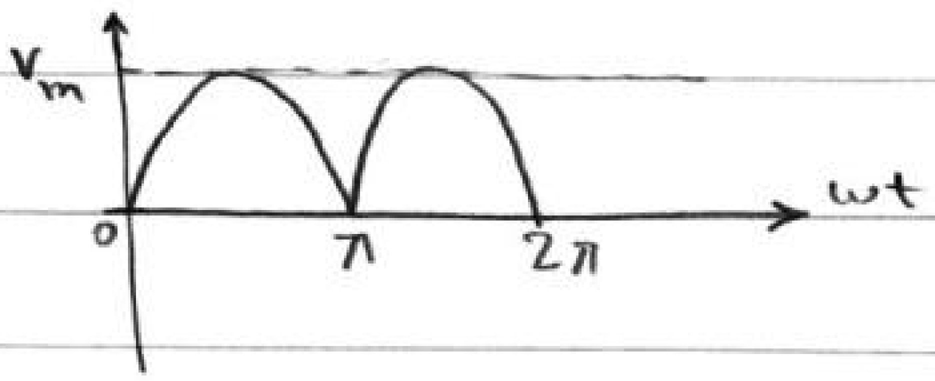
$0 < \omega t < \pi$:

الف.



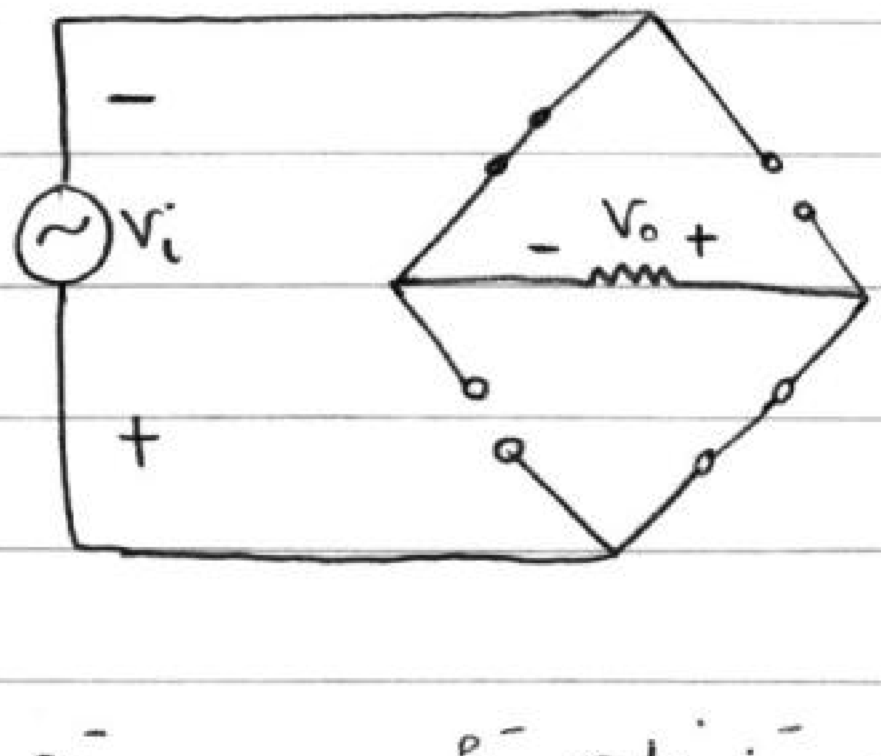
$D_2, D_3 \rightarrow ON$

$D_1, D_4 \rightarrow OFF$



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

ب)



$D_1, D_4 \rightarrow ON$

$D_2, D_3 \rightarrow OFF$

در نیم سیکل مثبت دیودهای D_2 و D_3 روشن هستند بنابراین ولتاژ دو سر بار همان ولتاژ ورودی خواهد بود، زیرا مطابق شکل الف D_2 و D_3 با اتصال کوتاه و D_1 و D_4 با اتصال باز جایگزین می‌شوند. اما در نیم سیکل منفی

دیودهای D_1 و D_4 هدایت می‌کنند و دیودهای D_2 و D_3 در حالت قطع می‌باشند، توجه کنید که در این حالت نیز

پلاریته ی ولتاژ خروجی تغییر می کند بنابراین شکل موج ولتاژ خروجی مطابق با شکل نشان داده است.

Note₁: V_{dc} در این حالت مشابه حالت قبل از رابطه ی $\frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,dt$ 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 * $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636\,V_m$ * *تمام موج پل

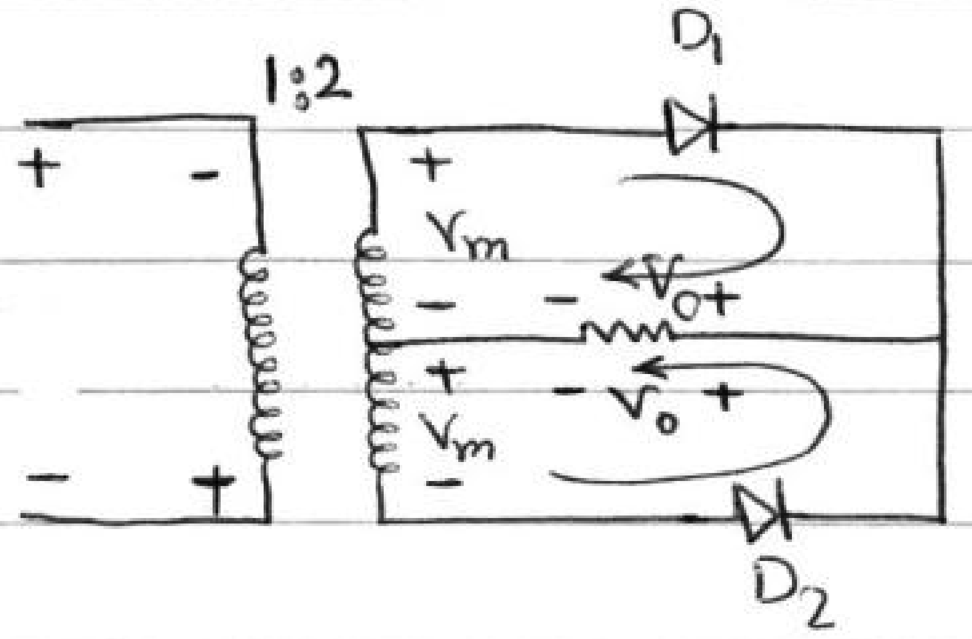
Note₂: اگر بجای دیودهای ایده آل از دیود واقعی استفاده شود به شرط اینکه

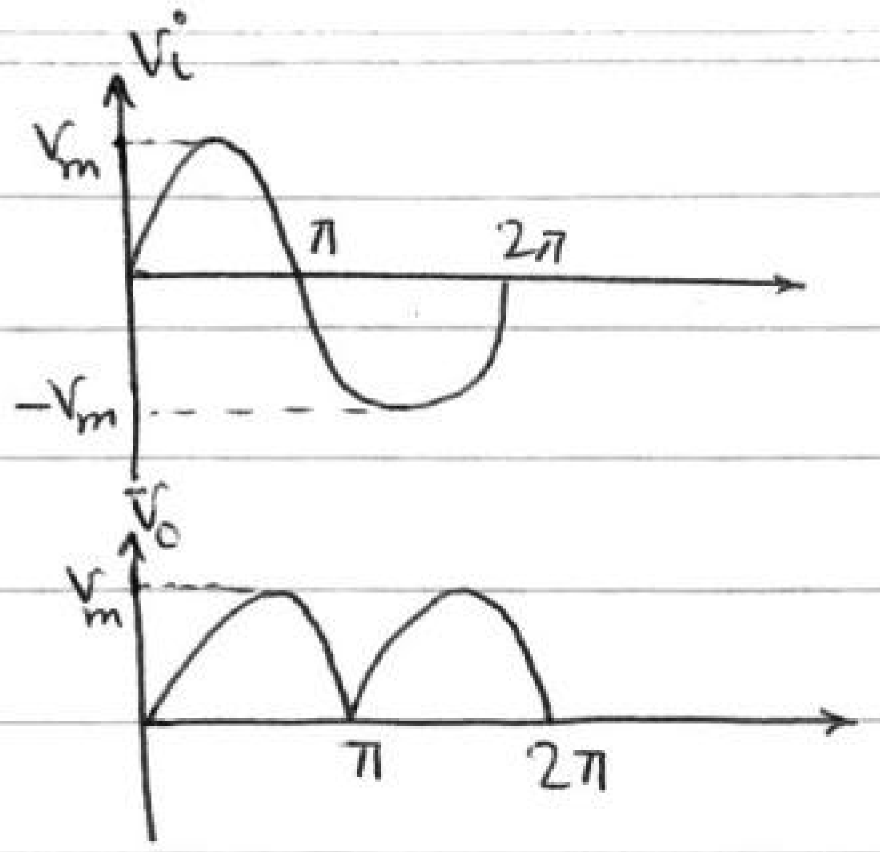
$$V_m >> 2V_T \Rightarrow V_{dc} = 0.636\,(V_m - 2V_T)$$

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

Rectifing with center tap transformator: مدار یکسو سازی با ترانسفورمر سر وسط دار:

در نیم سیکل مثبت پلاریته ی اتصال یافته از طریق ترانسفورمر باعث روشن شدن دیود D_1 می گردد و ولتاژ ورودی از طریق D_1 به load می رسد ضمناً در این حالت D_2 خاموش است. اما در نیم سیکل منفی ولتاژ اتصال یافته از ترانسفورمر باعث روشن شدن دیود D_2 می گردد اما دیود D_1 در این حالت خاموش است و در واقع ولتاژ خروجی در هر ۲ حالت یکسان بوده و ولتاژ خروجی مطابق شکل است.

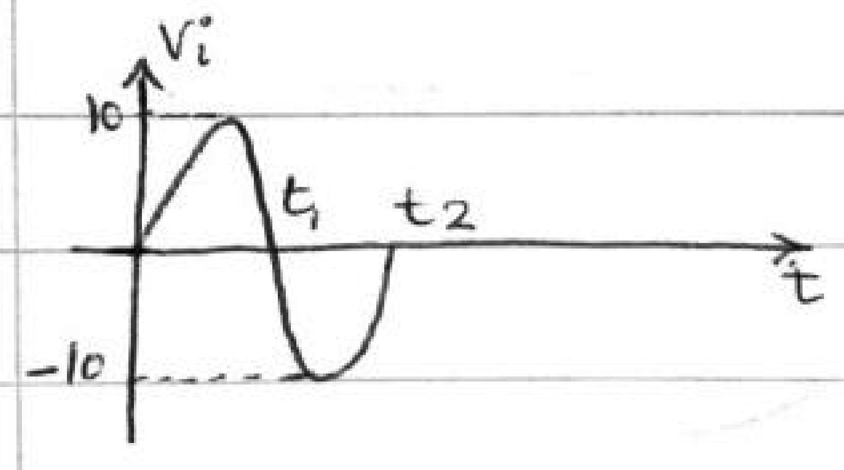


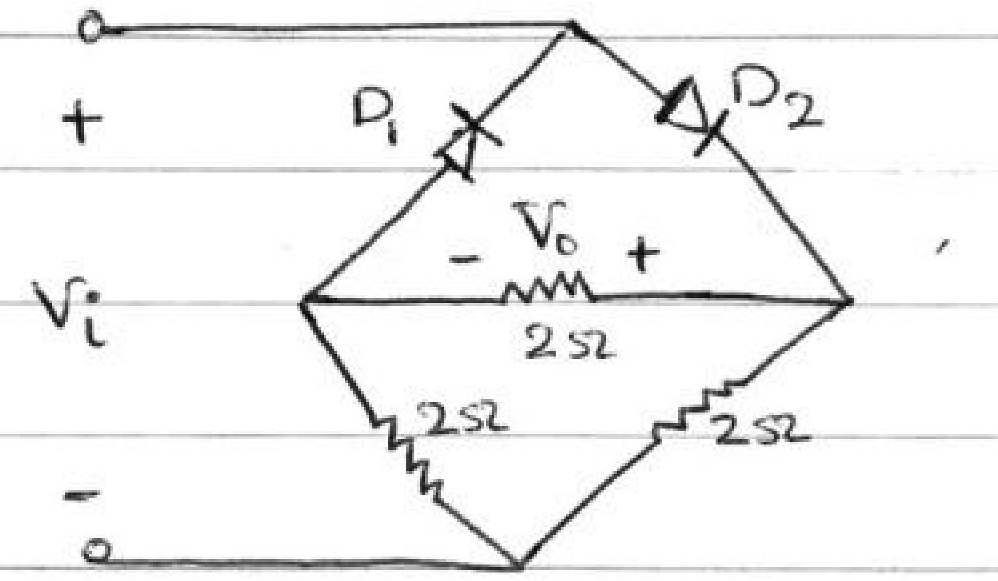


Note ۸: مقدار dc شکل موج خروجی در این حالت مشابه یکسوساز تمام موج پل محاسبه می‌گردد و برابر $V_{dc} = 0.636\,V_m = \frac{2V_m}{\pi}$ است.

Note: PIV در این مدار برابر با مساوی $2V_m$ می‌باشد. $PIV \geq 2V_m$. PIV دیود استفاده شده در این مدار هم باید $PIV \geq 2V_m$ باشد.

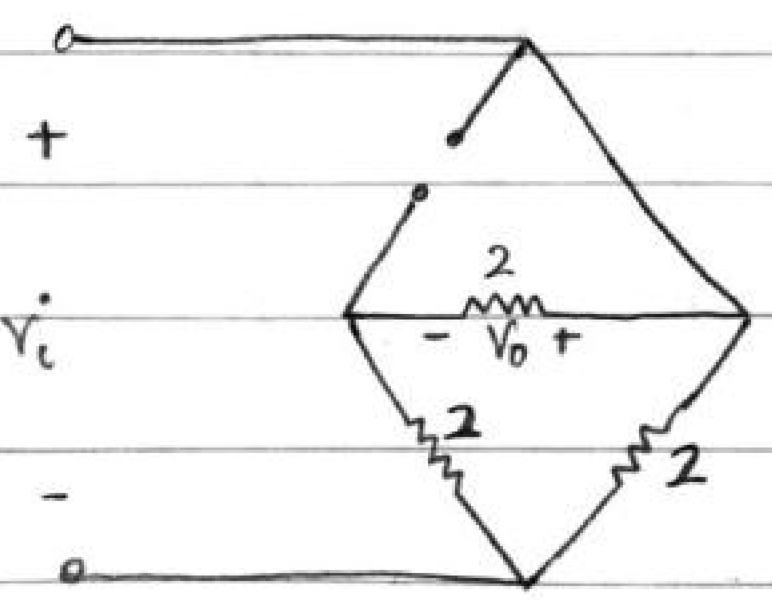
EX: در شکل زیر مطلوب است ولتاژ خروجی و PIV دیود.



