بسم الله الرحمن الرحیم

عنوان درس : الکترونیک ۱

مدرس : دکتر مهرداد طهماسبی

شیوه ارزیابی :

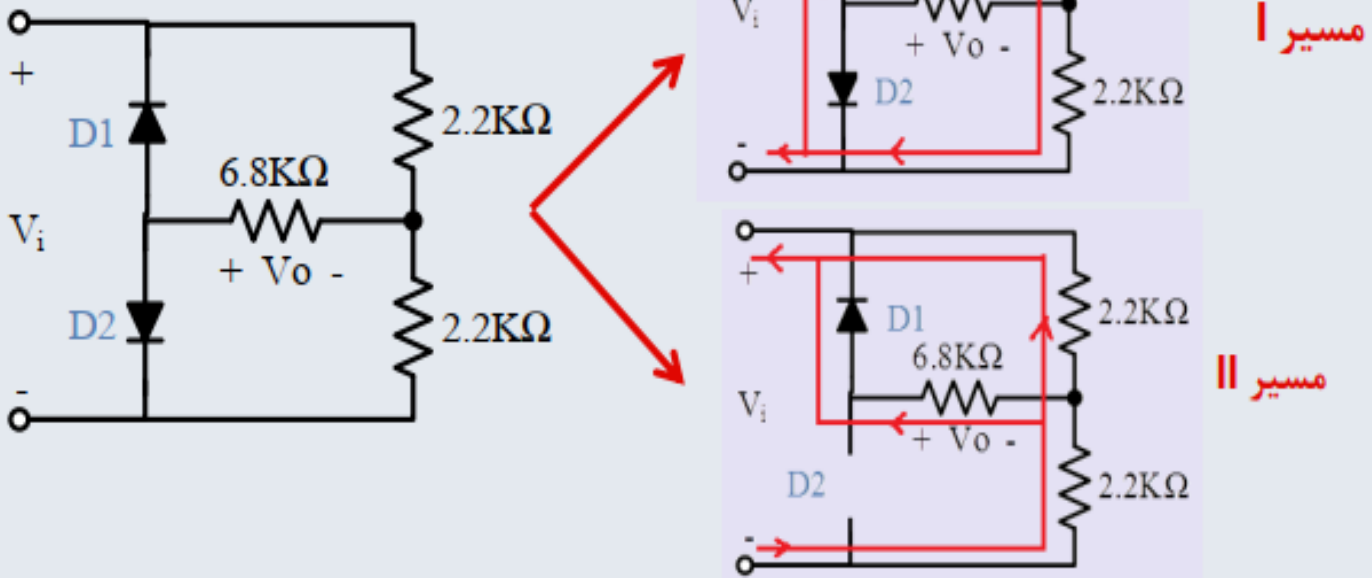
1. امتحان پایان ترم ۱۵ نمره
2. حل تمرین ۵ نمره

ارتباط با مدرس : IAU.TAHMASEBI@GMAIL.COM

حل تمرین جلسه قبل

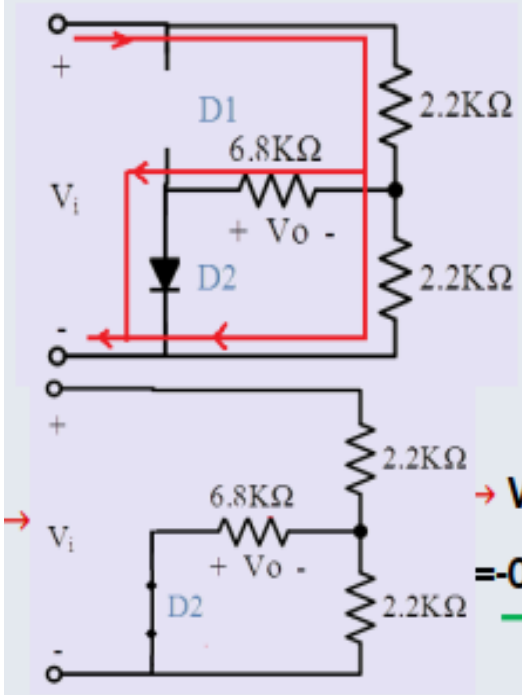
- در مدار شکل زیر، ورودی یک سینوسی با دامنه‌ی ۱۰ ولت است. V_o را به ازای یک تناوب ورودی رسم کنید. دیودها باید بتوانند چه ولتاژ معکوسی را تحمل کنند؟

یکسوساز پل دیودی



حل تمرین جلسه قبل

- مدار را جداگانه برای هر مسیر تحلیل می کنیم.



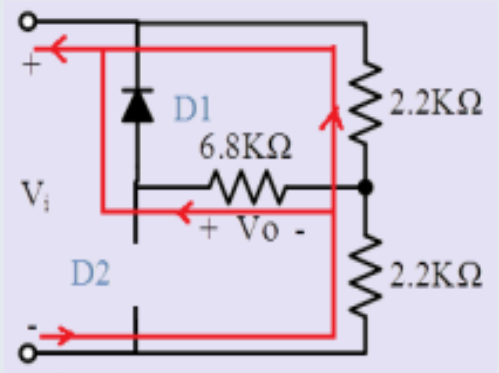
مسیر I

$\rightarrow \begin{pmatrix} D1: off \\ D2: on \end{pmatrix}$

$\rightarrow V_o = -V_i \frac{2.2||6.8}{2.2+2.2||6.8}$

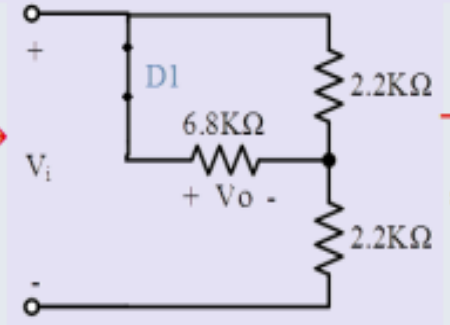
$= -0.43V_i$

برای اینکه مسیر I برقرار باشد، باید دیود موجود در مسیر روشن باشند. برای روشن بودن دیود لازم است: $0 < V_i$



