

آموزش PSCAD

آموزش مقدماتی تا پیشرفته نرم افزار شبیه سازی PSCAD



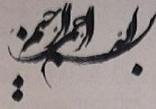
مجتبی اسماعیلی

محسن کجوری



نرم افزار «PSCAD»

یک برنامه شبیه ساز در
زمینه اهداف مختلف برای سیستم
های قدرت فازی و شبکه های کنترلی می
باشد. در واقع این نرم افزار به منظور مطالعه سیستم
های قدرت گذرا طراحی شده است. در این نرم افزار
می توان مدارهای در حال تحلیل را به صورت شماتیکی طراحی
و شبیه سازی کرده و پاسخ ها را مورد آنالیز قرار داد. PSCAD به کاربر
توانایی طراحی مدار، اجرای شبیه سازی، تحلیل نتایج و مدیریت داده ها را در یک
محیط گرافیکی کاملاً جامع می دهد. این نرم افزار دارای یک کتابخانه از مدل های پیش
برنامه ریزی و تست شده بوده که شامل المان های پسیو ساده، کنترلرها و مدل های پیچیده
شامل ماشین های الکتریکی، ادوات FACTS، خطوط انتقال، کابل ها و ... می باشد.
در این کتاب آموزش با روش مثال محور در نظر گرفته شده است که می تواند با صرف کمترین
زمان توسط کاربران عزیز، بالا ترین تسلط به نرم افزار و قابلیت های آن حاصل شود. مثال ها به گونه ای
انتخاب شده اند که علاوه بر آموزش، کاربردهای مختلف شبیه سازی در موضوعات ذکر شده را نیز نمایان
خواهد کرد.



آموزش مقدماتی تا پیشرفته

نرم افزار pscad

مولفان:

مجتبی اسماعیلی / محسن کجوری



۱۳۹۸

سرشناسه	اسماعیلی، مجتبی (مهندس برق)، ۱۳۶۹ -
عنوان و نام پدیدآور	آموزش مقدماتی تا پیشرفته نرم افزار pscad/ مجتبی اسماعیلی، محسن کجوری
مشخصات نشر	تهران: نخبه‌سازان، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۲۳۲ ص: مصور.
شابک	978-964-5938-60-2
وضعیت فهرست‌نویسی	فبا
موضوع	پی. اس. کد
موضوع	PSCAD (Computer software)
موضوع	برق - سیستم‌ها - شبیه‌سازی کامپیوتری
موضوع	Electric power systems - Computer simulation
موضوع	برق - سیستم‌ها - طراحی به کمک کامپیوتر
موضوع	Electric power systems - Computer-aided design
شناسه افزوده	کجوری، محسن، ۱۳۶۹ -
رده‌بندی کنگره	TK ۱۵۴۱ / الف ۵ ۱۸ ۱۳۹۸
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۴۵
شماره کتابشناسی ملی	۵۶۴۵-۷۶



آموزش مقدماتی تا پیشرفته نرم افزار pscad

مجتبی اسماعیلی / محسن کجوری

چاپ اول

تابستان ۱۳۹۸

۳۷۰۰۰ تومان

لیتوگرافی نقش سبز

چاپ ترانه

صحافی تیرگان

۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۹۳۸-۶۰-۲

نشانی انتشارات: خیابان جمهوری - خیابان دانشگاه شمالی - کوچه بهار - بلاک ۳ - واحد ۵

تلفن: ۶۶۹۶۲۸۰۲ فکس: ۶۶۴۹۳۱۸۵



تقديم به ساحت مقدس امام مهدي (عج الله تعالى فرجه الشريف)

سلامتی و تعجیل در فرج حضرت ولیعصر ارواحنا له الفداء **صلوات**

مقدمه مولف

نرم افزار PSCAD (Power Systems Computer Aided Design) یک برنامه شبیه ساز در زمینه اهداف مختلف، برای سیستم های قدرت فازی و شبکه های کنترلی می باشد. در واقع این نرم افزار به منظور مطالعه سیستم های قدرت گذرا طراحی شده است. در این نرم افزار می توان مدارهای مورد نظر برای تحلیل را به صورت شماتیکی طراحی و شبیه سازی کرده و پاسخ های آن را مورد آنالیز قرار داد. PSCAD به کاربر توانایی طراحی مدار، اجرای شبیه سازی، تحلیل نتایج و مدیریت داده ها را در یک محیط گرافیکی کاملاً جامع خواهد داد. این نرم افزار دارای یک کتابخانه از مدل های پیش برنامه ریزی و تست شده بوده که شامل المان های پسیو ساده، کنترلرها و مدل های پیچیده شامل ماشین های الکتریکی، ادوات FACTS، خطوط انتقال، کابل ها و ... می باشد.