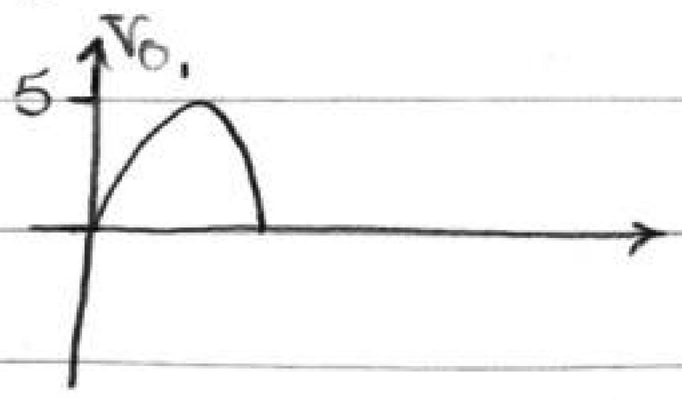


حل:

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

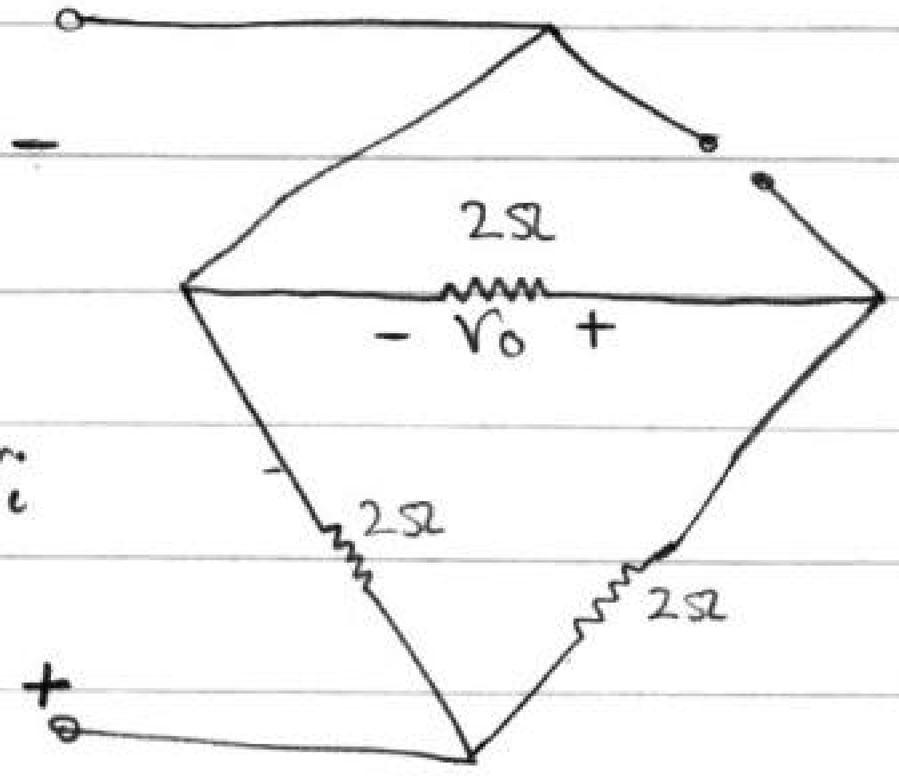


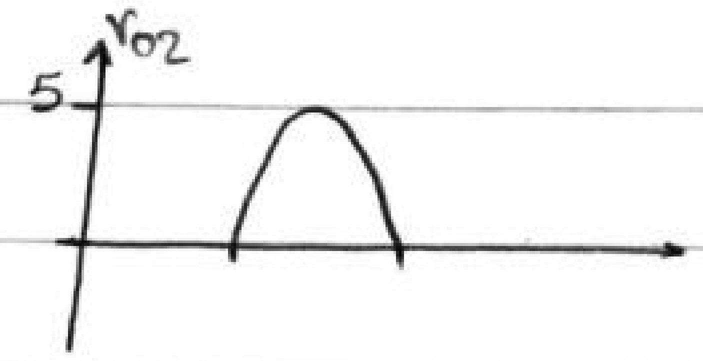
$V_{o\,max} = \frac{1}{2} V_{i\,max} = \frac{1}{2} \times 10 = 5$ (volt)

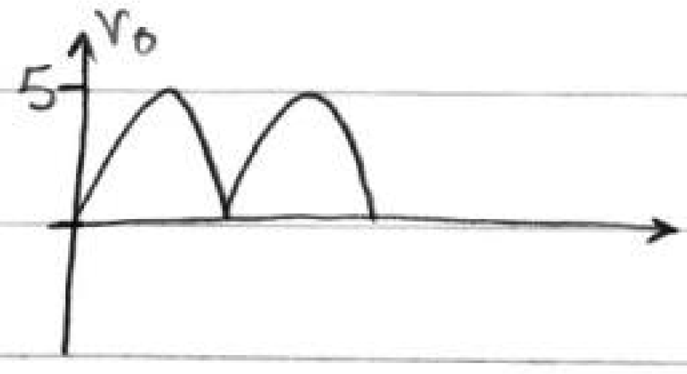


b) $v_i<0$:

$t_1<t<t_2$



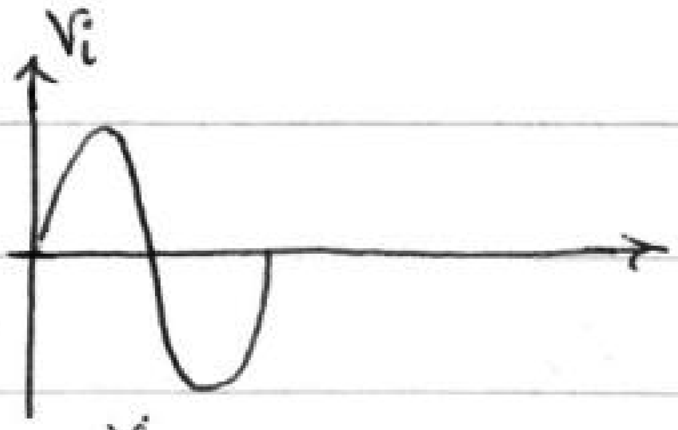


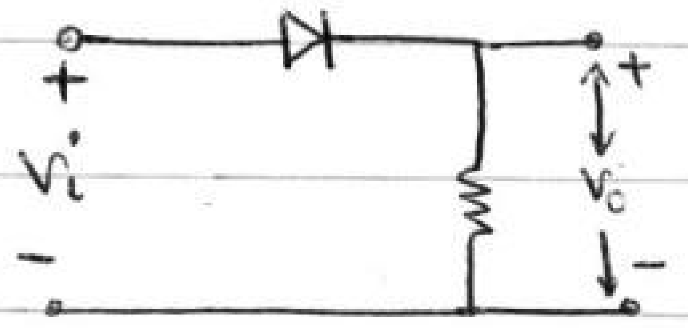


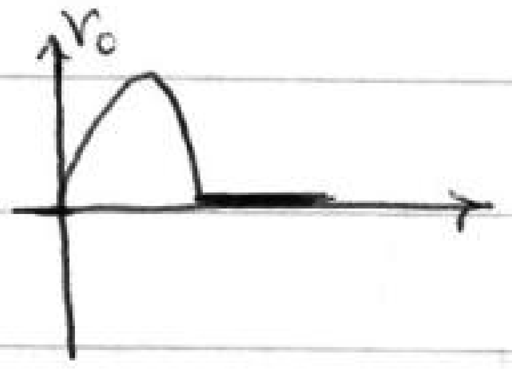
$$V_{dc}=\frac{2V_m}{\pi}=\frac{2\times5}{\pi}=\frac{10}{\pi} \quad , \quad PIV \geq \frac{V_m}{2}$$

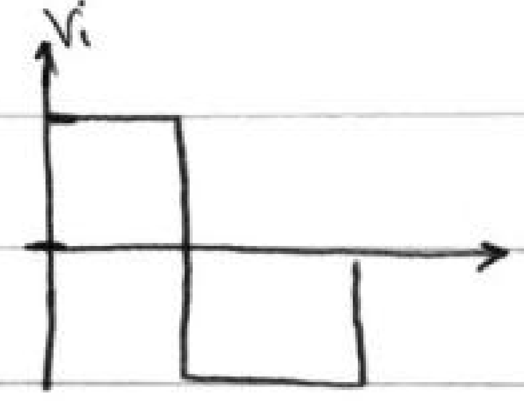
**

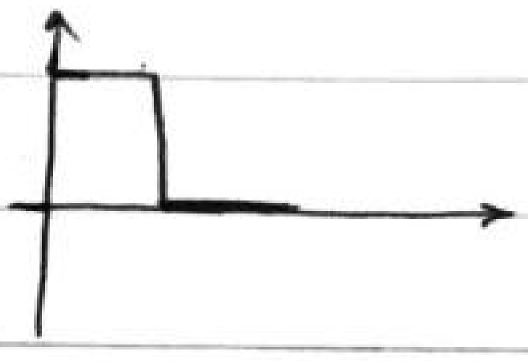
برش‌گرها : (clipper)

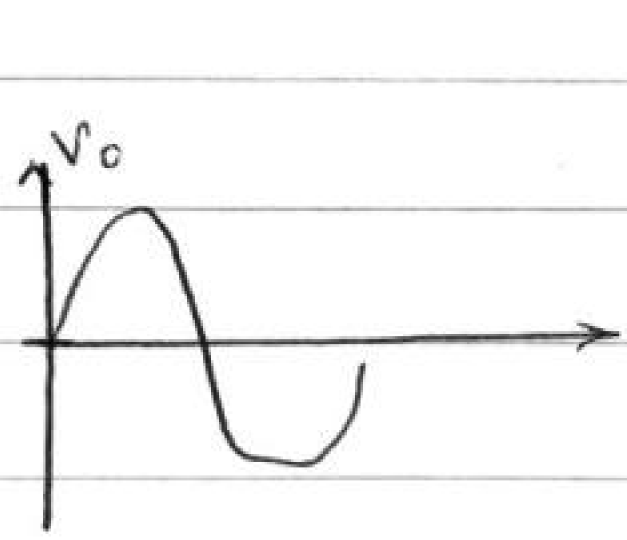


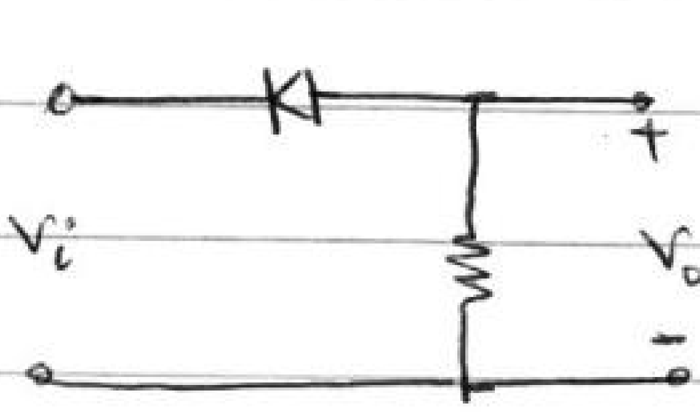


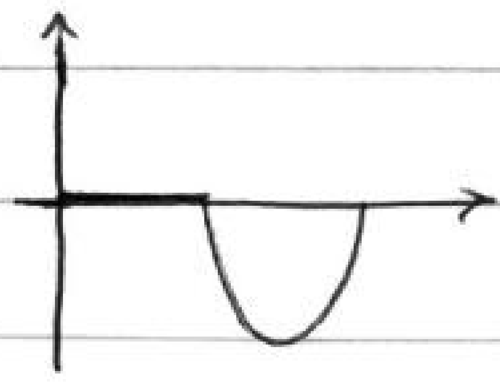






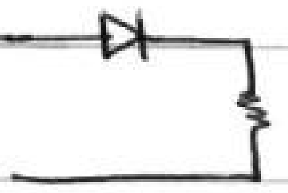


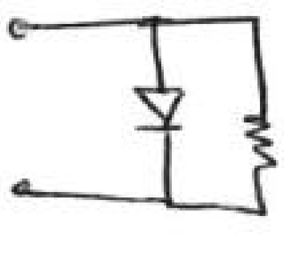




۱- سری   همیشه با دیود سری است   "series"

برش‌گرها بر دو نوع اند : ۲- موازی   همیشه با دیود موازی است   "parallel"





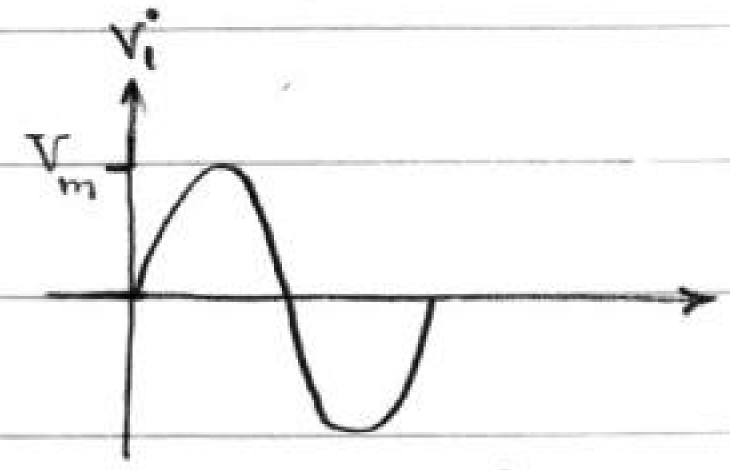
series clipper: | برشگرهای سری :

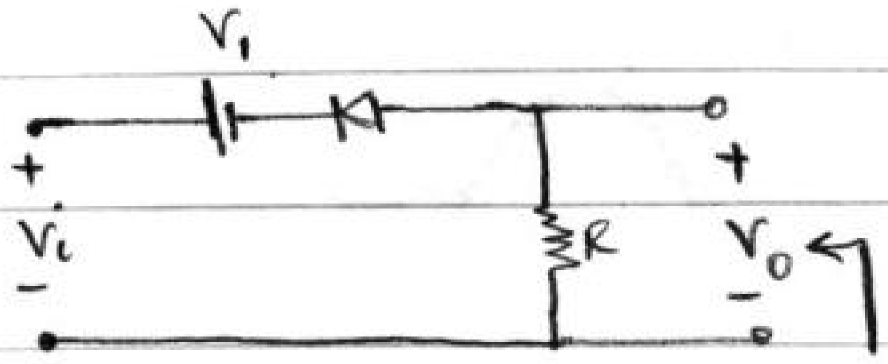
برای آنالیز مدارات کلیپر سری به روش زیر عمل می کنیم :

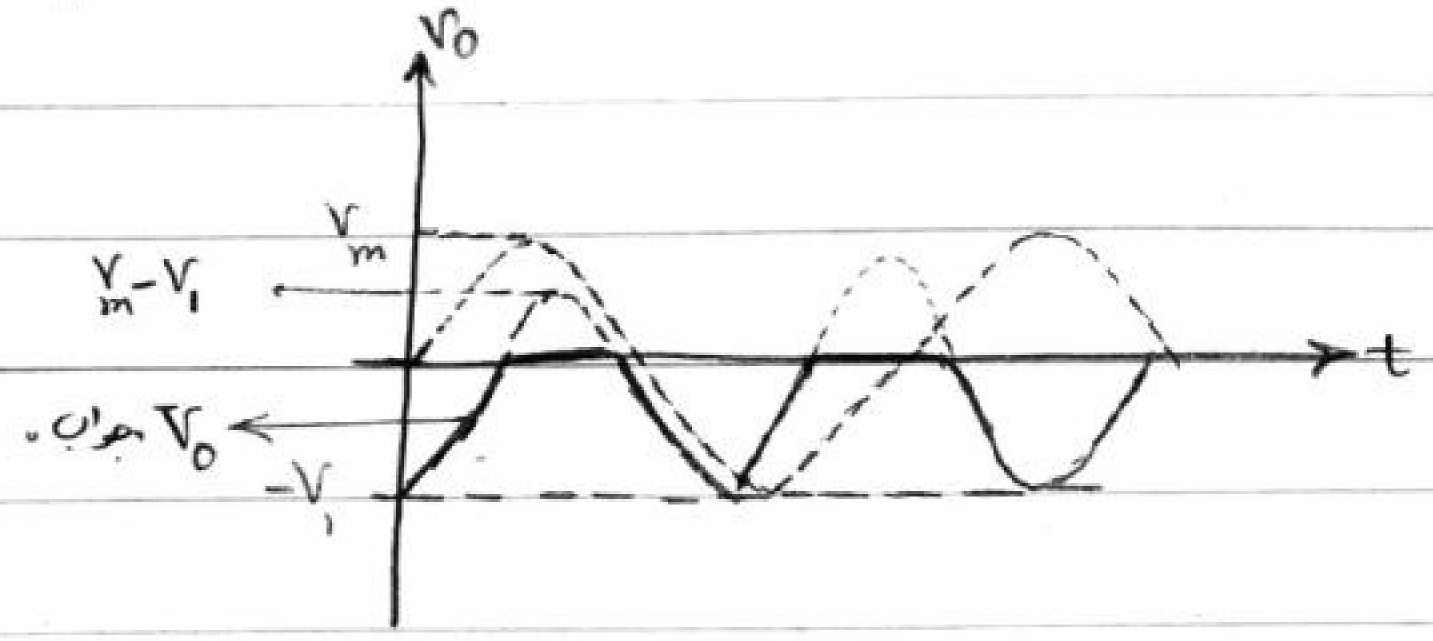
۱- در مدارات کلیپر سری ابتدا دیود را با اتصال کوتاه جایگزین می نماییم .