مسیر II

$\rightarrow \begin{pmatrix} D1: on \\ D2: off \end{pmatrix}$



$\rightarrow V_o = V_i \frac{2.2||6.8}{2.2+2.2||6.8}$

$= 0.43V_i$

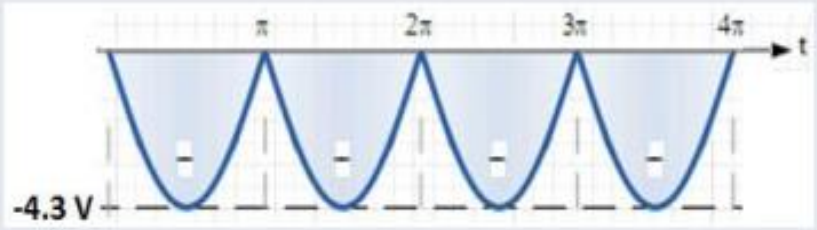
برای اینکه مسیر II برقرار باشد، باید دیود موجود در مسیر روشن باشند. برای روشن بودن دیود لازم است: $0 > V_i$

حل تمرین جلسه قبل

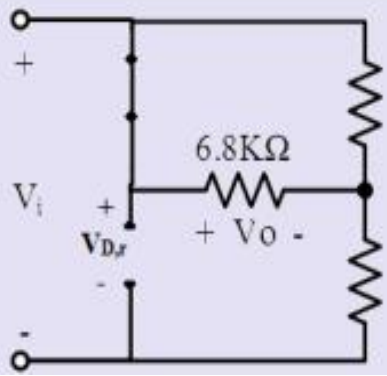
رابطه خروجی با ورودی:

$$\begin{cases} V_i > 0 \rightarrow V_o = -0.43V_i \\ V_i < 0 \rightarrow V_o = 0.43V_i \end{cases}$$

خروجی :



- محاسبه PIV:



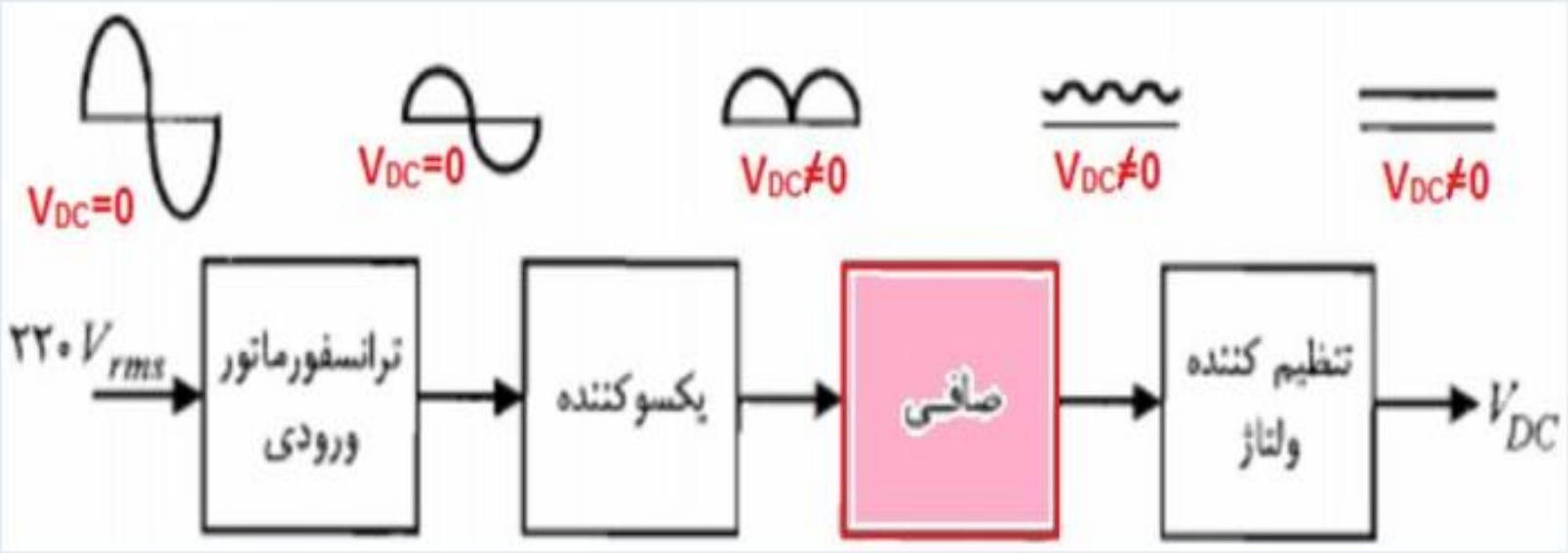
برای محاسبه **PIV** ، به دلخواه یکی از مسیرهای **I** یا **II** را درنظر می گیریم.

$$\begin{cases} PIV = max|V_{D,r}| \\ \\ KVL: V_{D,r} = V_i \end{cases}$$

$$\Rightarrow PIV = max|V_i| = V_m = 10 \Rightarrow 10 < V_{BD}$$

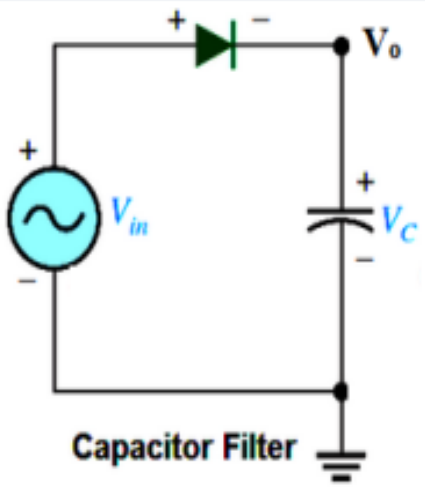
فیلتر خازنی

- فیلتر خازنی (صافی) میزان تغییرات خروجی (ریپل خروجی) را کاهش می دهد.