مدل های موجود در نرم افزار PSCAD:

- ✓ ترانسفورماتورها
- ✓ ماشین های مختلف (سنکرون، آسنکرون، DC)
- ✓ درایوها و بلوک های کنترلی
- ✓ توربین های مختلف (بادی، آبی، بخاری)
- ✓ انواع خطاها، رله ها و کلیدها

- ✓ کابل‌ها و خطوط انتقال
- ✓ ادوات الکترونیک قدرت (دیودها، تریستورها، IGBT، GTO)
- ✓ ادوات FACTS (SVC، HVAC)

حوزه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی مورد استفاده در نرم‌افزار PSCAD:

- ✓ شبکه‌های توزیع برق
- ✓ سیستم‌های الکترونیک قدرت و درایو
- ✓ بارهای صنعتی غیرخطی بزرگ
- ✓ کابل‌ها و خطوط انتقال
- ✓ شبیه‌سازی ماشین‌ها، موتورهای یک کارخانه و ترانسفورماتورها
- ✓ خطاها و رله‌های حفاظتی موجود در شبکه
- ✓ مطالعات حالات گذرا
- ✓ طراحی قسمت حفاظتی پست
- ✓ اصابت صاعقه، خرابی‌ها و شکست در عملیات

در این کتاب قسمت‌های مختلف نرم‌افزار PSCAD از طریق حل مثال‌های متنوع در قالب فصل‌های مختلف آموزش داده شده است. روند انتخاب مثال‌ها به ترتیب از آسان به دشوار بوده و در فصل‌های ابتدایی توضیحات کامل‌تری، برای آموزش نکات اولیه جهت انجام شبیه‌سازی ارائه شده است که در فصل‌های بعدی از تکرار آموزش‌های مطرح شده

خودداری می‌شود. جهت یادگیری کامل کتاب پیشنهاد می‌شود مطالعه کتاب از ابتدا شروع شود و پس از تسلط بر روی هر فصل، مطالعه فصل‌های بعدی آغاز گردد.

در پایان خداوند متعال را از لطف، احسان و نعماتی که به این حقیر عنایت فرموده و توفیق نوشتن این اثر را به بنده حقیر مرحمت نموده‌اند، بی‌نهایت شکر گذارم.

از زحمات برادران بزرگووارم، آقایان عبدالحسین حویزه و سعید نصیری زرنندی تقدیر و تشکر فراوان دارم.

