

PSIM یا power sim یکی از نرم افزارهای قدرتمند در زمینه ی شبیه سازی مدارات الکترونیک قدرت است که از آن میتوان برای شبیه سازی مدارات الکترونیک قدرت نظیر منابع تغذیه (سوئیچینگ ، ترستوری ، دیودی و...) چاپر ، مبدل ها و... در حالت پارامتری استفاده نمود .

ویژگی های اصلی نرم افزار :

- تحلیل حالت های AC Analysis ، AC Sweep ، Motor Drive Analysis ، Harmonic Analysis ، Thermal Analysis
- قدرت بالا در شبیه سازی مدارات و وجود امکانات متنوع شامل : مشاهده ی مقدار ولتاژ موثر و متوسط هر نقطه از شکل موج خروجی
- با کلیک کردن روی آن ، قابلیت تغییر دادن رنگ شکل موج ها ، قابلیت انجام اعمال ریاضی بر روی شکل موج ها ، قابلیت تغییر محور های مبنا ، قابلیت مشاهده ی چندین شکل موج در یک صفحه و بدست آوردن نقاط تلاقی آنها
- قابلیت ایجاد ارتباط با نرم افزار ، Matlab/Simulink توسط perform co-simulation
- قابلیت شبیه سازی سیستم تحت ، z-domain با استفاده از این قابلیت میتوانید ، study digital filters ، digital control loops ، evaluate various effects in digital control, truncation errors, sampling/hold delay, and computational delay
- شبیه سازی نمایید
- و سایر ویژگی های که میتوانید در سایت سازنده ی نرم افزار به نشانی www.powersimtech.com مشاهده نمایید .

توجه داشته باشید که در این نرم افزار شبیه سازی به صورت پارامتری و با استفاده از بلوک ها انجام شده و نتیجه خروجی تا حدود زیادی ایدآل است . به عنوان مثال ، ماسفت های مختلفی در بازار وجود دارد ، که پارامتر های آنها همچون ولتاژ کاری ، فرکانس کاری ، جریان مجاز ، حداکثر جریان قابل تحمل ؛ و منحنی های آنها نظیر میزان جریان عبوری بر حسب دما، میزان V_d-s بر حسب زمان های خاموش و روشن شدن و... با هم متفاوت است . در صورتی که بخواهیم در این نرم افزار یک مبدل BUCK را شبیه سازی کنیم ، مجبوریم از تنها ماسفت موجود در کتابخانه نرم افزار استفاده کنیم ، که این قطعه نیز در بخش تنظیماتش دارای پارامتر های محدودی میباشد .

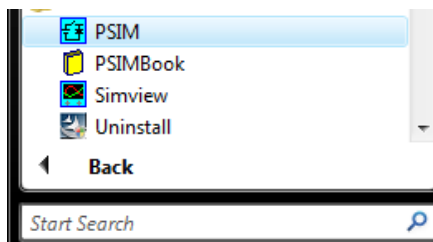
با تمامی این تفاسیر ، اگر قصد دارید در این نرم افزار عملکرد تجهیزات الکترونیکی را **شبیه سازی و مشاهده** کنید ، ادامه مطلب را بخوانید ، در غیر این صورت بهتر است به دنبال نرم افزار دیگری بگردید (مثلاً اگر قصد دارید یک دستگاه الکترونیکی بسازید و به دنبال یک شبیه ساز مناسب جهت شبیه سازی رفتار مداراتی که در آینده قصد طراحی آنها را دارید میباشید ، باید گفت که PSIM انتخاب خوبی برای اینکار نیست ، شما میتوانید از نرم افزارهای قدرتمند ارکد یا پروتوس برای اینکار استفاده کنید . نرم افزار PSIM ، در زمان نگارش این مقاله ، بیشتر برای حل تمرینهای درس مرتبط با الکترونیک قدرت مناسب است .)

