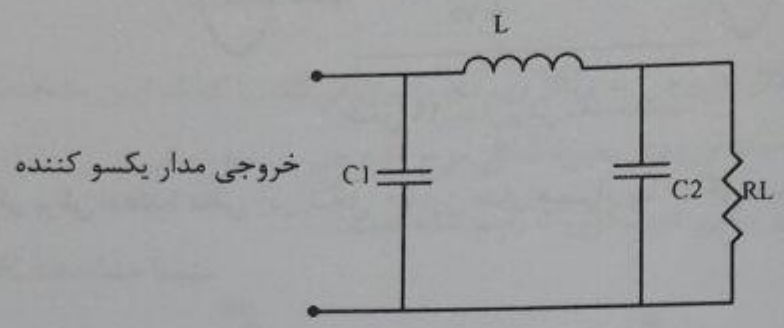
فیلتر π

همانطور که در فیلتر RC مشاهده کردیم، برای کم کردن ضریب ریپل خروجی مدار لازم است که مقدار مقاومت R بیشتر انتخاب شود و از طرفی برای اینکه افت ولتاژ dc روی R کمتر شود باید مقدار R را کم انتخاب نمود برای رفع این اشکال می‌توان از فیلتر نوع π نشان داده شده در شکل ۴۸ بجای فیلتر RC استفاده نمود.



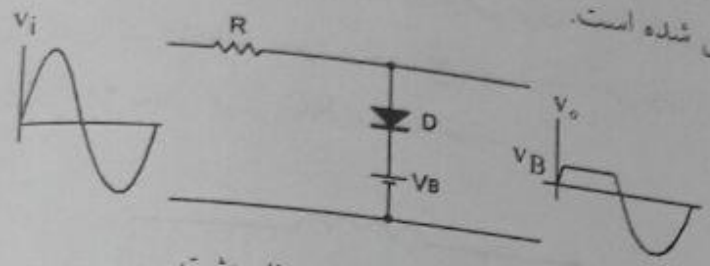
شکل ۴۸: فیلتر π

در اینجا ملاحظه می‌شود که سلف L بجای مقاومت R قرار گرفته است. بطوری که می‌دانیم سلف L دارای مقاومت dc کمی بوده و امپدانس ac آن زیاد است. بنابراین استفاده از L بجای R موجب می‌شود که افت ولتاژ dc روی آن کم شده و بالعکس افت ولتاژ ac روی آن زیاد شود و نتیجتاً ضریب ریپل خروجی کاهش یافته و تقریباً ولتاژ dc بدون تغییر باقی می‌ماند.

برش دهنده‌ها [۱]

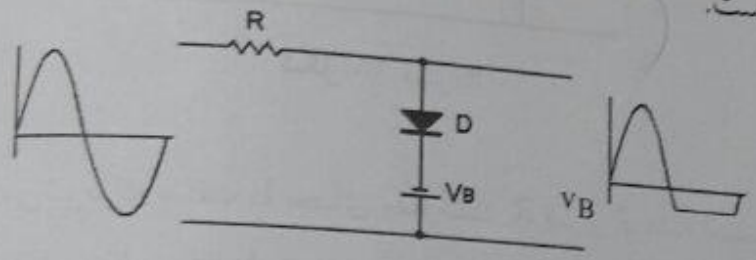
در بسیاری از موارد از جمله در دیجیتال و کامپیوتر لازم می‌شود که دامنهٔ سیگنال‌ها از قسمت مثبت یا منفی و یا هر دو به اندازه معینی محدود گردد. مدارات برش دهنده چنین عملی را انجام می‌دهند که به صورت‌های مختلفی وجود دارند.

مدار برش دهندهٔ مثبت: مدار برش دهندهٔ مثبت قادر است که قسمت مثبت سیکلها را به هر مقدار که لازم باشد محدود کند. شکل ۴۹ یک مدار برش دهندهٔ مثبت را نشان می‌دهد. دیود ایده‌آل فرض شده است.