۲- با استفاده از قضیه جمع آثار اثر منبع DC و منبع ورودی را ترسیم می کنیم .

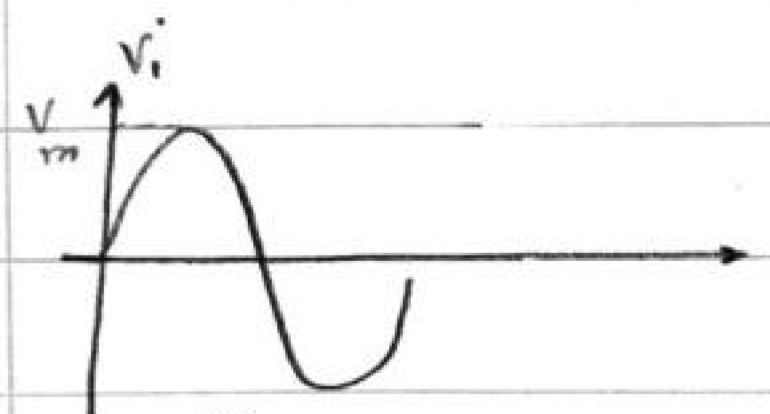
۳- با توجه به جهت دیود قسمت غیر قابل قبول را حذف می نماییم .

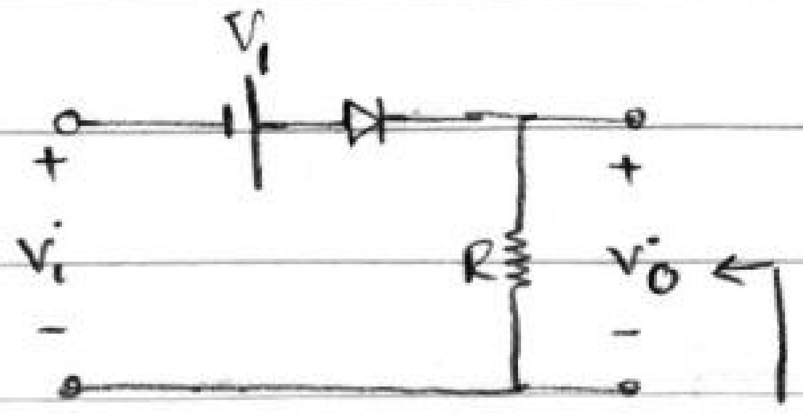


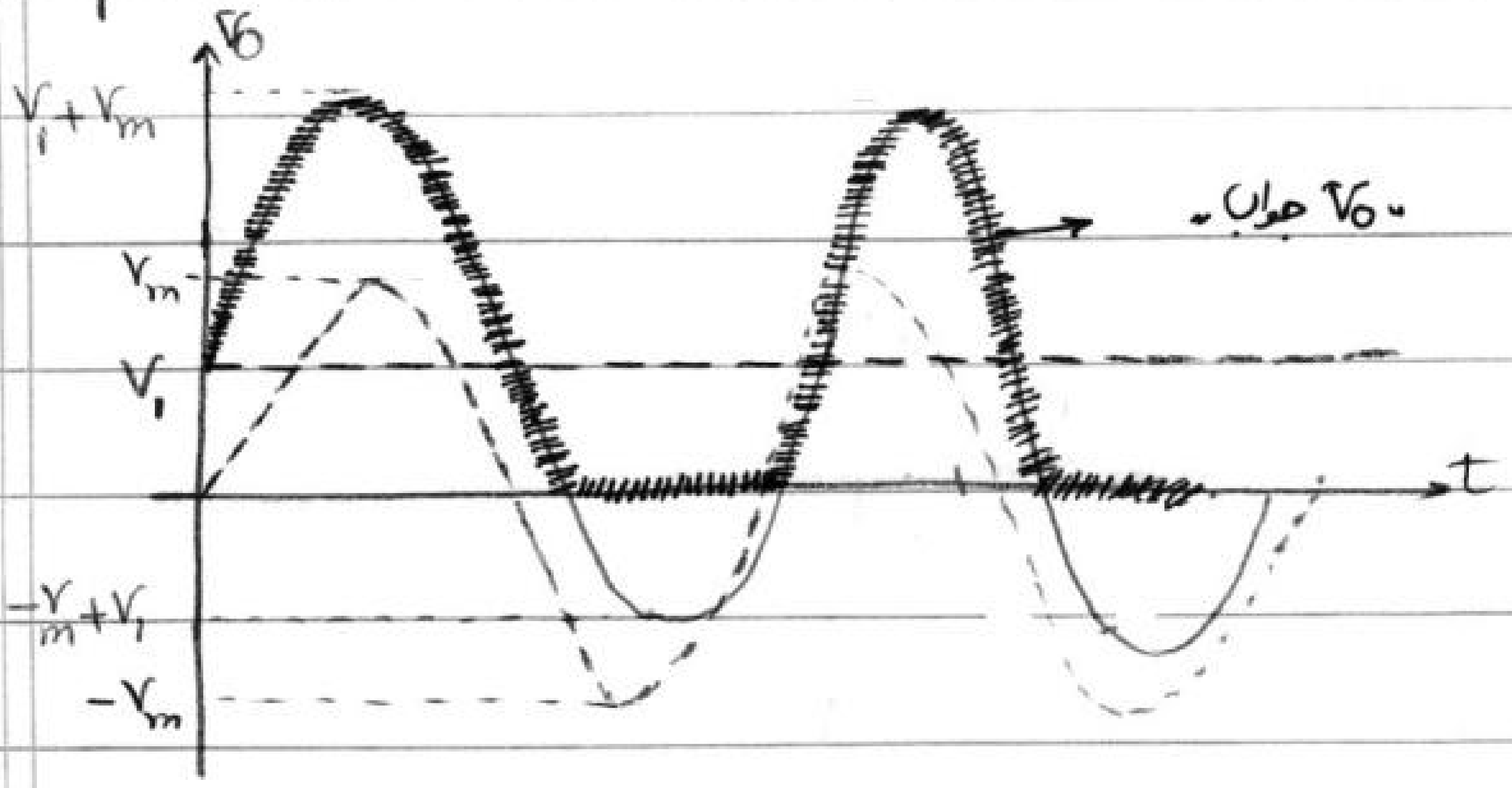




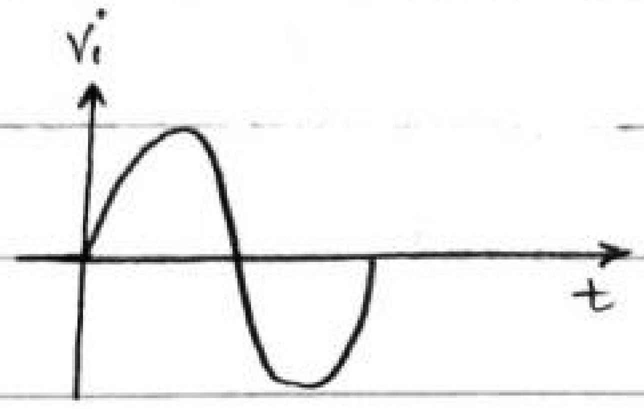
چون V_i به کاتد دیود اعمال می شود
قسمت های منفی مورد نظر است .

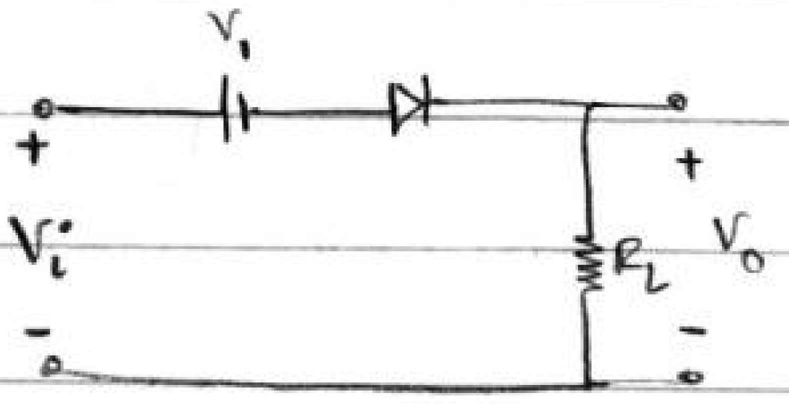


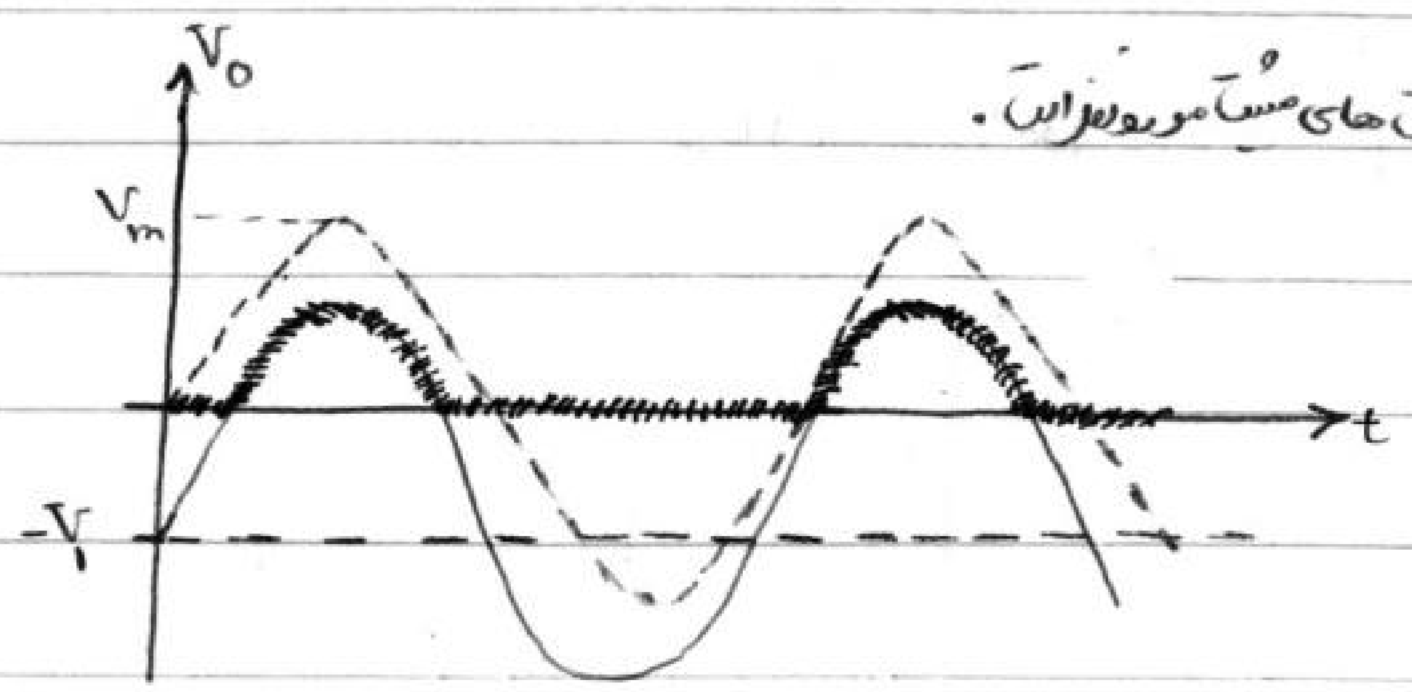




چون V_i به آند دیود اعمال می شود
بنابراین قسمت های مثبت مورد نظر است .





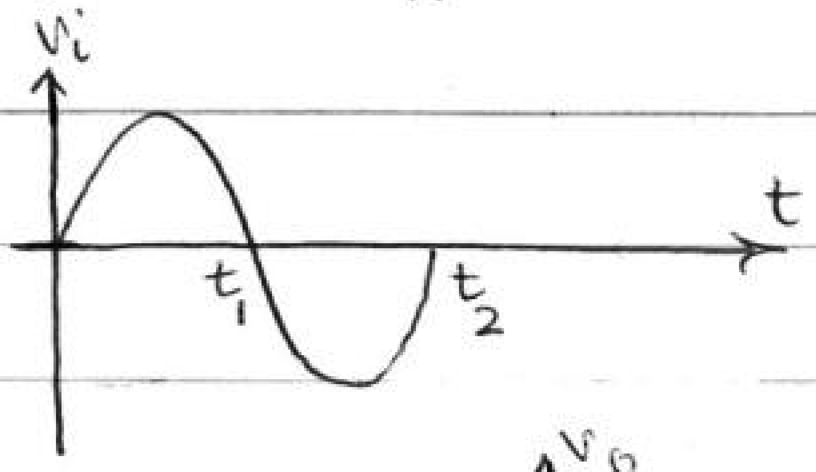


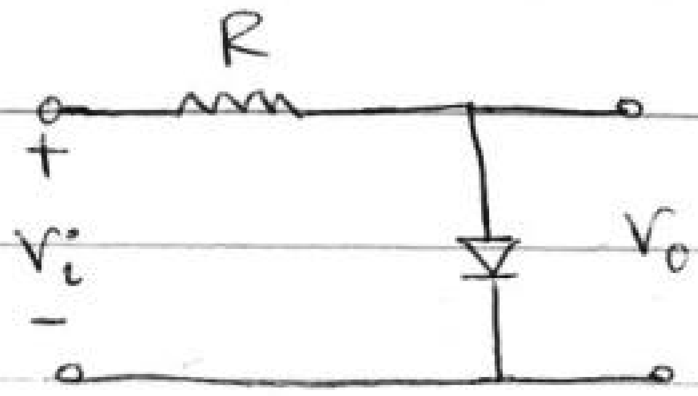
چون v_i به آند دیود اعمال می‌شود قسمت‌های مثبت موجود است.

