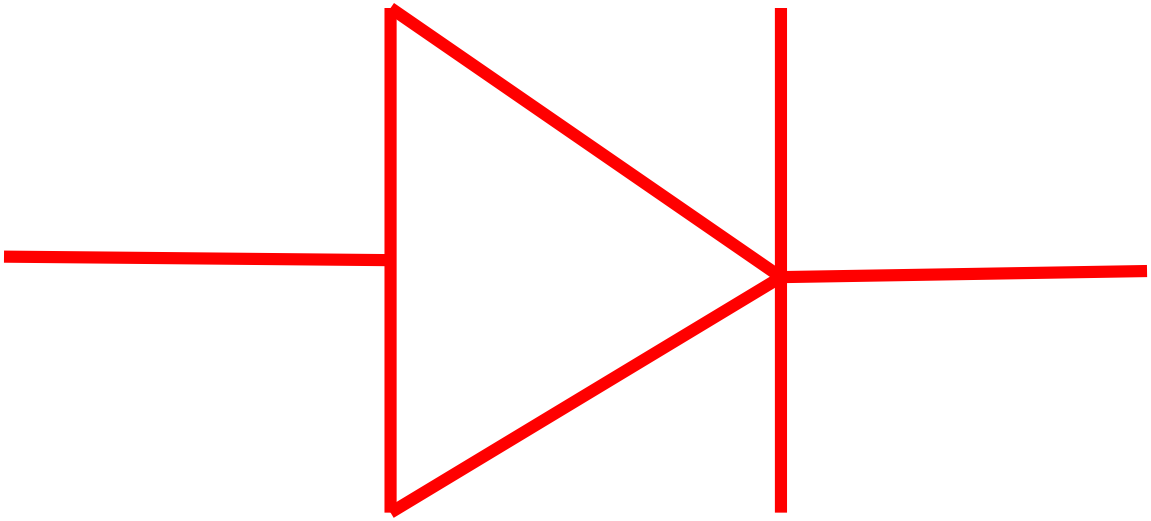
به نام خدا

الکترونیک(۱)

مدرس:
میریوسفی
دانشگاه فنی و حرفه ای البرز

فصل سوم



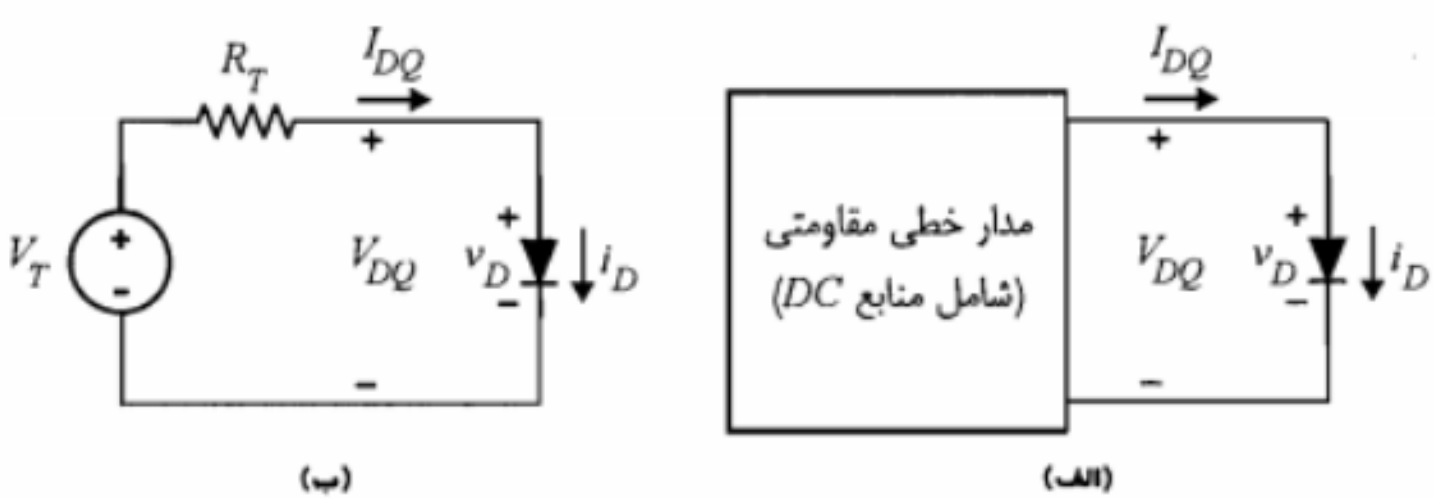
مدارهای دیودی

تجزیه و تحلیل مدارهای دیودی

روش ترسیمی

مدلسازی دیود

تجزیه و تحلیل مدارهای دیودی–روش ترسیمی

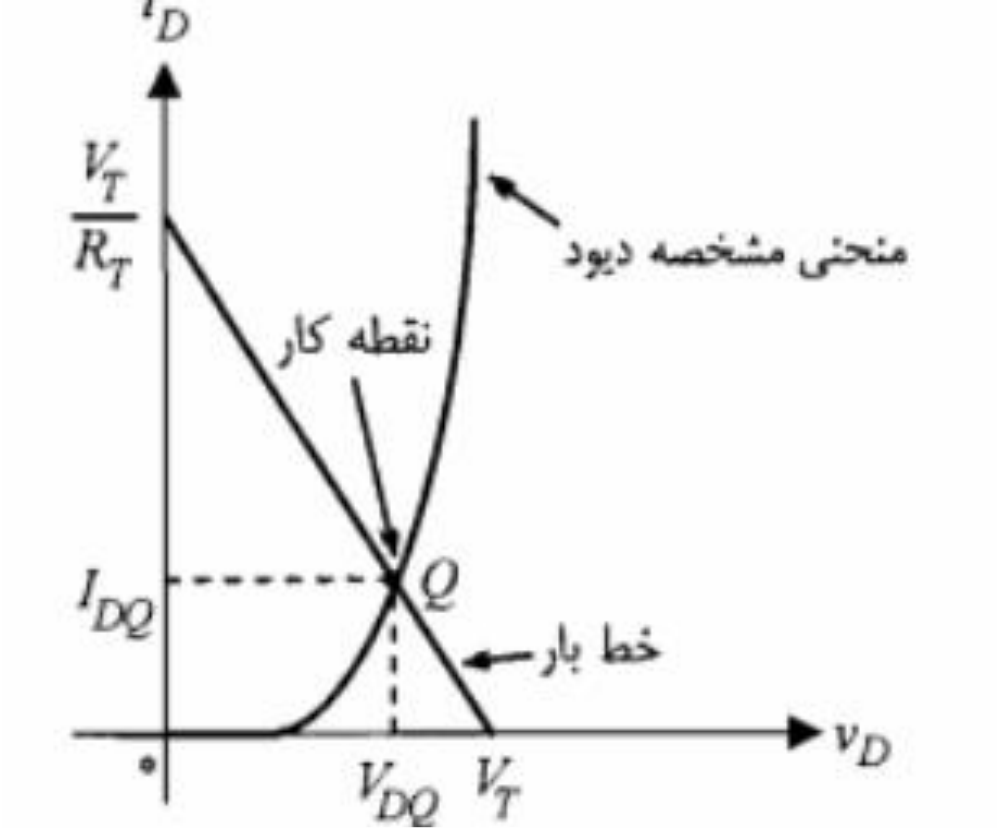


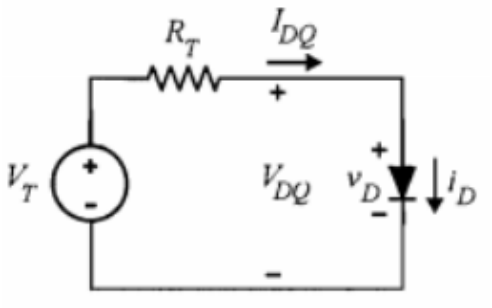
شکل ۳-۱: نمایش یک مدار دیودی و معادل تونن آن

$$v_D = V_T - R_T i_D$$

پاسخ مورد نظر می بایست هم در معادله جریان و ولتاژ صدق کند و هم مطابق منحنی مشخصه دیود باشد

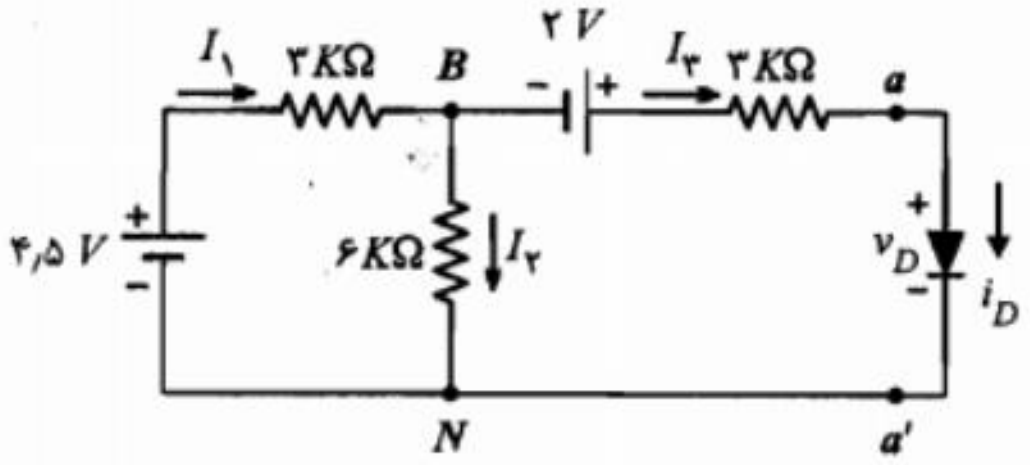
دو معادله را در روی یک محور رسم می کنیم
محل تلاقی نقطه کار دیود می باشد Q



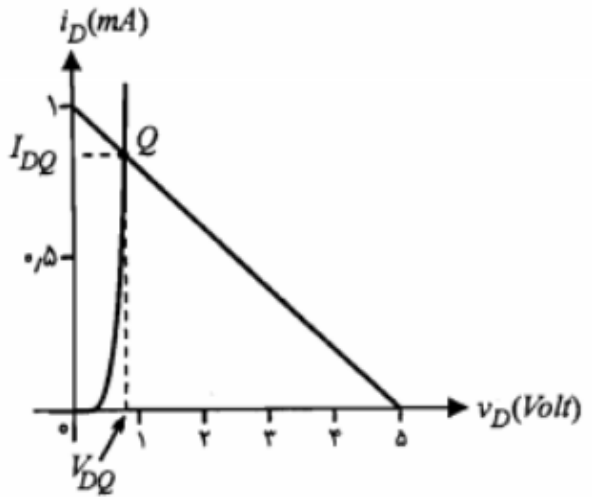


$$v_D = V_T - R_T i_D$$

مثال ۳-۱: در مدار شکل ۳-۳ جریان شاخه‌ها را به دست آورید.