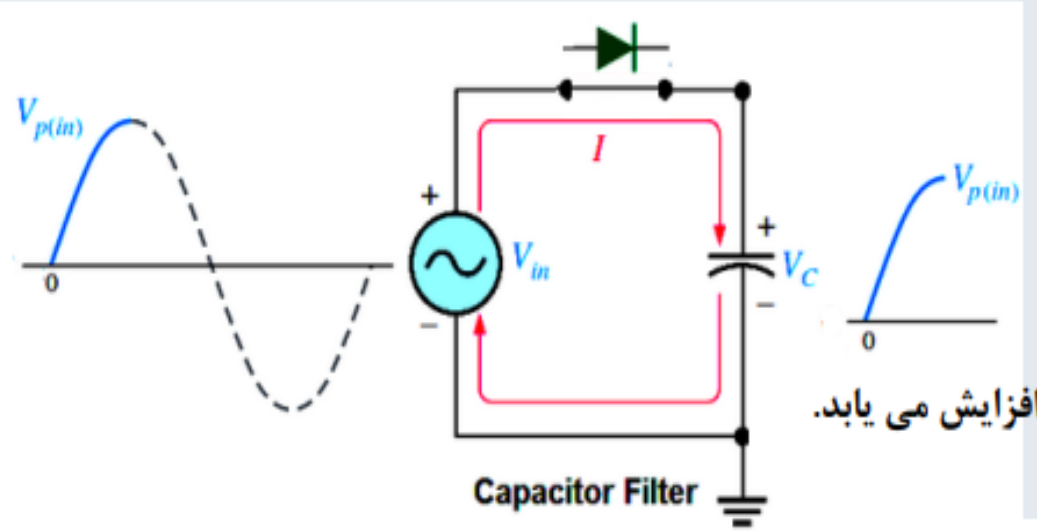


- عنصر اصلی مدار صافی، **خازن** است.
- وجود خازن در مدار باعث می شود که خروجی یک حالت گذرا و یک حالت دائم داشته باشد.

فیلتر خازنی بدون مقاومت بار



- خازن در لحظه **t=0** خالی است. **Vo=Vc=0**



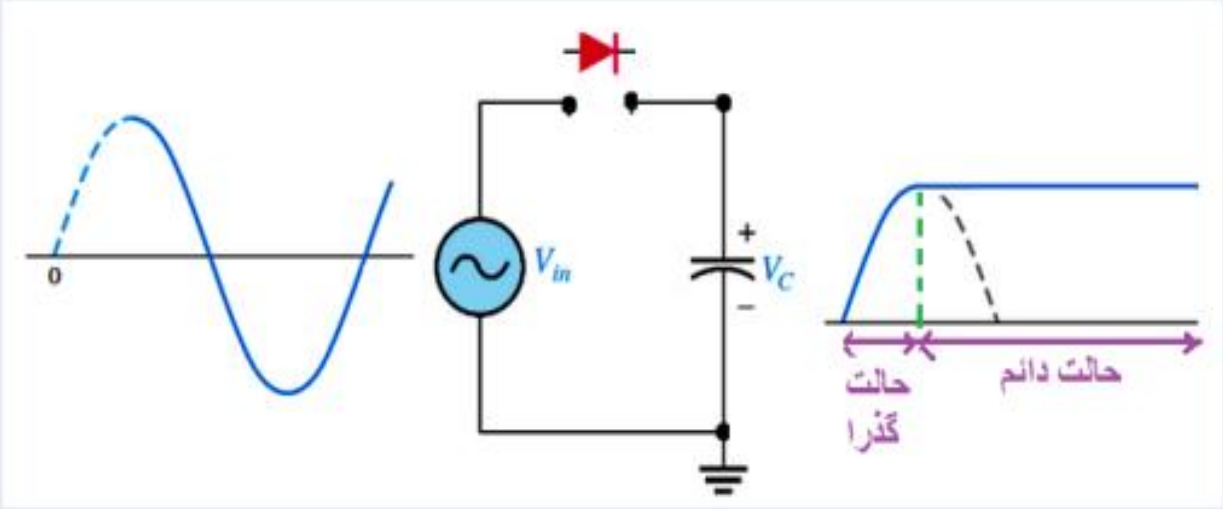
در ربع سیکل اول:

- دیود روشن است.
- خازن شارژ می شود.
- ولتاژ خازن تا V_p (ماکسیمم ورودی) افزایش می یابد.

فیلتر خازنی بدون مقاومت بار

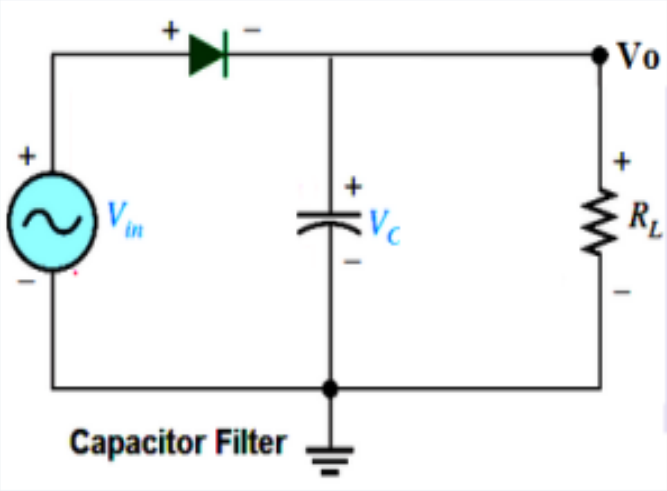
بعد از ربع سیکل اول:

- خازن مسیری برای تخلیه ندارد و ولتاژ آن ثابت باقی می ماند.
- دیود خاموش می شود (ولتاژ ورودی کم می شود ولی ولتاژ خازن ثابت است).