ترسیم مدار و شروع شبیه سازی

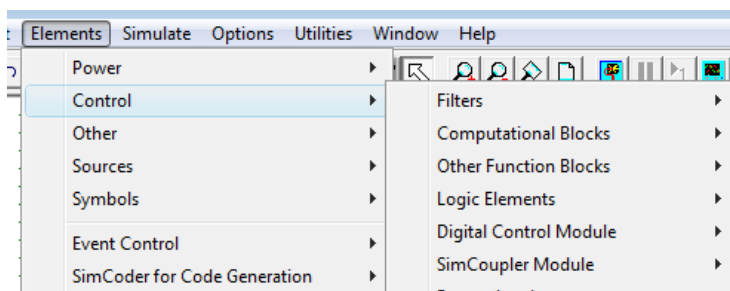
کار با نرم افزار psim بسیار آسان است ، در این نرم افزار کلیه المان ها و قطعات ، ابزار های تحلیل و اندازه گیری ، خروجی ها و... در دسترس شما هستند . شما میتوانید در سه مرحله و در کمترین زمان مدار خود را شبیه سازی کنید .

1- ترسیم مدار .

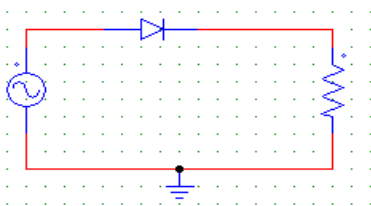
از منوی استارت و زیر منوی PSIM Demo 8.0.5 گزینه ی psim را انتخاب کنید :



از منوی file گزینه ی new را انتخاب کنید ، در نرم افزار صفحه ی جدیدی باز میشود ، این صفحه مکان رسم مدار مورد نظر ماست . به منوی elements بروید :



در این منو کلیه قطعات در دسته بندی های مختلف وجود دارد ، قطعات مورد نیاز برای مدار زیر را پیدا کنید و به صفحه بیاورید



- با کلیک کردن روی هر طبقه ، قطعات موجود در آن نمایش داده میشود . برای انتخاب یک قطعه روی آن کلیک کنید .
- با استفاده از کلیک راست میتوانید قطعه را بچرخانید .
- بعد از آوردن هر قطعه ، با زدن کلید esc ، به سراغ قطعه ی بعد بروید .
- برای حذف یک قطعه ، بعد از کلیک کردن روی آن ، کلید del را فشار دهید .

مثال :

از مسیر Elements < sources < voltage گزینه Sine را برای انتخاب یک منبع ولتاژ سینوسی انتخاب کنید.

مکان نما به شکل یک منبع سینوسی در می آید با حرکت مکان نما آن را به مکان دلخواه انتقال دهید و سپس بر روی صفحه کلیک کنید تا منبع در مکان دلخواه قرار گیرد. با استفاده از کلیک راست میتوانید منبع را بچرخانید.

دید:

Elements<<Power<<switches<<Diode

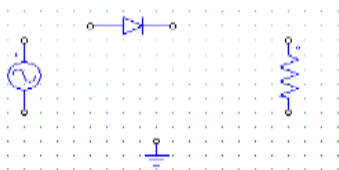
مقاومت:

Elements<<Power << RLC branches<<resistor

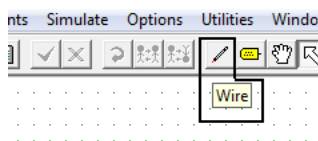
گراند: (وجود زمین در مدار الزامی است)

Elements< sources<< ground

در نهایت مدار به شکل زیر در می آید.



اکنون باید مسیرهای بین قطعات را رسم کنیم، برای اینکار از منو باز گزینه ی wire را انتخاب کنید:

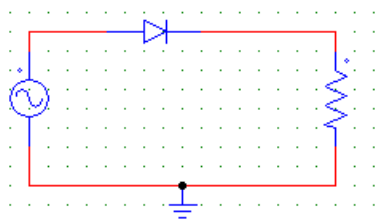


بر روی پایه ی یکی از قطعات کلیک کنید و تا پایه ی قطعه دیگر مسیر را بکشید. با راها کردن موس مسیر برقرار میشود. این کار را برای تمامی مسیرها انجام دهید.

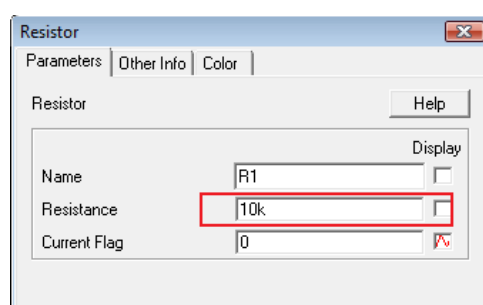
- برای حذف یک مسیر، بعد از انتخاب کردن آن با کلیک چپ، کلید del را بزنید.
- برای خروج از حالت رسم مسیر، کلید esc را فشار دهید.
- با کلیک ردن روی یک مسیر و نگه داشتن، میتوانید آن را جابجا کنید.