شکل ۳-۳: مدار مثال ۳-۱

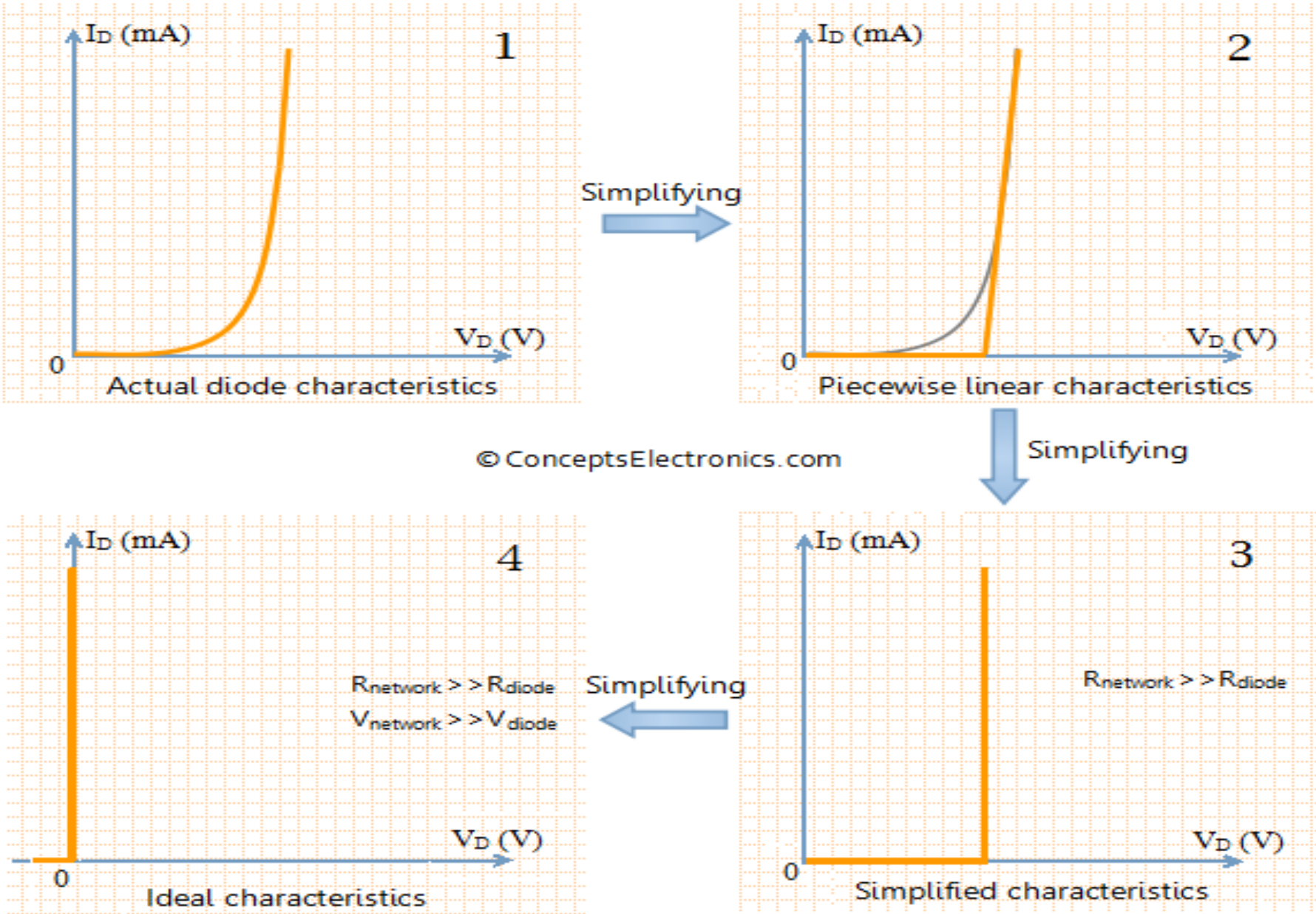


$$I_{DQ} = ۰٫۸۵\,mA \qquad V_{DQ} = ۰٫۸\,V$$

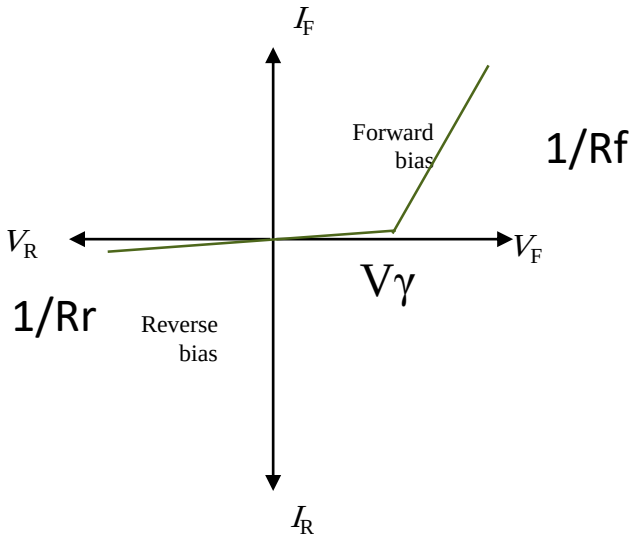
تجزیه و تحلیل مدارهای دیودی–مدل سازی دیود

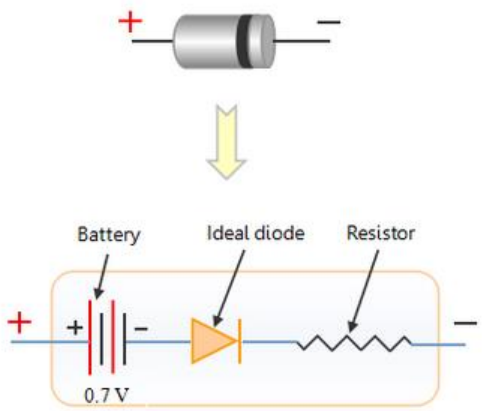
مدل ایده آل

مدل خطی پاره ای


1
I_D (mA)
V_D (V)
0
Actual diode characteristics
Simplifying
2
I_D (mA)
V_D (V)
0
Piecewise linear characteristics
Simplifying
© ConceptsElectronics.com
3
I_D (mA)
$R_{network} >> R_{diode}$
V_D (V)
0
Simplified characteristics
Simplifying
$R_{network} >> R_{diode}$
$V_{network} >> V_{diode}$
4
I_D (mA)
V_D (V)
0
Ideal characteristics

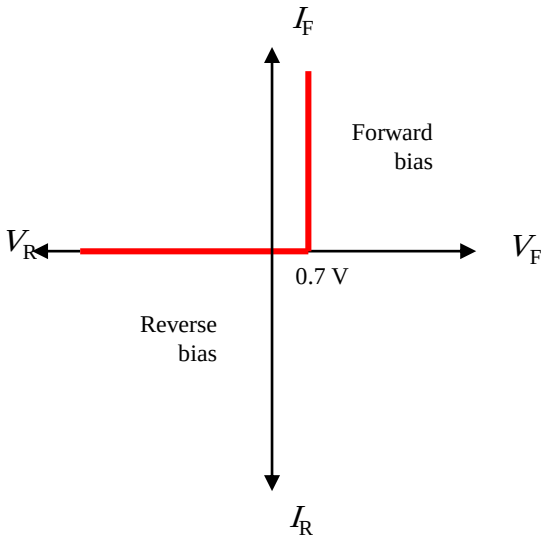
مدل خطی پاره ای

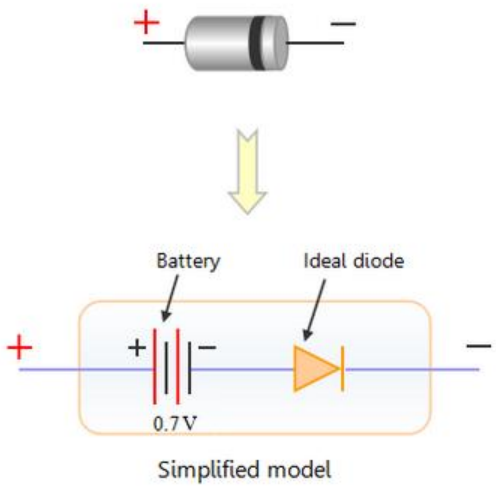


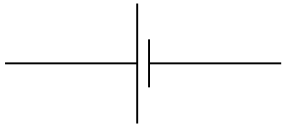


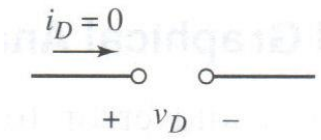
Piecewise-linear equivalent model

مدل عملی

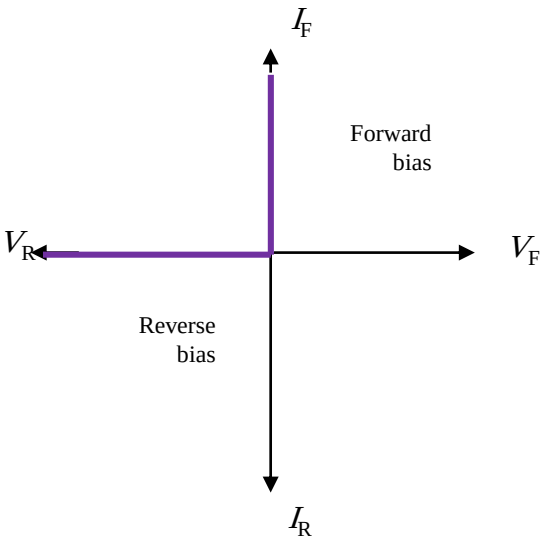

I_F
Forward bias
V_R
V_F
0.7 V
Reverse bias
I_R

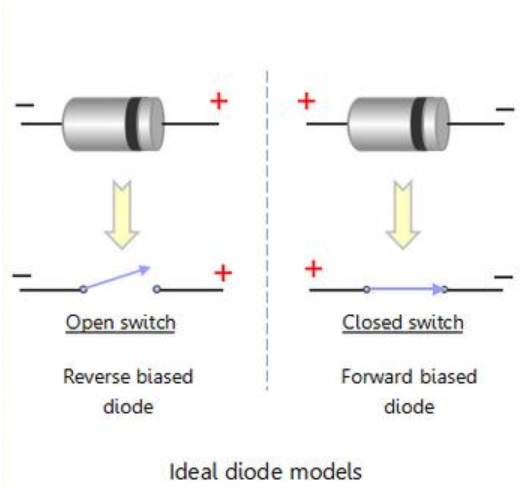

Battery
Ideal diode
0.7 V
Simplified model


Vγ

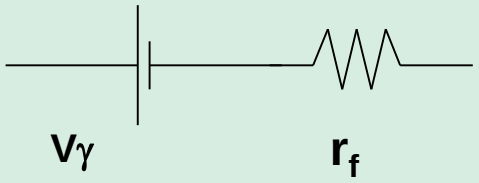
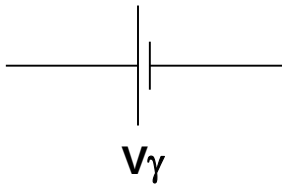
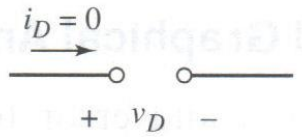
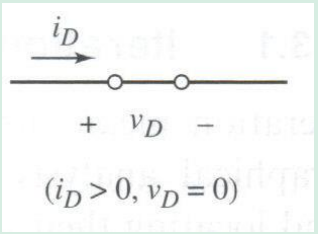
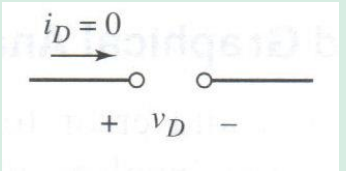