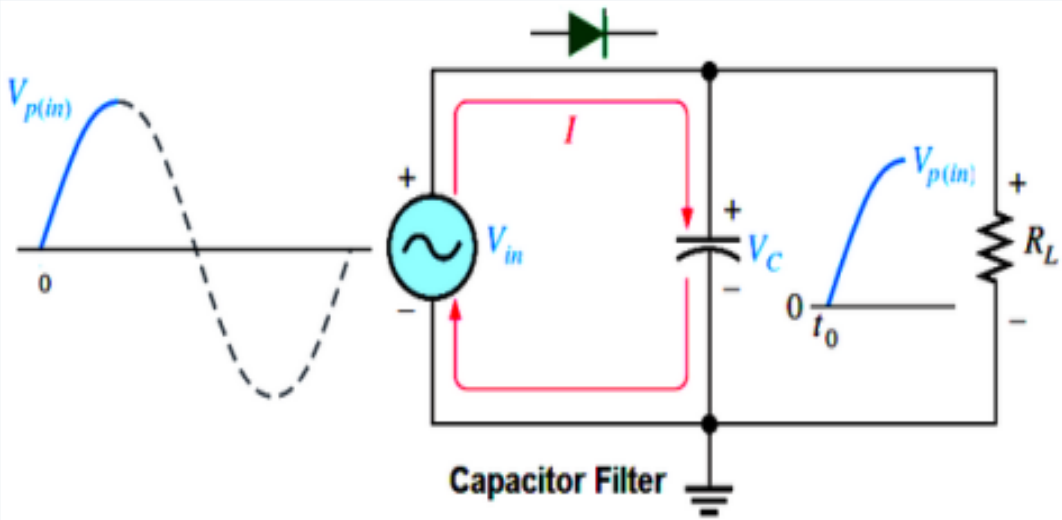


- در حالت دائم ولتاژ خروجی ثابت و برابر با V_P است (با فرض دیود ایده آل).
- با در نظر گرفتن دیود واقعی، ولتاژ خروجی در حالت دائم برابر با V_P-V_γ است .

یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)



- خازن در لحظه **t=0** خالی است. **Vo=Vc=0**



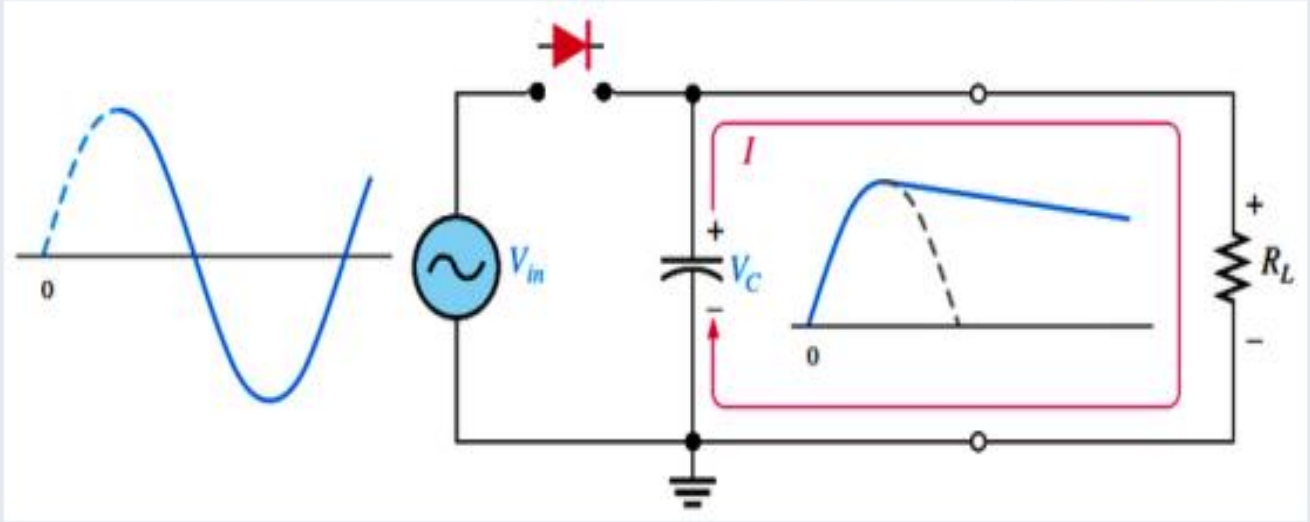
در ربع سیکل اول:

- دیود روشن است.
- خازن شارژ می شود.
- ولتاژ خازن تا V_p (ماکسیمم ورودی) افزایش می یابد.

یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)

بعد از ربع سیکل اول:

- دیود خاموش می شود (ولتاژ ورودی کم می شود).
- خازن از طریق مقاومت با ثابت زمانی $\zeta=R_LC$ تخلیه می شود.

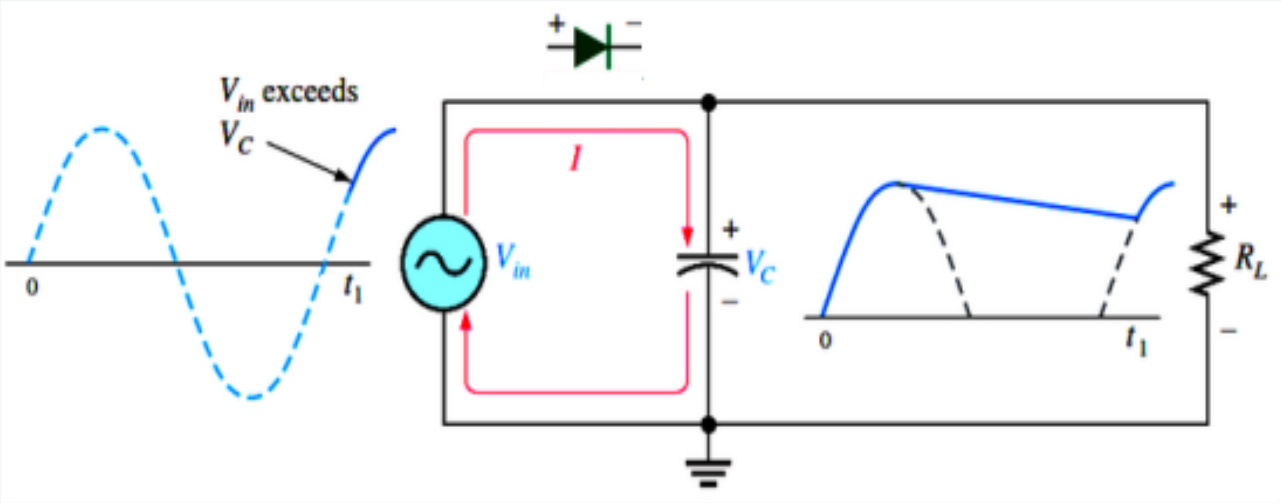


- این وضعیت تا زمانی که ولتاژ خازن بیش تر از ولتاژ ورودی است، ادامه دارد.
- زمانی که ولتاژ خازن با ولتاژ ورودی تقاطع پیدا می کند با **t1** نشان داده شده است.

