Fundamentals of Microelectronics

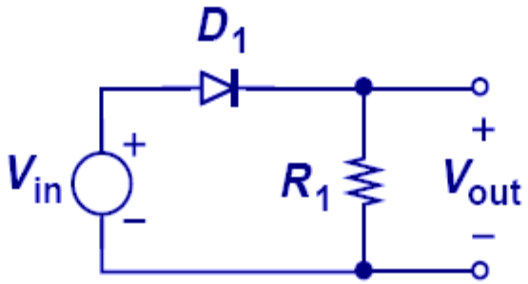
- CH1 Why Microelectronics?
- CH2 Basic Physics of Semiconductors
- CH3 Diode Circuits
- CH4 Physics of Bipolar Transistors
- CH5 Bipolar Amplifiers
- CH6 Physics of MOS Transistors
- CH7 CMOS Amplifiers
- CH8 JFET Transistor

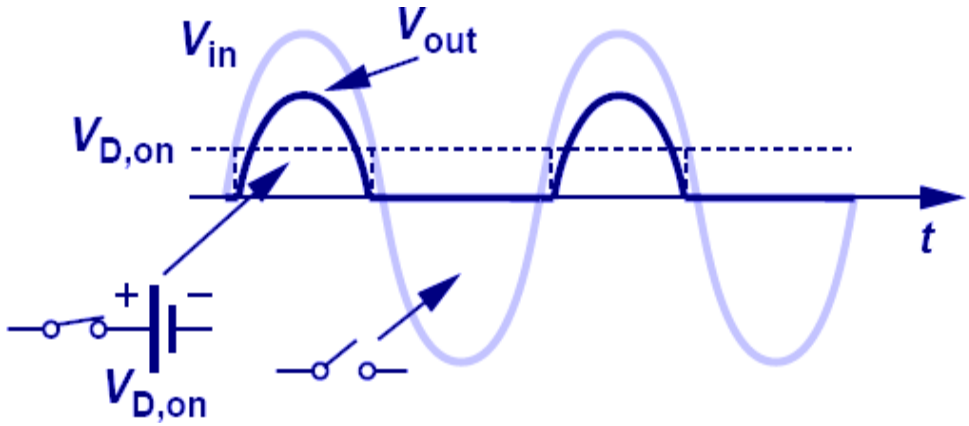
کاربردهای دیود

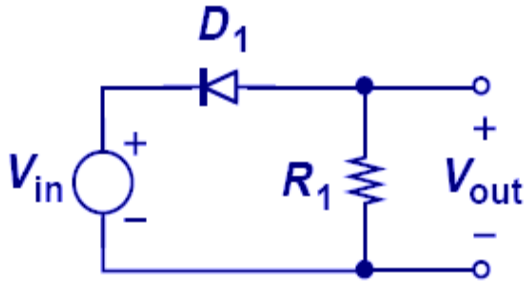
- یکسوکننده نیم موج و تمام موج
- مدارهای محدود کننده
- اشکار ساز پیک سیگنال
- مدارهای کلمپ
- شیفت دهنده ولتاژ

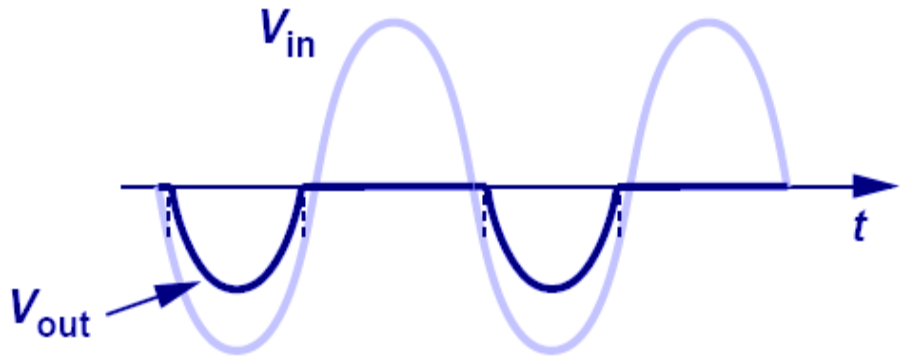
Half-Wave and Full-Wave rectifiers ⇨ Limiting Circuits ⇨ Peak Detectors ⇨ Clamping Circuits ⇨ Voltage Shifier

یکسو کننده نیم موج



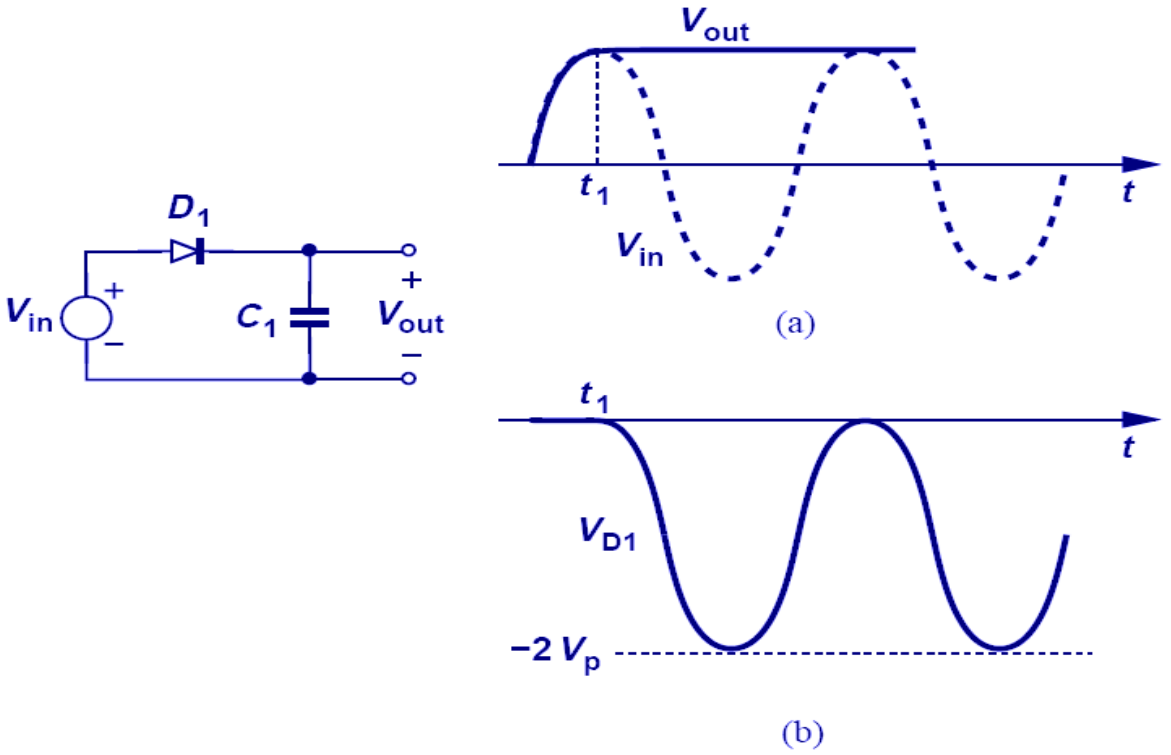






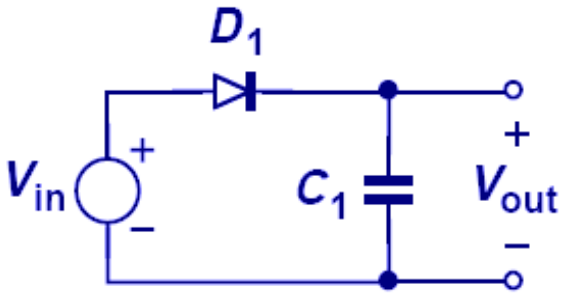
- یکی از کاربردهای رایج دیود، یکسوکننده نیم موج است. با استفاده از این یکسو کننده ها می توان قسمت مثبت یا منفی سیگنال ورودی را بلوکه کرد و اجازه انتقال آن به خروجی را نداد.
- سوال اصلی این است که چگونه می توان از برق سینوسی در ورودی، یک ولتاژ ثابت در خروجی تولید کرد؟

مدار متشکل از دیود و خازن (تحلیل با استفاده از مدل دیود ایده آل)

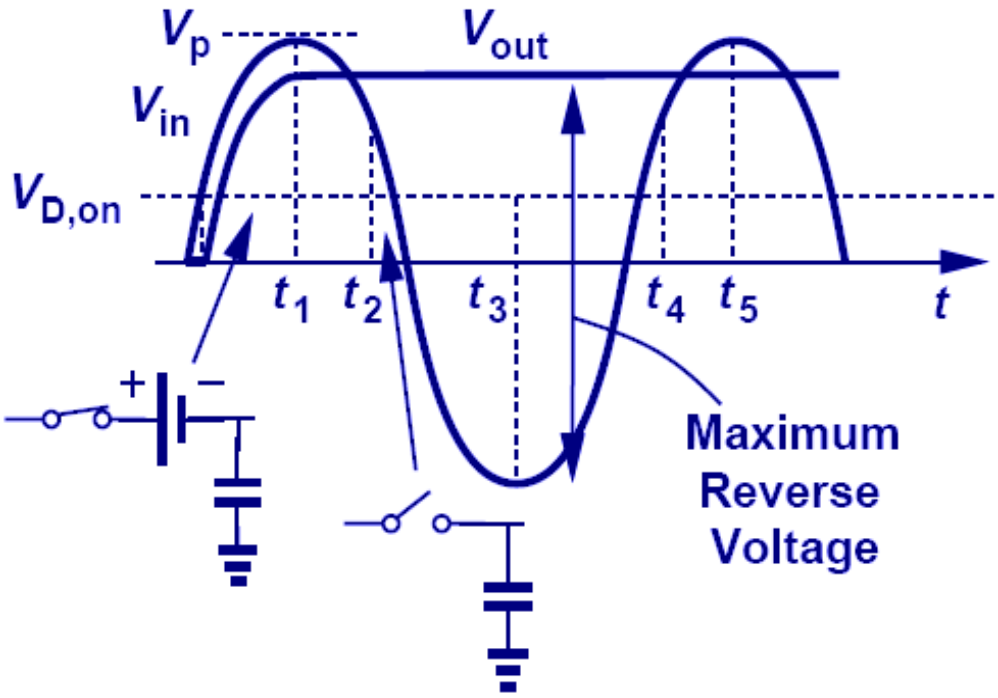


- با افزودن بار مقاومتی به مدار دیود-خازن مسیری برای دشارژ خازن فراهم می شود. بنابراین V_{out} دیگر ثابت نخواهد ماند و در آن چیزی شبیه به موجک ایجاد می شود.
- توجه کنید که شکل b دقیقا همان سیگنال ورودی Vin است با این تفاوت که به سمت پایین شیفت داده شده است.