$i_D = 0$
+ v_D −

مدل ایده آل



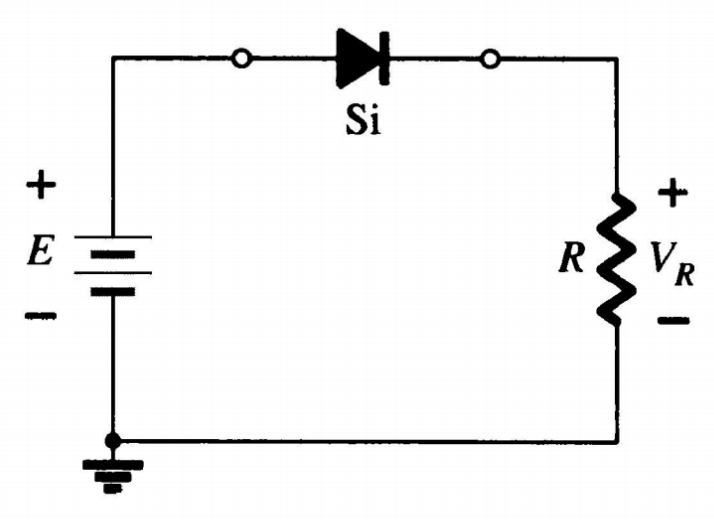


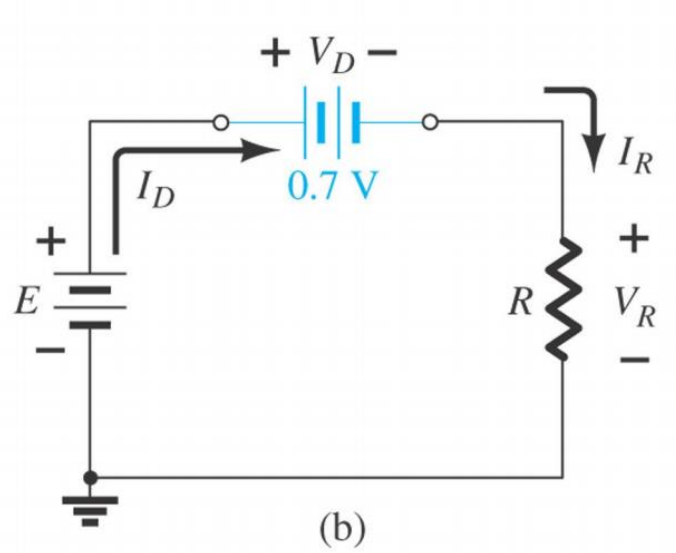
Ideal diode models

مدل	روشن	خاموش
مدل خطی پاره ای		
مدل عملی		
مدل ایده آل		

مثال

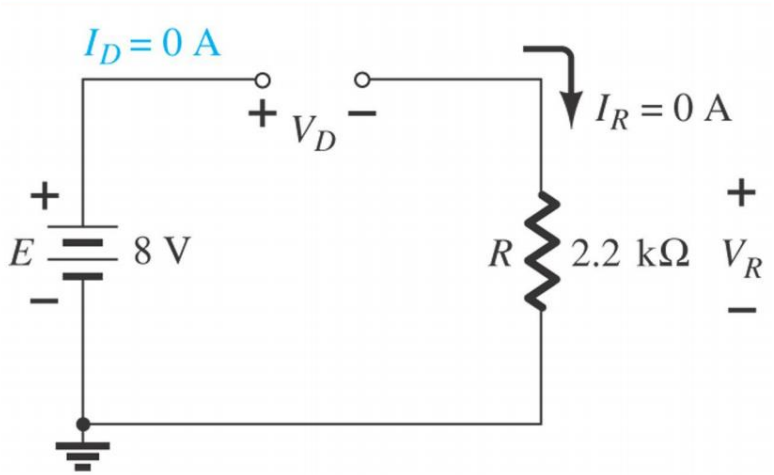
در مدار زیر مطلوبست محاسبه جریانها و ولتاژهای مورد نظر

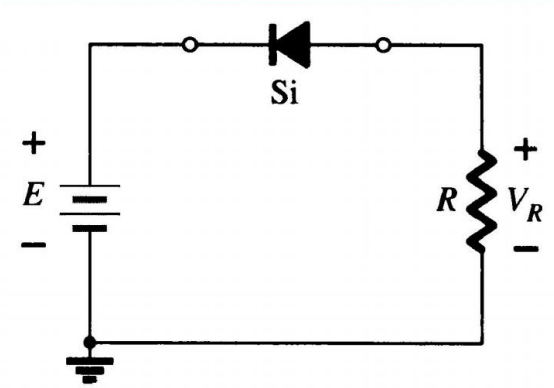




مثال

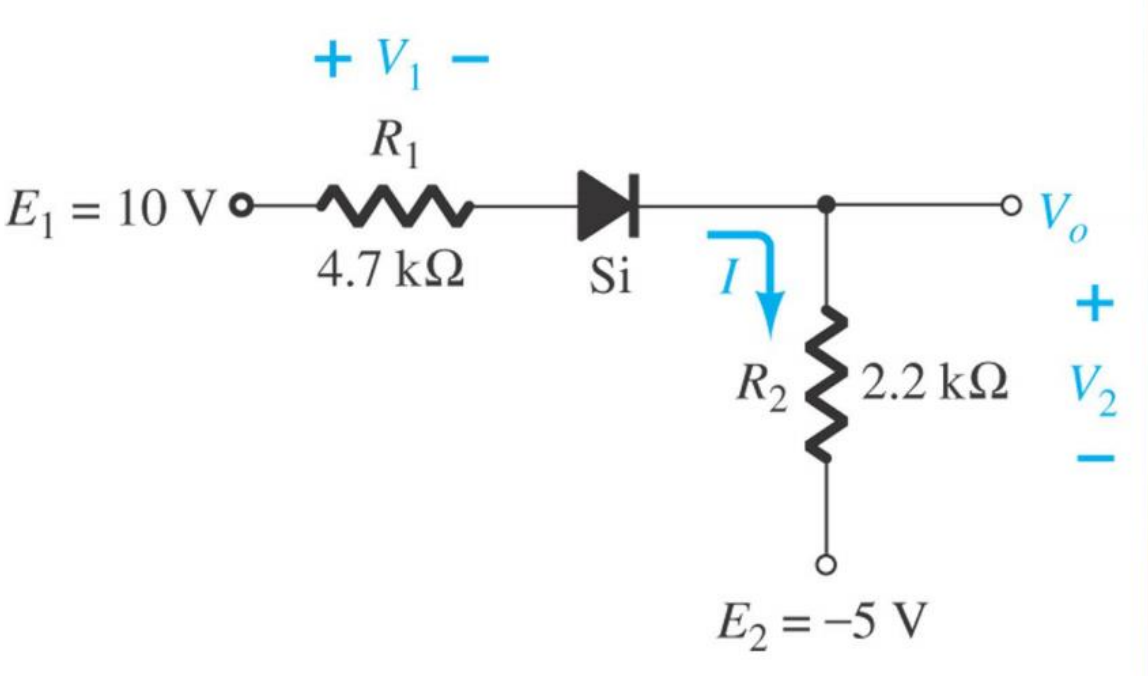
در مدار زیر مطلوبست محاسبه جریانها و ولتاژهای مورد نظر





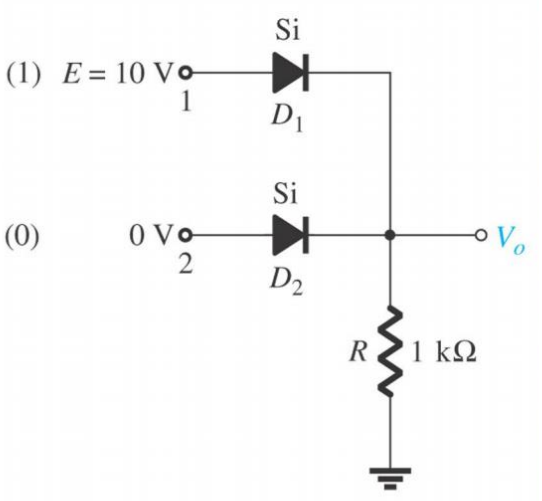
مثال

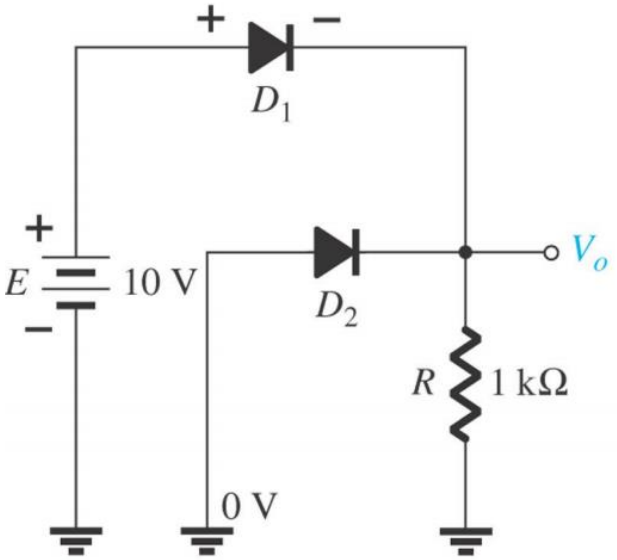
در مدار زیر مطلوبست محاسبه جریانها و ولتاژهای مورد نظر



مثال

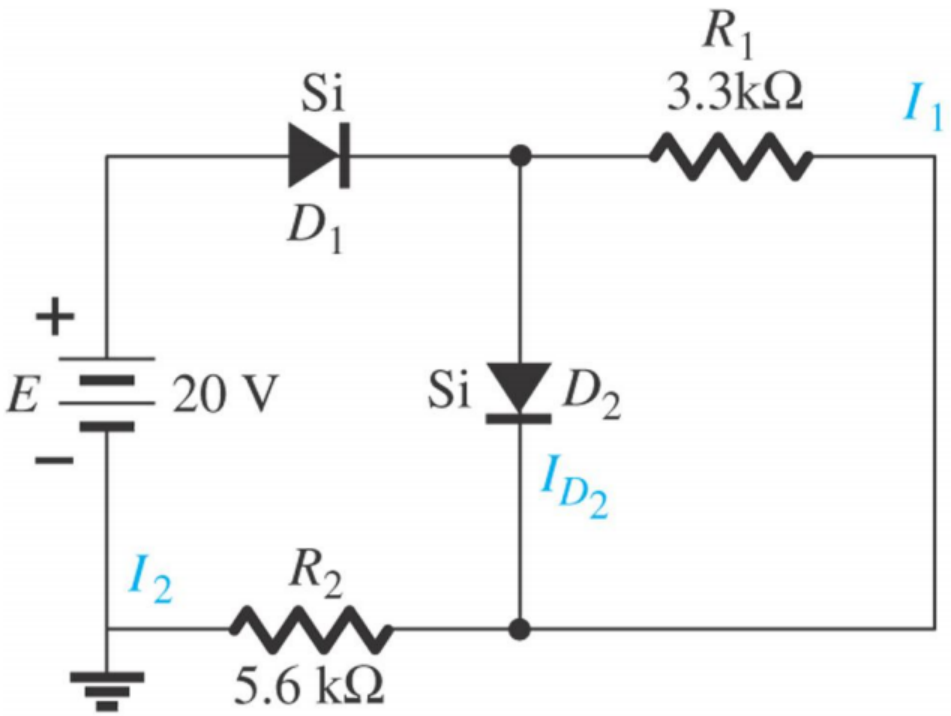
در مدار زیر مطلوبست محاسبه جریانها و ولتاژهای مورد نظر