2- تغییر دادن مشخصات قطعات:

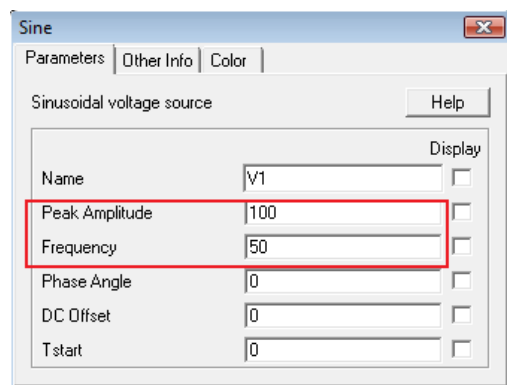
کشیدن مدار به پایان رسید ، اکنون باید به قطعات موجود مقدار بدهیم :



برای مقدار دهی هر قطعه ، کافی است روی آن دوبار کلیک کنید و در پنجره باز شده مقدار مورد نظر را وارد کنید .مثلا مقدار مقاومت 10 کیلو :

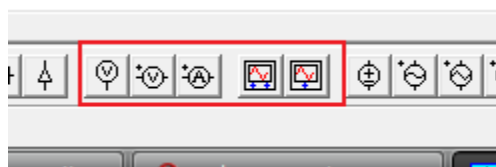


منبع ولتاژ 100 ولت و 50 هرتز :

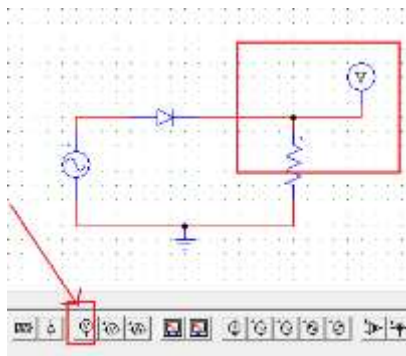


3- شبیه سازی مدار و گرفتن خروجی :

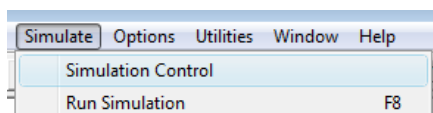
برای مشاهده خروجی مدار از ابزار اسیلوسکوپ استفاده میشود ، شما میتوانید این ابزار را در پایین نرم افزار بیابید :



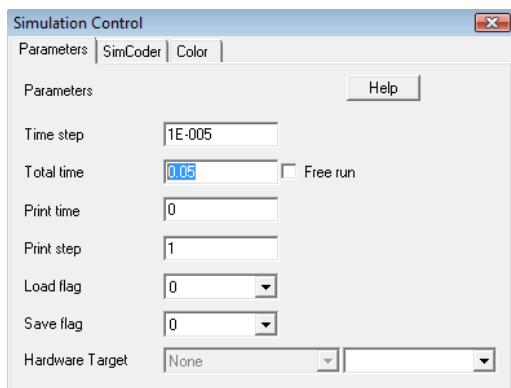
اولین گزینه که یک پروپ تکی میباشد را انتخاب کنید و آن را در سر مشترک مقاومت و دیود قرار دهید :