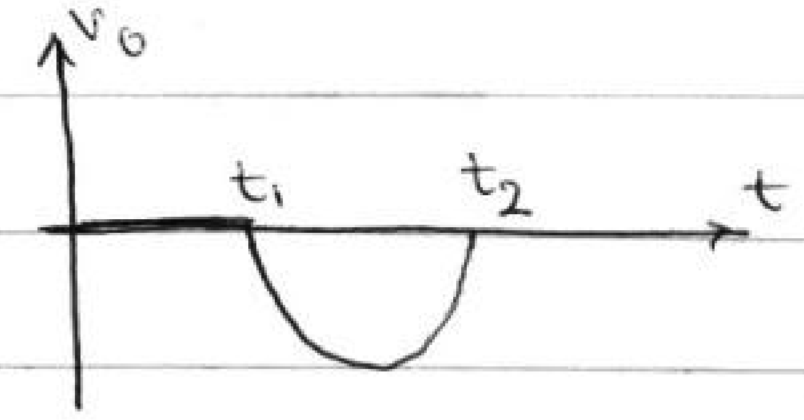
**

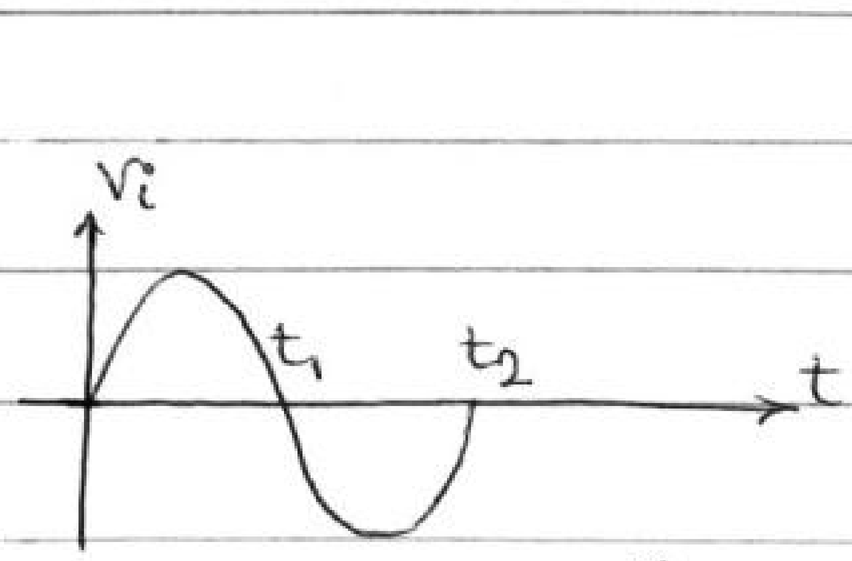
parallel clipper:

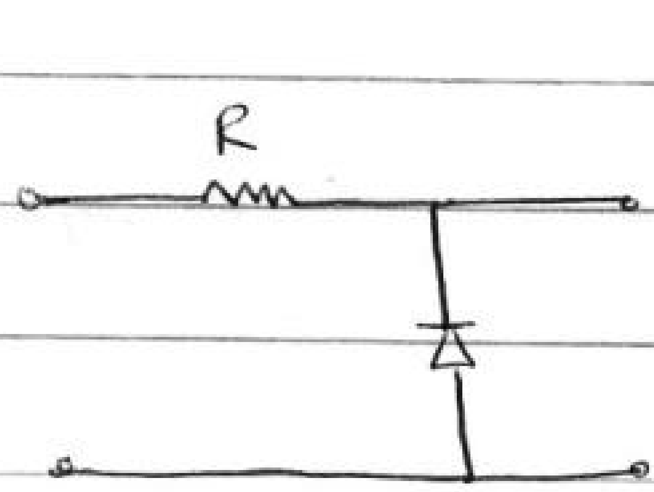
برشگر موازی:

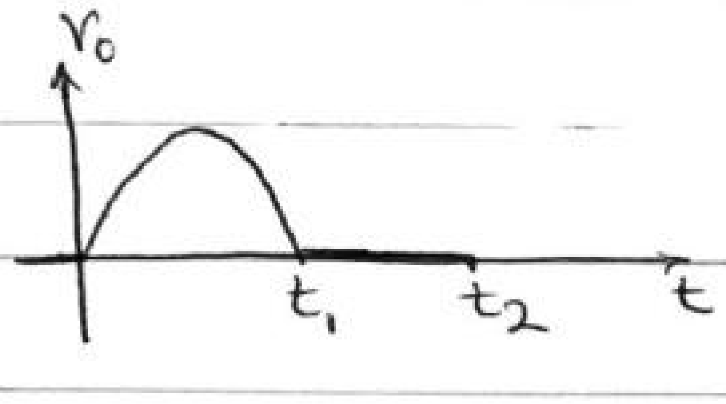


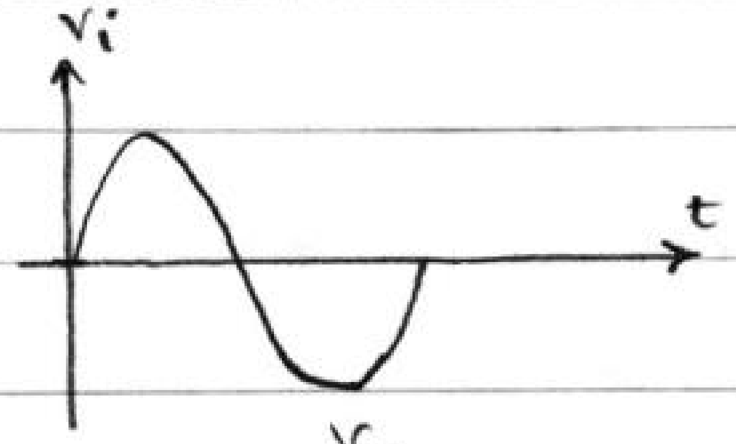


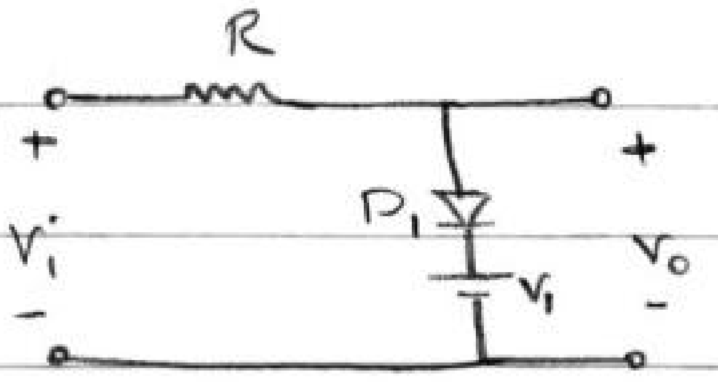


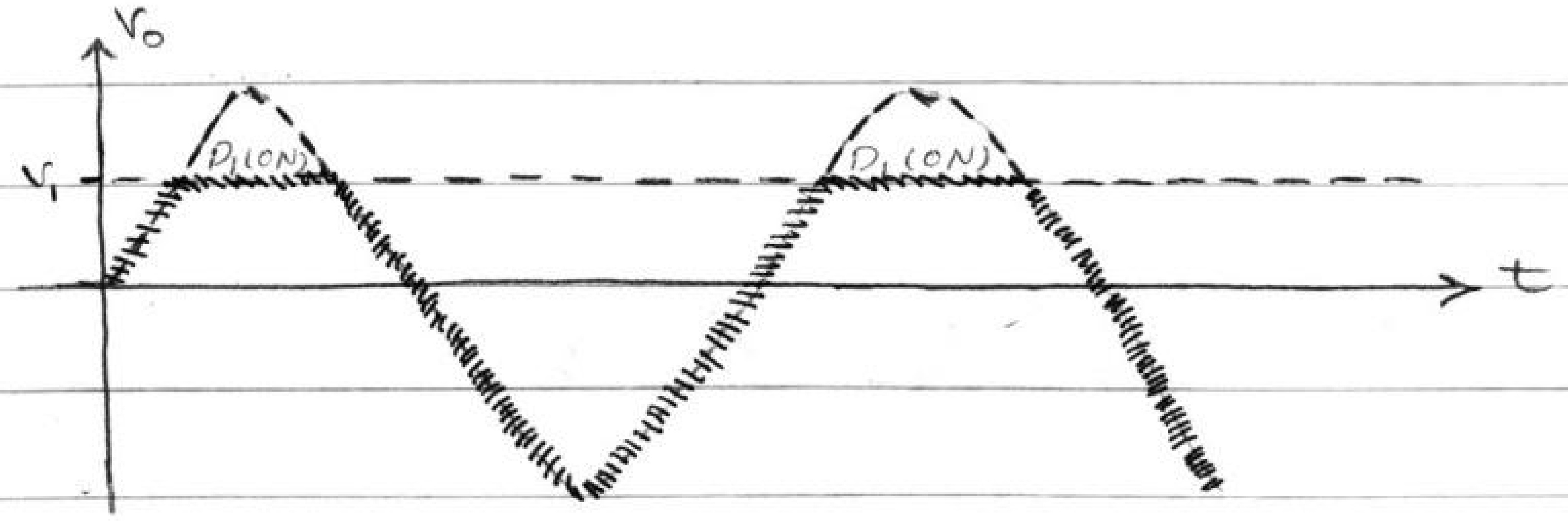


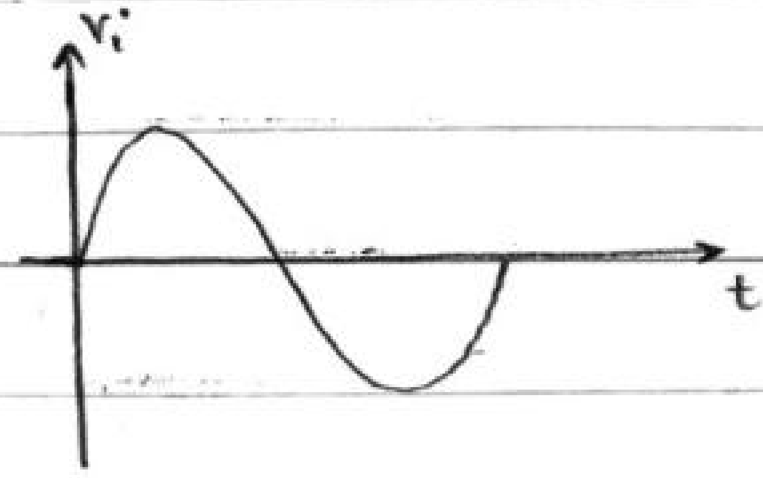


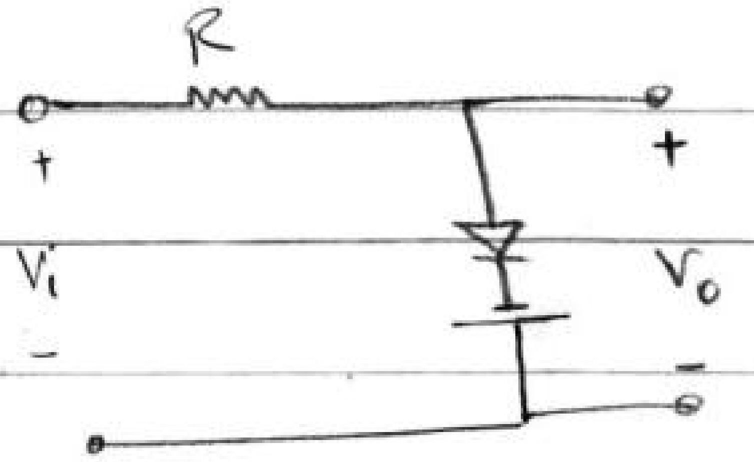


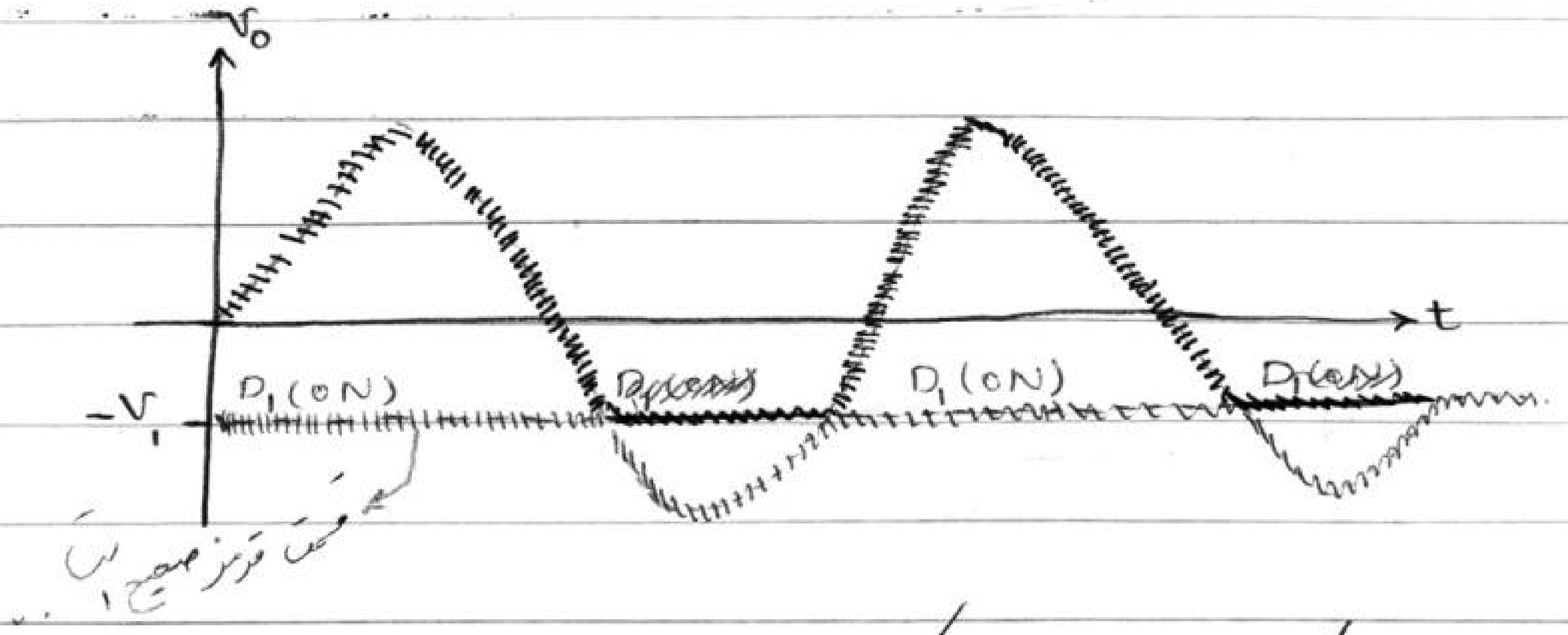








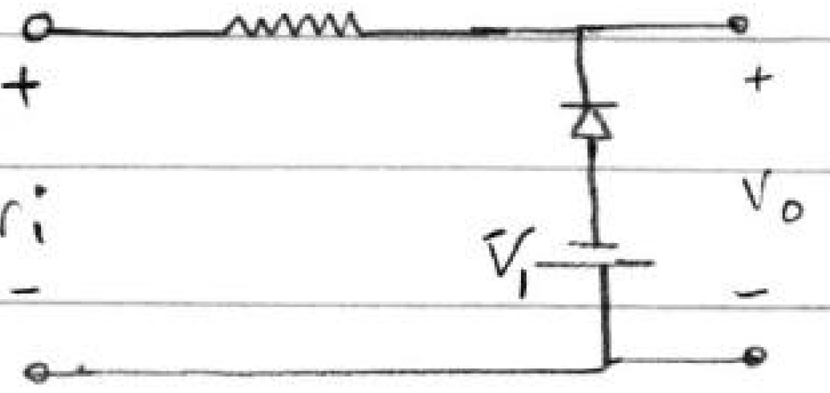


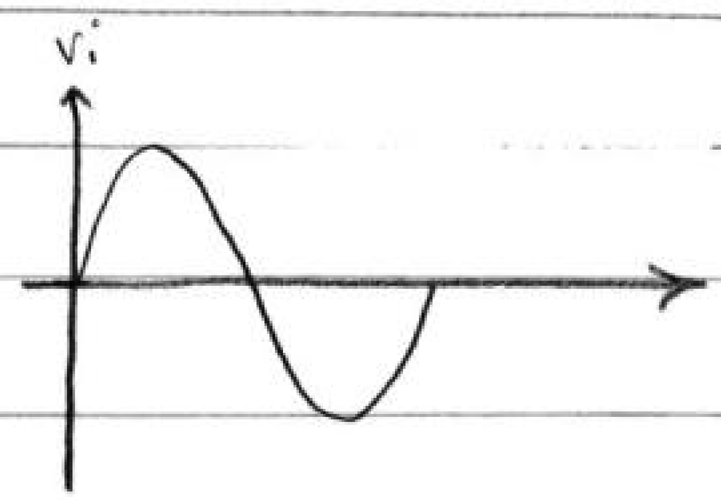


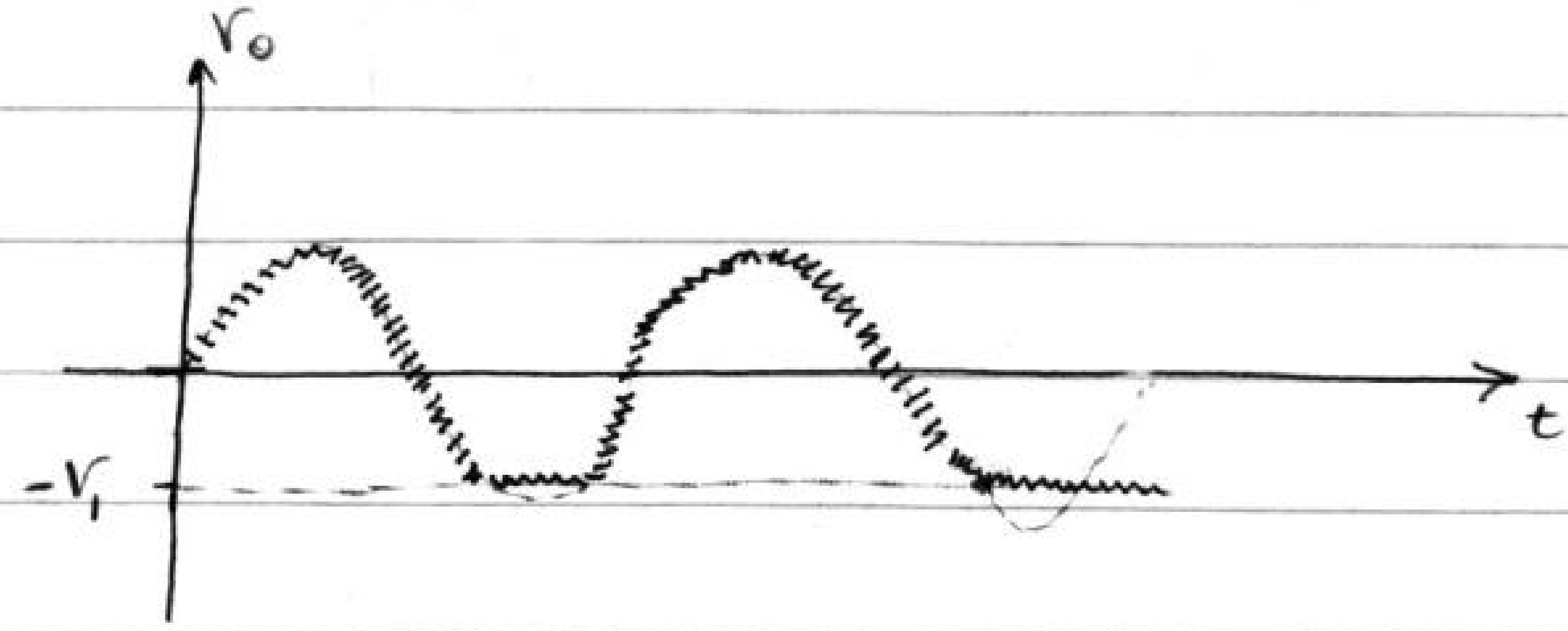
برای آنالیز مدارات برشگر موازی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :

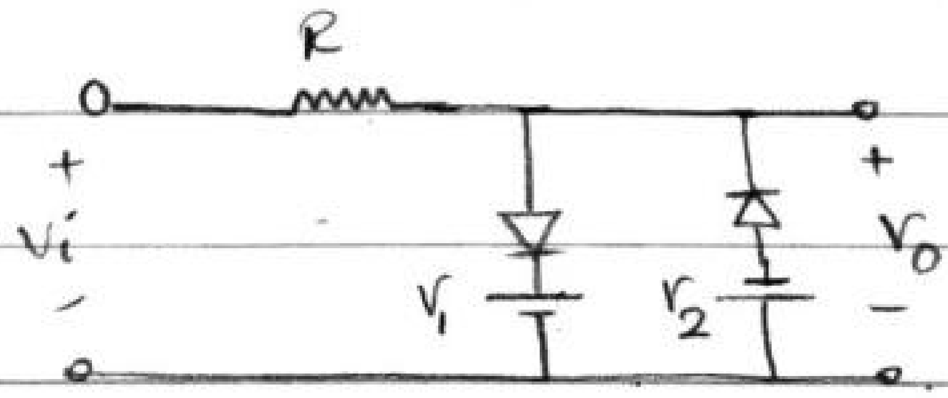
۱- مقدار ولتاژ ورودی و ولتاژ DC را بر روی یک نمودار رسم می‌کنیم .

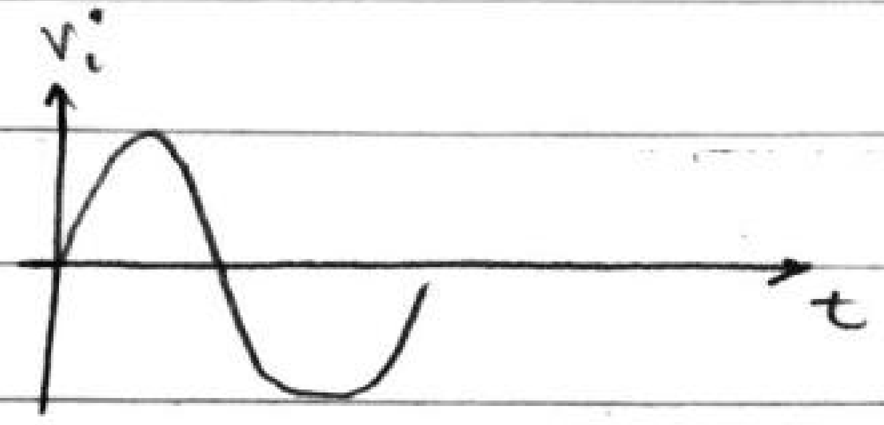
۲- با توجه به جهت دیود قسمت قابل قبول جواب را مشخص می‌کنیم .

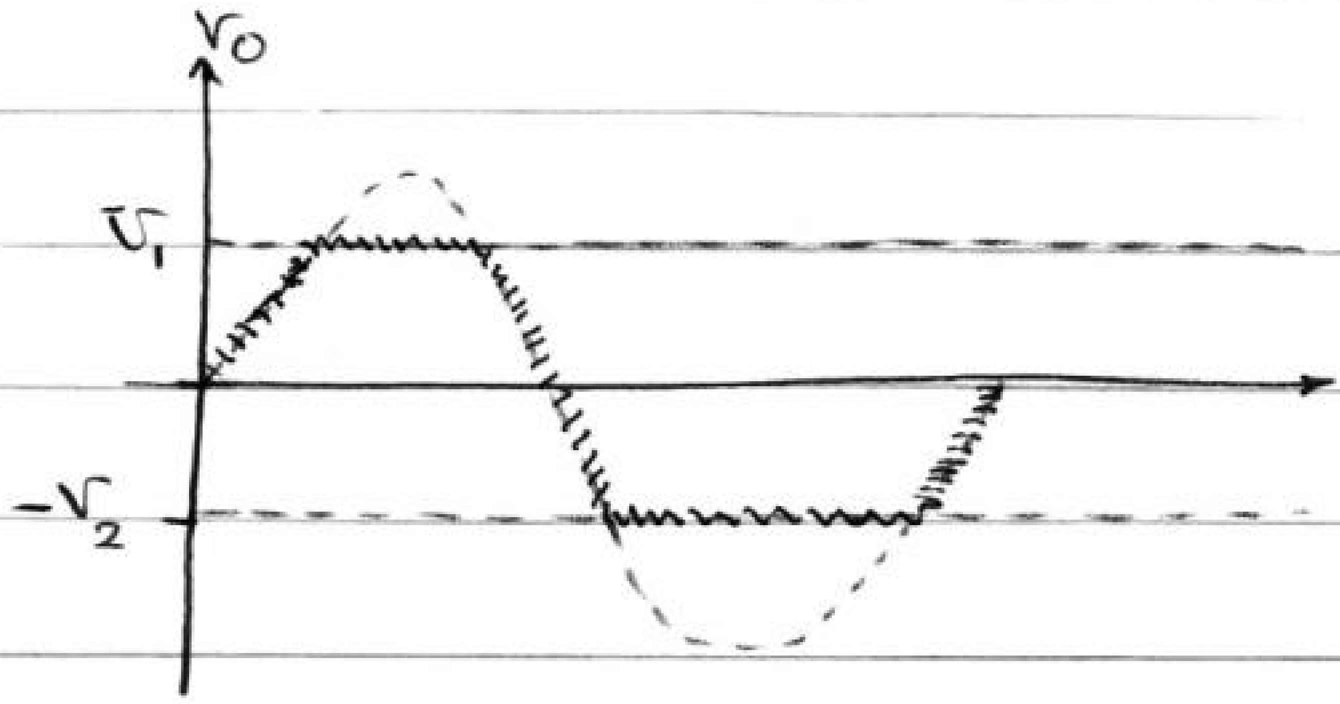










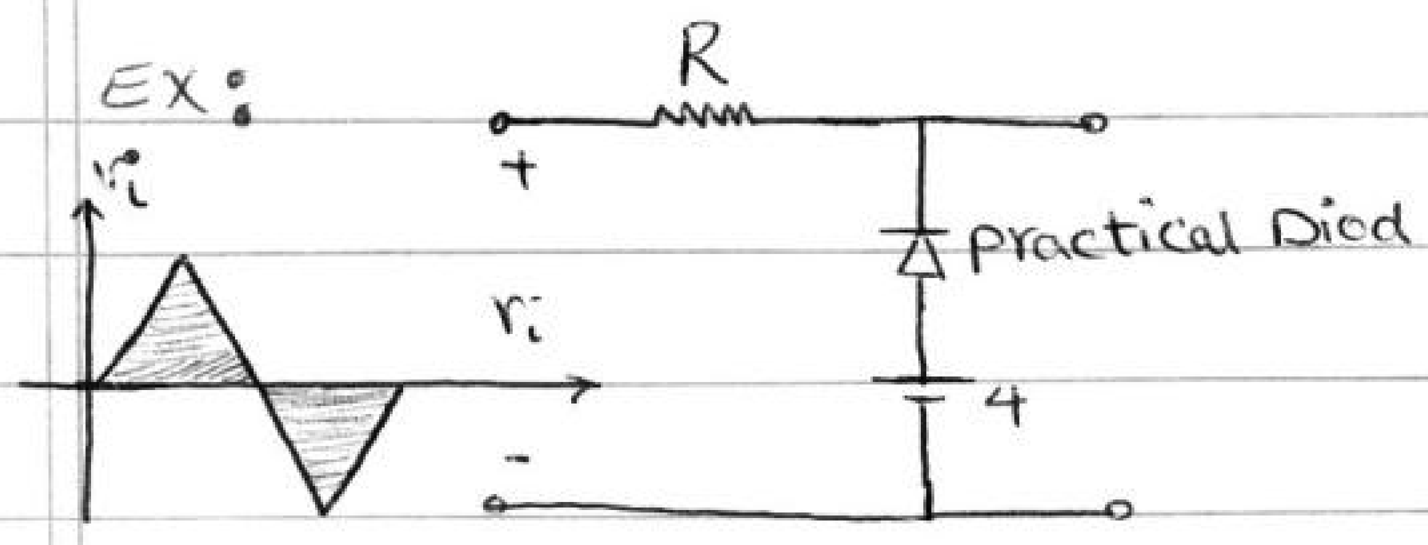


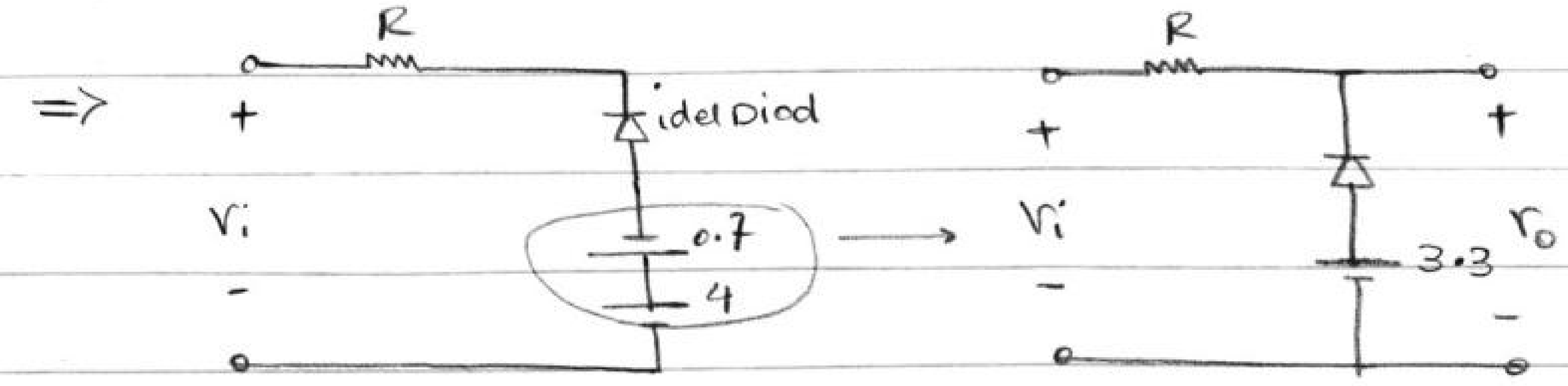
$Note_1$: برای ورودی مربعی نیز به همین صورت است اما در ورودی مربعی چون تنها دو مقدار داریم آنالیز بسیار ساده‌تر انجام می‌گیرد.