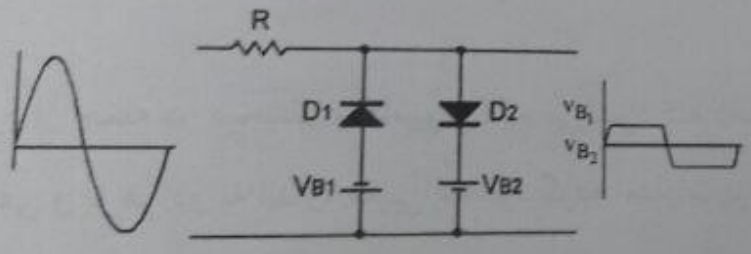
شکل ۴۹: مدار برش دهنده مثبت

مدار برش دهندهٔ منفی: در شکل ۵۰ این مدار همراه با شکل موج ورودی و خروجی نشان داده شده است.



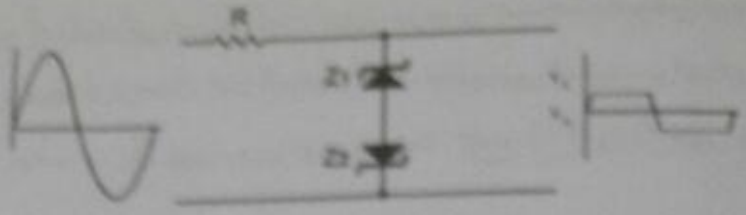
شکل ۵۰: مدار برش دهنده منفی

مدار برش دهندهٔ دو طرفه: اگر یک مدار برش دهنده مثبت و یک برش دهنده منفی را به طور موازی با یکدیگر ببندیم، می‌توانیم سیگنال را از دو طرف برش دهیم. و شکل ۵۱ این مدار را نشان می‌دهد.



شکل ۵۱: برش دهنده دو طرفه

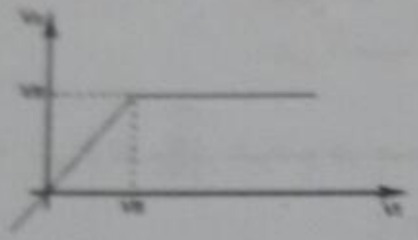
مدار برش دهندهٔ دو طرفه را می‌توانیم با استفاده از دو دیود زنر نیز انجام دهیم. شکل یک برش دهنده دو طرفه را نشان می‌دهد.



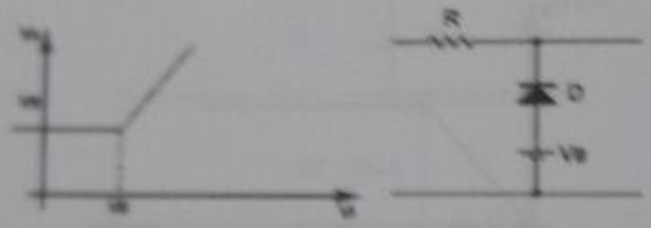
شکل ۵۲ برش دهنده دو طرفه

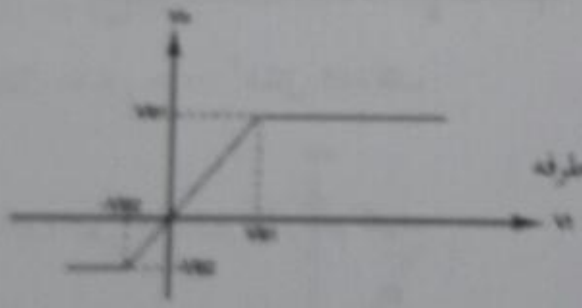
مشخصه انتقالی

این مشخصه تغییرات ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی را بیان می‌کند. با کمک این مشخصه می‌توان برای یک شکل موج ورودی معین، شکل موج خروجی را بدست آورد.
مشخصه انتقالی مدارهای برشی در شکل ۵۳ رسم شده است.