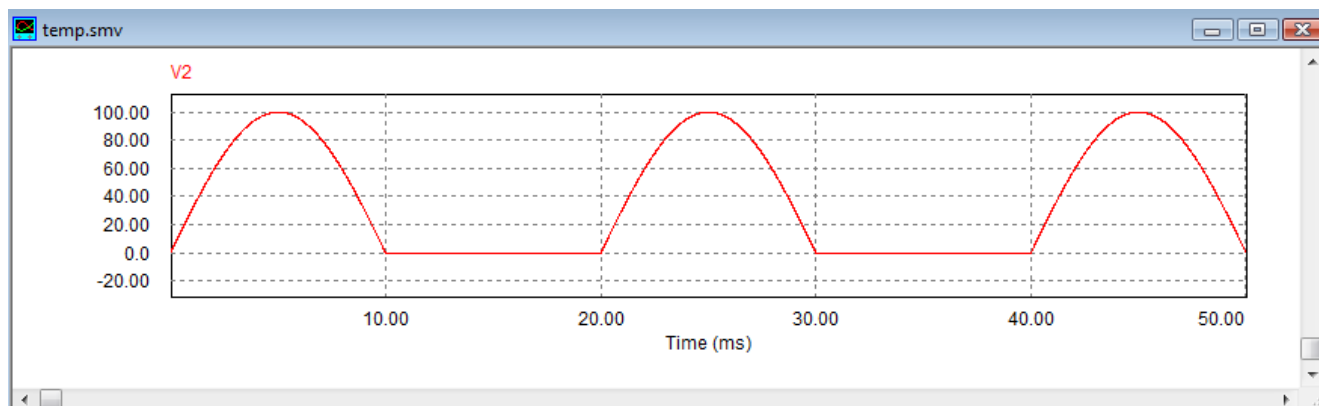
از منوی simulate گزینه ی simulation control را انتخاب کنید و ابزار موجود را در صفحه قرار دهید :



در پنجره باز شده شما باید زمان شبیه سازی و پله موج و... را تعیین کنید ، در این پنجره رقم جلوی total time را به 0.5 تغییر دهید و پنجره را ببندید :



از منوی simulate گزینه ی run simulation را انتخاب کنید ، خروجی مدار به شکل زیر خواهد بود .



اکنون که با نحوه ی کشیدن مدار و شبیه سازی آن آشنا شدید ، می توانید مدارات خود را در این نرم افزار ترسیم کرده و آن را شبیه سازی کنید ، در ادامه با چند مثال به معرفی برخی از قطعات پرکاربرد کتابخانه پرداخته ایم ، برای مشاهده نحوه ی عملکرد قطعات ، کافی است در فایل های شبیه سازی که پیوست این مقاله است ، بر روی قطعات دوبار کلیک کنید و در پنجره ای که باز میشود بر روی گزینه ی HELP کلیک نمایید ، در راهنمای نرم افزار ضمن معرفی قطعه ، نحوه ی استفاده از آن توضیح داده شده است .

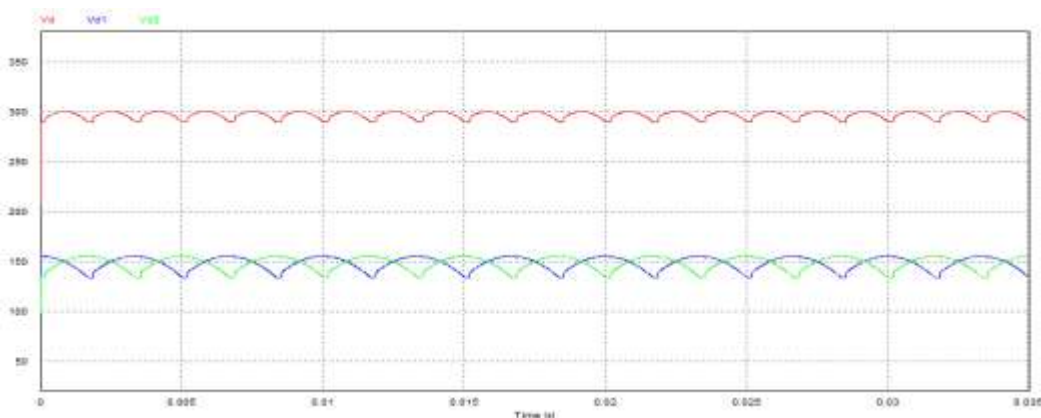
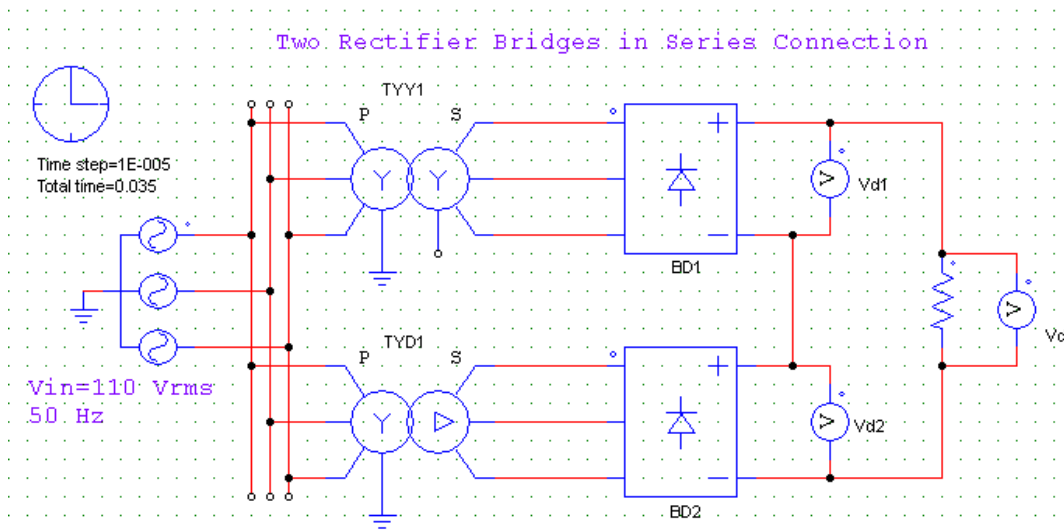
مثال شماره یک :