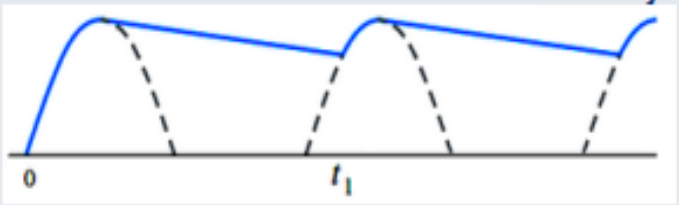
یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)

بعد از زمان t1:

- دیود روشن می شود.
- خازن دوباره تا **Vp**شارژمی شود.

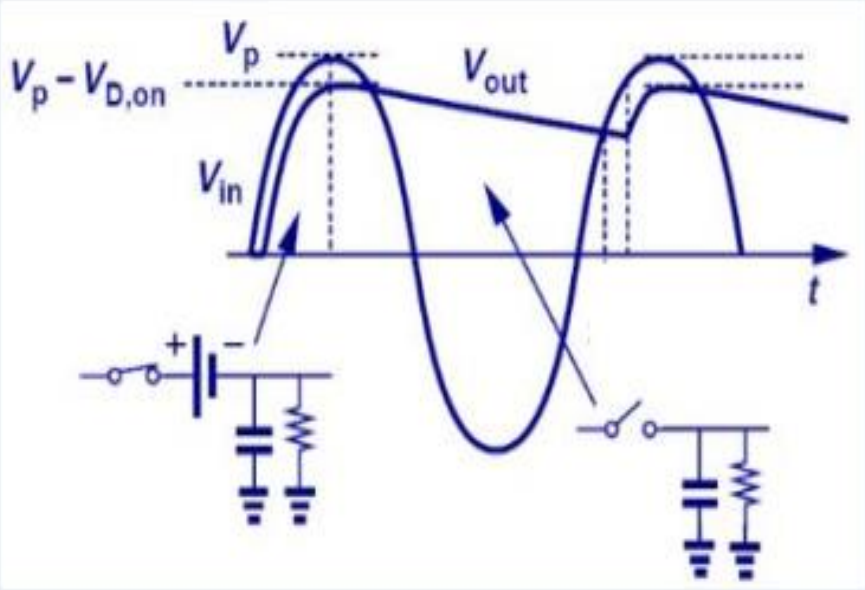


- روند شارژ و دشارژ خازن در تمام سیکل های بعدی تکرار می شود.

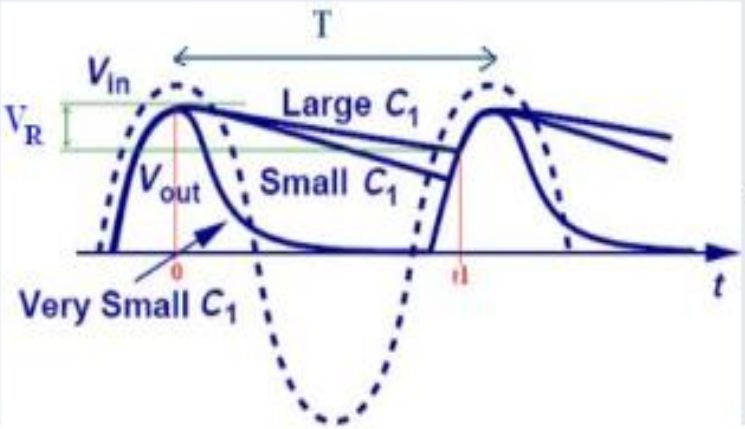


یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)

صافی خازنی با در نظرگزفتن دیود واقعی:



اثر مقدار خازن روی خروجی:

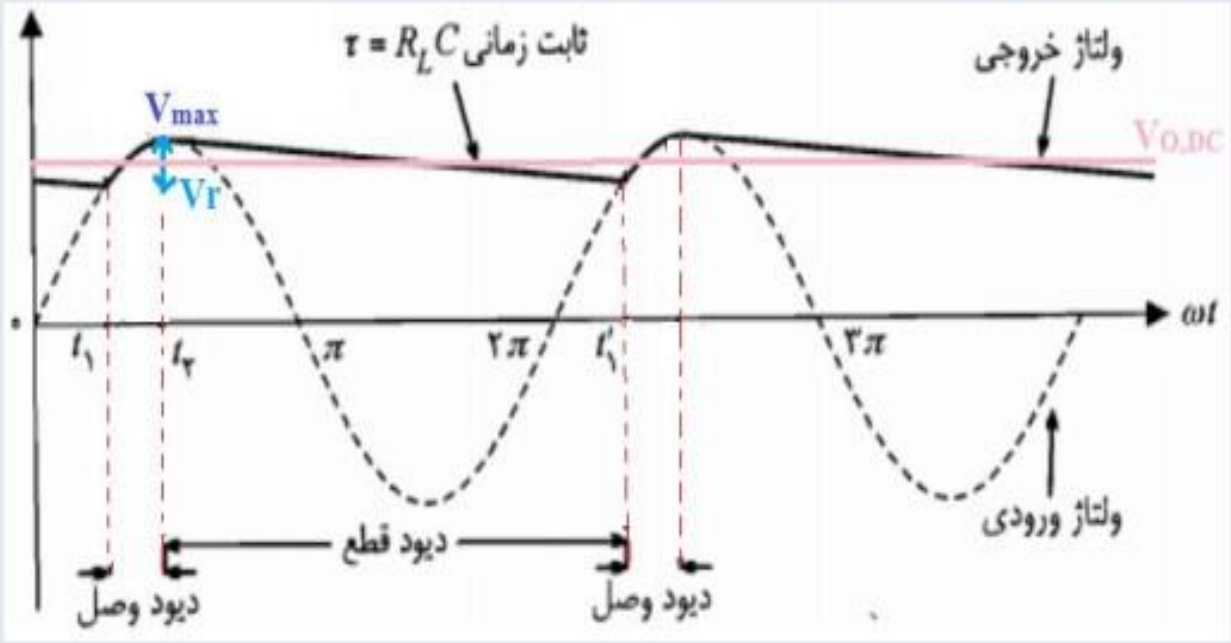


- با افزایش **C** خروجی دارای ریپل (**Vr**) کمتری خواهد بود.
- شکل موج ریپل، نمایی است.