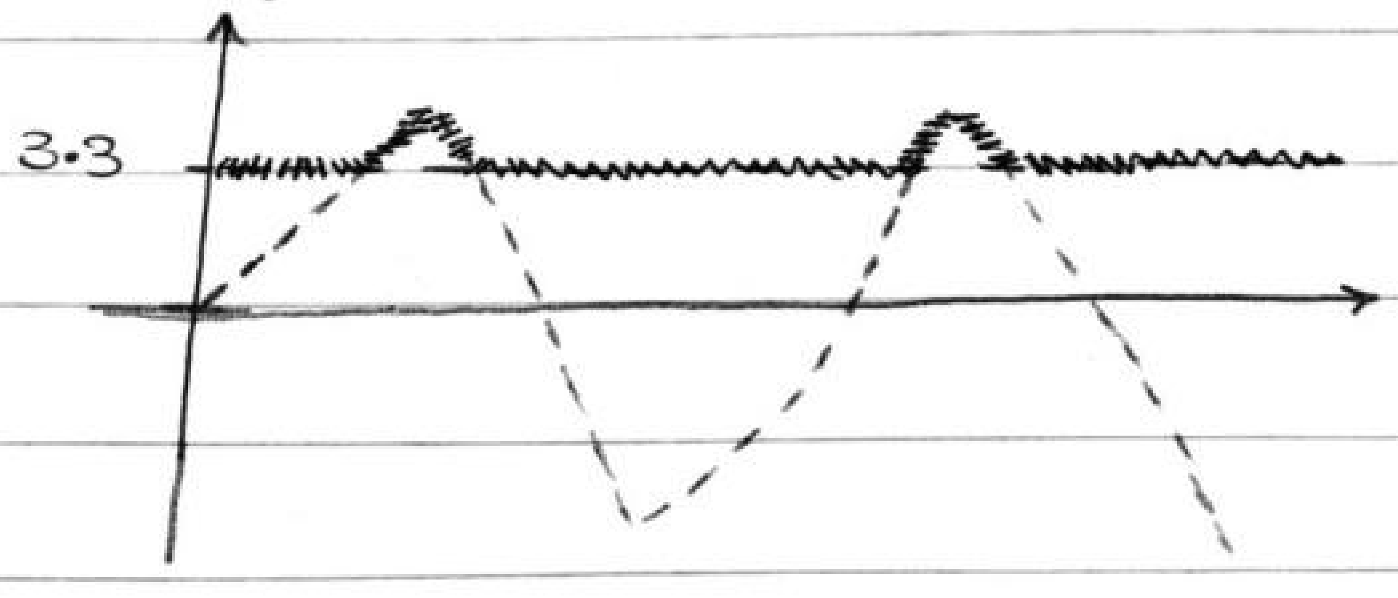
$Note_2$: در صورتیکه به جای دیود ایده‌آل در مسئله از دیود های واقعی استفاده شود با استفاده از جایگزینی مدار معادل تقریبی شامل دیود ایده‌آل و یک منبع تغذیه به اندازه‌ی $V_\gamma = 0.7$ مدار را آنالیز می‌نماییم.

Note: در مدار کلیپر سطوح برش همواره توسط منابع DC تعیین می‌شود.

Ex:







**

مدارات clamper : clamper circuits:

مدارات کلمپر حداقل شامل سه عنصر مقاومت، خازن و دیود می‌باشند و گاهی برای تغییر مدار یک منبع تغذیه DC نیز به آن اضافه می‌گردد. برای آنالیز نمودن مدارات کلمپر باید اصول زیر را رعایت کنیم:

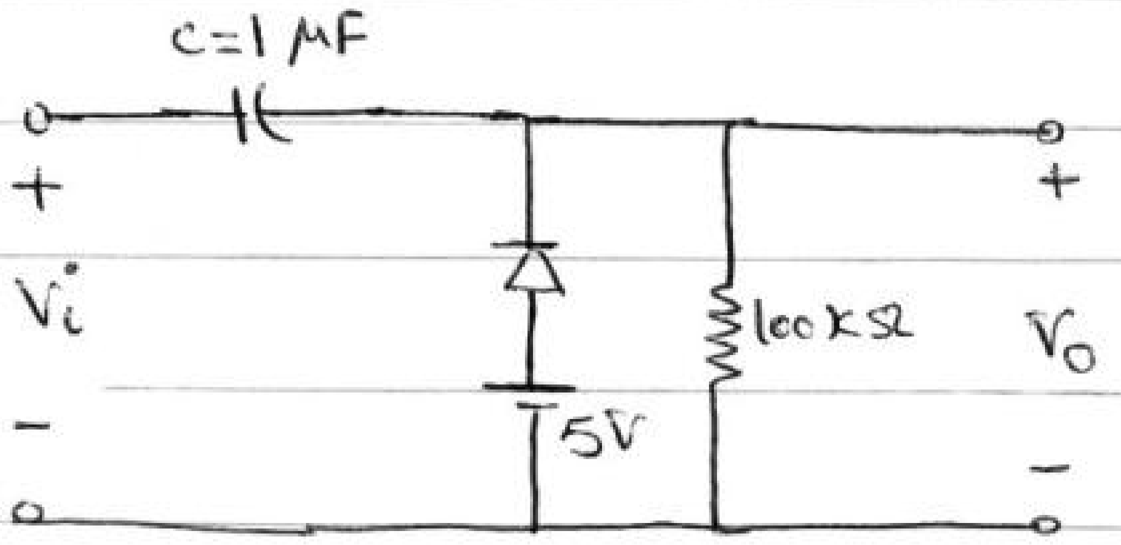
۱- تحلیل مدار را باید از نیم سیکلی شروع کنیم که دیود در حالت هدایت قرار دارد.

۲- در زمان روشن بودن دیود خازن زمان کافی دارد تا سطح ولتاژ حداکثر شارژ شود.

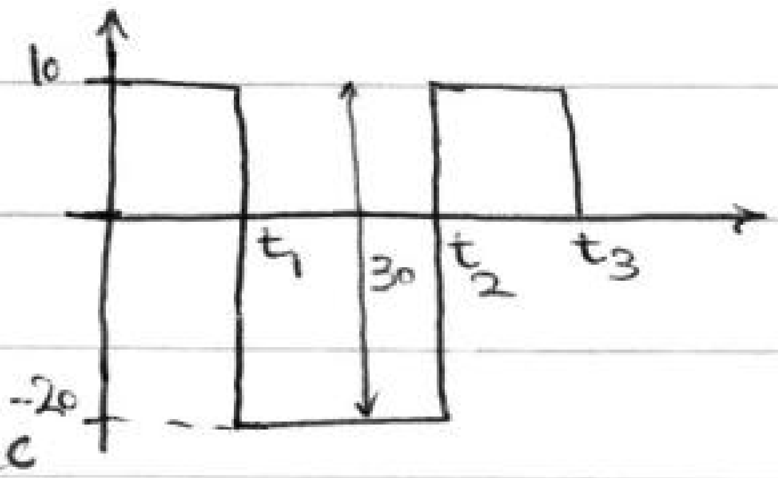
۳- R و C مدار طوری انتخاب می‌شوند که $\tau = RC$ به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد که در زمان خاموش بودن دیود خازن تخلیه نشود، یعنی اگر T پریود موج و τ ثابت زمانی مدار باشد باید همواره داشته باشیم: $5\tau >> \frac{T}{2}$.

۴- همیشه دامنه‌ی نوسان خروجی با دامنه‌ی نوسان ورودی برابر است یعنی $V_{i\,\text{Peak to peak}} = V_{o\,\text{peak to peak}}$.

EX:



$F = 1000\ HZ$

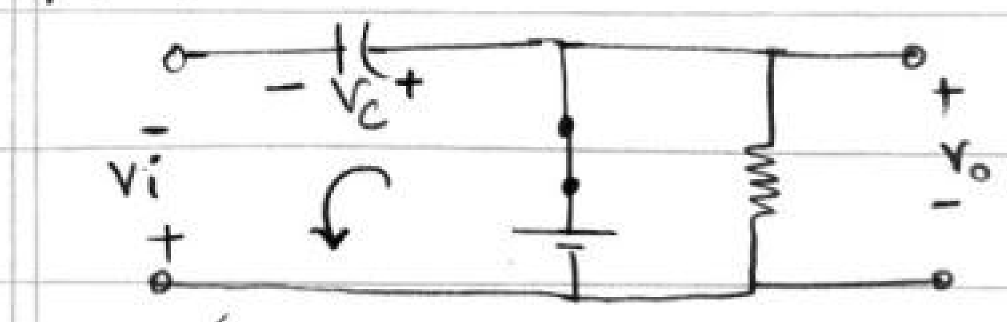


$$5\tau >> \frac{T}{2} \rightarrow \begin{cases} T = \frac{1}{f} = 1\,msec \\ \tau = RC = 10^{5} \times 10^{-6} = 10^{-1} = 0.1\ sec \end{cases}$$

$$\frac{5\tau}{\frac{T}{2}} = \frac{10 \times 0.1}{0.001} = 1000 \longrightarrow 5\tau >> T/2$$

- تحلیل مدار را باید از حالتی شروع کنیم که دیود در حال هدایت باشد ($t_1 < t < t_2$) دیود به ازای $V_i < 0$ هدایت می‌کند بنابراین، در این حالت مدار به صورت شکل الف در می‌آید:

$t_1 < t < t_2$



(شکل الف)

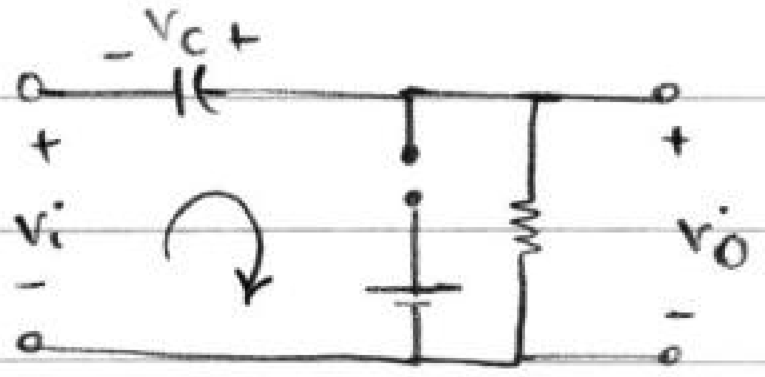
Diod $\longrightarrow$ ON $\Rightarrow V_o = 5\,(volt)$

در این حالت ولتاژ منفی ورودی شروع به شارژ خازن می‌نماید و خازن به اندازه‌ی $V_i + V_o$ شارژ می‌شود توجه کنید که در این شرایط ولتاژ خروجی فقط 5 ولت است ($V_o = 5volt$) اگر KVL را در ورودی مدار بنویسیم ولتاژ خازن با پلاریته‌ی نشان داده شده روی شکل به صورت زیر نشان داده می‌شود

$$V_c - V_i - 5 = 0 \longrightarrow V_c = V_i + 5 \Rightarrow V_c = 25\,(volt)$$

در نیم سیکل مثبت بعدی $t_2<t<t_3$ دیود عملاً خاموش می‌شود و به صورت مدار باز عمل می‌کند (شکل ب)

$t_2<t<t_3$



«شکل ب»

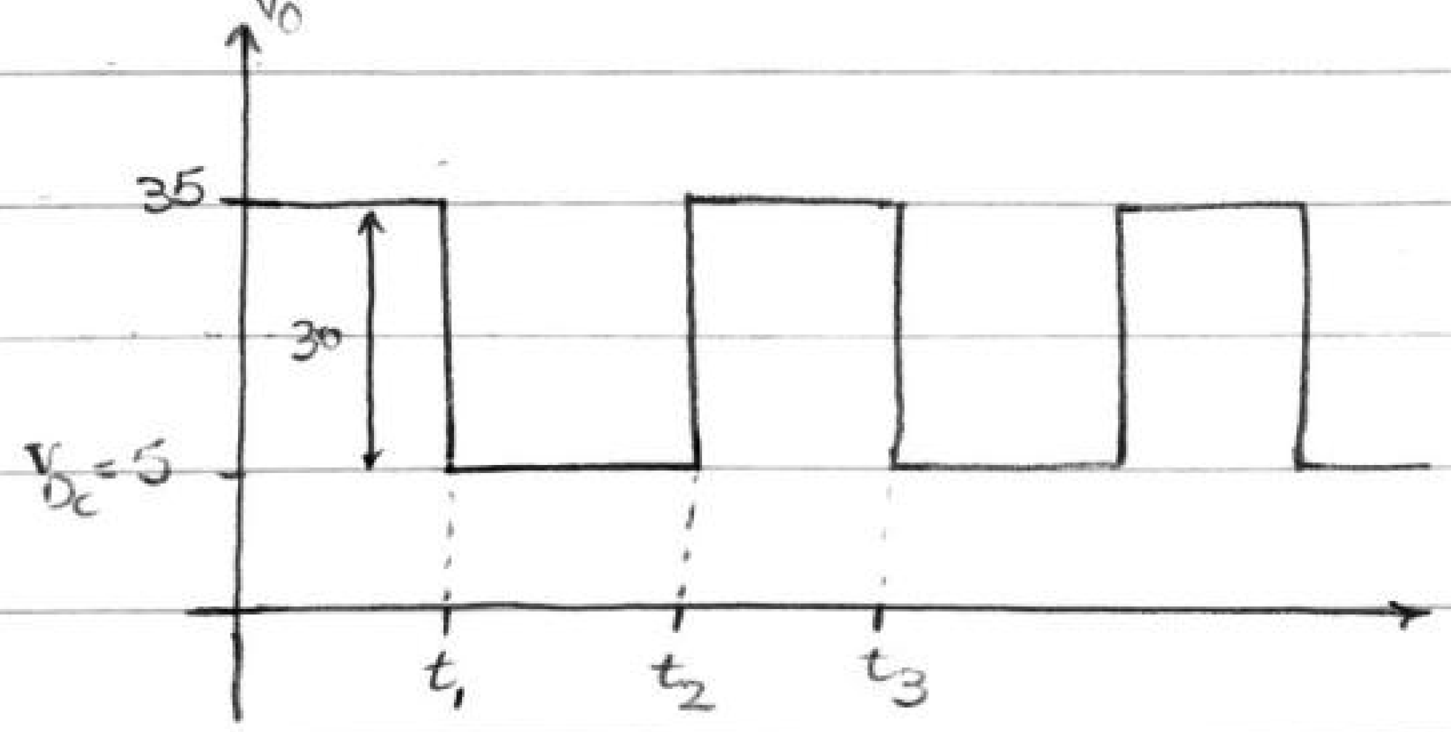
$-V_i - V_c + V_o = 0$

$\rightarrow V_o = V_i + V_c = 10 + 25 = 35$

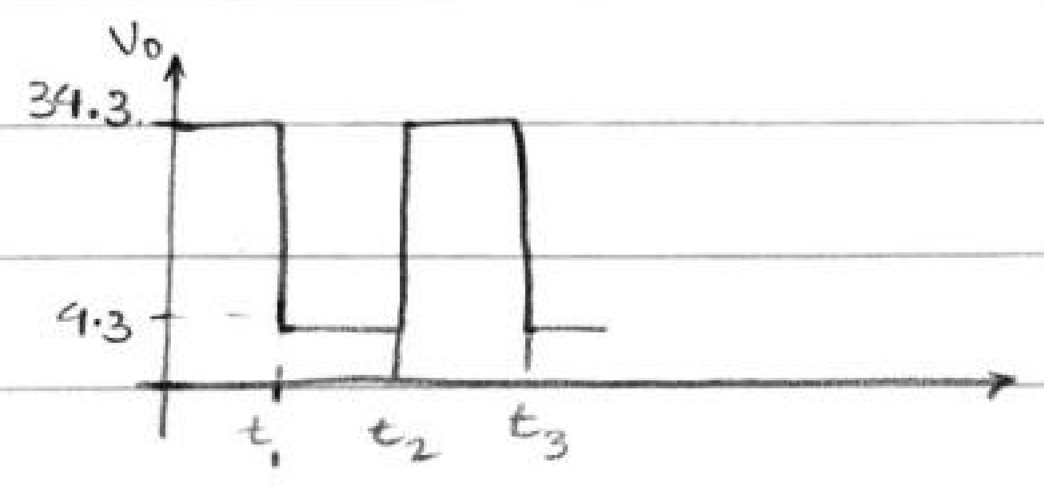
در این حالت با عوض شدن پلاریته‌ی ورودی ولتاژ با علامت مثبت قرار می‌گیرد و می‌توان ولتاژ خروجی را با نوشتن KVL در حلقه بدست آورد:

$-V_i - V_c + V_o = 0 \rightarrow V_o = 35$

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 اندازه‌ی $V_f = 0.7$ تغییر می‌کنند زیرا در واقع به جای دیود یک منبع تغذیه‌ی سری شده با دیود ایده‌آل قرار می‌دهیم.