استفاده از اتصال ستاره- مثلث در خروجی ترانس ها یا پل دیود 12 پالسه یا یکسوساز 6 فاز ، جهت ایجاد ولتاژ DC ، دارای مزیت های مختلفی میباشد که یکی از مهم ترین آنها کاهش رپیل ولتاژ DC است ، به طوری که رپیل ولتاژ خروجی از 4.2٪ در یکسوساز های سه فاز ، به 1٪ کاهش می یابد .

مقدار ولتاژ DC خروجی این یکسوساز از رابطه ی زیر محاسبه میشود :

$$V_{dc} = \frac{12}{\pi} \int_{5\pi/12}^{7\pi/12} V_m \cdot \sin\theta \, d\theta = V_m \frac{12}{\pi} \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}} = 0.98862 V_m$$

در این پروژه قصد داریم مقدار ولتاژ DC خروجی یکسوساز 12 پالسه را به صورت تئوری و در شبیه سازی بدست آوریم :



$$V_m(12ph.rec) = \sqrt{2} V_{rms} \cos \frac{\pi}{12} = 2.7322 V_{rms}$$

$$V_{dc} = V_m \frac{12\sqrt{3}-1}{\pi \cdot 2\sqrt{2}} = 0.98862 V_m = 0.98862 * 2.7322 * V_{rms} = 297.112$$

مثال شماره دو :

یکسوساز های کنترل شده یا یکسوساز های ترستوری کاربرد گسترده ای در دستگاه های برقی همچون شارژر باتری ، منابع تغذیه ولتاژ متغیر و.. دارند . در این پروژه قصد داریم مدار یک یکسوساز ترستوری را شبیه سازی کرده و ولتاژ DC خروجی آن را به ازای زاویه های مختلف هدایت ترستورها ، بدست آوریم . ولتاژ خروجی این مدار از رابطه ی زیر محاسبه میشود :

$$V_{dc} = \frac{2.V_{max}}{\frac{2}{3\pi}} \int_{-\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{\pi}{3}+\alpha} \cos \omega t . d(\omega t) = 2.V_{max} \frac{\sin(\frac{\pi}{3})}{\frac{\pi}{3}} . \cos \alpha \approx 2.34.V_{rms}(f-N) . \cos \alpha$$

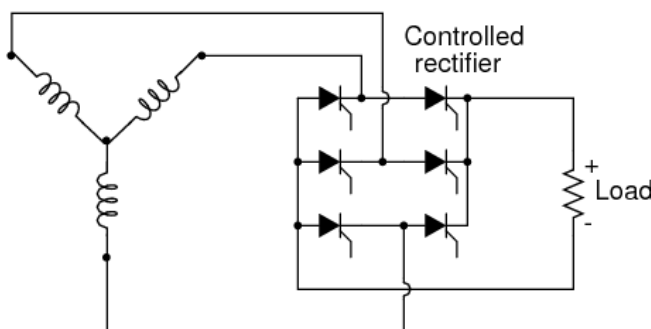
Or

$$V_{dc} = \frac{3.\sqrt{2}.V_{sec}(f-f)}{\pi} \cos \alpha = 1.35 *.V_{sec}(f-f) . \cos \alpha$$