مجتبی اسماعیلی

m.esmaeili.ee@gmail.com

پاییز ۱۳۹۷

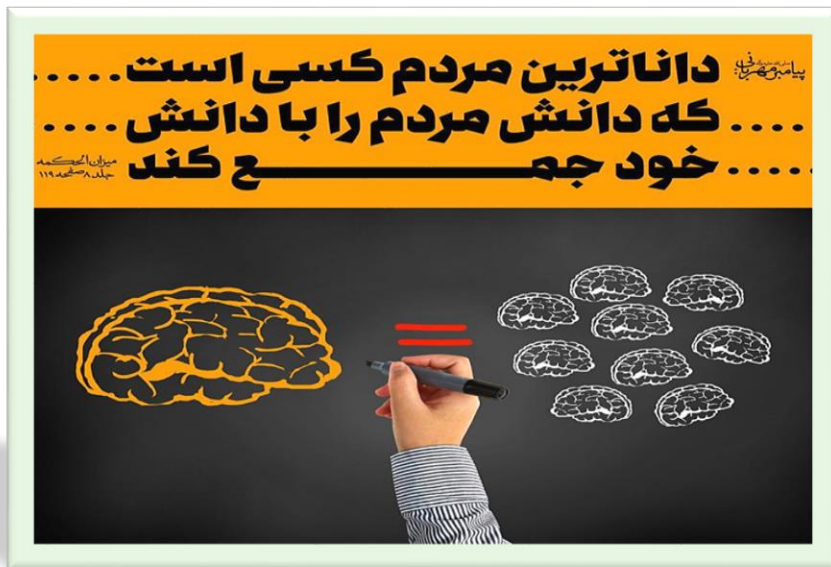


فهرست

- فصل ۱ " محیط نرم افزار " ۱
- فصل ۲ " شبیه سازی یک مدار RL سری " ۱۳
- فصل ۳ " شبیه سازی توان و ولتاژ بارهای خروجی " ۳۳
- فصل ۴ " شبیه سازی Breaker " ۴۹
- فصل ۵ " شبیه سازی خط انتقال سه فاز " ۵۹
- فصل ۶ " شبیه سازی یکسوساز نیم موج و تمام موج مدار تک فاز و سه فاز " ۷۳
- فصل ۷ " شبیه سازی یکسوساز تریستوری " ۸۱
- فصل ۸ " شبیه سازی شبکه درون شهری " ۹۱
- فصل ۹ " شبیه سازی فیلتر اکتیو سه فاز " ۱۰۵
- فصل ۱۰ " شبیه سازی عملکرد GTO " ۱۱۷
- فصل ۱۱ " شبیه سازی جبرانساز استاتیک ۶ پالسی " ۱۲۳
- فصل ۱۲ " جبرانساز توان راکتیو " ۱۳۳
- فصل ۱۳ " شبیه سازی مدار راه انداز ماشین DC " ۱۵۳
- فصل ۱۴ " بررسی و اندازه گیری پارامترهای موتور DC " ۱۶۷
- فصل ۱۵ " شبیه سازی کندانسور سنکرون " ۱۷۷
- فصل ۱۶ " شبیه سازی عملکرد دیزل ژنراتور " ۱۹۵
- فصل ۱۷ " شبیه سازی ماشین سنکرون مغناطیس دائم " ۲۱۱
- فصل ۱۸ " شبیه سازی موتور القایی " ۲۳۳
- فصل ۱۹ " شبیه سازی مدار هارمونیک " ۲۳۷
- فصل ۲۰ " شبیه سازی رزونانس زیرسنکرون برای یک موتور سنکرون " ۲۵۱
- "مراجع" ۲۶۳

تقدیم به پیامبر خوبی‌ها حضرت محمد (صلی الله علیه و آله وسلم):

تا نام تو برده می شود، چراغ‌های صلوات، در جان لحظه‌ها فروزان می‌شوند، تا فضیلتی از تو گفته می‌شود، دل‌ها از بوی گل محمدی زنده می‌شوند. یاد نویدبخش تو، درب‌های صبح را به روی ما می‌گشاید. قرآن تو، نزدیک‌ترین راه‌هایی است و نهج الفصاحات، پاک‌ترین مبحث بندگی. قرآن، معجزه‌ای است که از دست‌های روشن تو به ما رسید و مرهمی شد بر داغ‌های همه روزه بشریت. نهج الفصاحه، سرزمین پهناور دوستی است، زمزمه‌های بهاری گنجشکان بر درخت است که روبه‌روی لحظات خستگی انسان، قدمی کشد. دنیا، شاداب و جوان می‌ماند اگر سطری از اندرزهای تو را به کار بندد، همچنان که منبر و مسجد و مأذنه از ذکر و نام تو فعال مانده‌اند. یا رسول الله (صلی الله علیه و آله وسلم)، تو را نشناخته‌ایم و فقط می‌دانیم که نامت بر همه کائنات ترجیح دارد. چگونه می‌توان شعاع دایره خوبی‌هایت را ترسیم کرد؟ «مدینه» با آن عظمتش، هیچ‌گاه ادعا نمی‌کند که تو را شناخته است...