مشخصه انتقالی مدار برش دهنده مثبت





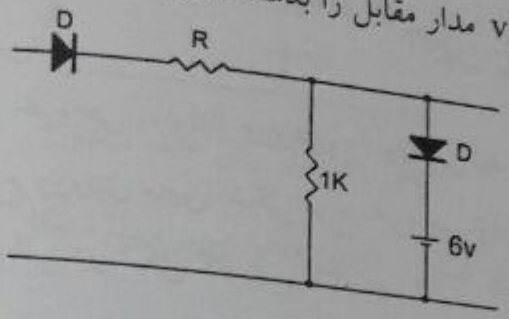
مشخصه انتقالی مدار برش دهنده دو طرفه

شکل ۵۳ مشخصه انتقالی مدارهای برشی

اگر در مداری، هدف یافتن مشخصه انتقالی مدار باشد، ورودی آن می‌تواند در محدوده‌ای وسیع تغییر نموده و دیودهای مدار در حالتهای مختلفی قرار گیرند.
در چنین وضعیتی برای تجزیه و تحلیل مدار، باید همه حالتهای آن را در نظر گرفته و برای هر حالت علاوه بر محاسبه ولتاژ خروجی، شرایط لازم برای قرار گرفتن دیودها در آن

وضعیت را بدست آورد. برای این منظور، جهت بررسی صحت فرض یا بدست آوردن شرایط لازم برای دیودها، از مدل ایده‌آل دیود استفاده می‌شود. برای دیودهای وصل ($v_D = 0$) مثبت بودن جریان دیود و برای دیودهای قطع ($i_D = 0$) منفی بودن ولتاژ آن بررسی می‌شود.

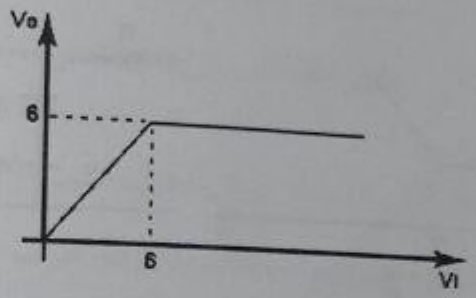
مثال ۲۵: مشخصه $v_o - v_i$ مدار مقابل را بدست آورید.



شکل ۵۴

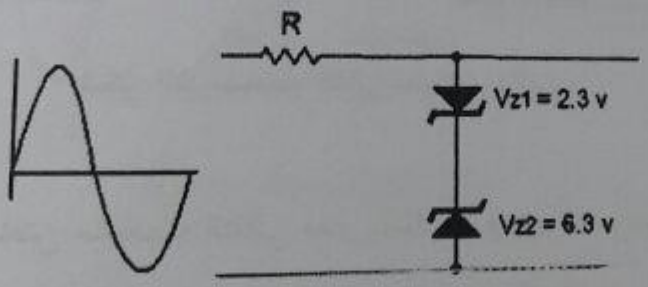
حل:

ولتاژ خروجی از $+6^v$ نمی‌تواند بیشتر شود و در ضمن با افزایش v_i مقدار v_o کاهش نخواهد یافت.



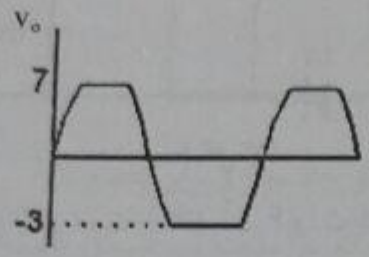
شکل ۵۴- الف

مثال ۲۶: شکل موج خروجی مدار زیر را رسم کنید.



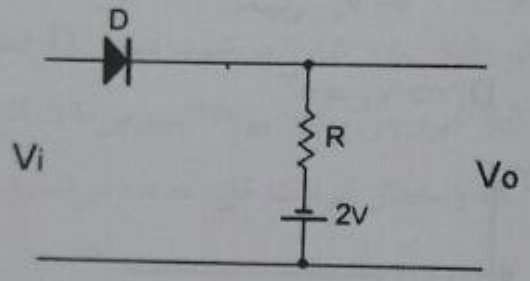
شکل ۵۵

حل: در نیم سیکل مثبت دیود زنر D_1 به صورت دیود معمولی و دیود زنر D_2 به صورت دیود زنر عمل می‌کند و ولتاژ خروجی را به $v_o = ۰/۷ + ۶/۳ = ۷^v$ محدود می‌کند. و در نیم سیکل منفی وضعیت برعکس شده $v_o = -(۰/۷ + ۲/۳) = -۳^v$.