مدار متشکل از دیود و خازن (تحلیل با استفاده از مدل ولتاژ ثابت دیود)

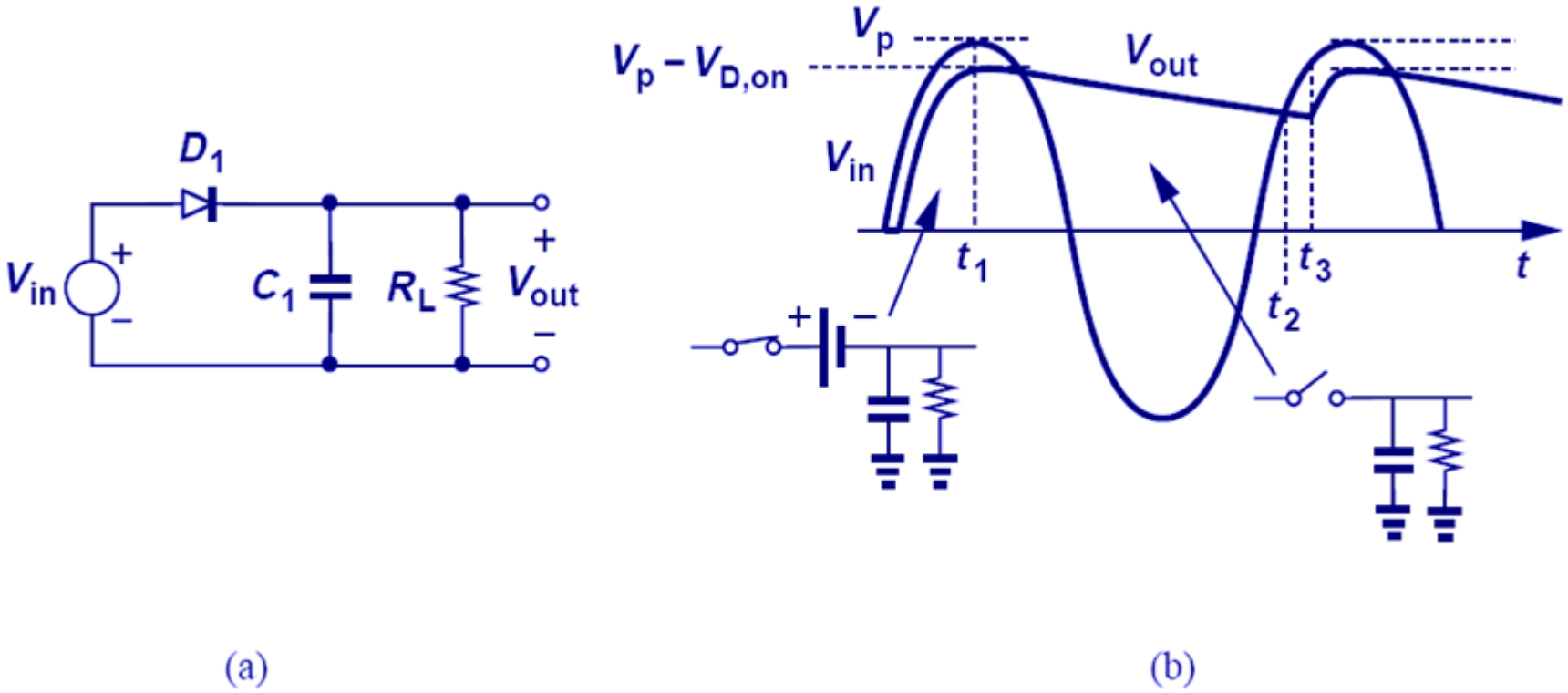


(a)



(b)

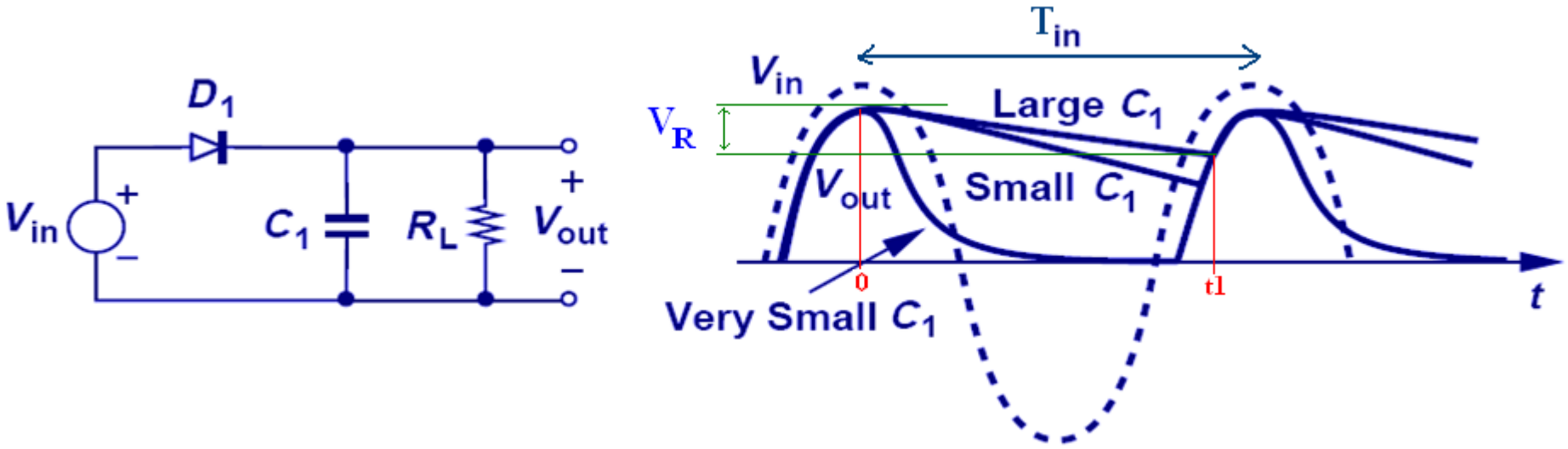
مدار دیود-خازن (هنگامی که یک بار مقاومتی به آن وصل می کنیم)



(a) (b)

- با افزودن بار مقاومتی به مدار دیود-خازن مسیری برای دشارژ خازن فراهم می شود.
  بنابراین V_{out} دیگر ثابت نخواهد ماند و در آن چیزی شبیه به موجک ایجاد می شود.

عملکرد مدار دیود-خازن-مقاومت به ازای مقادیر گوناگون خازن



- اگر مقدار خازن C_1 بزرگ انتخاب شود، در این صورت شکل موج V_{out} دارای ریپل (موجک) کمتری خواهد بود.

محاسبه دامنه پیک-تا-پیک ریپل

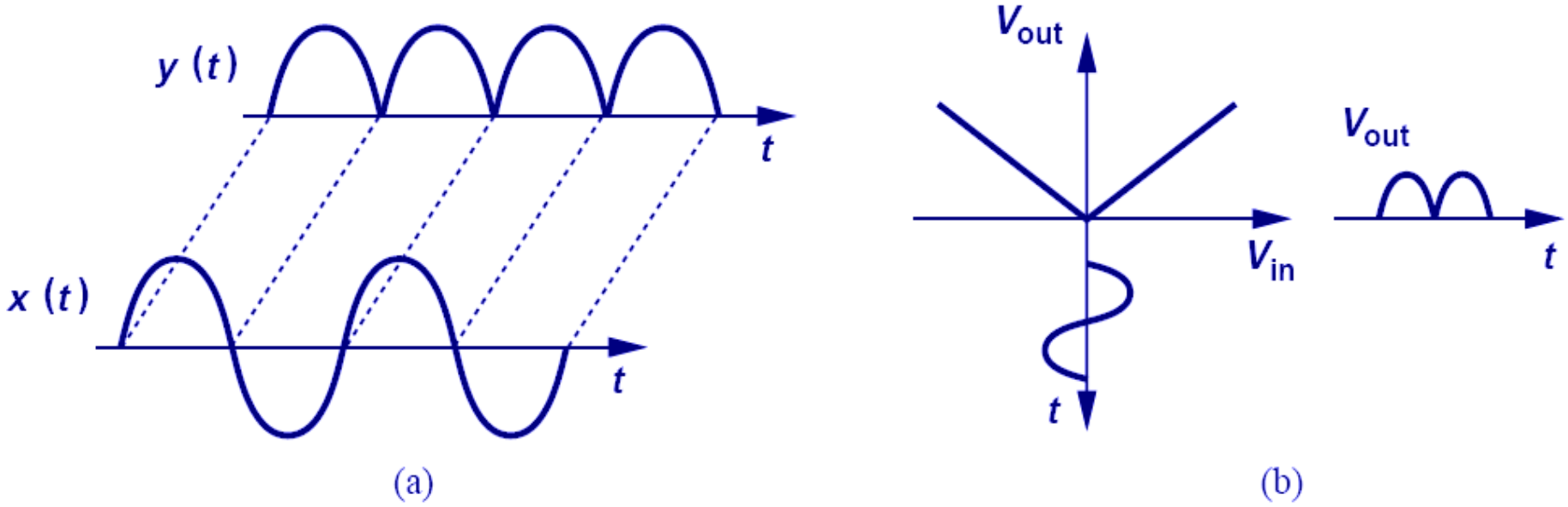
$$V_{out}(t) = (V_p - V_{D,on})\exp\frac{-t}{R_L C_1} \qquad 0 \le t \le t1$$

$$if\ t_1 << R_L C_1 ==> V_{out}(t) \approx (V_p - V_{D,on})(1 - \frac{t}{R_L C_1}) \approx (V_p - V_{D,on}) - \frac{V_p - V_{D,on}}{R_L}\frac{t}{C_1}$$

$$V_R = \frac{V_p - V_{D,on}}{R_L} \cdot \frac{t1}{C_1} \approx \frac{V_p - V_{D,on}}{R_L} \cdot \frac{T_{in}}{C_1} \approx \frac{V_p - V_{D,on}}{R_L C_1 f_{in}}$$