فصل اول

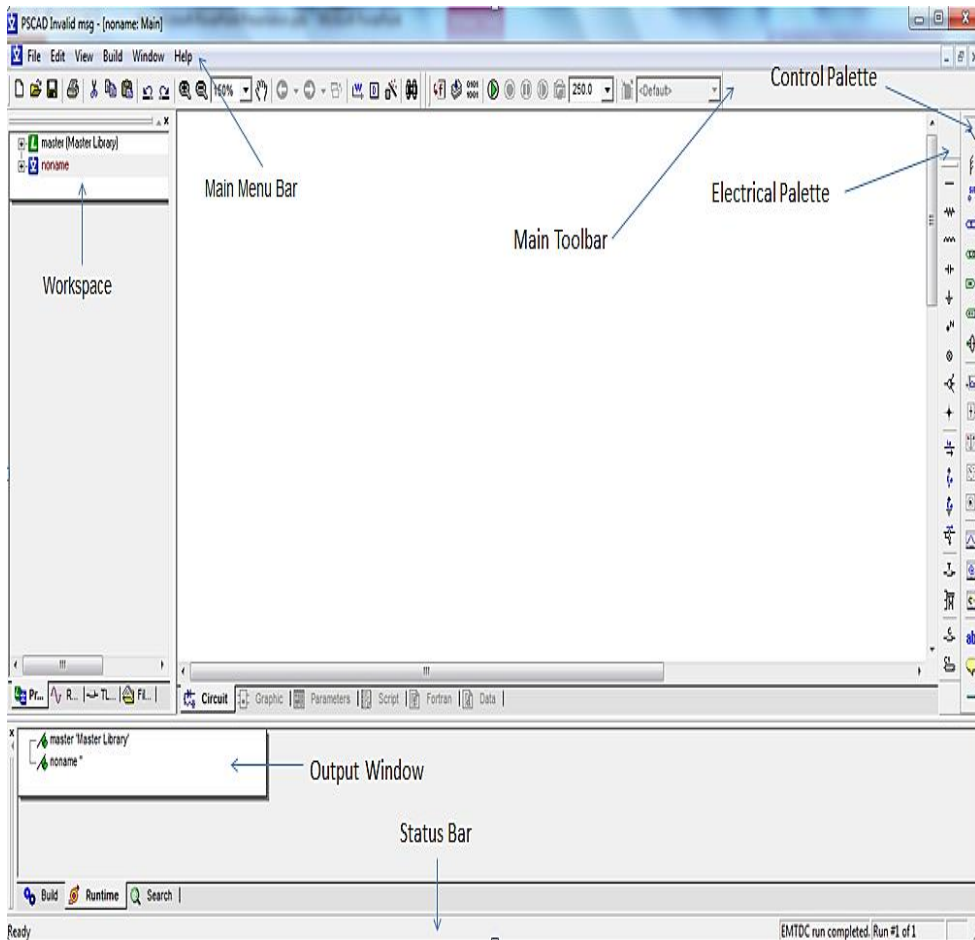
محیط نرم افزار

۱- محیط PSCAD

شکل (۱.۱) محیط نرم افزار PSCAD را نشان می دهد که شامل بخش های زیر می باشد.

- ۱- سربرگ اصلی (Main Toolbar)
- ۲- پالت الکتریکی (Electrical Palette)
- ۳- پالت کنترلی (Control Palette)

- ۴- نوار انتخاب (Tab)
- ۵- فضای کاری (Workspace)
- ۶- پنجره خروجی (Output Window)
- ۷- نوار وضعیت (Status Bar)





شکل (۱.۱): محیط PSCAD

۱-۲- سربرگ اصلی (Main Toolbar)

توضیحات مربوط به عملکرد هر یک از المان‌های سربرگ اصلی در قسمت زیر بیان

شده است.

ساخت پروژه جدید  فراخوانی پروژه‌های موجود 

ذخیره کردن تغییرات در پروژه فعال  چاپ شبیه‌سازی 

بریدن قسمت انتخاب شده  کپی قسمت انتخاب شده 

چسباندن بخش کپی شده  برگشت به عقب 

انجام مجدد  بزرگ کردن 

کوچک کردن  تنظیم بزرگ نمایی 

جابجایی صفحه با ماوس  برگشت به عقب (در کتابخانه) 

برگشت به جلو (در کتابخانه)  برگشت به صفحه اصلی کتابخانه 

ایجاد یک مدل فرضی 	اتصال سیم 
جستجو 	ساخت یک بلوک جدید 
کامپایل تمام مدل‌ها 	کامپایل کردن 
اجرای شبیه‌سازی 	ساخت فایل پروژه 
توقف شبیه‌سازی 	قطع شبیه‌سازی 
گرفتن عکس 	اجرای پله ای شبیه‌سازی 
فهرست تنظیم‌ها 	تغییر در پله‌های زمانی منحنی‌ها 
	لیست الگوهای تنظیم 

۱-۳- پالت الکتریکی (Electrical Palette)

افزودن مقاومت 	افزودن سیم 
---	--

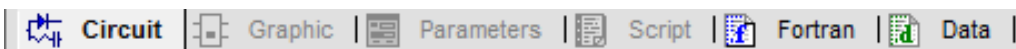
افزودن سلف		افزودن خازن	
افزودن زمین		افزودن گره	
افزودن گره خارجی		تبدیل سه‌فاز به تک‌فاز و برعکس	
افزودن پین		آمپر متر	
ولت متر		ولت متر نسبت به زمین	
مولتی متر		افزودن تنظیمات خط انتقال	
افزودن خط انتقال		افزودن تنظیمات کابل	
افزودن کابل			

۱-۴- پالت کنترلی (Control Palette)

افزودن انتخاب‌گر اطلاعات		افزودن ادغام‌گر اطلاعات	
--------------------------	---	-------------------------	---

افزودن عدد صحیح ثابت		افزودن برچسب اطلاعات	
افزودن ورودی اطلاعات		افزودن عدد حقیقی ثابت	
ارتباط رادیو		افزودن خروجی اطلاعات	
افزودن لغزنده		افزودن کانال خروجی	
افزودن صفحه شماره گیر		افزودن کلید	
افزودن قاب منحنی ها		افزودن دکمه فشاری	
افزودن قاب کنترلی		افزودن قاب منحنی های دو متغیره	
افزودن برچسب		افزودن متن	

۱-۵- نوار انتخاب (Tab)



(شکل ۲.۱): نوار انتخاب (Tab)