شکل ۵۵- الف

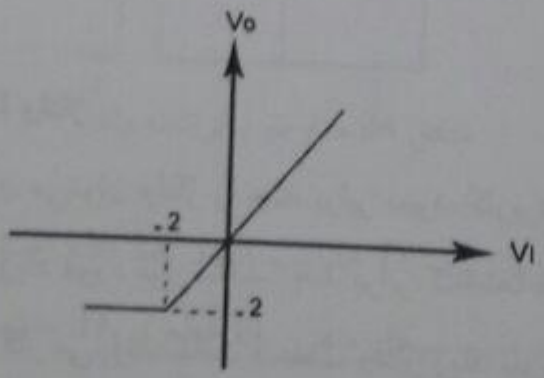
مثال ۲۷: مشخصه انتقالی مدار زیر را بدست آورید.



شکل ۵۶

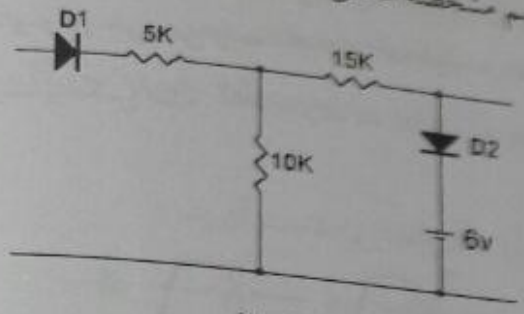
$v_i \geq -۲ \rightarrow D:\text{on} \rightarrow v_o = v_i$

$v_i \leq -۲ \rightarrow D:\text{off} \rightarrow v_o = -۲^v$



شکل ۵۶- الف

مثال ۲۸: مطلوبست رسم مشخصه انتقالی مدار مقابل.



شکل ۵۷

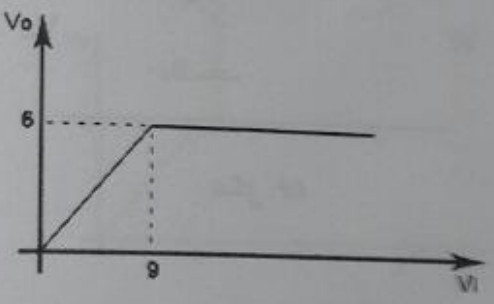
$v_o = 0 \leftarrow$ (کاتد آن ۶ ولت است) D_2 نیز قطع است $\leftarrow$ فرض D_1 قطع

$v_i \leq 0 \rightarrow D_1, D_2$ قطع $\Rightarrow v_o = 0$

$0 \leq v_i < v_1 \rightarrow D_1$ وصل D_2 قطع $\Rightarrow v_o = \frac{v_i}{5+10} \times 10 = \frac{2}{3} v_i$

$\frac{2}{3} v_i = 6 \Rightarrow v_1 = v_i = 9^V \quad \leftarrow v_i$ تعیین

$v_i \geq 9^V \rightarrow D_2, D_1$ وصل $\Rightarrow v_o = 6^V$



شکل ۵۷- الف

مدارات چند برابر کنندهٔ ولتاژ[1]

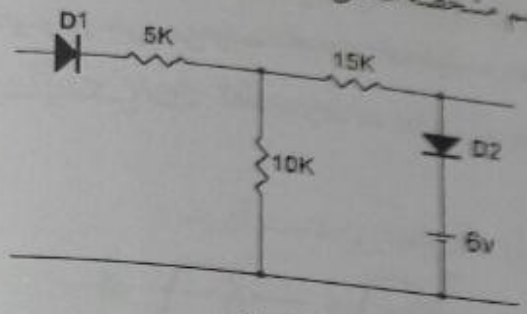
با استفاده از دیود و خازن می‌توان ولتاژ را چند برابر نمود. کاربرد چند برابر کننده‌ها، در مواردی است که جریان زیاد مورد نیاز نباشد. چند برابر کننده‌ها معمولاً در ولتاژهای بسیار بالا (حدود کیلوولت) به کار می‌روند. مانند قسمت ولتاژ زیاد تلویزیون.