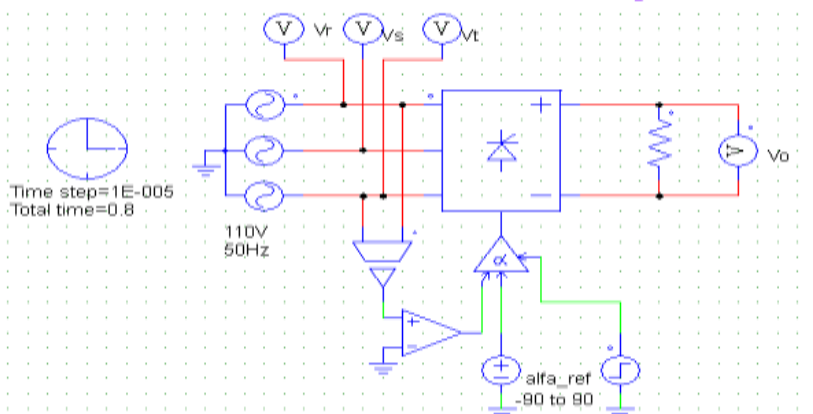
مدار این یکسوساز را در زیر مشاهده میکنید ، شما میتوانید با مراجعه به آدرس زیر اطلاعات بیشتری در مورد ترستورها و نحوه ی راه اندازی آنها بدست آورید :