Circuit : صفحه مربوط به طراحی مدار

Graphic : صفحه مربوط به طراحی گرافیکی بلوک‌ها

Parameters : صفحه مربوط به تنظیم پارامترهای ورودی

Script : مربوط به زبان برنامه نویسی

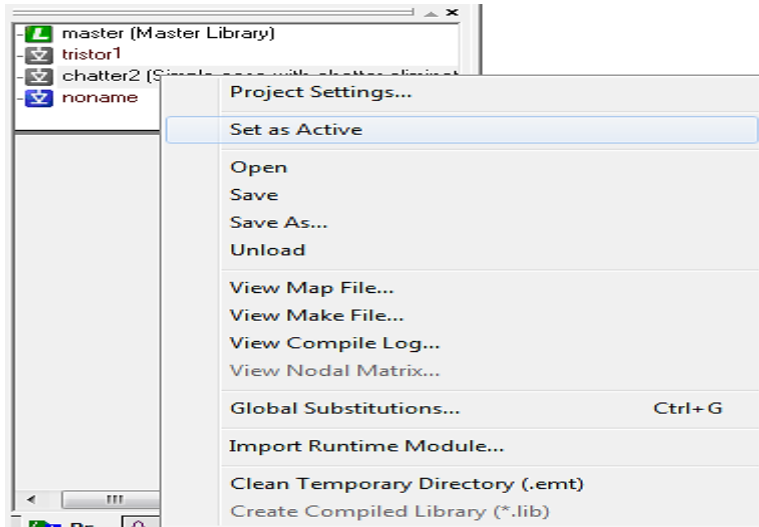
Fortran : کد فرترن نهایی پروژه

Data : صفحه اصلی اطلاعات

۱-۶- فضای کاری (Workspace)

این فضا شامل کتابخانه و پروژه‌های بارگذاری شده می‌باشد. اولین پنجره این قسمت کتابخانه می‌باشد که با دابل کلیک کردن روی آن فهرست اصلی نمایان می‌شود و می‌توان قطعات دلخواه را کپی کرده و به صفحه پروژه انتقال داد. پروژه‌ها به تعداد دلخواه می‌تواند در فضای کاری بارگذاری شود اما فقط یک پروژه می‌تواند اجرا و شبیه‌سازی شود که در اصطلاح به آن پروژه فعال گفته می‌شود و دارای رنگ آبی می‌باشد و پروژه‌های غیر فعال نیز دارای رنگ خاکستری می‌باشد. برای اینکه بتوانید هر پروژه غیر فعال را فعال کنید کافی

است روی آن کلیک راست کرده و گزینه Set as Active را کلیک کنید که در اینصورت پروژه فعال و آماده اجرا می‌شود.



(شکل ۳.۱): فعال کردن پروژه

در انتهای قسمت Workspace چهار زبانه انتخاب دیده می‌شود.



(شکل ۴.۱): فضای کاری (Workspace)

فهرست پروژه‌ها و کتابخانه را نمایش می‌دهد.

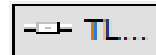


قسمت‌های مختلف پروژه وقتی که روی آن کلیک شود، همراه با علامت



نمایش داده می‌شود.

پروژه‌های فعال را نمایش می‌دهد.



کدهای پروژه فعال را نمایش می‌دهد.

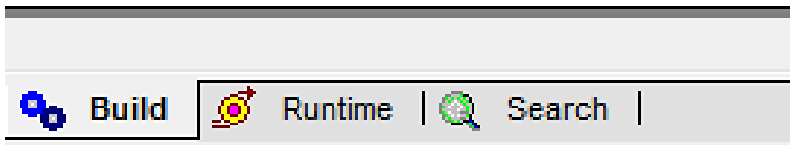


۱-۷- پنجره خروجی (Output Window)