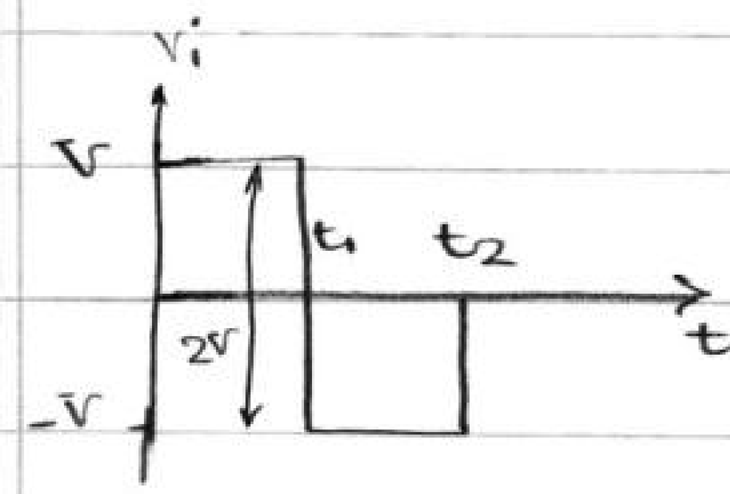


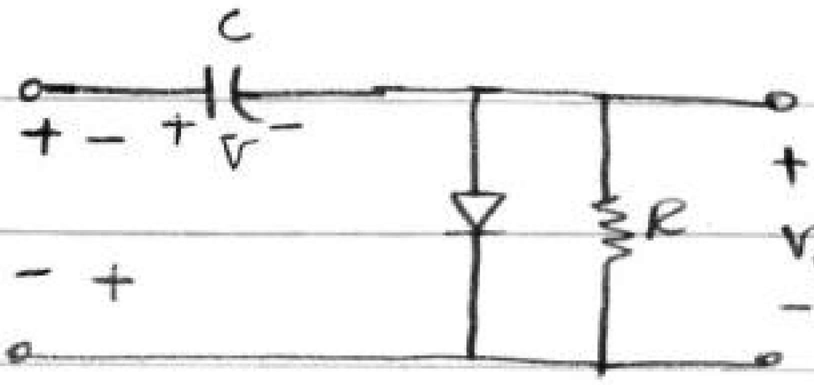
Note: ولتاژ «peak to peak» در تمام حالات (دیود واقعی و یا ایده‌آل) در ورودی و خروجی برابر می‌باشد.

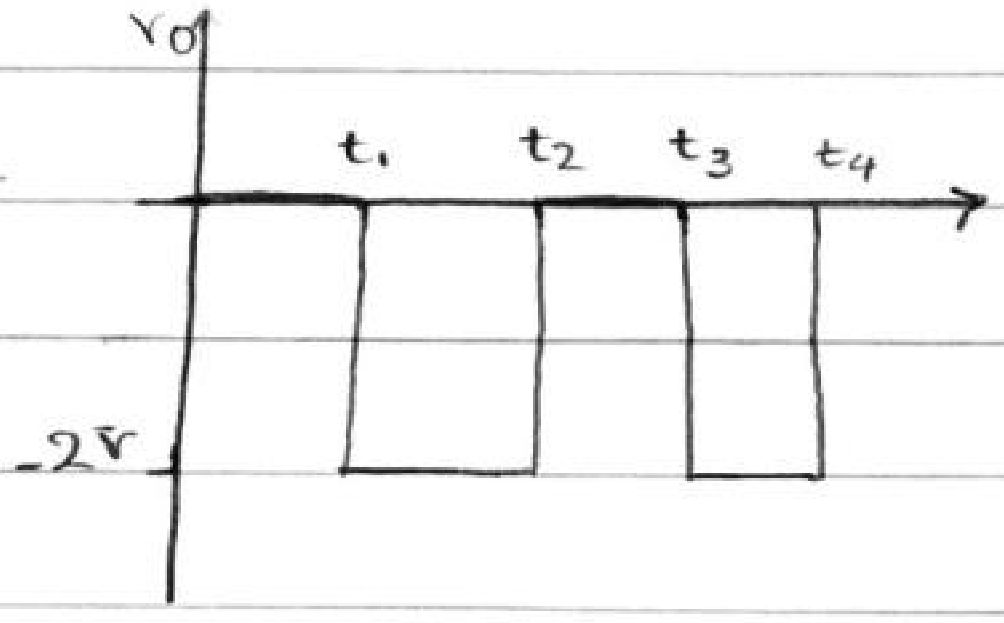
تحلیل مدارات clamper به روش تستی:

۱- ابتدا نیم سیکلی که دیود هدایت می‌کند را در نظر می‌گیریم و بدون در نظر گرفتن خازن ولتاژ خروجی را رسم می‌کنیم.

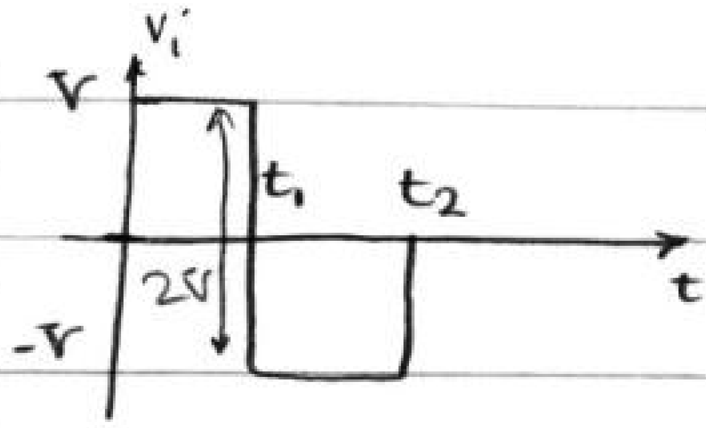
۲- توجه کنید به علت ثابت بودن ولتاژ peak to peak می‌توان خروجی را به اندازه‌ی peak to peak ورودی و با توجه به جهت دیود رسم کرد.

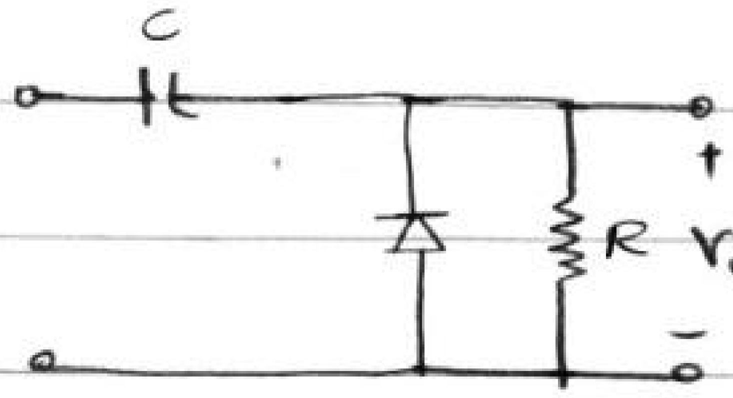


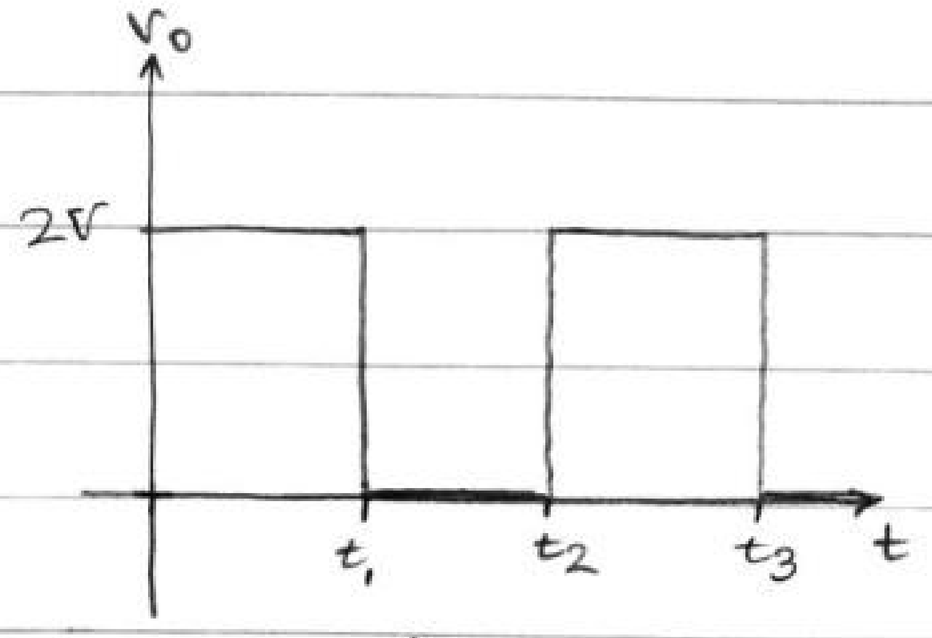




**



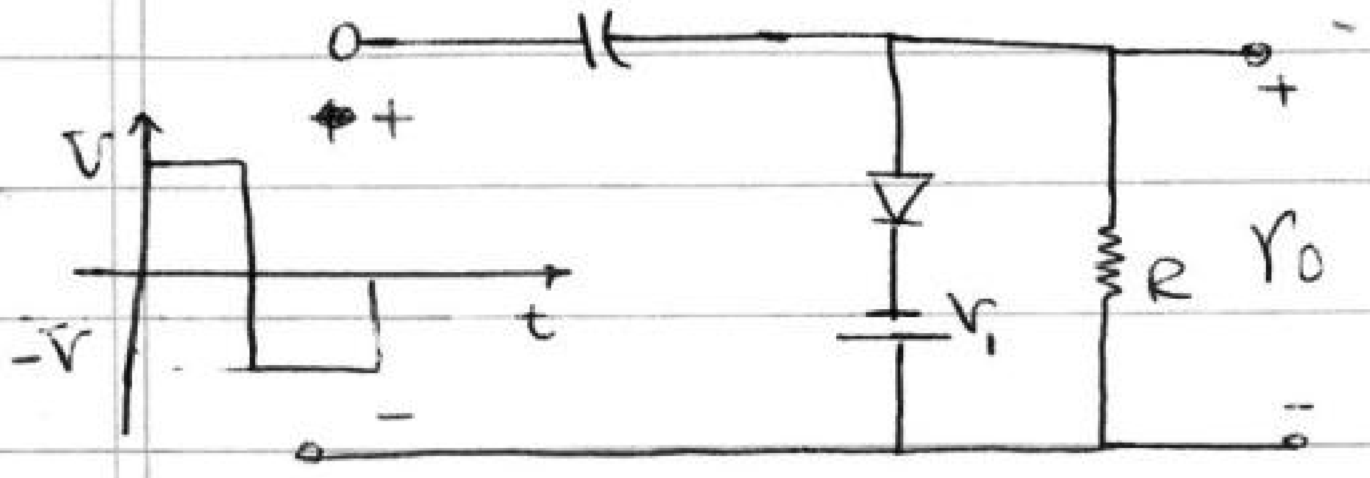


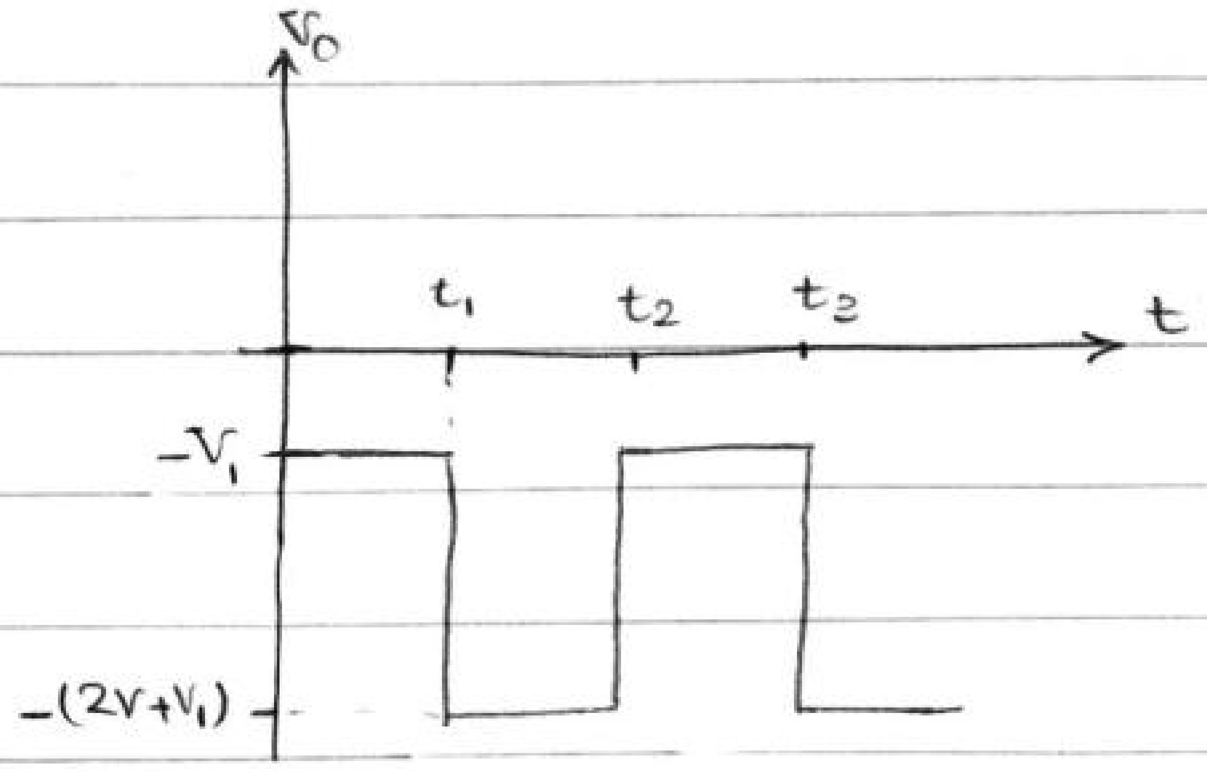


Note: مدارات کلمپر مدارهایی هستند که در یک نیم سیکل خازن به طور کامل شارژ شده و در نیم سیکل بعد شارژ خازن با مقدار منبع ولتاژ جمع می‌شود.