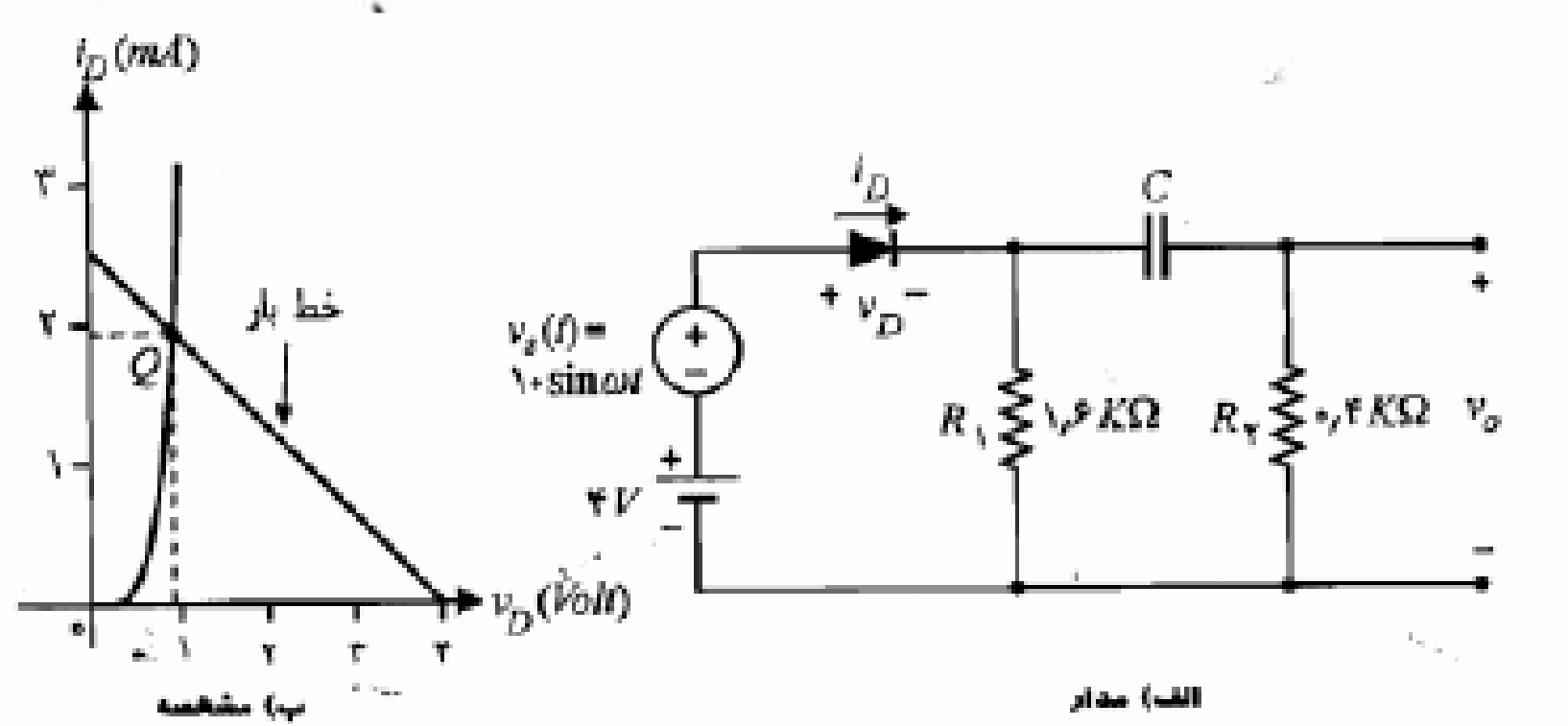
مثال

در مدار زیر مطلوبست محاسبه جریانها
و ولتاژهای مورد نظر



تجزیه و تحلیل سیگنال کوچک دیود

مثال ۳-۴: مدار شکل ۳-۱۱-الف را در نظر بگیرید. مشخصه دیود D در شکل ۳-۱۱-ب نمایش داده شده است. منبع v_s مولد سیگنال سینوسی با دامنه $10\ mV$ می‌باشد. مدار را از نقطه نظر DC بررسی کرده و دامنه سیگنال v_o را به دست آورید. خازن C را در فرکانس موج سینوسی اتصال کوتاه فرض کنید.



مثال ۳-۵: مدار شکل ۳-۱۴ را در نظر بگیرید. فرض کنید رابطه ولتاژ ـ جریان دیود، با یک تقریب خطی مناسب به صورت زیر است:

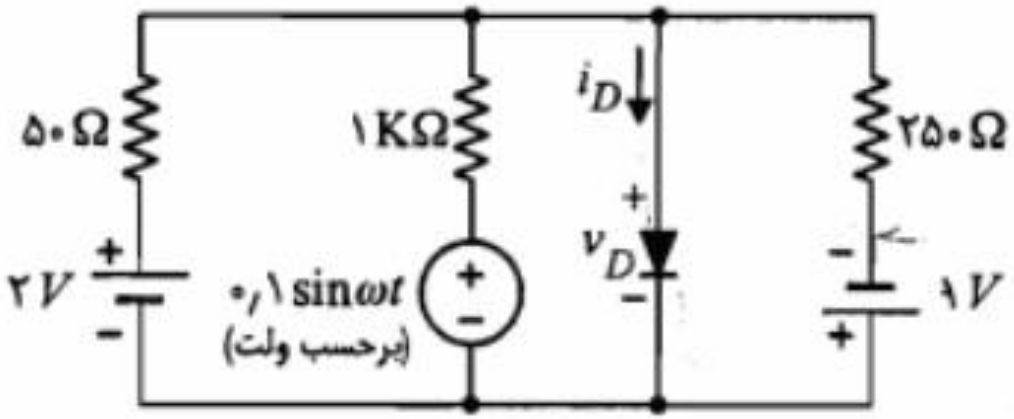
$$i_D = \begin{cases} ۸۰(v_D - ۰/۶) & v_D \geq ۰/۶ \\ ۰ & v_D < ۰/۶ \end{cases}$$

در رابطه فوق v_D برحسب ولت و i_D برحسب میلی‌آمپر است.

الف) مدار معادل نورتن در دو سر دیود را به دست آورید.

ب) نقطه کار DC دیود را مشخص کنید.

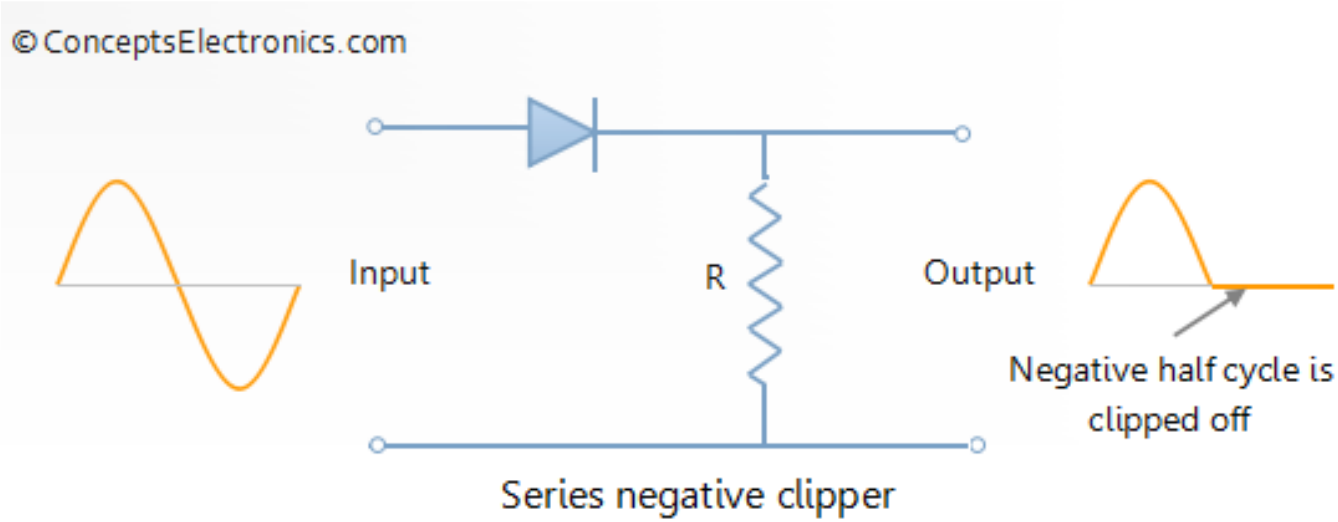
ج) رابطه کلی ولتاژ دیود یعنی $v_D(t) = V_D + v_d(t)$ را تعیین نمایید.



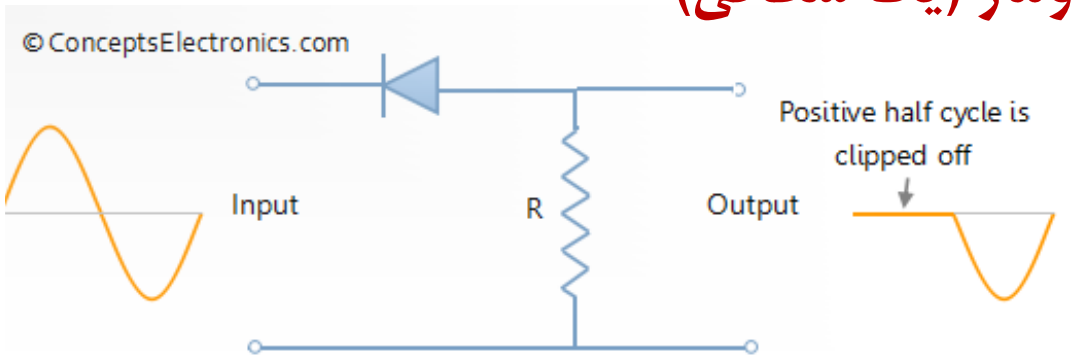
شکل ۳-۱۴: مدار مثال ۳-۵

مدارهای
محدود کننده ولتاژ
(برش دهنده)
Clippers

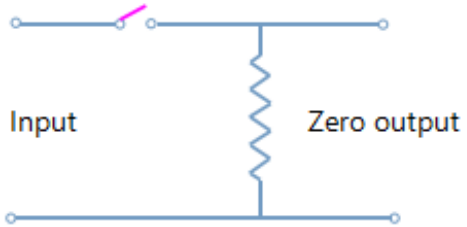
مثال:محدود کننده ولتاژ (یک سطحی)



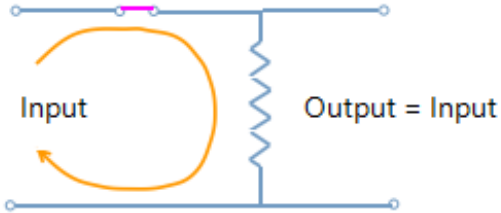
مثال:محدود کننده ولتاژ (یک سطحی)



(a) Positive clipper

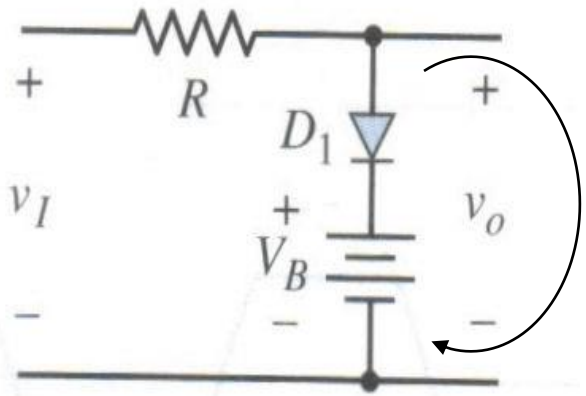


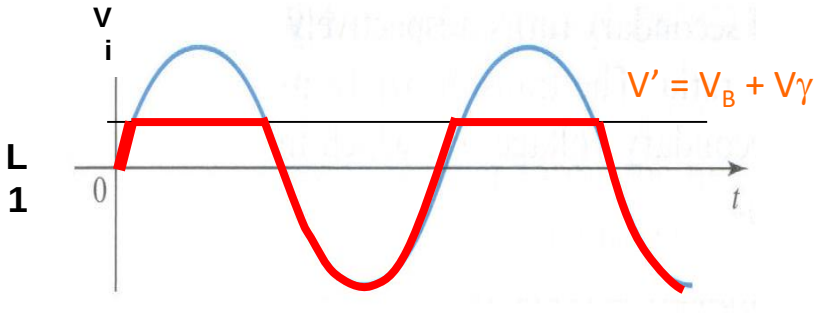
(b) Diode acts as open switch during positive half cycle