در این پنجره پیام‌هایی نمایش داده می‌شود که نشان‌دهنده اجرای صحیح پروژه یا اجرای همراه با خطای پروژه می‌باشد. این پیام‌ها در دو بخش ساخت (Build) و زمان اجرا (RunTime) تقسیم می‌شود و قسمت سوم نیز برای جستجو نتایج آن می‌باشد.

```

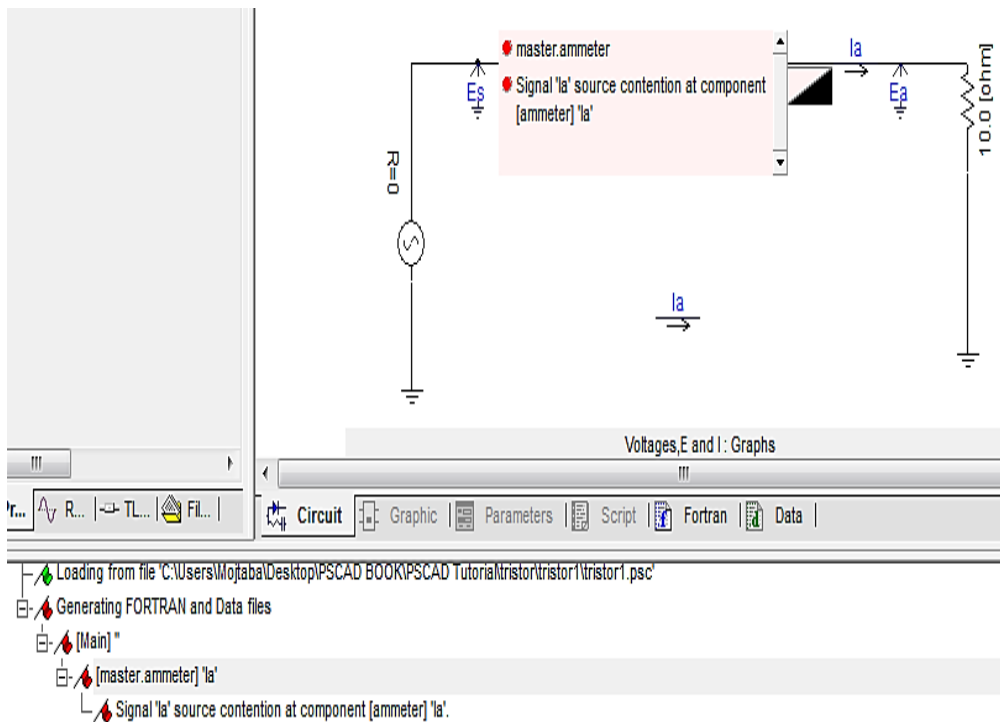
+ - master 'Master Library'
+ - transistor1 "
+ - chatter2 'Simple case with chatter elimination'
  
```



(شکل ۵.۱): پنجره خروجی (Output Window)

در این پنجره هر پیام همراه با پرچم نمایش داده می‌شود که رنگ هر پرچم نشان‌دهنده نوع آن خطا می‌باشد. پرچم سبز نشانه صحیح بودن، پرچم زرد نشانه اخطار و پرچم قرمز

نشانه خطا می باشد. وقتی پرچم سبز باشد شبیه سازی اجرا شده و نتایج بدست آمده کاملاً دقیق است. وقتی پرچم زرد باشد به معنی اخطار است که ساخت و اجرای شبیه سازی را دچار اختلال نمی کند و شبیه سازی اجرا می شود اما می تواند نتایج شبیه سازی را دچار اختلال کند. وقتی پرچم قرمز باشد اجرای شبیه سازی قطع می شود که باید محل خطا مشخص شده و عیب یابی صورت بگیرد. برای پیدا کردن خطا باید ابتدا علامت + کنار خطا را کلیک کنید که تمام زیر شاخه های خطا نمایان می شود و سپس روی گزینه خطا دابل کلیک کنید، با این کار علت خطا در صفحه نمایش داده می شود.



(شکل ۶.۱): پنجره خروجی (Output Window)

همان‌طور که در شکل بالا مشخص است یک آمپر متر اضافی در فضای مدار قرار گرفته است که موجب خطا در ساخت مدار شده و با دابل کلیک کردن روی زیر شاخه خطا، علت خطا در صفحه نشان داده شده است.

۱-۸- نوار وضعیت (Status Bar)

وضعیت نرم‌افزار را در حالت آماده به کار، غیر آماده برای کار و در حال اجرای شبیه‌سازی نشان می‌دهد.