شکل زیر مدار یک دو برابر کننده ولتاژ را نشان می‌دهد.

---

1. Voltage Multiplier Circuit.

مثال ۳۸: مطلوبست رسم مشخصه انتقالی مدار مقابل.



شکل ۵۷

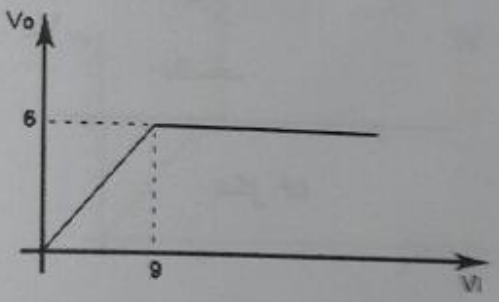
فرض D_1 قطع ← D_2 نیز قطع است (کاتد آن ۶ ولت است) ← $v_o = 0$

$v_i \le 0 \rightarrow D_1, D_2$ قطع $\Rightarrow v_o = 0$

$0 \le v_i < v_1 \rightarrow D_1$ وصل D_2 قطع $\Rightarrow v_o = \frac{v_i}{5+10} \times 10 = \frac{2}{3} v_i$

$\frac{2}{3} v_i = 6 \Rightarrow v_1 = v_i = 9^V$ ← تعیین v_i

$v_i \ge 9^V \rightarrow$ وصل $D_2, D_1 \Rightarrow v_o = 6^V$



شکل ۵۷- الف

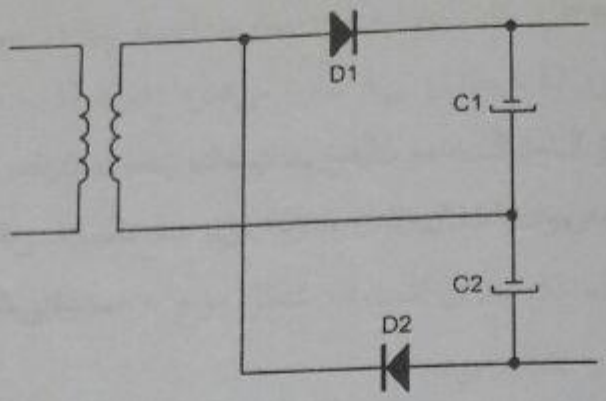
مدارات چند برابر کنندهٔ ولتاژ[1]

با استفاده از دیود و خازن می‌توان ولتاژ را چند برابر نمود. کاربرد چند برابر کننده‌ها، در مواردی است که جریان زیاد مورد نیاز نباشد. چند برابر کننده‌ها معمولاً در ولتاژهای بسیار بالا (حدود کیلوولت) به کار می‌روند. مانند قسمت ولتاژ زیاد تلویزیون.

شکل زیر مدار یک دو برابر کننده ولتاژ را نشان می‌دهد.