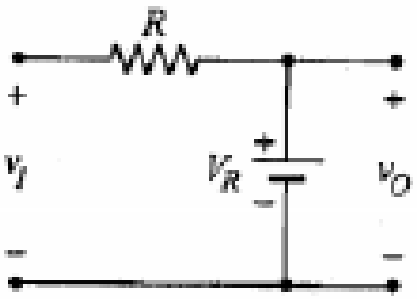


(c) Diode acts as closed switch during negative half cycle

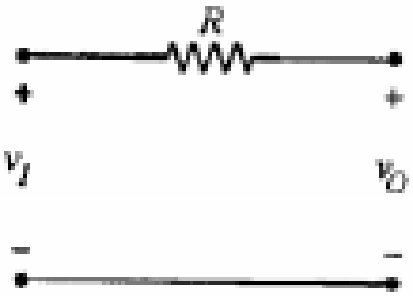
Clippers



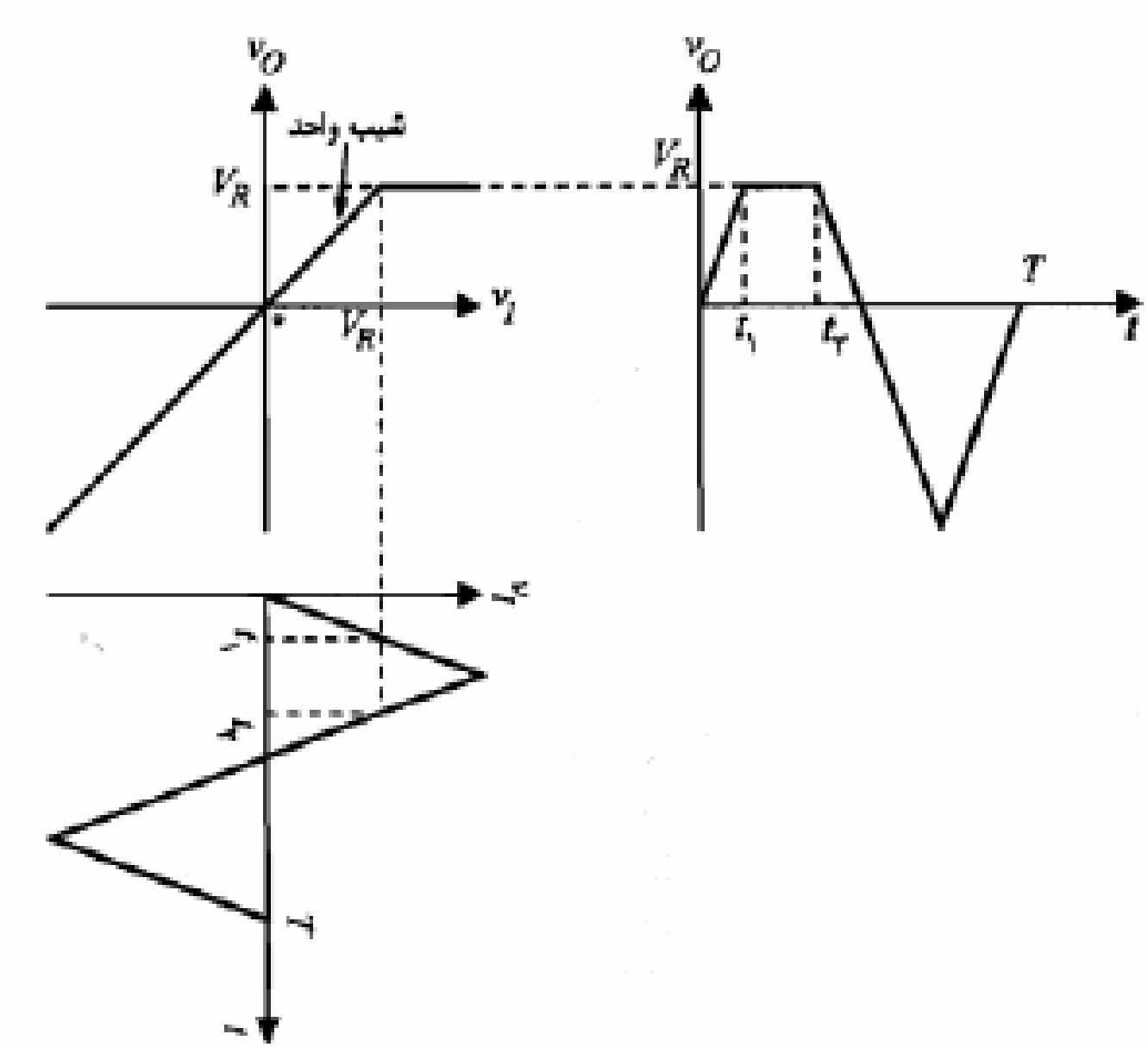


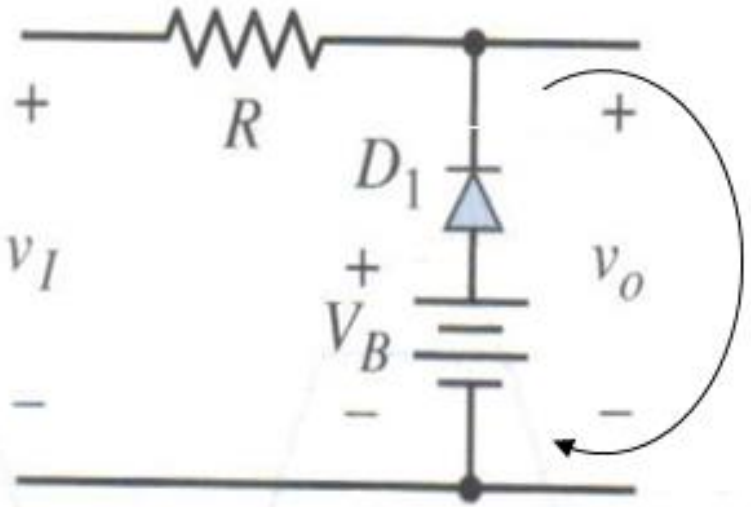


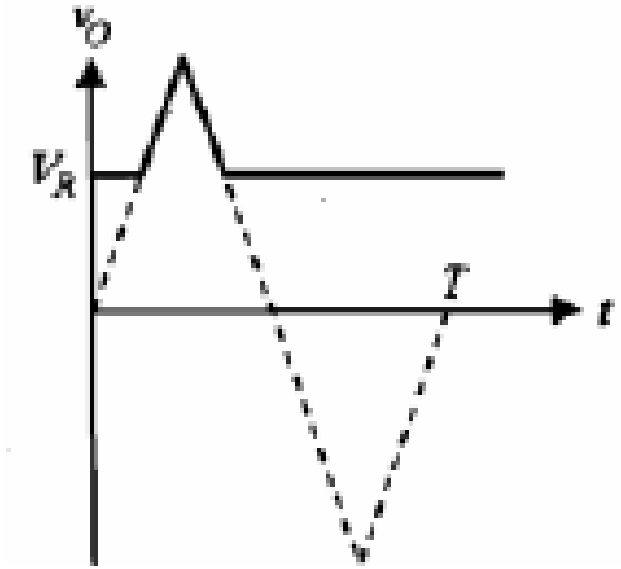
(ب) $v_I \geq V_R$ (دیود وصل)

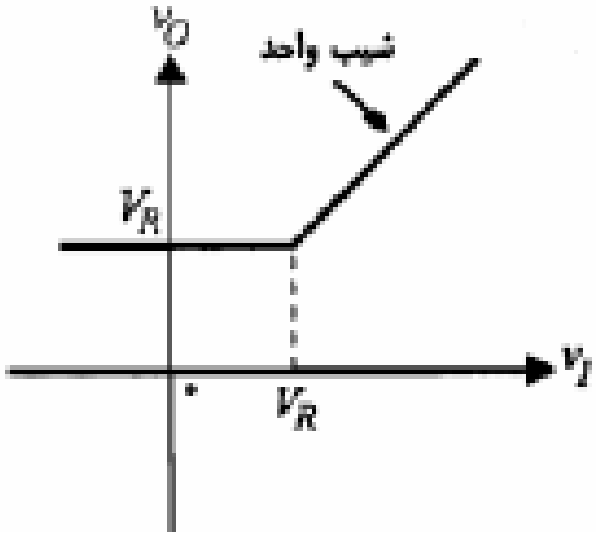


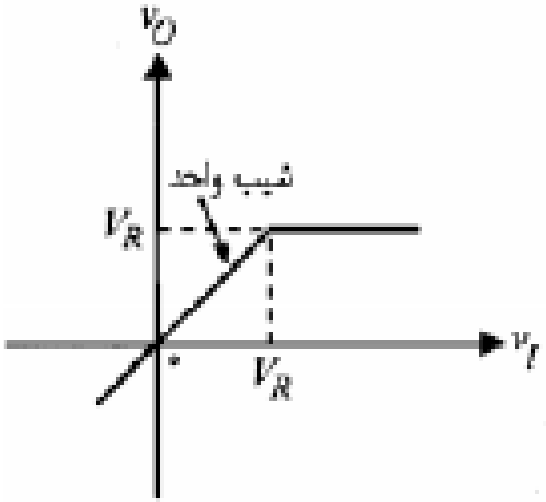
(الف) $v_I < V_R$ (دیود قطع)