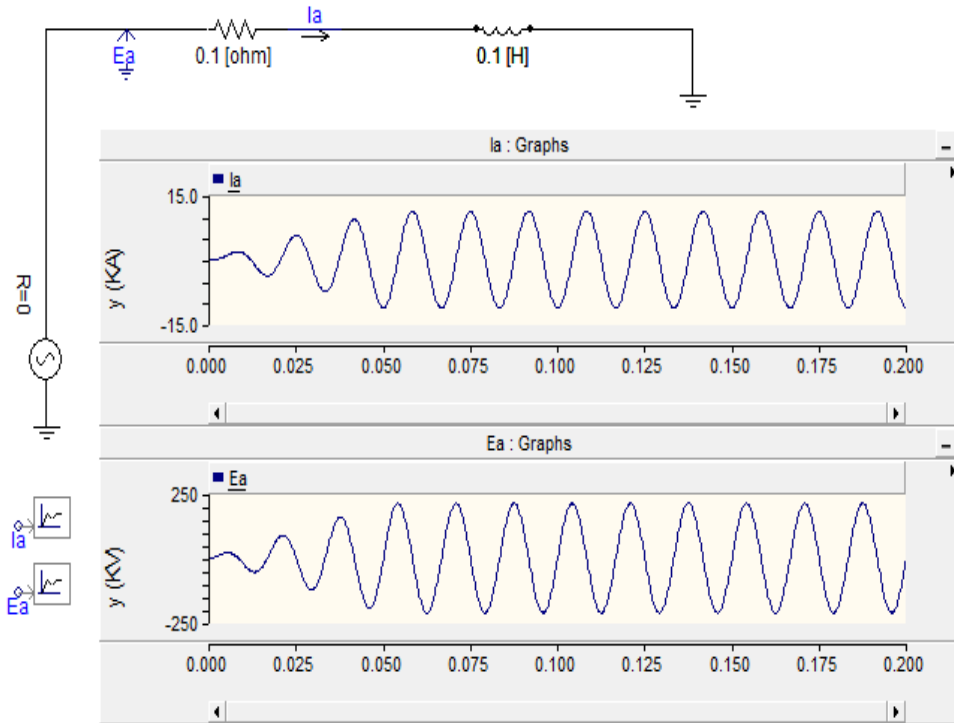
فصل دوم

شبیه‌سازی یک مدار RL سری

۲- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی یک مدار RL سری انجام خواهد گرفت و شکل موج‌های جریان سری و ولتاژ موازی در حالت گذرا و ماندگار بدست خواهد آمد.

۲-۱- طرح مدار

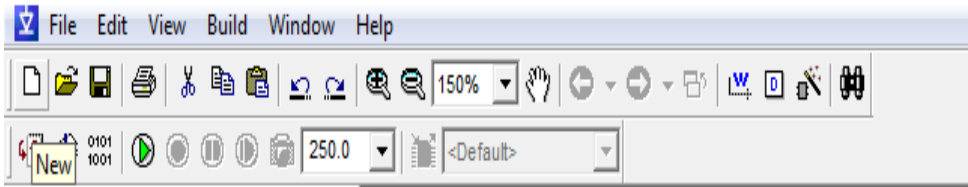


(شکل ۱.۲): طرح مدار

۲-۲- اجرای شبیه‌سازی

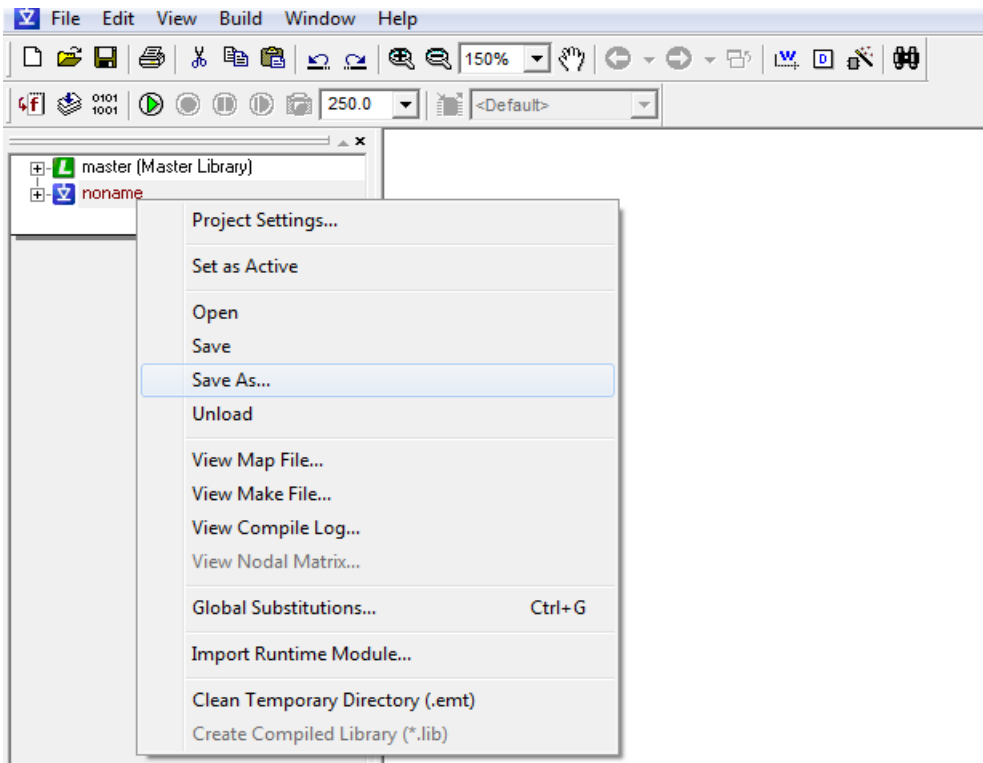
برای شروع مثال از قسمت Main Toolbar گزینه New  را انتخاب کنید که

صفحه جدیدی ایجاد می‌شود.