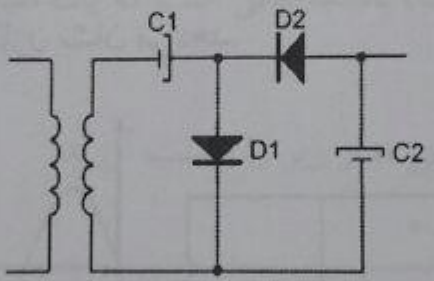
---

1. Voltage Multiplier Circuit.



شکل ۵۸: مدار و برابرکننده ولتاژ

طرز کار مدار، بدین صورت است که در مدت نیم سیکل مثبت ولتاژ ثانویهٔ ترانسفورماتور، دیود D_1 در بایاس مستقیم قرار گرفته و هادی می‌باشد. لذا خازن C_1 تا مقدار حداکثر v_m شارژ می‌شود. در این حالت دیود D_2 در بایاس معکوس قرار گرفته و قطع می‌باشد. در مدت نیم سیکل منفی ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور، دیود D_2 در بایاس مستقیم بوده، خازن C_2 تا مقدار حداکثر ولتاژ v_m شارژ می‌شود. دیود D_1 قطع است. اگر باری به مدار وصل نشود، مقدار ولتاژ خروجی برابر $2v_m$ ثابت می‌ماند. اشکال عمده این مدار این است که دو خازن سری شده و مقدار ظرفیت کل، نصف می‌شود. مدار زیر نیز یک دو برابر کننده ولتاژ است.



شکل ۵۹: مدار دو برابرکننده ولتاژ

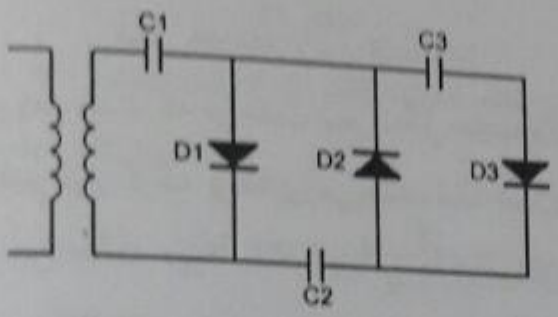
در نیم سیکل مثبت ورودی، دیود D_1 هدایت کرده D_2 قطع است و خازن C_1 با حداکثر دامنه v_m شارژ می‌شود. در نیم سیکل منفی D_1 قطع و D_2 هدایت می‌کند و خازن C_2 تا $-v_m$ شارژ می‌شود در اینحالت با نوشتن kvl در حلقه‌ی شامل خازنهای C_1 و C_2 و D_2 و ثانویه ترانس می‌توان ولتاژ دو سر خازن C_2 را بدست آورد:

$$-V_{C_2} + V_{C_1} + V_m = 0$$

$$V_{C_2} = 2V_m$$

با اضافه کردن دیود و خازن به نحو مناسب می‌توان مدار ۳ یا ۴ برابر کننده ولتاژ نیز طراحی نمود. مدار شکل ۶۰ یک سه برابر کننده ولتاژ را نشان می‌دهد. خروجی دو سر خازن‌های C_1 و C_3 می‌باشد.

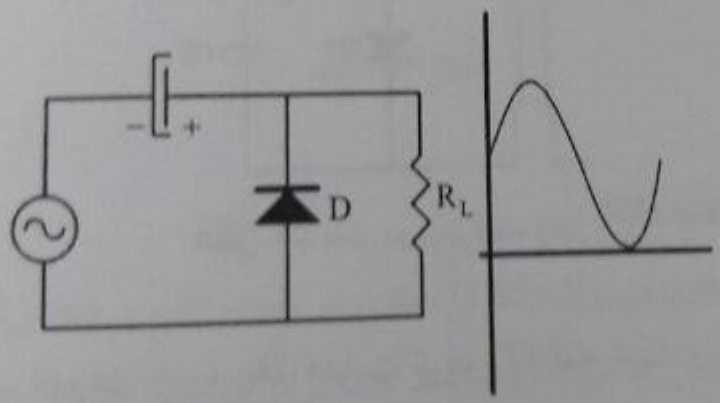
$$V_{C_1} + V_{C_3} = 3V_m$$



شکل ۶۰: مدار سه برابر کننده ولتاژ

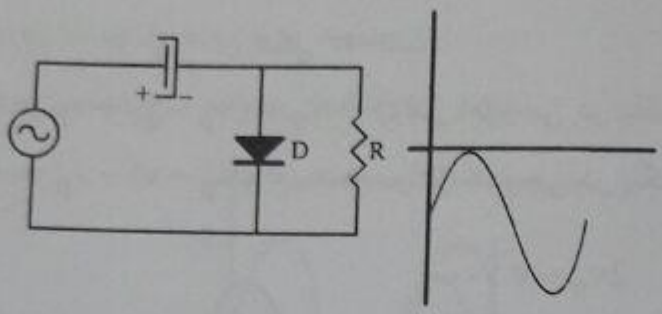
مهارکننده‌ها (مدارات جهشی) [1]