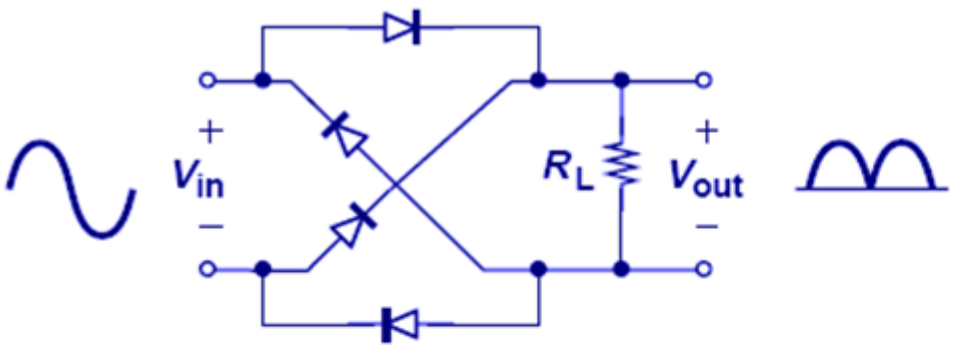
- **شکل موج ولتاژ ریپل به صورت نمایی نزولی است.**
- **اگر ولتاژ ریپل از 5 تا 10 درصد ولتاژ خروجی فراتر رود، در این صورت ولتاژ ریپل به عنوان یک مشکل تلقی شده و باید به نحوی برطرف شود.**

یکسو کننده تمام موج

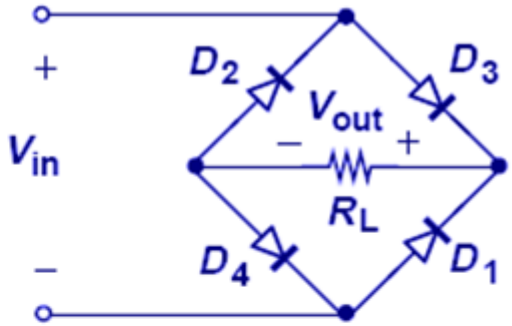


- یکسو کننده تمام موج، سیکل های مثبت ورودی را به خروجی منتقل می کند. در مورد سیکل های منفی، آن ها را در 1- ضرب کرده و سپس به خروجی منتقل می کند.
- به راحتی اثبات می شود که یکسوکننده تمام موج مقدار ریپل را به اندازه 2 برابر کاهش می دهد.

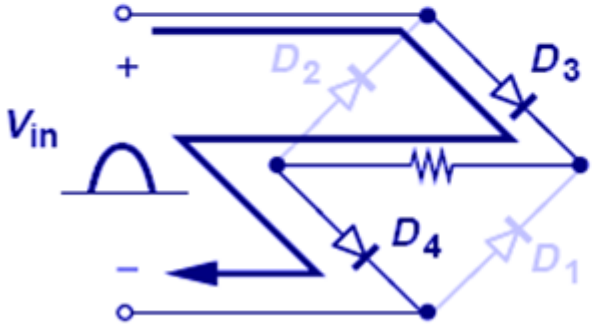
یکسو کننده تمام موج (یکسو کننده پل)
Bridge Rectifier



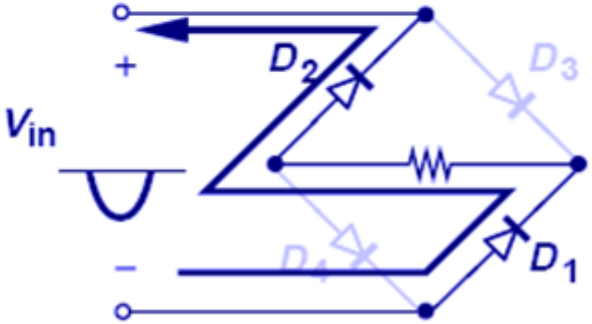
(a)



(b)



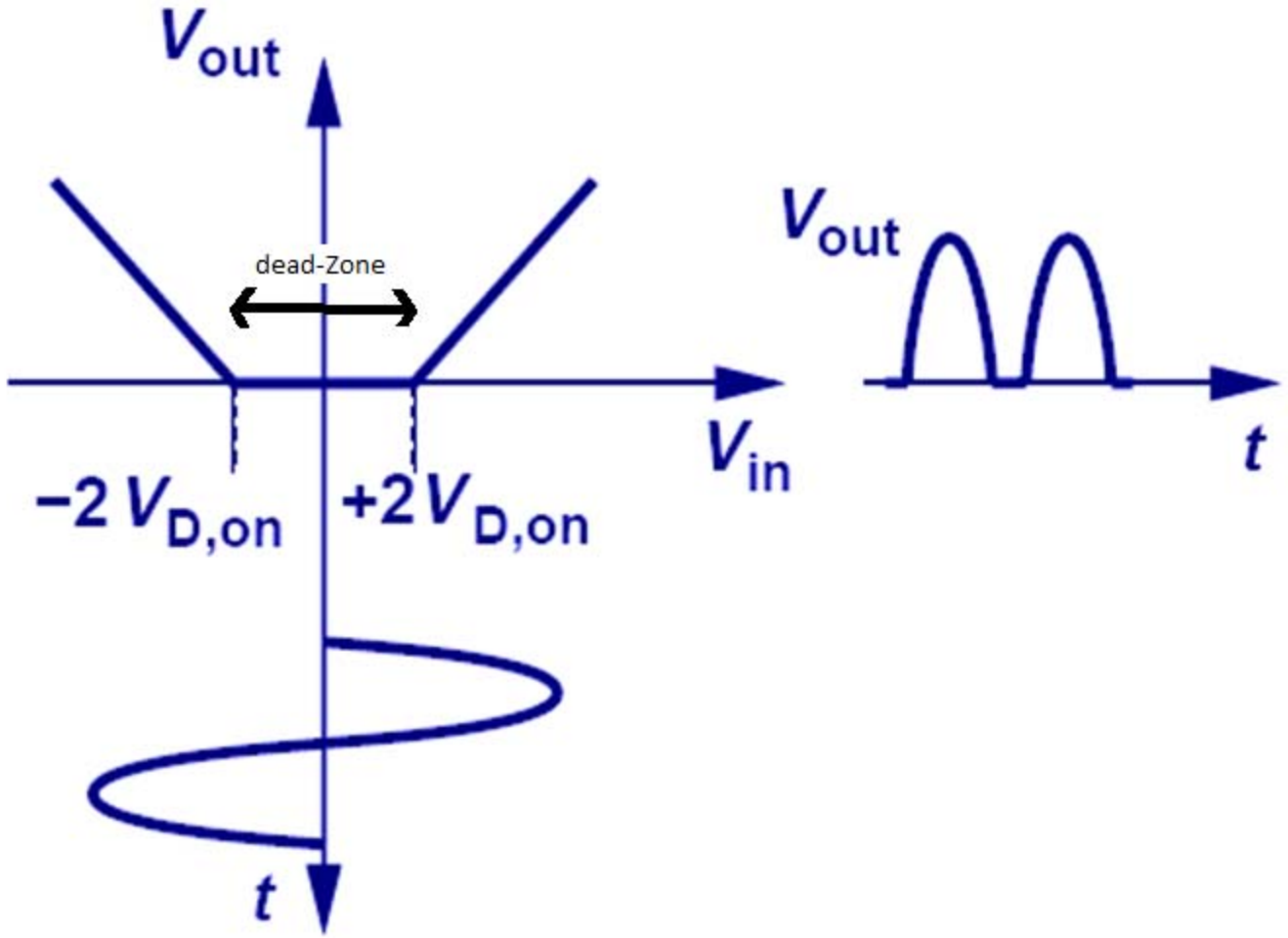
(c)



(d)

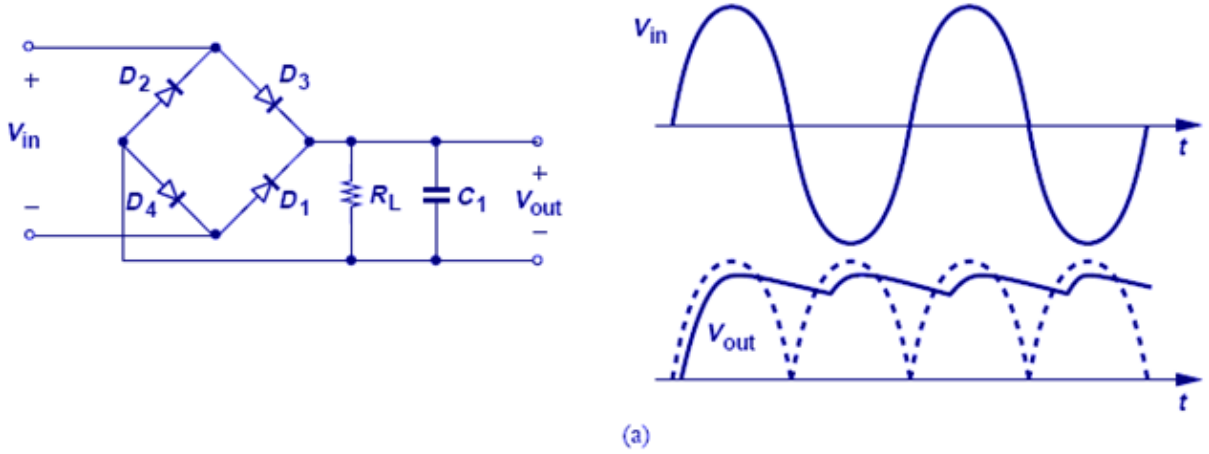
- در نیم سیکل مثبت دیودهای D_3 و D_4 روشن و مابقی دیودها خاموش هستند.
- در نیم سیکل منفی دیودهای D_1 و D_2 روشن و مابقی دیودها خاموش هستند.