۳۷

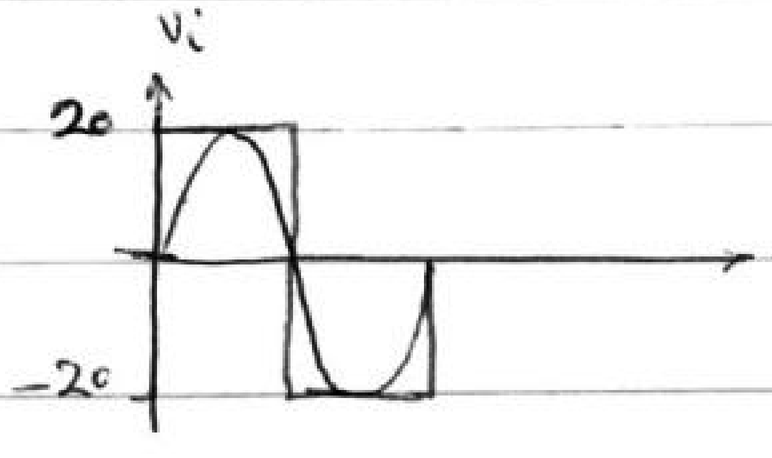
$v_C = V + V_1$

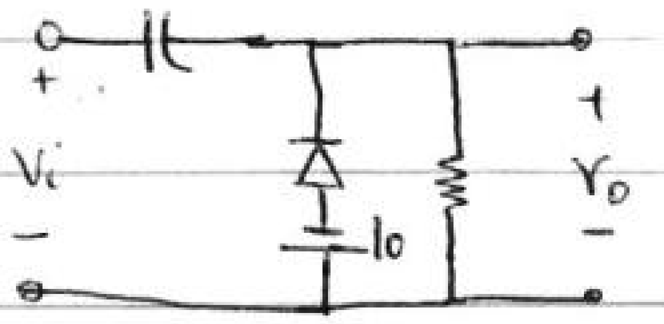


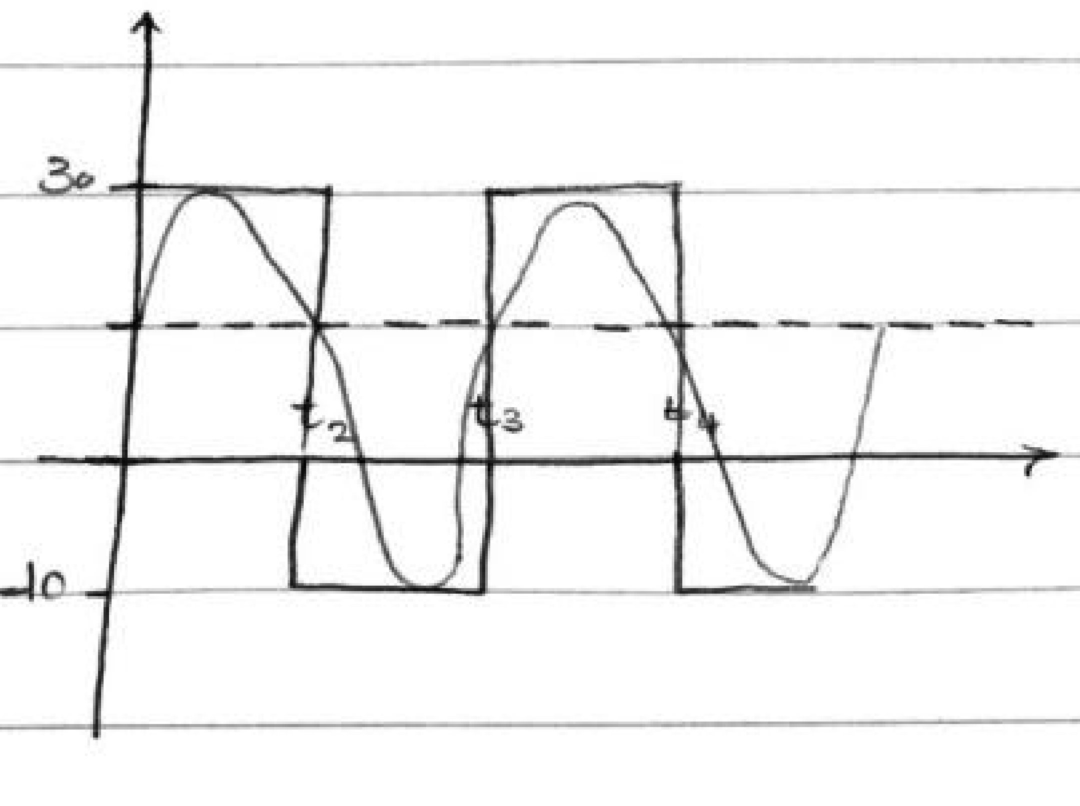


Note: در مورد مدارهای کلمپر برای سیگنال‌ها سینوسی نیز به همین صورت کار می‌کنیم و برای آنالیز آن‌ها به جای موج سینوسی یک موج مربعی با همان مقدار min و max قرار می‌دهیم و مقادیر حداکثر و حداقل خروجی را بدست می‌آوریم.

EX:

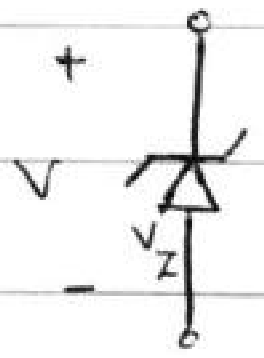






دیود زنر:

همواره برای تثبیت ولتاژ از مداراتی "رگولاتور" ولتاژ استفاده می‌شود. این مدارات شامل مدارات متنوعی می‌باشند. یکی از مهم‌ترین مدارات ولتاژ رگولاتور، مدار رگولاتور زنری است.



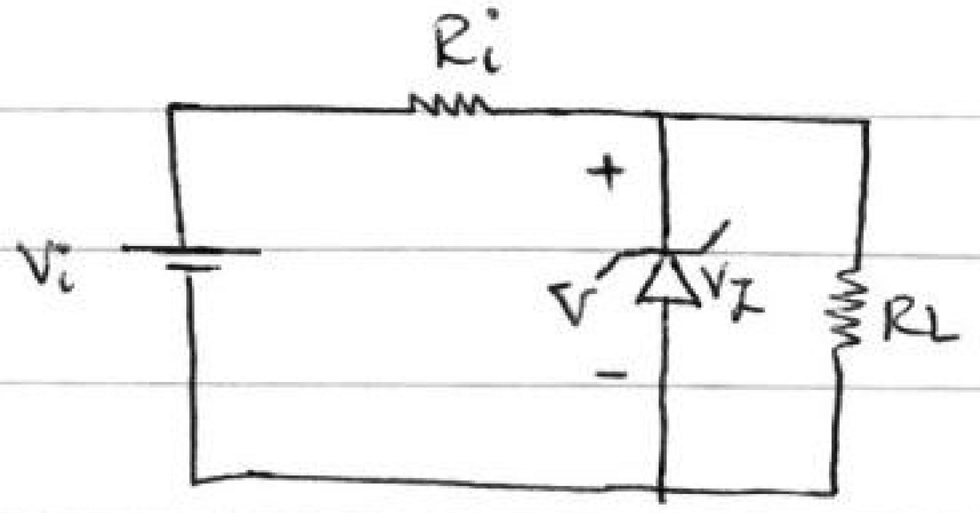
1) $V > V_Z \Rightarrow$ Diode(on) ≅

2) $V < V_Z \Rightarrow$ Diod (off) ≅

آنالیز مدارات زنری:

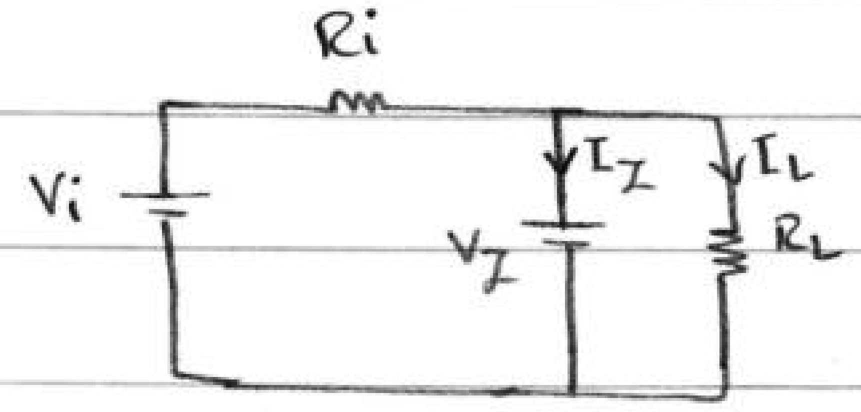
برای تحلیل مدارات زنری ابتدا ولتاژ دو سر دیود را بدون در نظر گرفتن دیود و با تحلیل مداری بدست می‌آوریم.

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

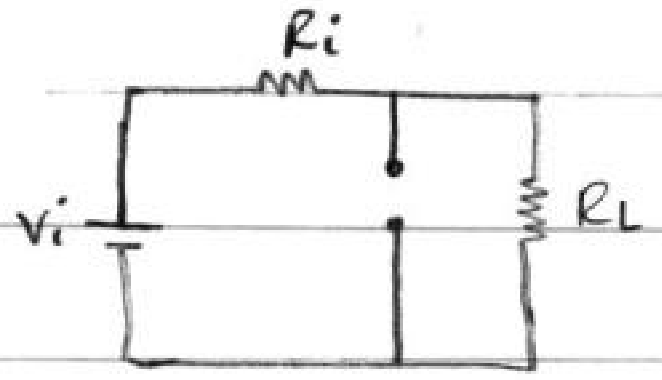


$$V = V_i \times \frac{R_L}{R_L + R_i} \Rightarrow$$

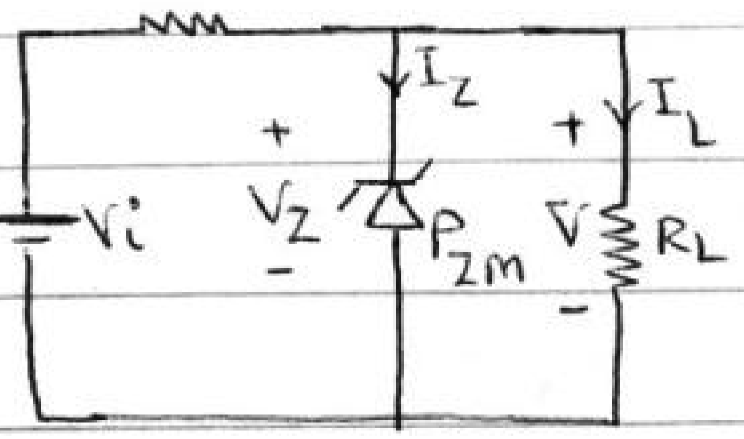
① $V > V_Z$:



② $V < V_Z$

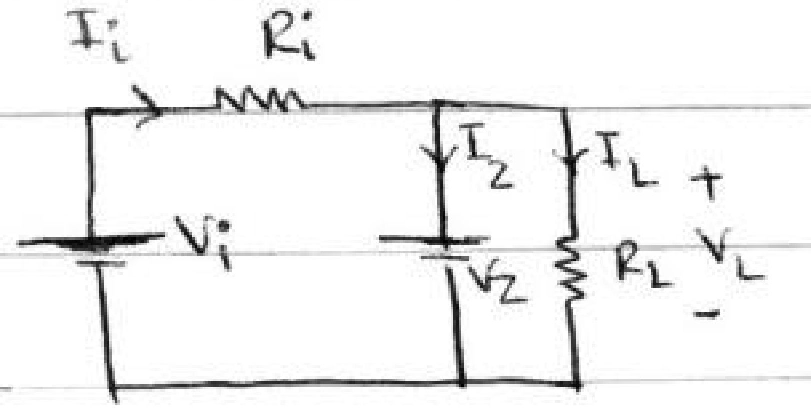


EX:



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

if $V > V_Z$

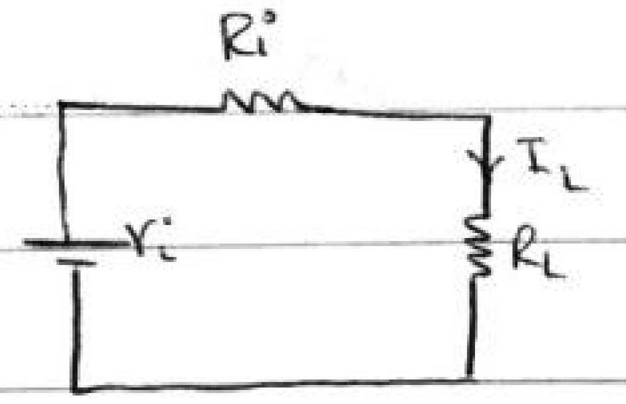


$$V_L = V_Z \longrightarrow I_Z = I_i - I_L$$

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

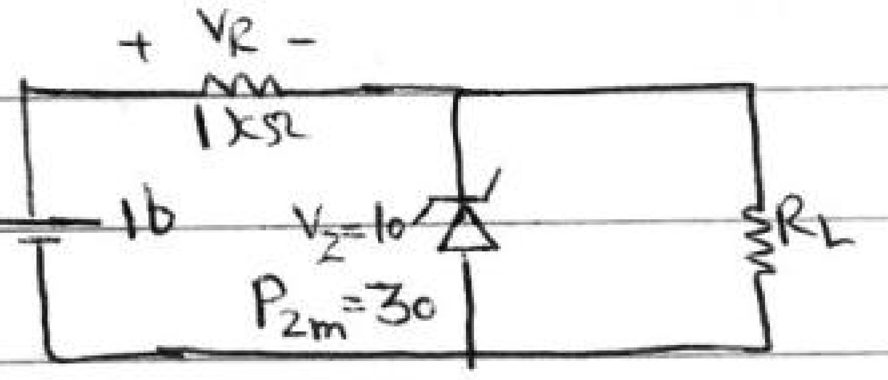
توان مصرفی $P_Z = I_Z V_Z < P_{Z max}$

if $V < V_Z$



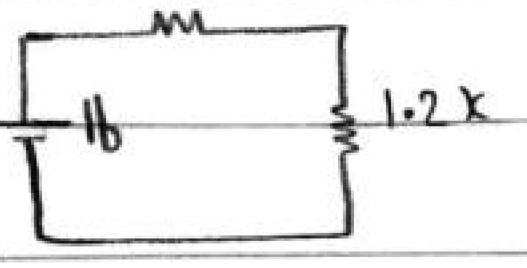
**

Ex: مطلوب است V_L، V_R، I_Z و P_Z درصورتی به شرطی که $R_L = 1.2\ k\Omega$ $\quad R_L = 3\ k\Omega$



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

Diodz is off →



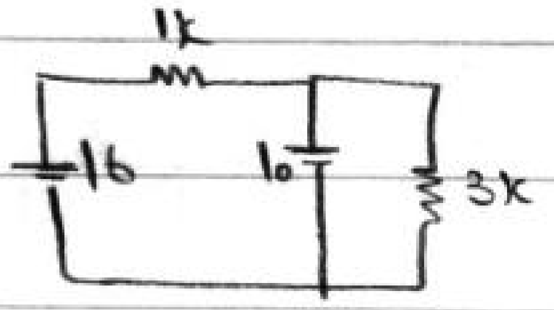
$P_Z = V_Z I_Z = 0$

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

$V_L = 8.73$

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

Diodz is oN



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

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

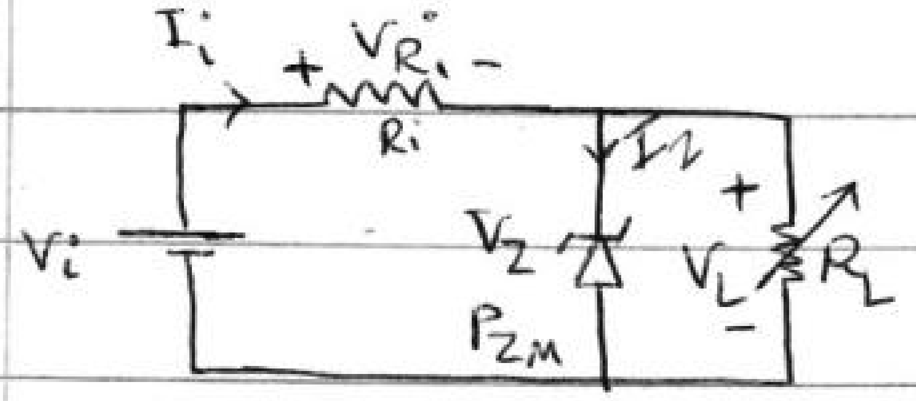
$I_Z = 6 - 3.33 = 2.67$

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

**

کاربرد اول رگولاتورهای زنری:

الف) V_i ثابت و R_L متغیر:



براساس مثال قبل مشخص است که اگر مقاومت بار از حد خاصی کوچکتر شود ولتاژ اعمالی به دیود زنر از V_Z کمتر می‌شود و دیود خاموش می‌گردد.

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

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

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

$I_{L\,min} = I_R - I_{Z\,max}$

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