11

یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)

برای آنالیز خروجی، فقط حالت دائم خروجی را درنظر می گیریم.



$$V_{O,DC}=V_{max}-V_r/2$$

از زمان t_2 تا t_1':

$$V_o = Vma_x e^{-t/\zeta} \xrightarrow{e^x \sim 1+x} V_o = Vma_x\left(1-\frac{t}{\zeta}\right)$$

$$V_{max} - V_r = V_{max}\left(1-\frac{t}{\zeta}\right) \rightarrow Vr = \frac{V_{max}t}{\zeta} \xrightarrow{t\sim T} V_r = \frac{V_{max}}{fR_LC}$$

یکسوساز نیم موج با صافی خازنی (فیلتر خازنی با مقاومت بار)

- ولتاژ **DC** خروجی:

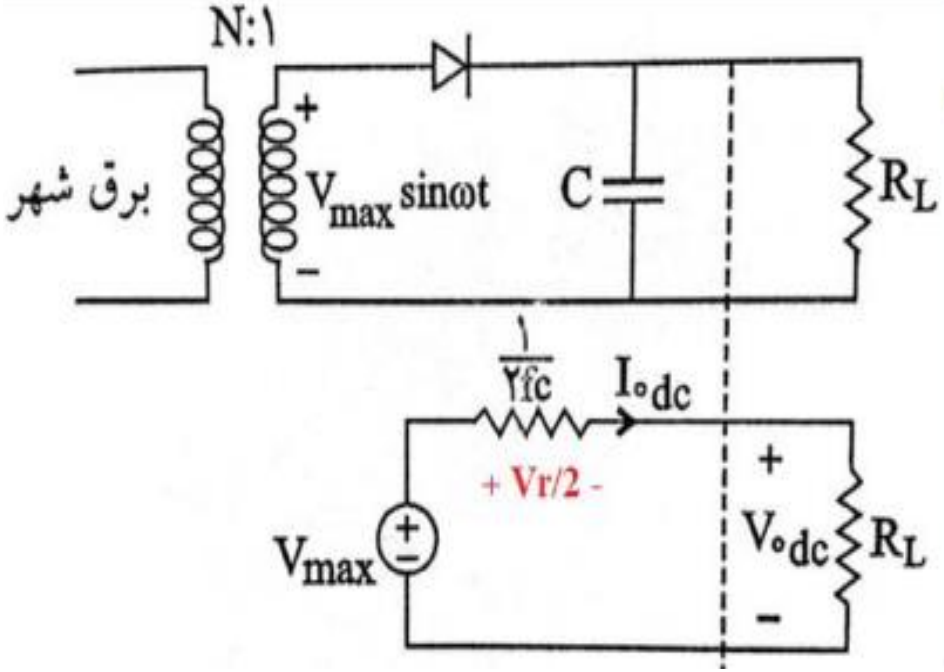
$$V_{O,DC}=V_{max}-V_r/2= V_{max}-\frac{V_{max}}{2fR_LC}$$

- جریان **DC** خروجی:

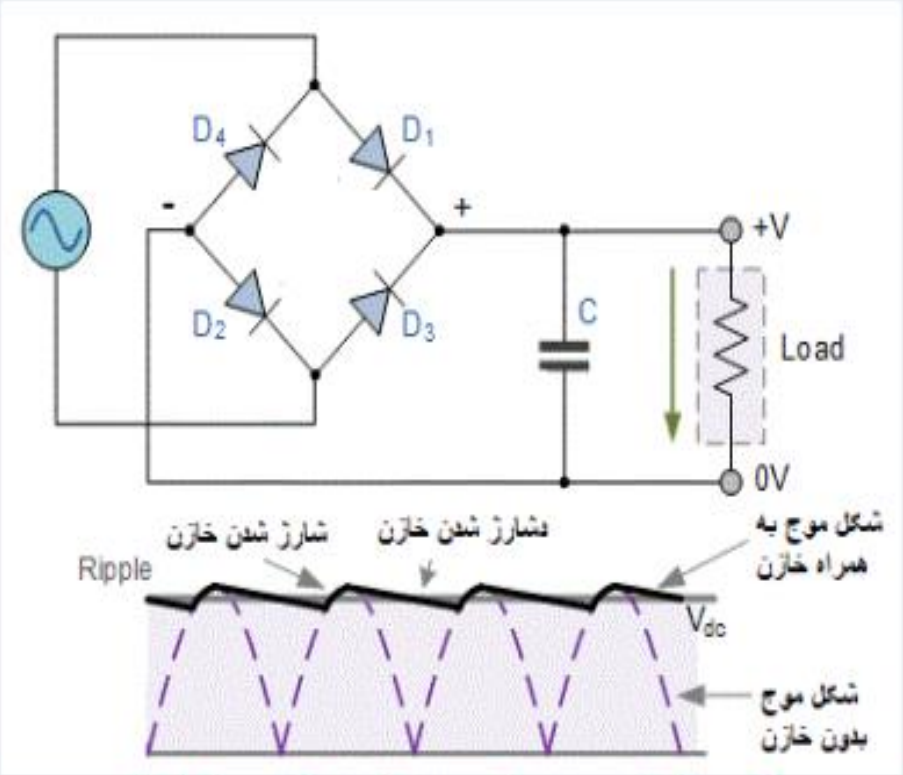
$$\begin{cases} Q = CV \\ Q = It \end{cases} \longrightarrow CV = It \rightarrow C\Delta V = I\Delta t$$

$$\rightarrow CV_r = IO,_{DC}T \rightarrow V_r = \frac{I_{O'DC}T}{C} = \frac{I_{O'DC}}{fC}$$

- مدار معادل تونن یکسوساز نیم موج با صافی خازنی:



یکسوساز تمام موج با صافی خازنی



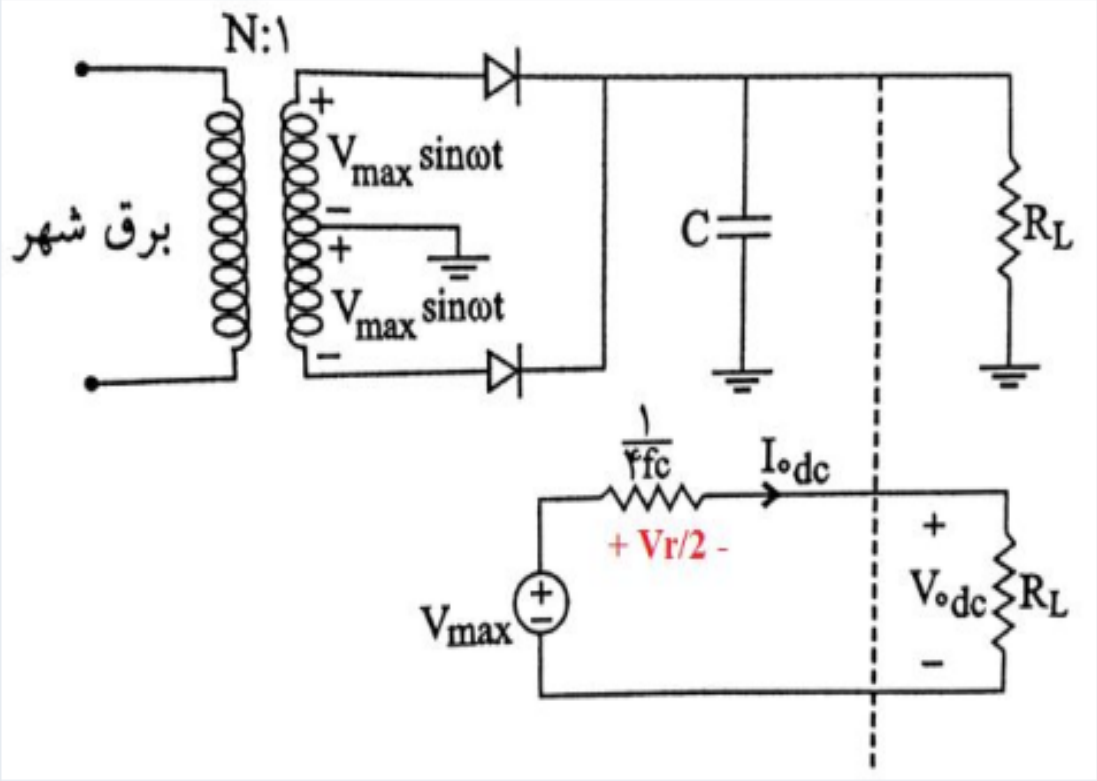
- ولتاژ **DC** خروجی:

- ریپل خروجی یکسوساز تمام موج نصف ریپل خروجی یکسوساز نیم موج است، زیرا در یکسوساز تمام موج زمان دشارژ خازن نصف می شود

$$V_r = \frac{V_{max}}{2fRLC} \quad , V_r = \frac{I_{DC}}{2fC}$$

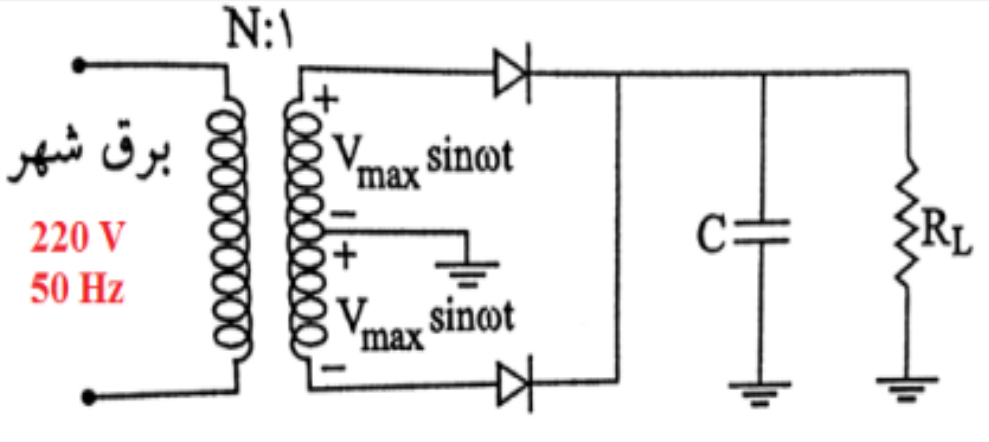
یکسوساز تمام موج با صافی خازنی

- مدار معادل یکسوساز نیم موج با صافی خازنی:



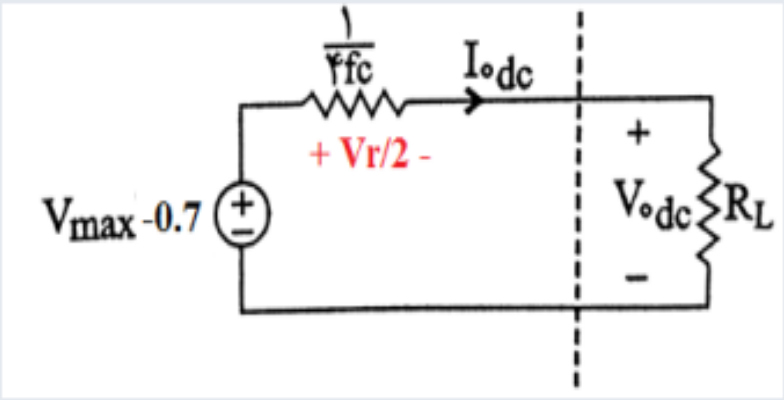
یکسوساز تمام موج با صافی خازنی

- مثال (طراحی): مصرف کننده ای با مقاومت R_L، با ولتاژ ثابت ۳۰ ولت و جریان مستقیم ۳۰۰ میلی آمپر کار می کند. مقدار قابل تحمل برای ولتاژ ریپل برابر ۳.۵ ولت در نظر گرفته می شود. منبع تغذیه را با استفاده از یک ترانس سر وسط دار و دیود از جنس **Si** به صورت مدار زیر طراحی کنید.