مشخصه خروجی بر حسب ورودی
(یکسو کننده پل)

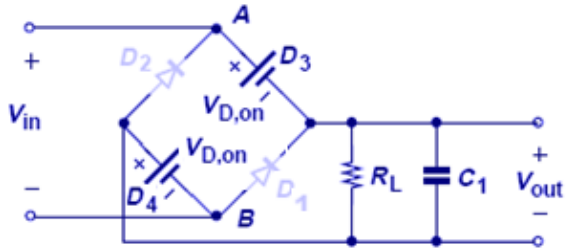


- مادامیکه اندازه سیگنال ورودی کمتر از $2\times V_{in}$ باشد، ولتاژ خروجی برابر با صفر است.

نسخه تکامل یافته یکسو کننده پل



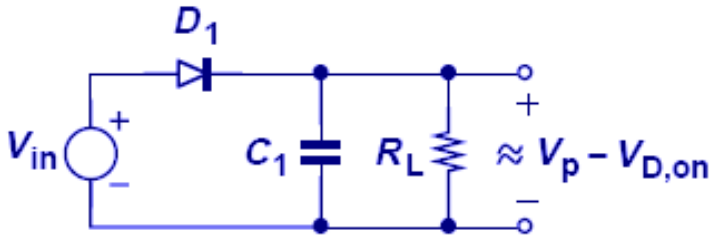
(a)

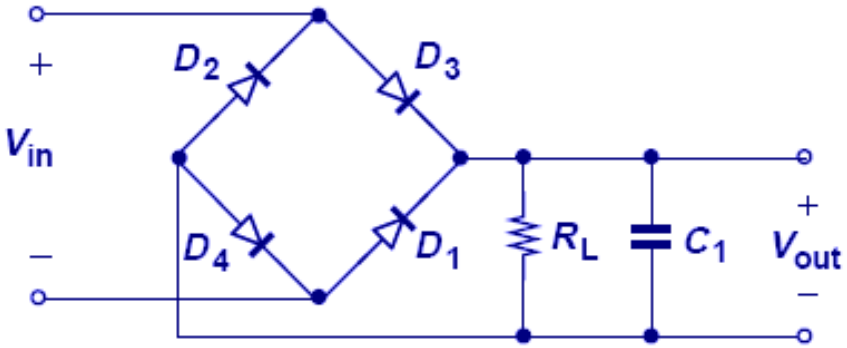


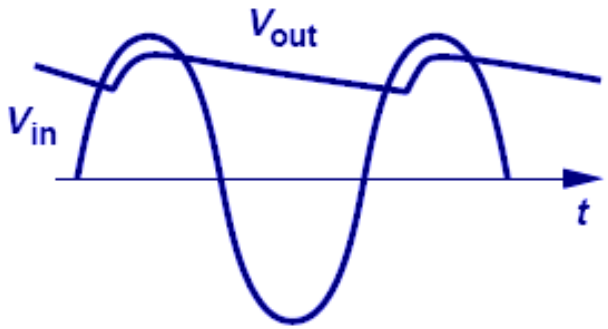
(b)

- خازن C_1 در مدت یک نیم پریود دشارژ می شود. بنابراین مقدار ریپل ولتاژ خروجی به اندازه دو برابر در مقایسه با یکسو کننده نیم موج کاهش می یابد.
- شکل b نشان می دهد که در این یکسو کننده، دیودهای خاموش بایستی بتوانند تقریبا ولتاژ V_p را در حلت بایاس معکوس تحمل کنند. این درحالی است که در یکسوکننده نیم موج بایستی دیود های خاموش ولتاژ $2V_p$ را در حالت بایاس معکوس تحمل کنند.

جمع بندی

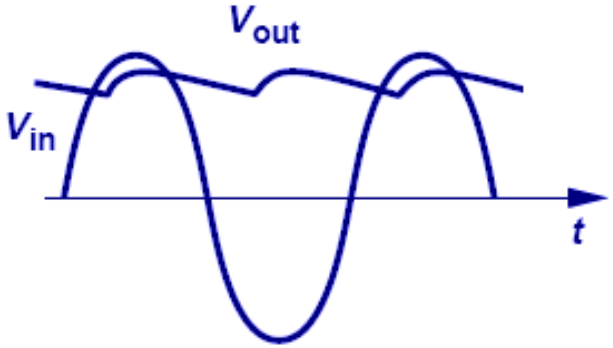






Reverse Bias $\approx 2V_p$

(a)

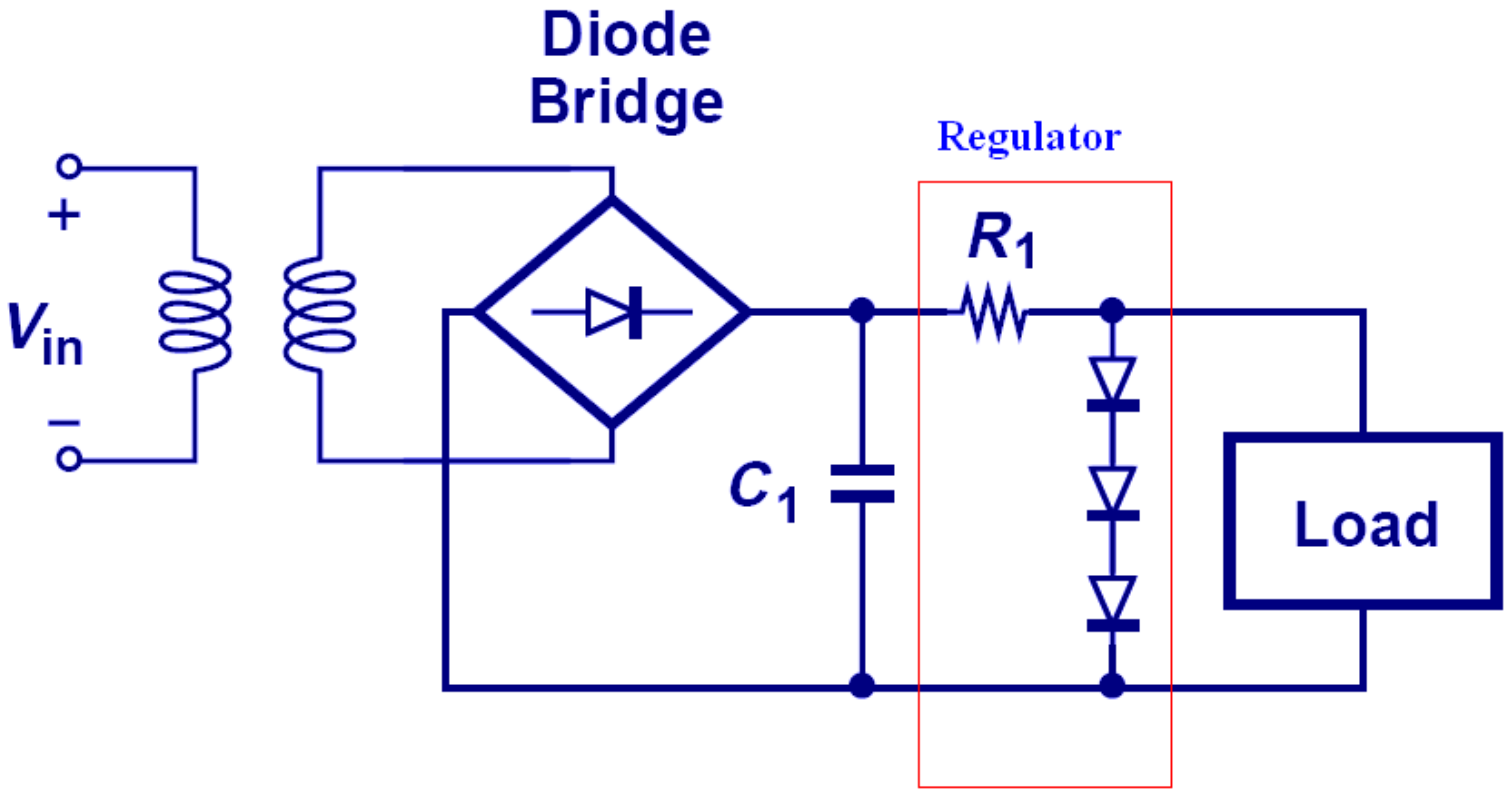


Reverse Bias $\approx V_p$

(b)