در مدار مهارکننده، تنها کاری که انجام می‌گیرد. اضافه شدن مؤلفه dc به سیگنال است در حقیقت مهارکننده فقط روی سیگنال یک تغییر مکان عمودی می‌دهد. شکل ۶۱ یک مهار کنندهٔ مثبت را با استفاده از خازن نشان می‌دهد.



شکل ۶۱: مهارکننده مثبت

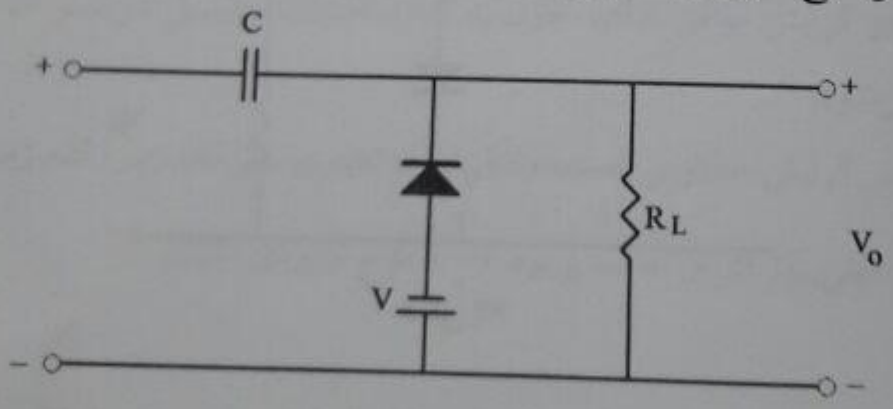
به طور ایده‌آل و ساده طرز کار مدار به این صورت است که در مدت نیم سیکل منفی خازن C از طریق دیود D تا مقدار V_m شارژ می‌شود (دیود D در این مدت اتصال کوتاه است) قطب‌های ولتاژ شارژ شده در شکل نشان داده شده است. در مدت نیم سیکل مثبت دیود D قطع می‌باشد و ولتاژ سیگنال با ولتاژ خازن جمع می‌شود (ولتاژ شارژ شده در خازن در اینجا به منزله یک باتری است) و شکل موج به صورت بالا در می‌آید. شکل ۶۲ یک مهار کننده منفی را نشان می‌دهد.



شکل ۶۲: مهارکننده منفی

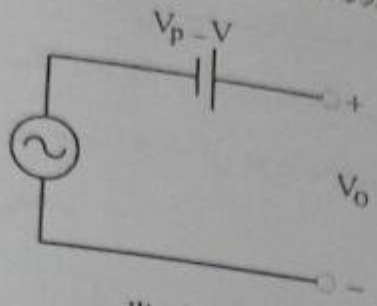
در مدار مهارکننده منفی خازن در نیم سیکل مثبت شارژ می‌شود و در نیم سیکل منفی به منزلهٔ یک باتری محسوب می‌شود. در صورتی که بخواهیم سیگنالها به اندازه V ولت بالاتر یا پائین‌تر از مبدأ (صفر ولت) باشند، کافی است که یک منبع ثابتی با مقدار V ولت با دیود سری کنیم.

مثال ۲۹: شکل موج خروجی مدار زیر را بدست آورید.



شکل ۶۳

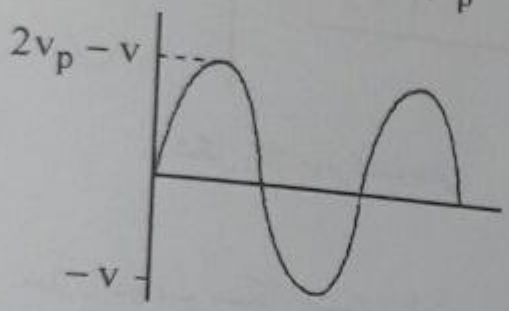
حل: دیود در نیم سیکل منفی هدایت می‌کند و خازن به میزان $-(V_p + V)$ شارژ می‌شود. در نتیجه از دید خروجی موج ورودی مطابق شکل مقابل با یک باطری سری شده است.