هدف
- تعیین مقدار C
- تعیین نسبت دور ترانسفورماتور
- تعیین نوع دیود (محدودیتهای دیود یعنی جریان ماکزیمم و V_{BD})

یکسوساز تمام موج با صافی خازنی



- ادامه حل مثال :

$$V_{max} - V_{\gamma} = V_{odc} + \frac{V_r}{2}$$

$$\rightarrow Vma_x - 0.7 = 30 + \frac{3.5}{2} \longrightarrow V_{max} = 32.45\ V$$

تعیین مقدار C:

با توجه به مدار معادل $\frac{V_r}{2} = I_{odc}\frac{1}{4fC} \rightarrow \frac{3.5}{2} = 0.3\frac{1}{4*50*C} \rightarrow C = 857\ \mu F$

تعیین نسبت دور ترانسفورماتور:

ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور $V_2 = 2V_{max}sin\omega t = 64.9sin\omega t \rightarrow V_{2,rms} = \frac{64.9}{\sqrt{2}}$

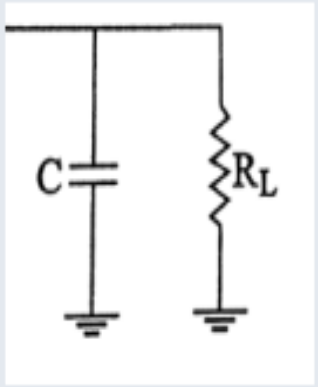
$$\rightarrow N = \frac{V_{1rms}}{V_{2rms}} = \frac{220}{45.9} = 5$$

یکسوساز تمام موج با صافی خازنی

- ادامه حل مثال :

تعیین نوع دیود (محدودیتهای دیود یعنی جریان ماکزیمم و V_{BD}):

$$PIV = 2Vmax = 64.9 \longrightarrow PIV < VBD \longrightarrow 65 < VBD$$

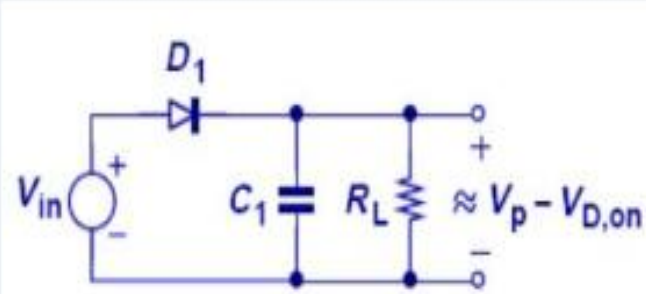


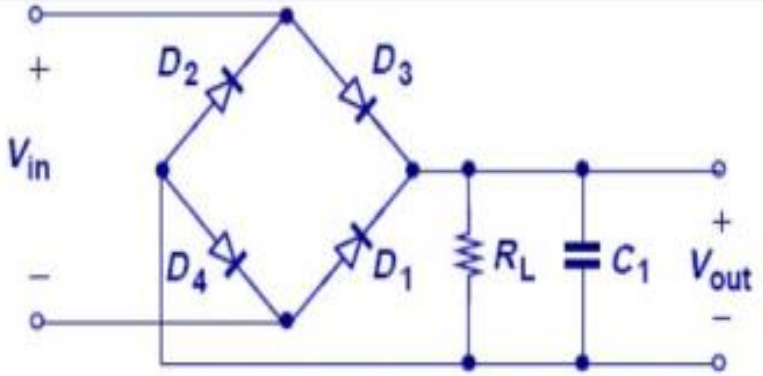
$$\rightarrow I_{max} = V_{max}|Y| = V_{max}\left(\left(\frac{1}{R_L}\right)^2 + (C\omega)^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

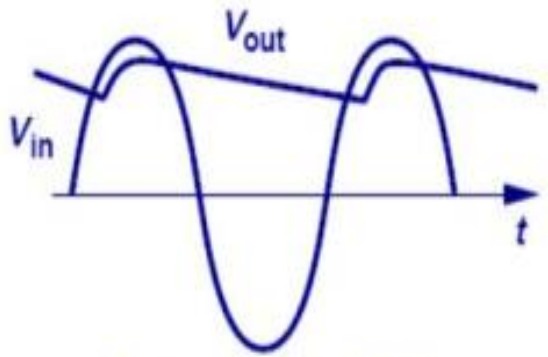
=8.84 A

جریان فوق در لحظات بسیار کوتاهی از دیود عبور می کند.

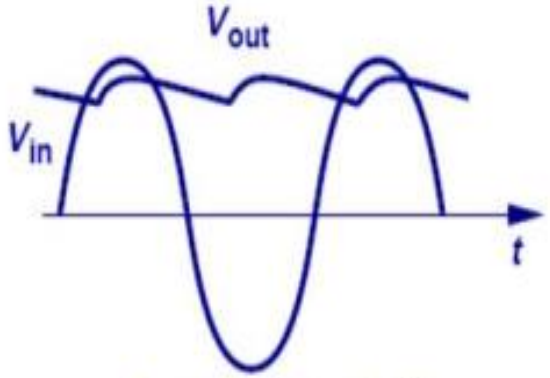
جمع بندی







Reverse Bias $\approx 2V_p$

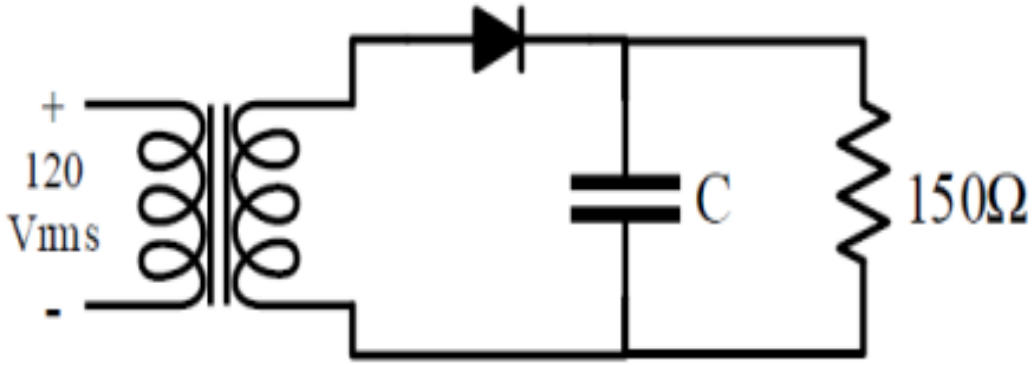


Reverse Bias $\approx V_p$

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

تمرین

می‌خواهیم یک منبع تغذیه به صورت شکل زیر بسازیم. مقدار dc ولتاژ خروجی باید 15 V و حداکثر ریپل آن 2 ولت باشد. مقاومت بار 150 اهم و منبع قابل دسترس برق 120 Vrms، 60Hz است.ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور، اندازه خازن و PIV دیود را تعیین کنید.



پایان جلسه هفتم