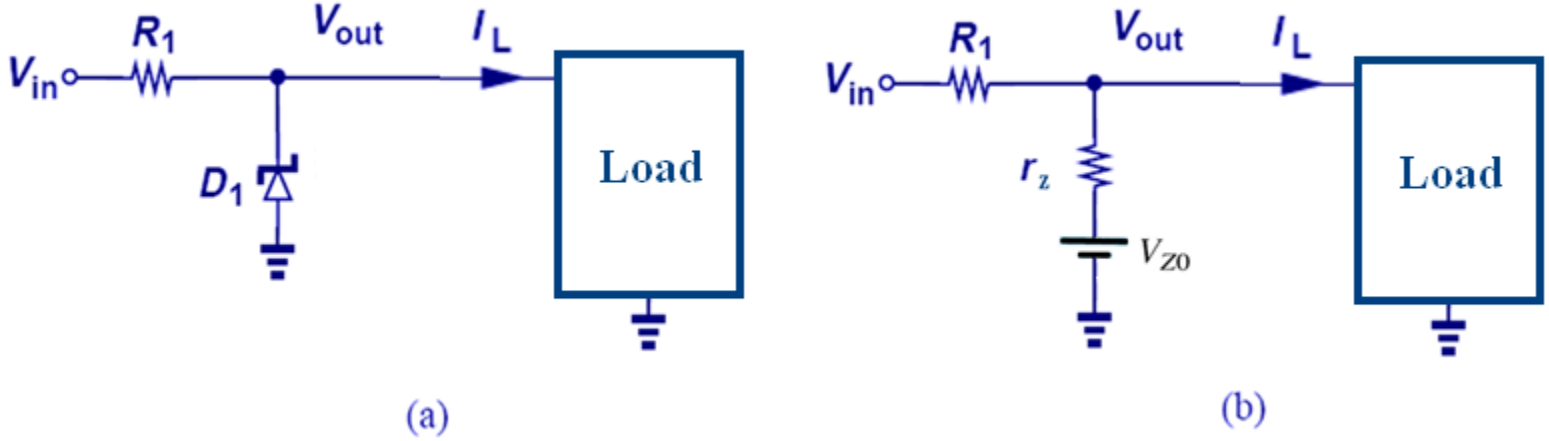
- یکسو کننده تمام موج به عنوان گزینه مناسب تر جهت استفاده در آداپتورها و مدارهای شارژر مطرح است.

تنظیم کننده های ولتاژ



- در بسیاری از مدارهای الکترونیکی، ریپل ایجاد شده در ولتاژ خروجی مدار های یکسو کننده مشکل ساز است. بنابراین معمولا خروجی یکسوکننده به یک مدار رگولاتور اعمال می شود تا ولتاژ dc قابل قبولی برای مدارهای الکترونیکی فراهم شود.
- در شکل فوق سه دیود به همراه مقاومت R1 به عنوان یک رگولاتور عمل می کنند.

رگولاتور ولتاژ با استفاده از دیود زنر

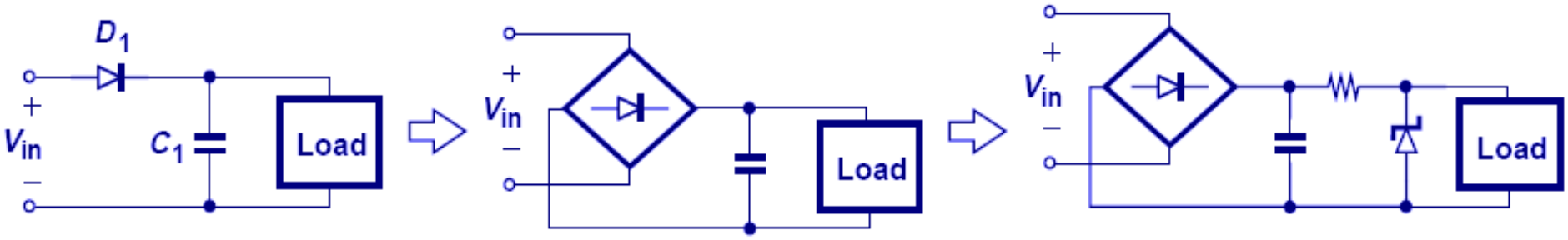


$$V_{out} = \frac{r_z}{r_z + R_1} V_{in} + \frac{R_1}{r_z + R_1} V_{z0} - (r_z \parallel R_1) I_L$$

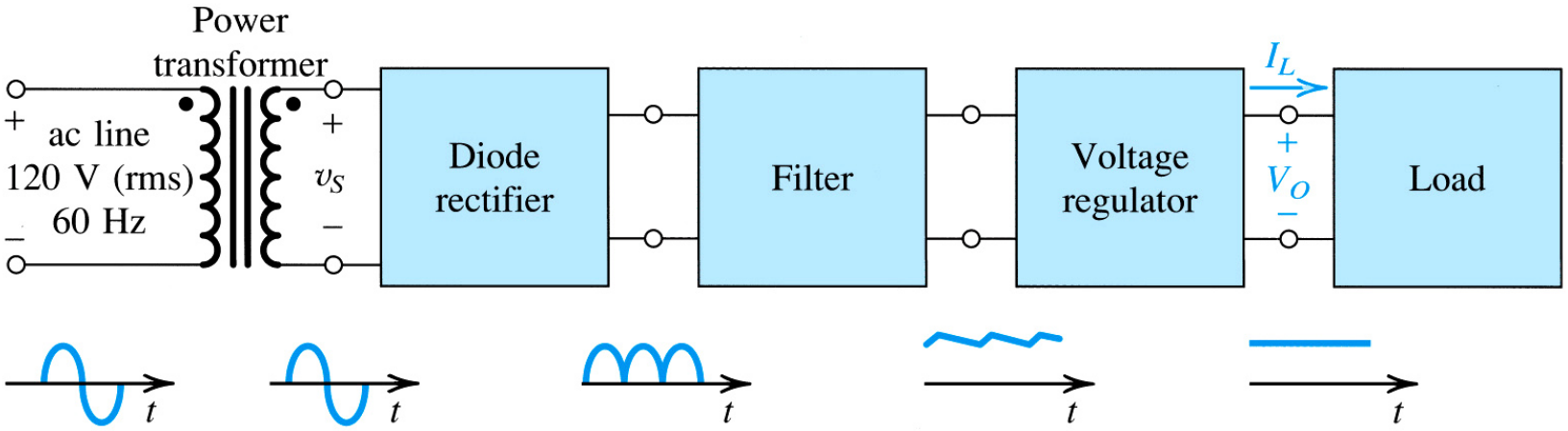
$$\text{LineRegulation} \left. \frac{dV_{out}}{dV_{in}} \right|_{I_L=0} = \frac{r_z}{r_z + R_1} \qquad \text{Load Regulation} \left. \frac{dV_{out}}{dI_L} \right|_{Vin=0} = -(r_z \parallel R_1)$$

- **Line regulation is the suppression of change in V_{out} due to change in V_{in}.**
- **Load regulation is the suppression of change in V_{out} due to change in load current.**