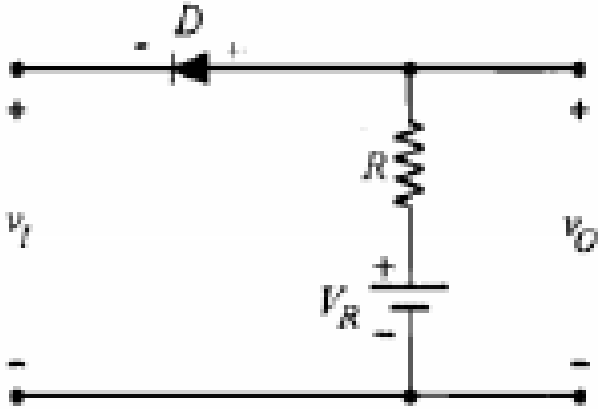

v_O
شیب واحد
V_R
v_I
V_R
v_O
V_R
T
t_1
t_2
t


R
D1
VB
vI
vo
+
−

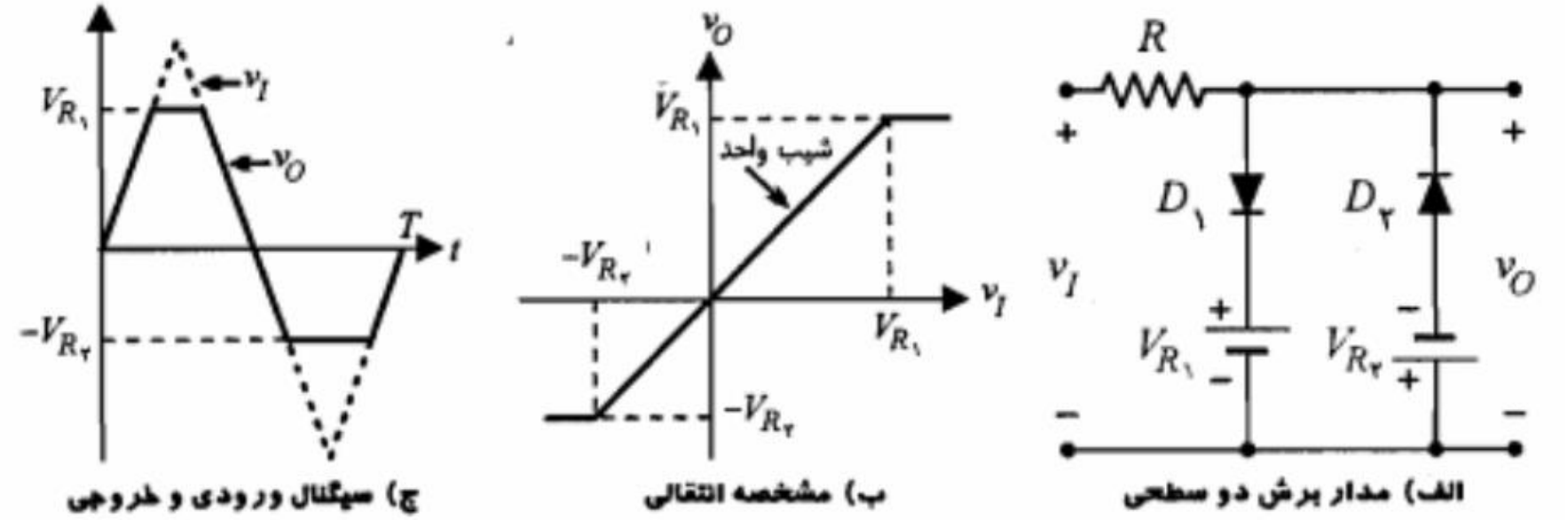

vO
VR
T
t


vO
شیب واحد
VR
VR
vI


v_O
شیب واحد
V_R
V_R
v_I

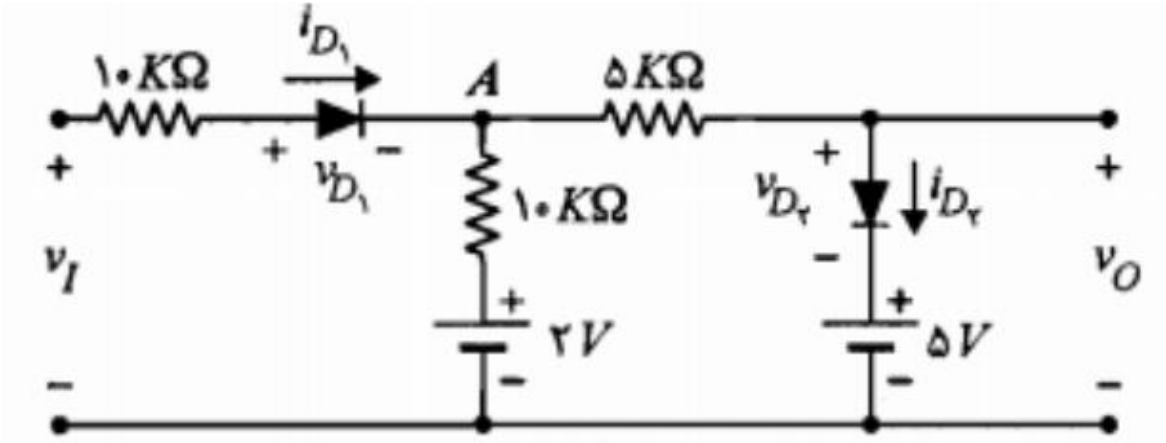

D
R
v_I
v_O
V_R

برش دهنده دو سطحی



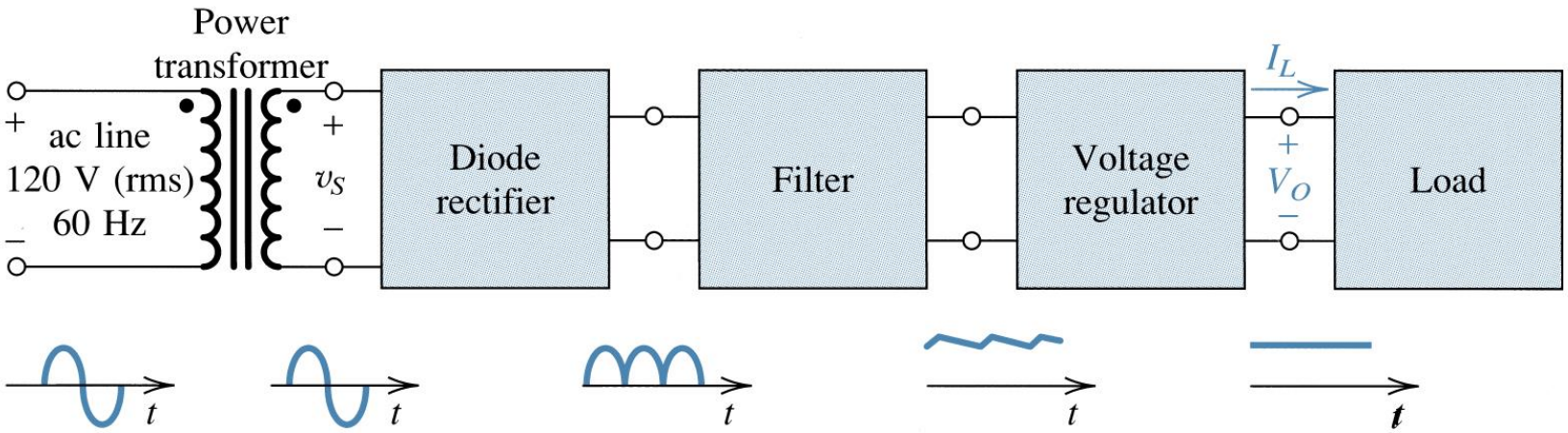
برش دهنده دو سطحی

مثال ۳-۶: در مدار شکل ۳-۲۵ با فرض ایده‌آل‌بودن دیودها، مشخصه انتقالی را محاسبه و رسم کنید.



یکسوساز (rectifier)

مدار منبع تغذیه

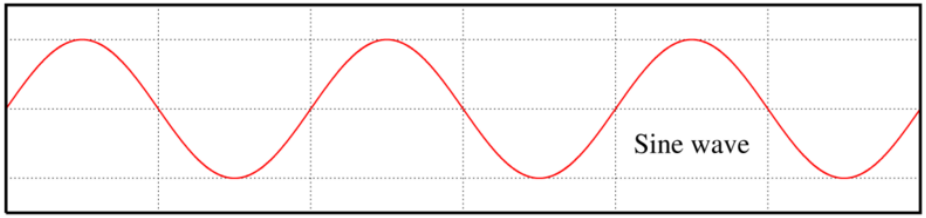


یکسوساز (rectifier)

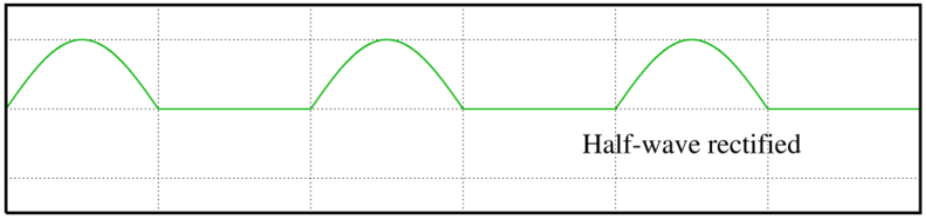
تک فاز

چندفاز

شکل موج ورودی

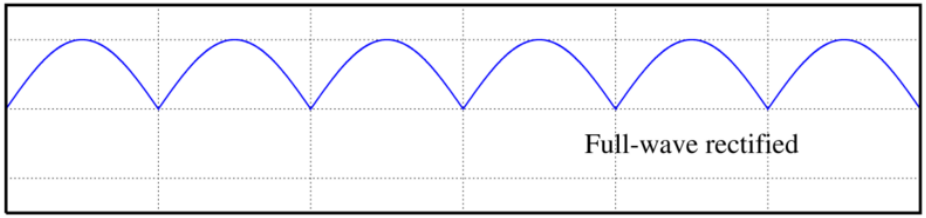


خروجی نیم موج



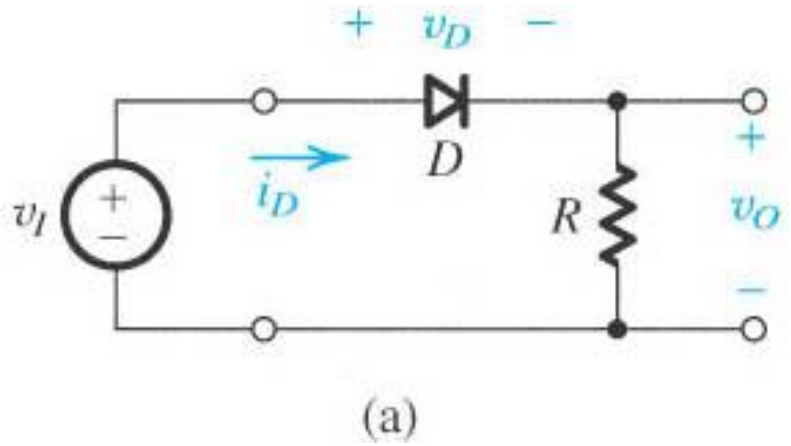
نیم موج (Half Wave)

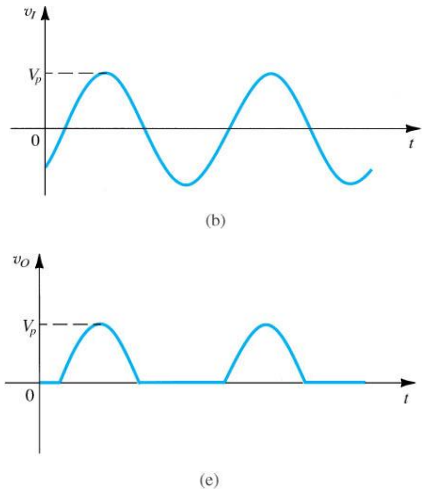
خروجی تمام موج



تمام موج (Full Wave)

یکسوساز دیودی نیم موج





$$i = \frac{v_I}{R_f + R_L} \longrightarrow I_m = \frac{V_m}{R_f + R_L}$$

مقدار متوسط جریان

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi} i(\alpha)d\alpha = \frac{1}{2\pi}\int_{0}^{\pi} I_m \sin\alpha d\alpha = \frac{I_m}{\pi}$$

مقدار متوسط ولتاژ

$$V_{dc} = R_L I_{dc} = \frac{R_L I_m}{\pi}$$

مقدار موثر جریان

$$I_{rms} = \left[\frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi} (i(\alpha))^2 d\alpha\right]^{1/2} = \left[\frac{1}{2\pi}\int_{0}^{\pi} I_m^2 \sin^2\alpha\, d\alpha\right]^{1/2} = \frac{I_m}{2}$$

مقدار موثر ولتاژ

$$V_{rms} = R_L I_{rms} = \frac{1}{2} R_L I_m = \frac{V_m R_L}{2(R_L + R_f)}$$

RF<<RL $\longrightarrow$ $V_{rms} \cong \frac{V_m}{2}$

بازده یکسوکننده نیم موج

$$(P_{in})_{av} = \frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi} v_I(\alpha)\, i(\alpha)\, d\alpha = \frac{1}{2\pi}\int_{0}^{\pi} (V_m \sin\alpha)\left(\frac{V_m}{R_f + R_L}\sin\alpha\right) d\alpha$$

$$= \frac{V_m^2}{4(R_f + R_L)}$$

$$(P_{out})_{DC} = (I_{dc})^2 R_L = \left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 R_L = \frac{V_m^2 R_L}{\pi^2 (R_f + R_L)^2}$$