شکل ۶۳- الف

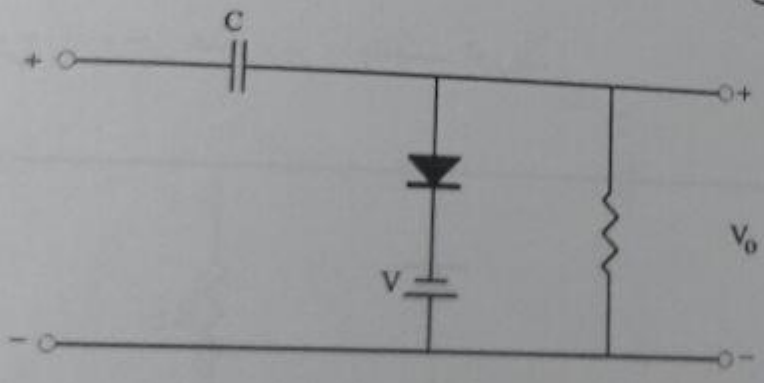
ولتاژ خروجی در پیک مثبت موج ورودی $\rightarrow V_o = (V_p - V) + V_p = 2V_p - V$

ولتاژ خروجی در پیک منفی موج ورودی $\rightarrow V_o = (V_p - V) - V_p = -V$



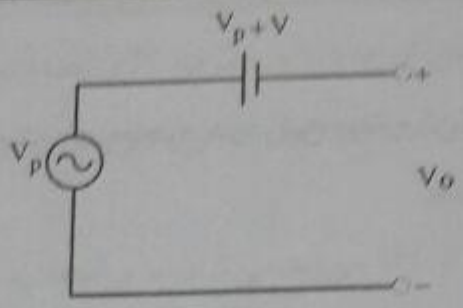
شکل ۶۳- ب

مثال ۳۰: شکل موج خروجی مدار زیر را رسم کنید.



شکل ۶۴

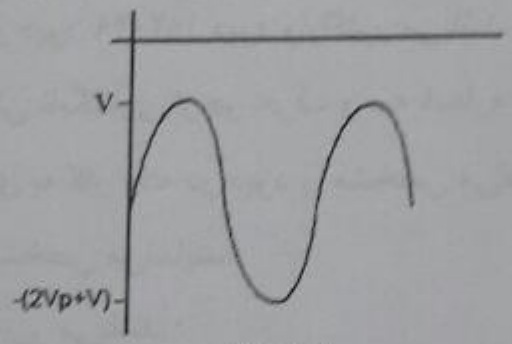
حل: در نیم سیکل مثبت دیود هدایت می‌کند و خازن تا مقدار $(V_p + V)$ شارژ می‌شود.



شکل ۶۴- الف

$$\text{در پیک مثبت} \rightarrow v_o = -(v_p + v) + v_p = -v$$

$$\text{در پیک منفی} \rightarrow v_o = -(v_p + v) - v_p = -(2v_p + v)$$



شکل ۶۴- ب

به طور کلی در تحلیل مدارهای جهشی باید به نکات زیر توجه نمود:

- تحلیل مدار را از قسمتی از شکل موج ورودی شروع کنیم که دیود را در گرایش موافق قرار می‌دهد.
- وقتی دیود در گرایش موافق است، خازن به اندازه اختلاف پتانسیل دو سر آن به طور آنی شارژ می‌شود.
- وقتی دیود در گرایش معکوس است، ولتاژ خازن تغییری نمی‌کند زیرا که زمان شارژ کامل (5τ) خیلی بزرگتر از نصف پریود $(\frac{T}{2})$ موج ورودی است.