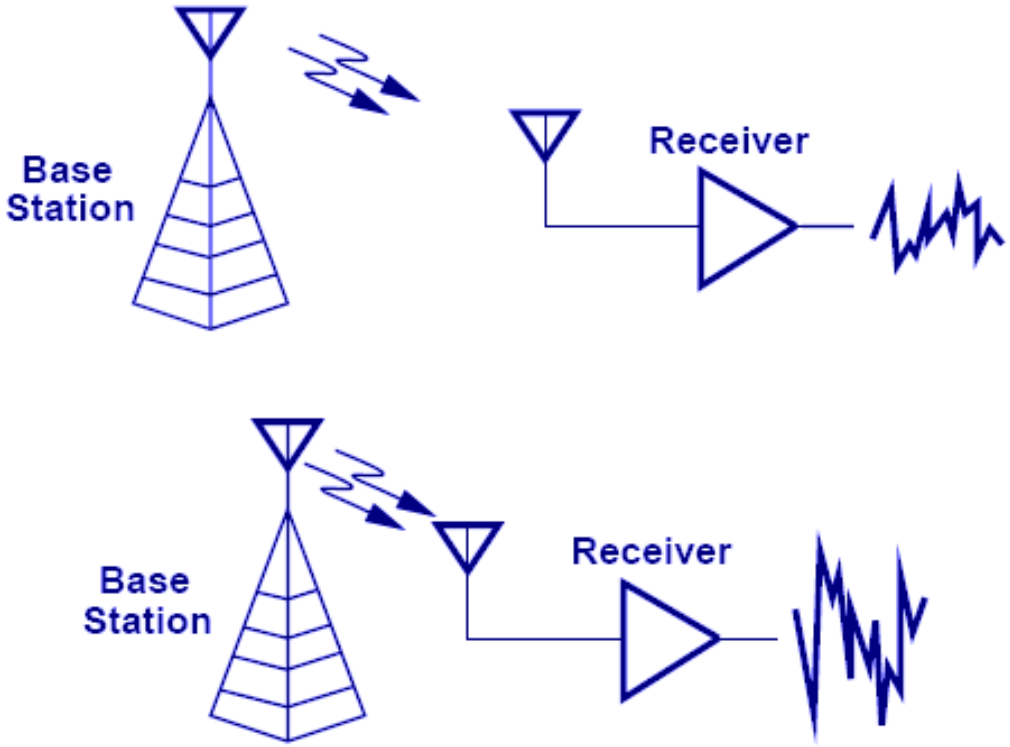
مراحل تکامل مبدل ولتاژ dc به ac



اجزای یک مبدل ولتاژ DC به AC

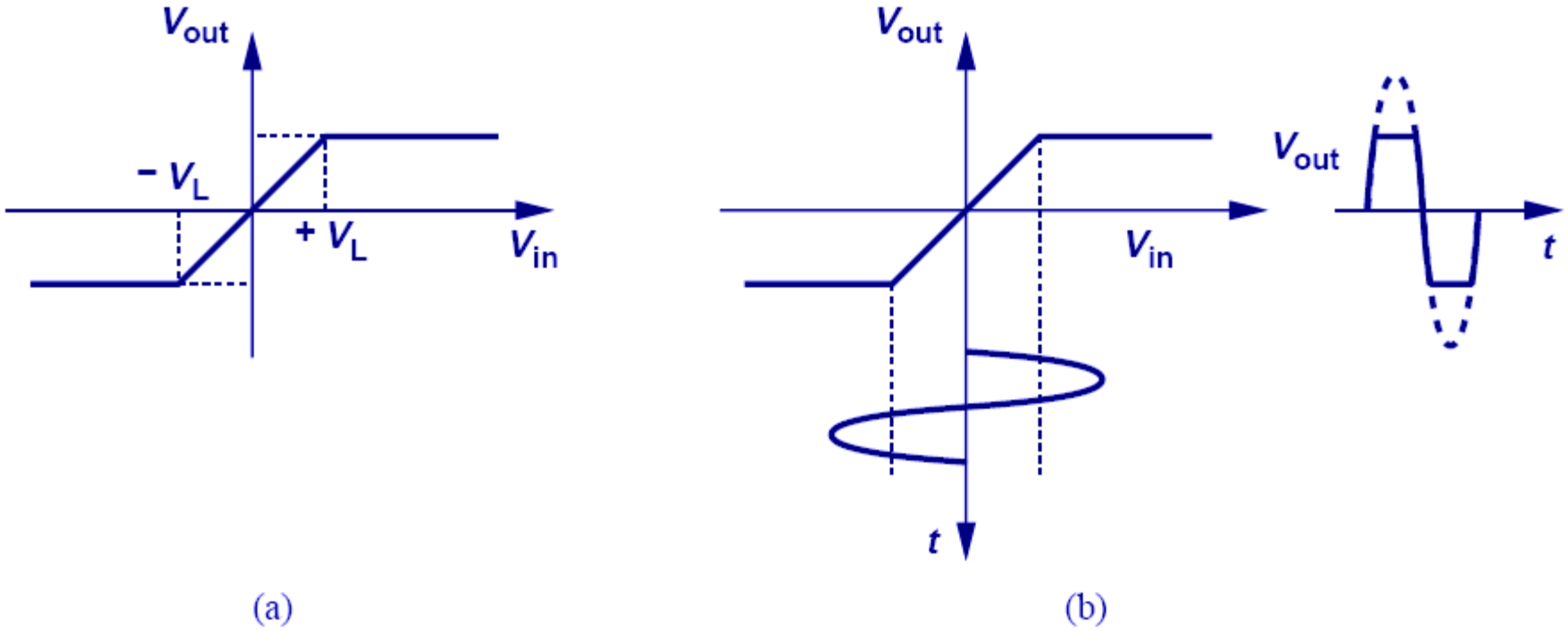


مدارهای محدود کننده



- هدف از داشتن مدارهای محدود کننده این است که دامنه ولتاژ سیگنال وارد شده به سیستم کمتر از یک مقدار مشخصی باشد به طوریکه سیگنال نتواند کل سیستم را به حالت اشباع ببرد.
- هنگامی که یک گیرنده نزدیک فرستنده قرار دارد دامنه ولتاژ سیگنال بزرگ است. در چنین شرایطی معمولا به مدار محدود کننده نیاز است.

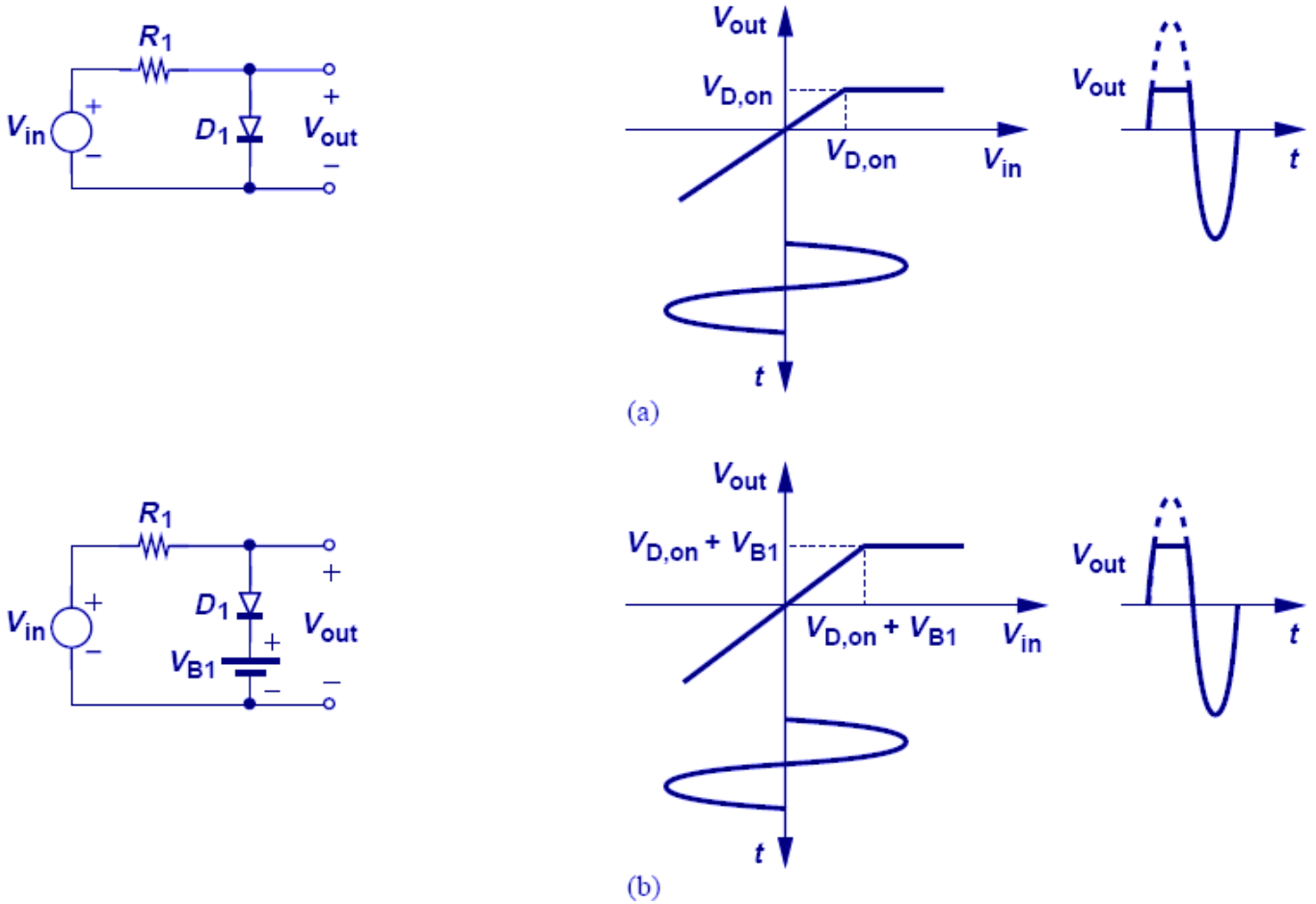
مشخصه ورودی-خروجی محدود کننده



(a) (b)

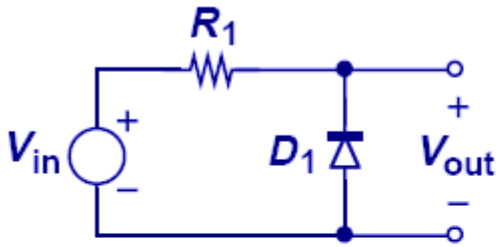
- مشاهده می شود که وقتی دامنه ولتاژ ورودی از حد مشخصی فراتر می رود، در ولتاژ خروجی برش ایجاد می شود.

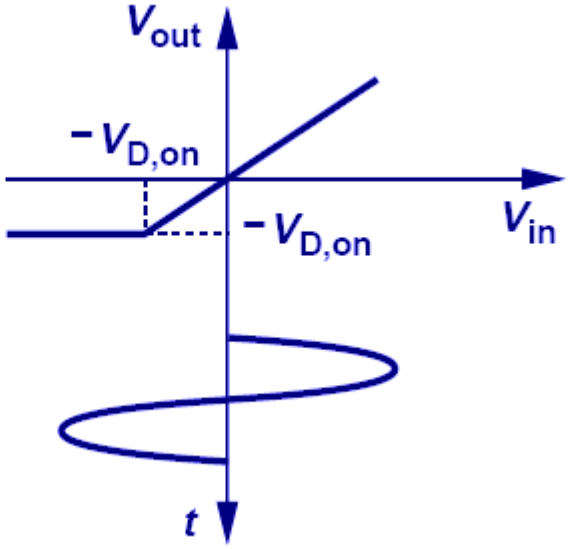
مدار محدود کننده (برش در سیکل های مثبت)

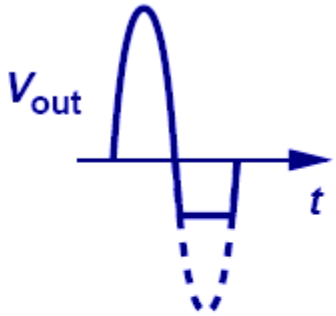


- همان طوری که قبلا مطالعه کردیم با استفاده از دیود و مقاومت می توان مدار برش ایجاد کرد.