http://www.allaboutcircuits.com/vol_3/chpt_7/5.html

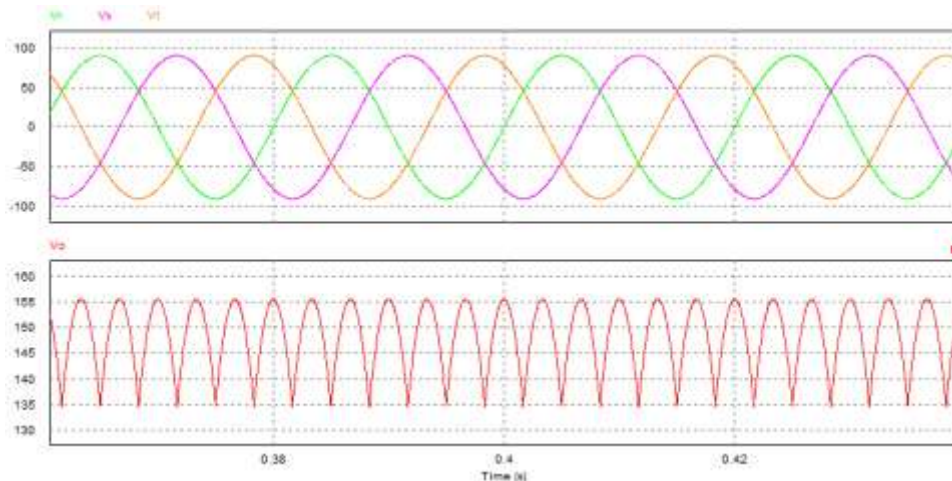
3-phase source



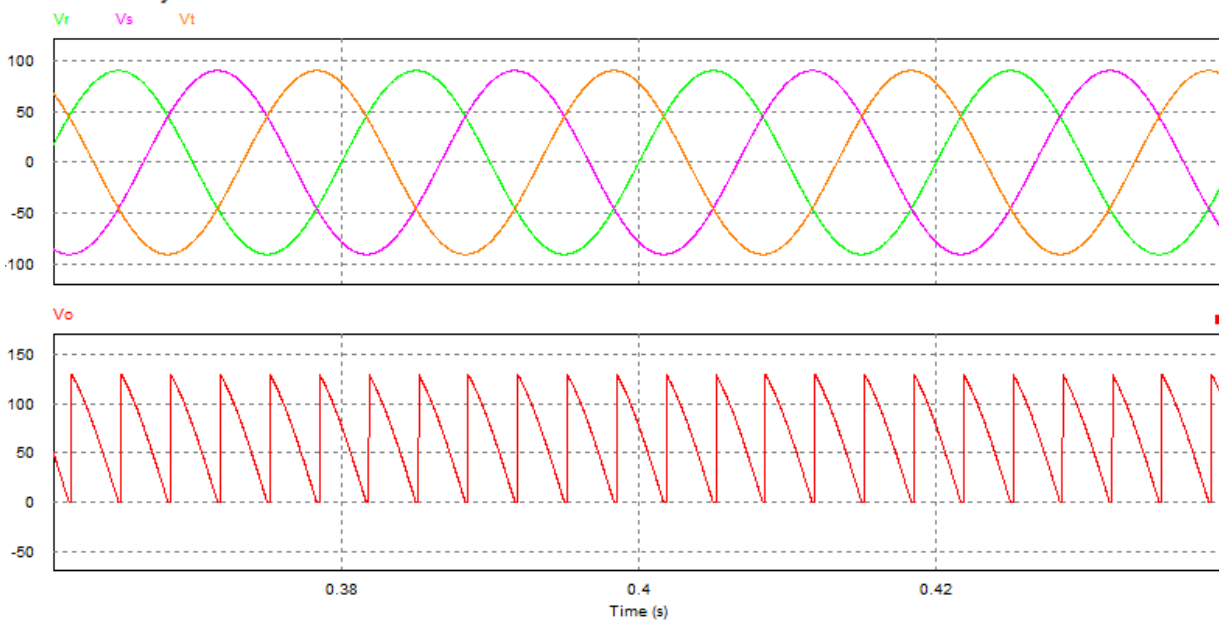
Phase Controlled Rectifier with Voltage Feedback



$$V_{dc}(\alpha_{ref} = 0) = 1.35 *.V_{sec}(f-f) . \cos \alpha = 1.35 * 110 * \cos(0) = 148.5v$$



$$V_{dc}(\alpha_{ref} = 63) = 1.35 * V_{sec}(f - f) \cdot \cos \alpha = 1.35 * 110 * \cos(63) = 67.41 \text{ v}$$



مثال شماره سه :

مبدل BUCK یک مبدل DC به DC است که میتواند ولتاژهای مختلف ورودی را به یک ولتاژ ثابت در خروجی تبدیل کند، در این مثال قصد داریم یک مبدل BUCK با مشخصات زیر طراحی کرده و عمل کرد آن را شبیه سازی کنیم :

$V_{in} = 20\text{-}30 \text{ V}$
 $V_{OUT} = 12 \text{ v}$
 $I_{LOAD} = 1 \text{ amps}$
 $F_{sw} = 20 \text{ KHz}$
 $D = V_{in} / V_{out} = 12 \text{ V} / 30 \text{ V} = 0.4$
 Define Ripple = 0.2v
 $L_{current \text{ ripple}} = 1 \text{ A}$

برای محاسبه مقدار سلف از رابطه ی زیر استفاده میشود :

$$V = L \cdot \Delta I / \Delta T \Rightarrow L = (30 - 12) \cdot (0.4 / 20) / 1 \Rightarrow L = 360 \mu\text{H}$$

برای محاسبه مقدار خازن خروجی از رابطه ی زیر استفاده میشود :

$$\Delta V = \Delta I \cdot (ESR + \Delta T / C + ESL / \Delta T)$$

Define Ripple voltage: 200 mv

Given:

$$\Delta I = 1 \text{ A}$$

Capacitor Effective Series resistance(ESR) = 0.03 ohm

Capacitor Effect Series Inductance (ESL) = 0

$\Delta T = 0.4 / 20 \text{ kHz} = 20 \text{ usec}$

Simplify (assume ESL = 0):

$$\Delta V = \Delta I \cdot (ESR + \Delta T / C)$$

Rearrange:

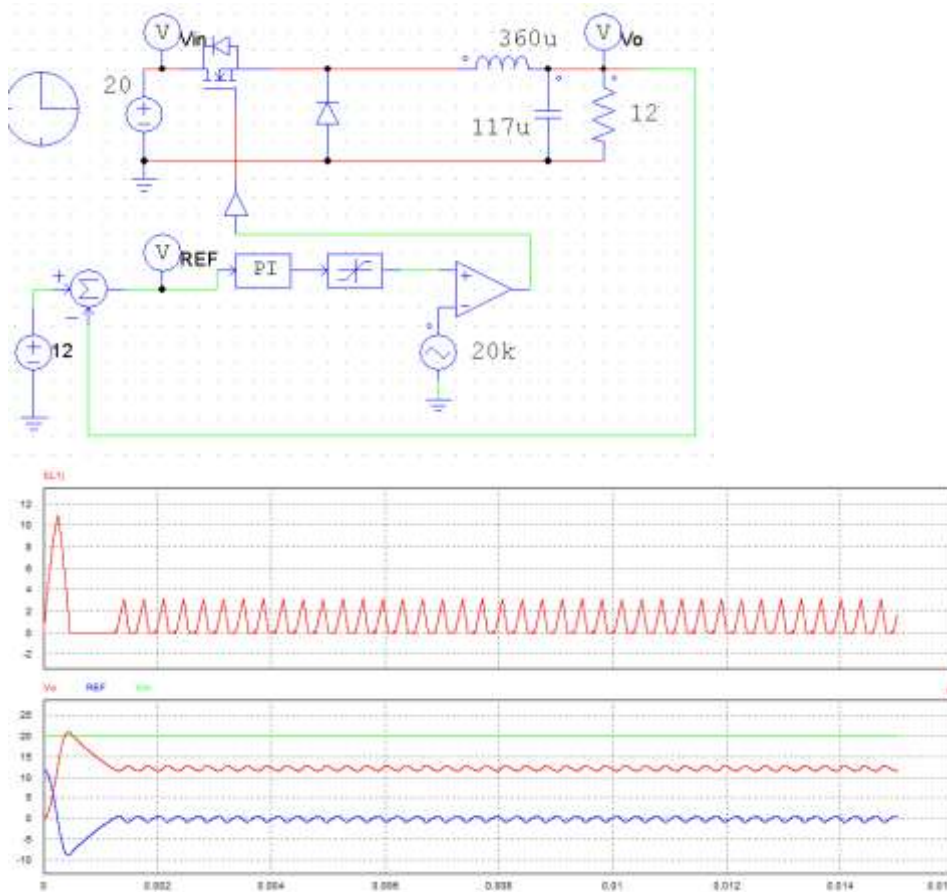
$$C = (\Delta I \cdot \Delta T) / (\Delta V - (\Delta I \cdot ESR))$$

Calculate C:

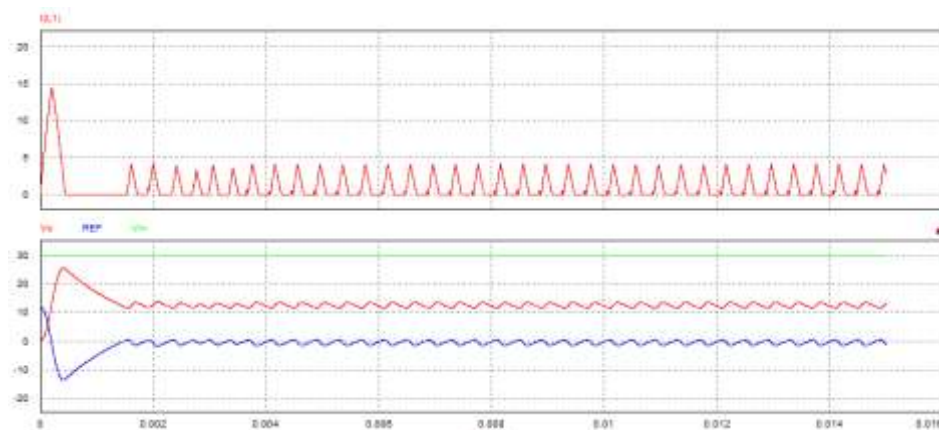
$$C_{out} = (1A \cdot 20 \text{ usec}) / (0.2V - (1A \cdot 0.03))$$

$$C_{out} = 117 \text{ uF (minimum)}$$

در حالت ایدآل پاسخ خروجی مدار به صورت زیر است :



با افزایش ولتاژ ورودی به 30 ولت :



در صورتی خازن به غیر ایدآل باشد، دارای یک مقاومت داخلی خواهد بود، اگر مقدار این مقاومت 0.1 اهم فرض شود :

Capacitor Effective Series resistance(ESR) = 0.1 ohm