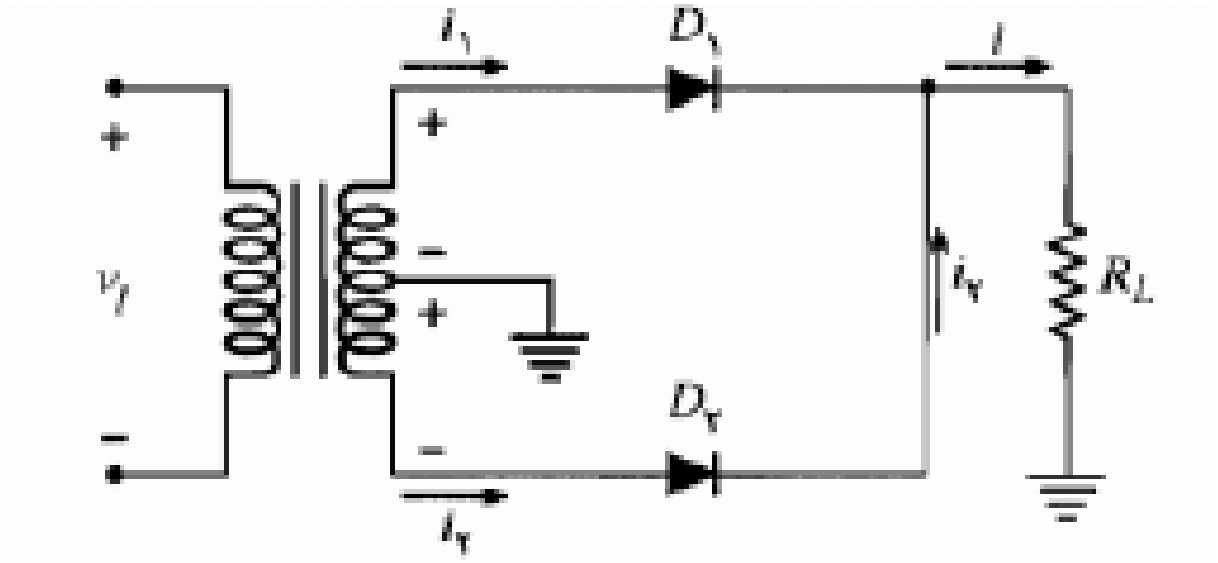
$$\eta = \frac{(P_{out})_{dc}}{(P_{in})_{av}} \longrightarrow \eta = \frac{4R_L}{\pi^2(R_L + R_f)} \cong \frac{4}{\pi^2} \cong \%40.5$$

یکسوساز تمام موج

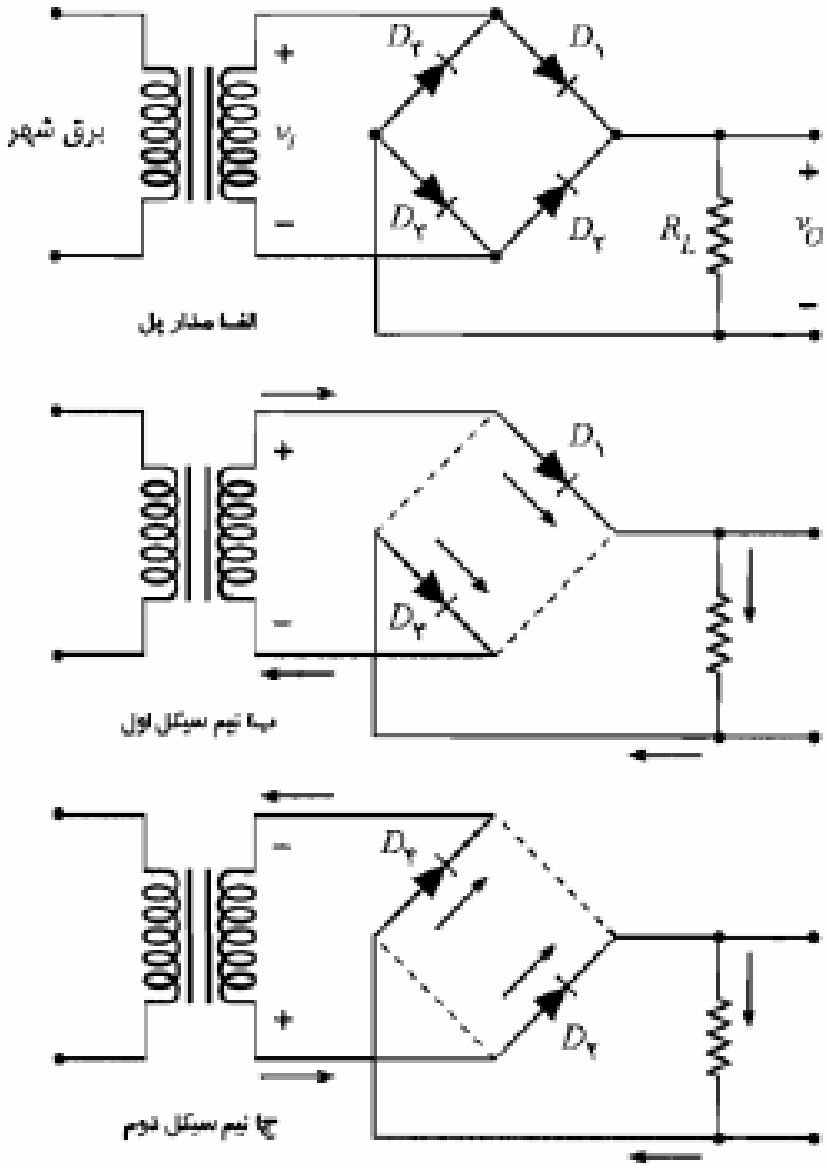
یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط

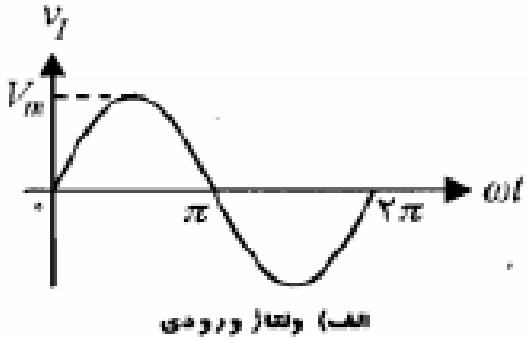
یکسوساز تمام موج با پل دیودی

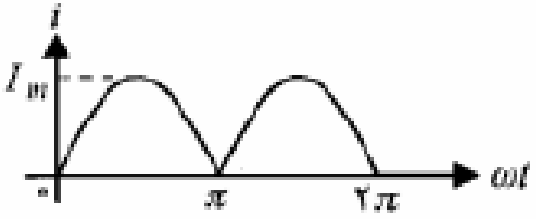
یکسوساز نیم موج با ترانس سر وسط



یکسوساز دیودی تمام موج با پل دیودی







مقدار متوسط جریان

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi} I_m \sin\alpha\, d\alpha = \frac{2}{2\pi}\int_{0}^{\pi} I_m \sin\alpha\, d\alpha$$

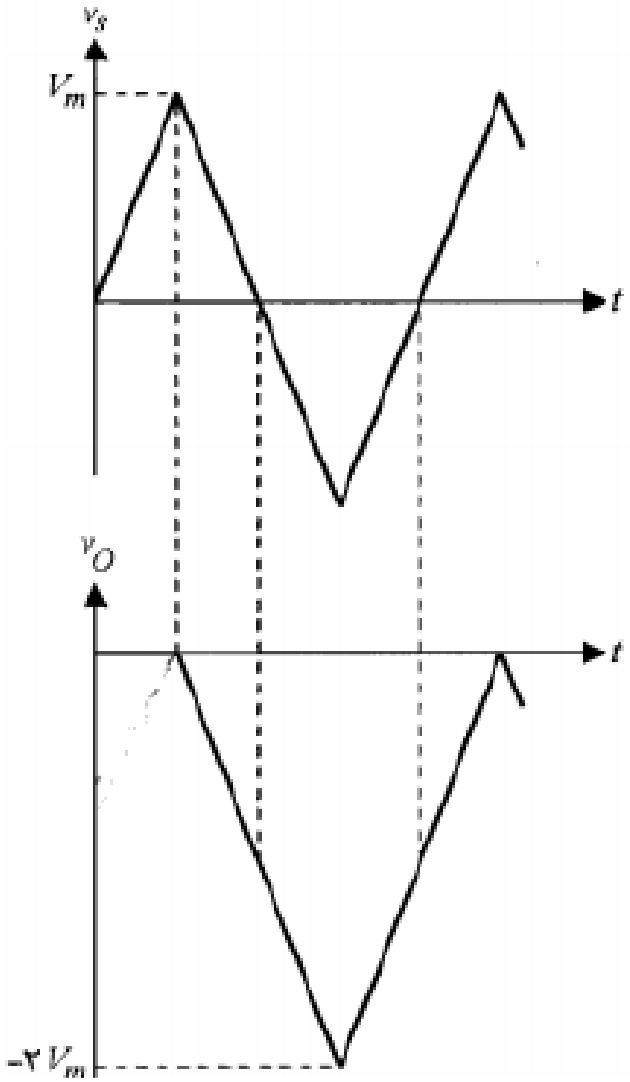
$$= \frac{2I_m}{\pi} = \frac{2V_m/\pi}{R_f + R_L}$$