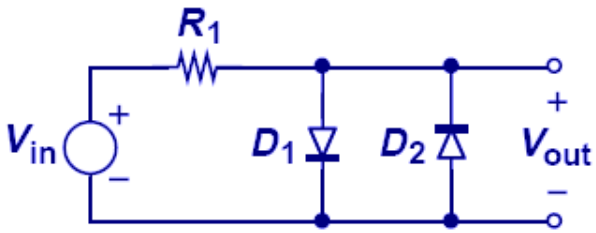
مدار محدود کننده (برش در سیکل های منفی)

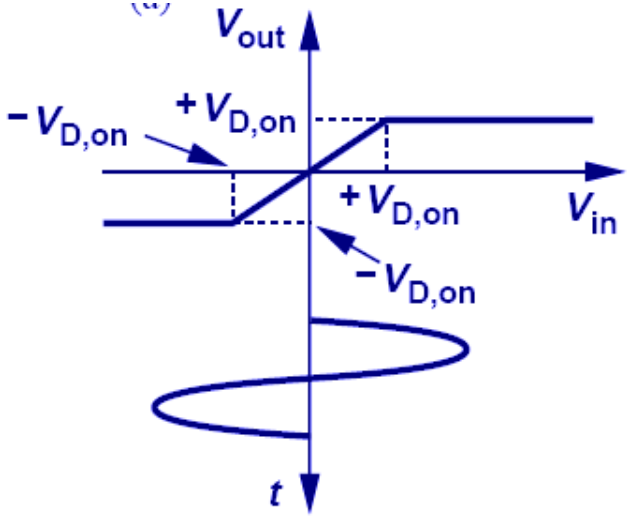


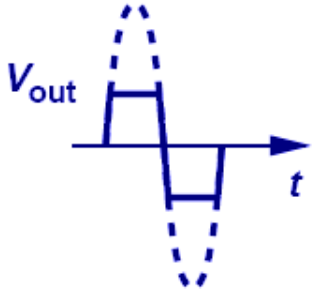




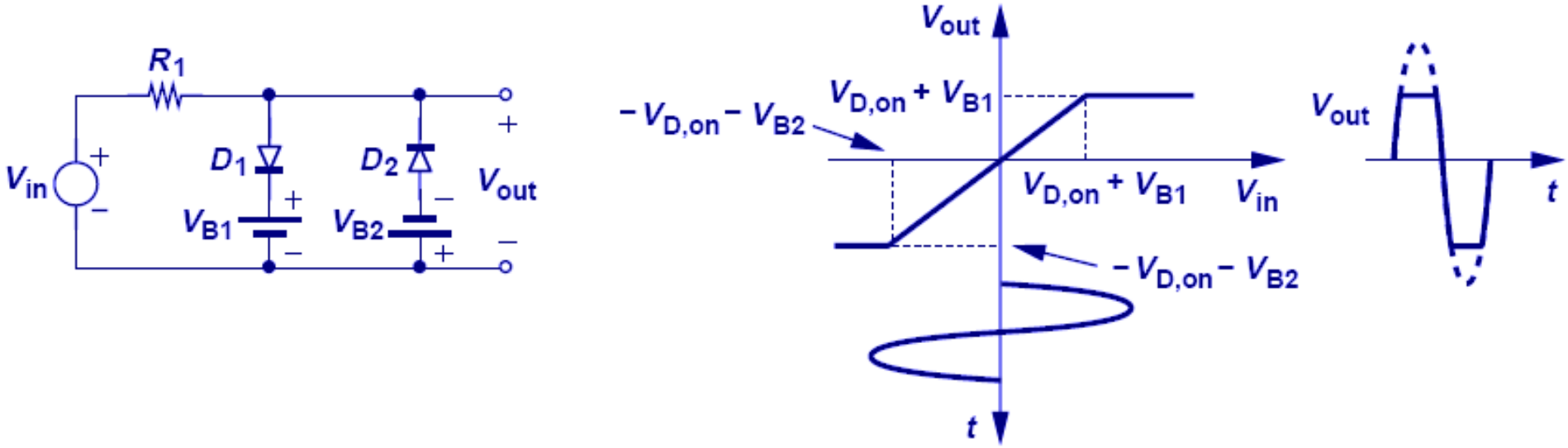
مدار محدود کننده (برش در سیکل های مثبت و منفی)







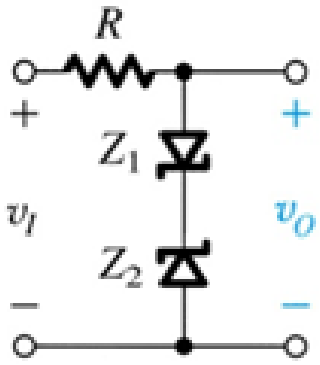
مدار کلی محدود کننده

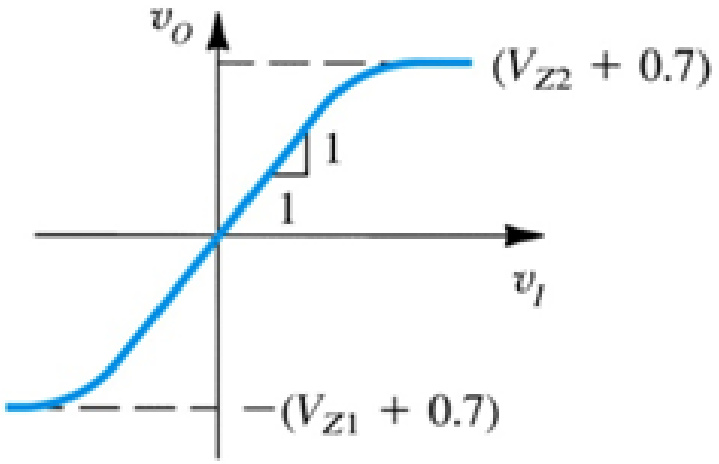


- دو باطری که به صورت سری با دیودهای غیر هم جهت قرار دارند، حد ولتاژ پایین و بالای خروجی محدود کننده را مشخص می کنند.
- مدار بالا عملا یک مدار غیرکاربردی است چراکه به دو باطری نیاز دارد.

مدار محدود کننده با استفاده از دیودهای زنر

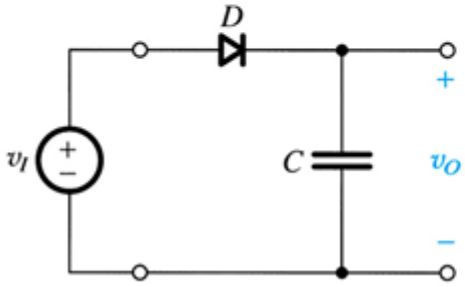
Assume $V_{D,on} = 0.7V$



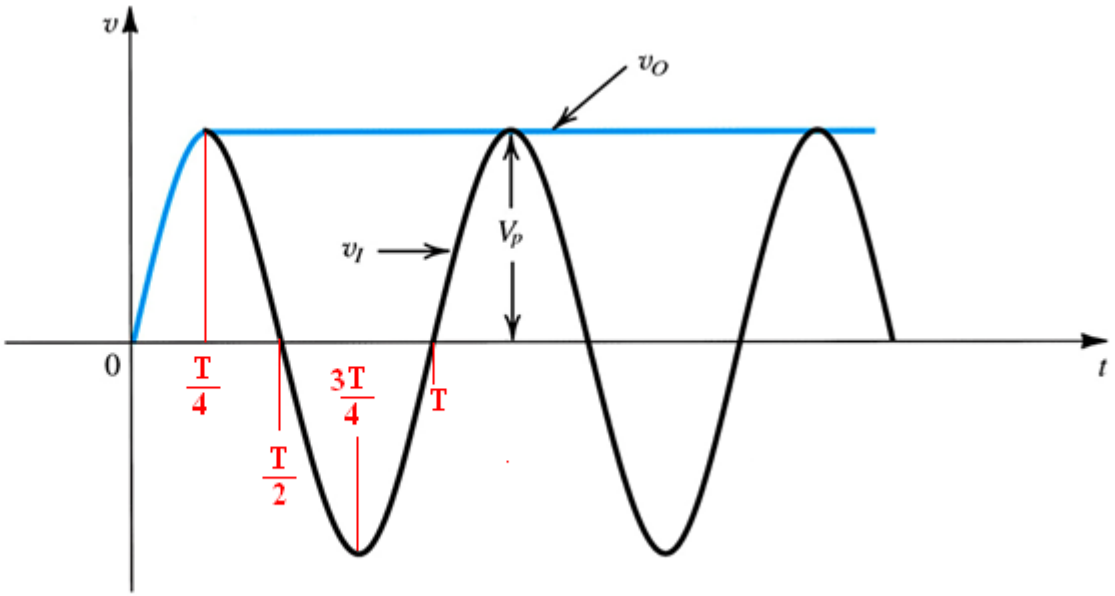


- مدار بالا یک مدار عملی است چراکه به باطری نیاز ندارد.

مدار آشکار ساز قله های مثبت سیگنال

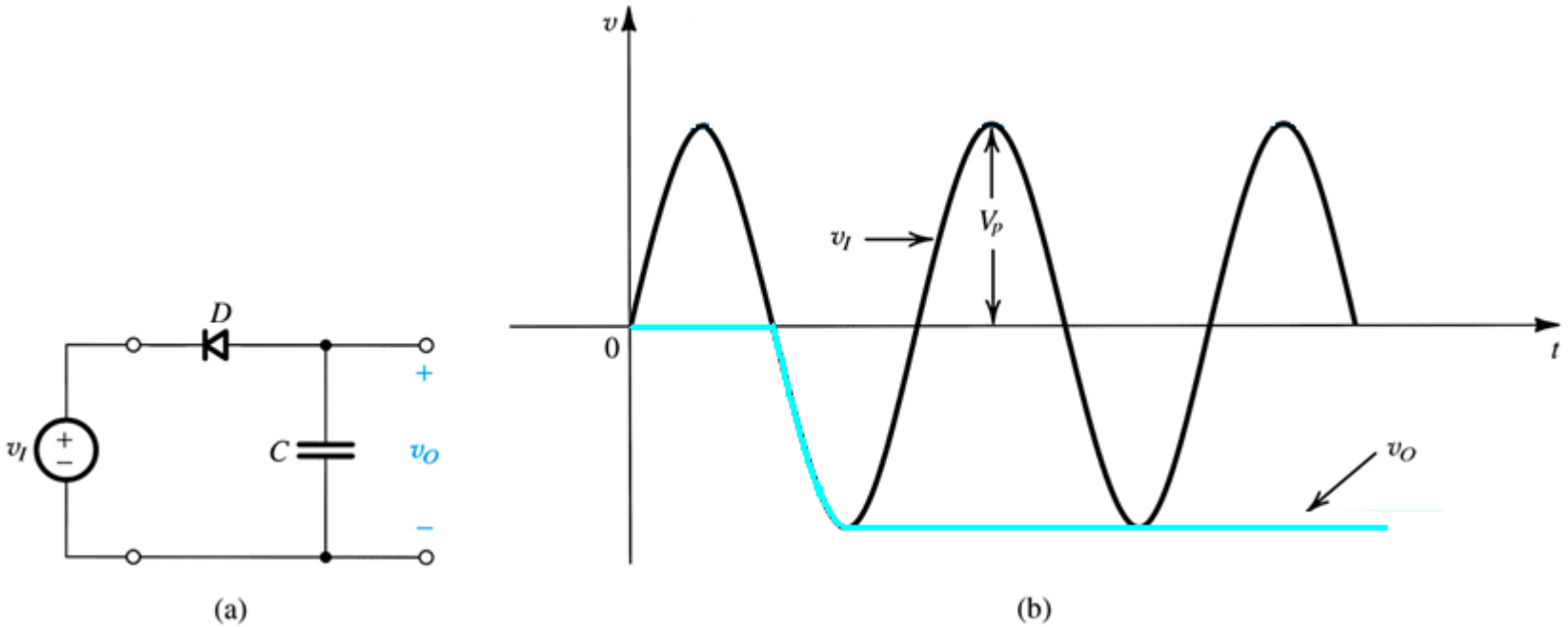


(a)

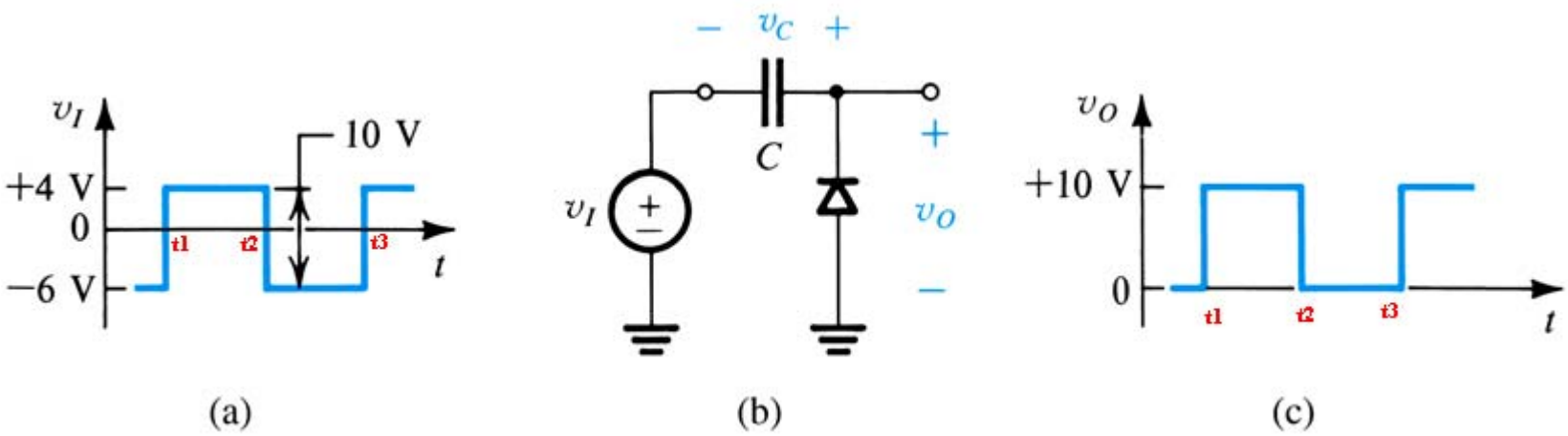


(b)

مدار آشکار ساز قله های منفی سیگنال

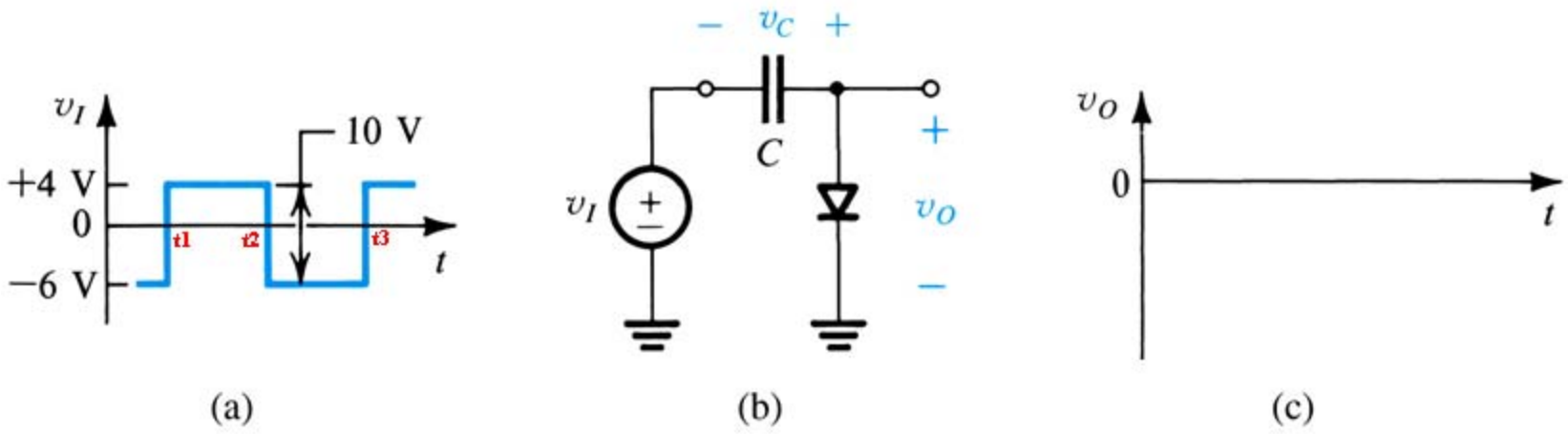


مدار کلمپ



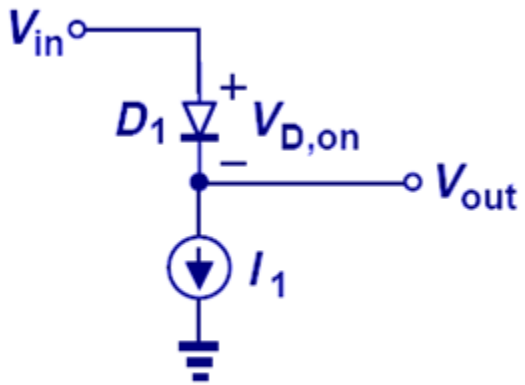
- کلمپ به معنای قید و بند یا گیره است.
- مدار کلمپ بالا حداقل سیگنال خروجی را به صفر ولت محدود می کند. به عبارت دیگر ولتاژ ورودی هر مقداری که داشته باشد، شکل موج خروجی حتما بزرگ تر از صفر خواهد بود.
- تفاوت مدار محدود کننده و مدار کلمپ این است که در مدار کلمپ سیگنال خروجی همانند سیگنال ورودی است و تفاوت این دو سیگنال فقط این است که مقدار dc سیگنال خروجی به طور هوشمندانه شیفت یافته است. این در حالی است که در مدار محدود کننده این امکان وجود دارد که ماهیت سیگنال خروجی و ورودی کاملا متفاوت باشد.

مدار کلمپ

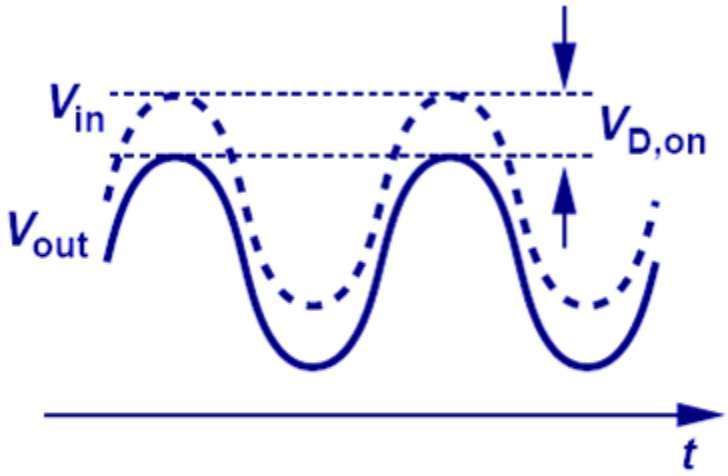


- مدار کلمپ بالا حداکثر سیگنال خروجی را به صفر ولت محدود می کند. به عبارت دیگر ولتاژ ورودی هر مقداری که داشته باشد، شکل موج خروجی حتما کوچک تر از صفر خواهد بود.

کاربرد دیگر (شیفت دهنده ولتاژ)



(a)



(b)

شیفت دهنده ولتاژ($2V_{D,ON}$)