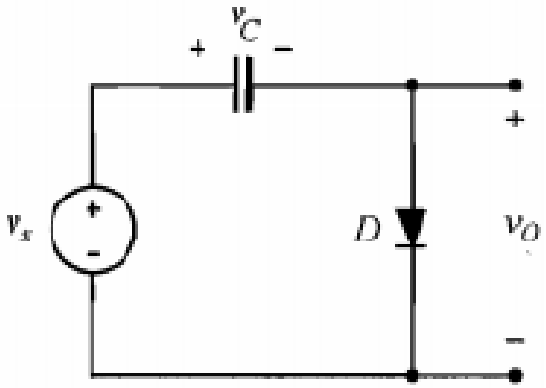
مقدار متوسط ولتاژ

$$V_{dc} = I_{dc}R_L = \frac{2V_m R_L}{\pi(R_f + R_L)}$$

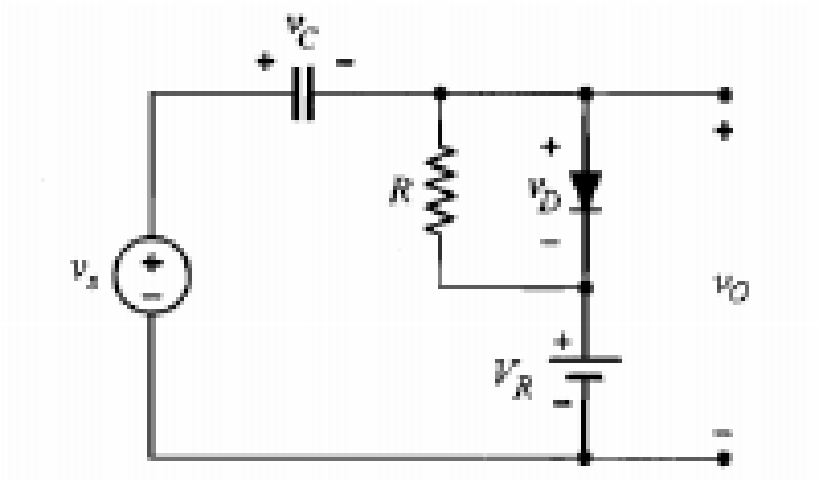
مدارهای پرش دهنده
clamp

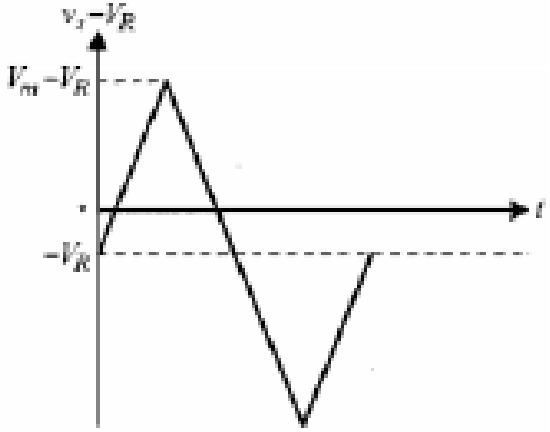
مدار کلمپ در سطح صفر



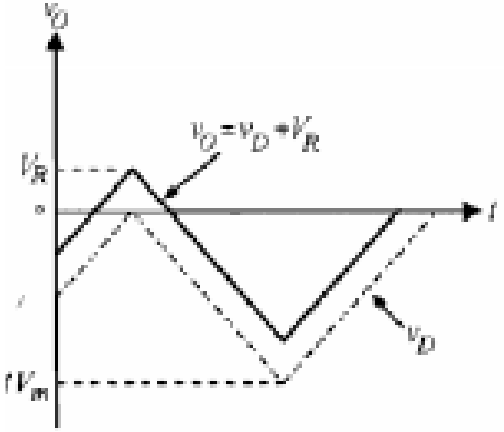


مدار کلمپ در سطح غیر صفر



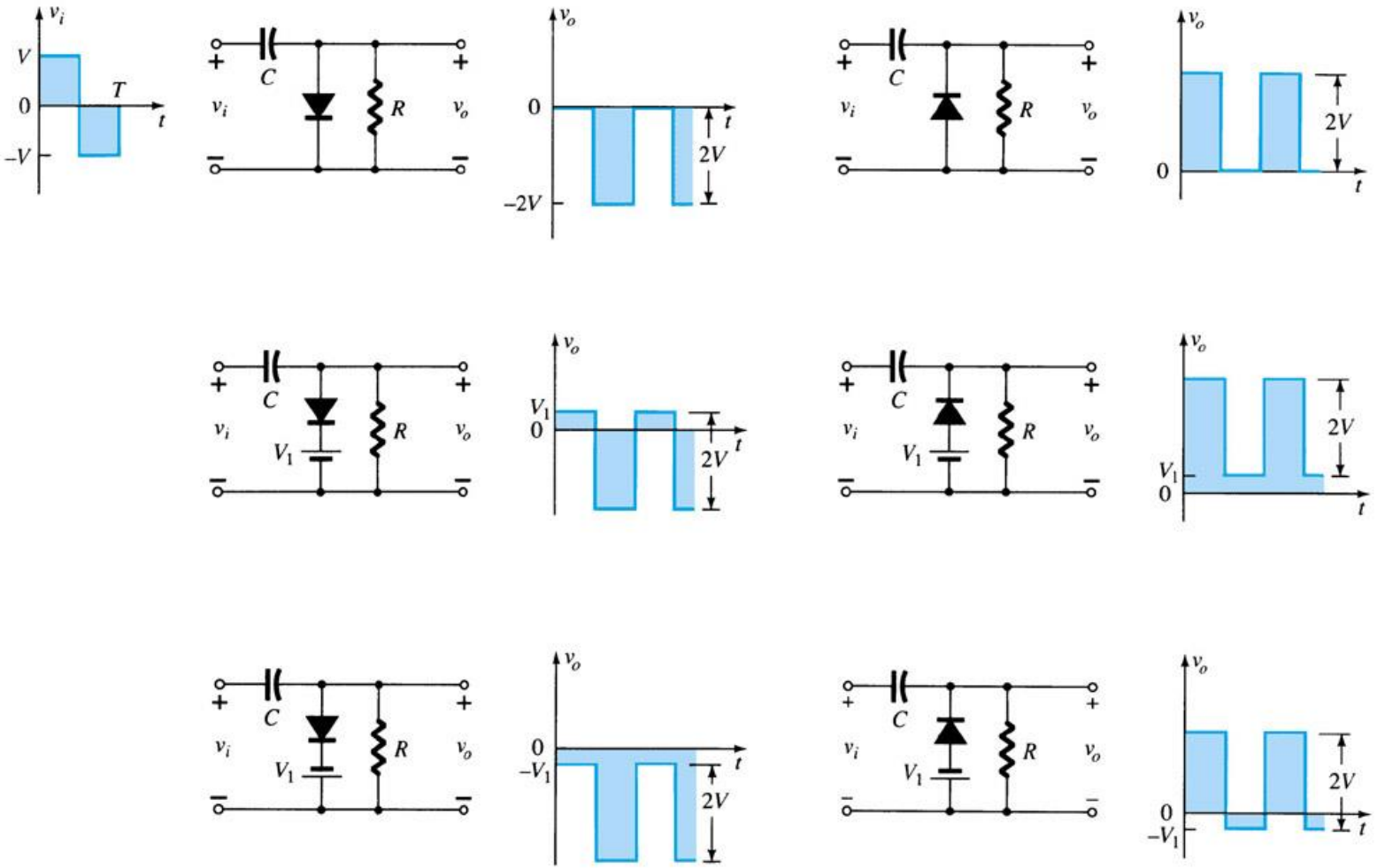


شکل ۳-۴۶: مجموع شکل موج v_s و منبع ثابت



شکل ۳-۴۷: ولتاژ دو سر دیود و ولتاژ خروجی در مدار کلمپ شکل ۳-۴۵

Clamping Networks



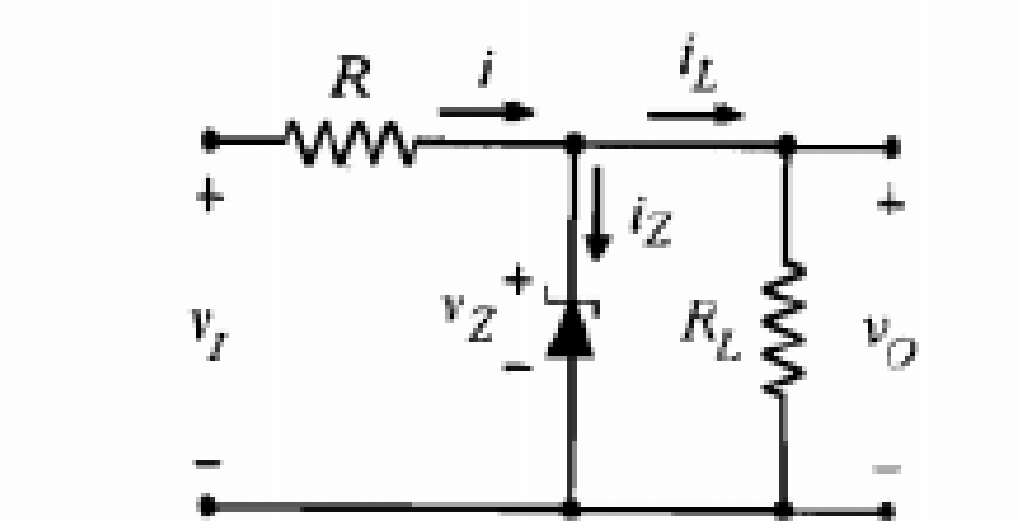
مدار تنظیم کننده ولتاژ
REGULATOR

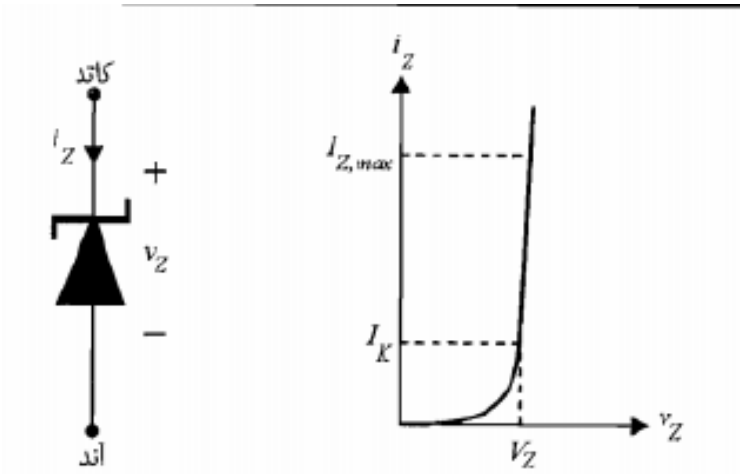
میریوسفی
دانشگاه فنی و حرفه ای البرز

مدار تنظیم کننده ولتاژ زنری

Vi ثابت RL متغیر

RLثابت Viمتغیر

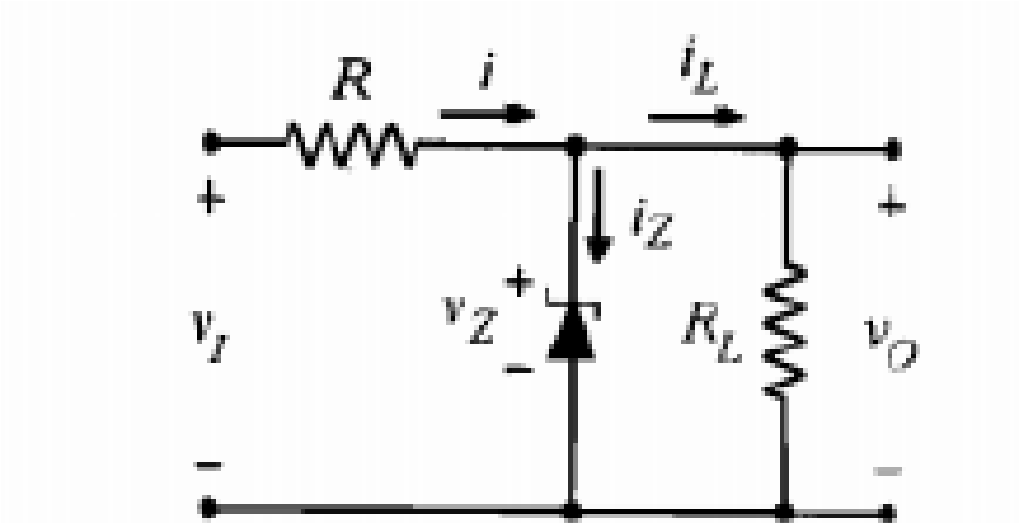




برای ثابت ماندن Vz دیود زنر جریان می بایست در فاصله Izmax , Ik قرار گیرد

مدار تنظیم کننده ولتاژ زنری

Vi ثابت RL متغیر



RL,max=?

RL,min=?

$$i = \frac{v_I - V_Z}{R} = \text{ثابت}$$

$$I_L = I - I_Z$$

$$i_{L,min} = i - I_{Z,max} = \frac{v_I - V_Z}{R} - I_{Z,max}$$

$$i_{L,max} = i - I_K = \frac{v_I - V_Z}{R} - I_K$$

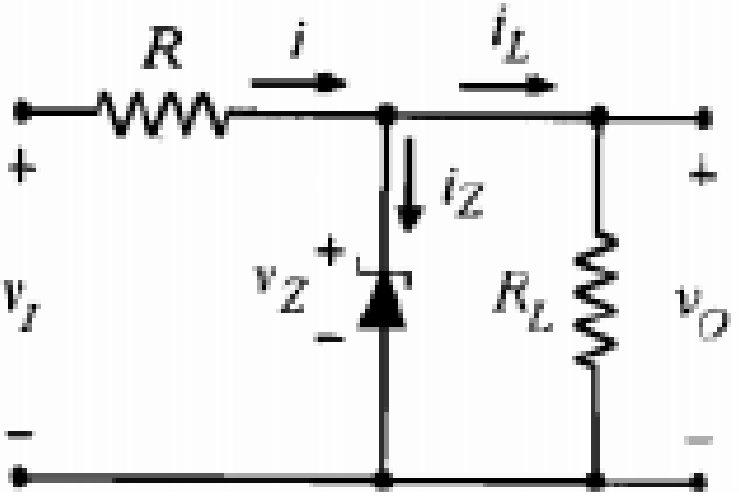
$$R_{L,min} = \frac{V_Z}{i_{L,max}}$$

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

مثال ۳-۷: در مدار تنظیم‌کننده ولتاژ شکل ۳-۳۸ از یک دیود زنر ۴٫۸ ولتی استفاده می‌نماییم. برای این دیود زنر $I_K = 0.2\,mA$ و $I_{Z,max} = 7\,mA$ است. با فرض $R = 1\,K\Omega$ و $v_I = 10 \pm 1\,V$، حداقل و حداکثر R_L را طوری تعیین کنید که علیرغم تغییرات v_I، ولتاژ خروجی برابر ۴٫۸ ولت ثابت باشد.

مدار تنظیم کننده ولتاژ زنری

RLمتغیر Viمتغیر



$$i = \frac{v_I - V_Z}{R} = \text{ثابت}$$

$$i_L = i - I_Z$$

$$i_{L,min} = \frac{v_{I,max} - V_Z}{R} - I_{Z,max}$$

$$i_{L,max} = \frac{v_{I,min} - V_Z}{R} - I_K$$

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

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