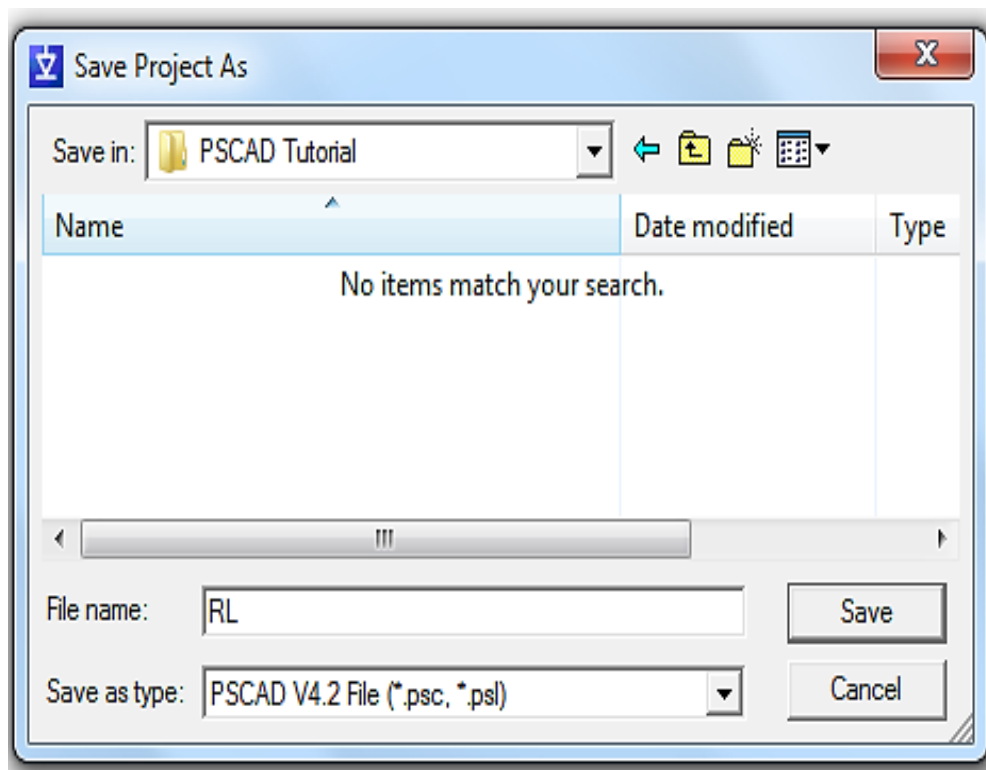
(شکل ۲.۲): گزینه New

این صفحه جدید ایجاد شده در قسمت Workspace با نام noname قابل مشاهده می‌باشد که برای نام گذاری و ذخیره‌سازی آن بر روی این گزینه کلیک راست کرده و گزینه Save As را کلیک کنید.



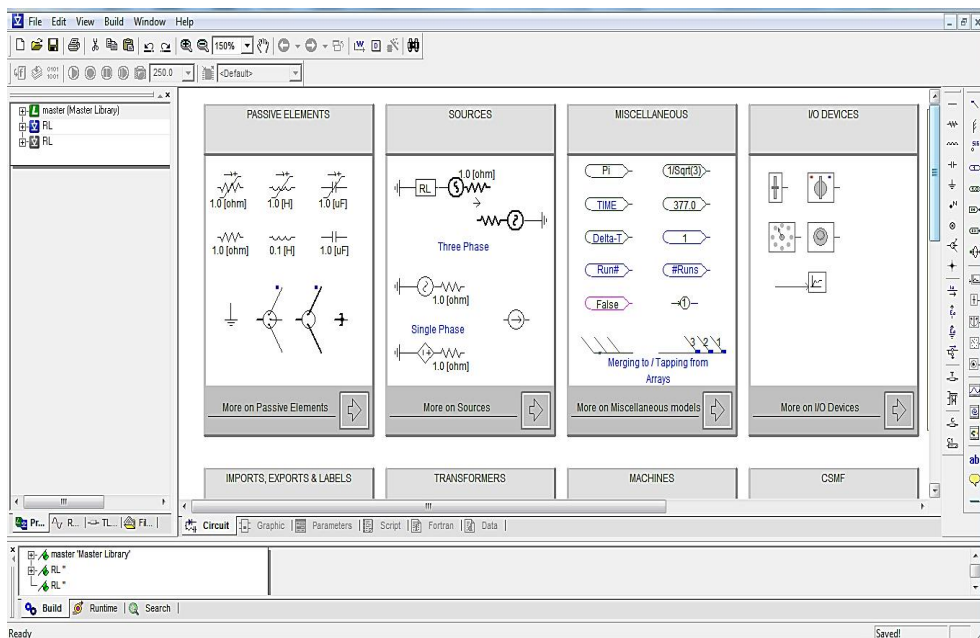
(شکل ۳.۲): ذخیره‌سازی پروژه

در این مرحله باید نام مثال (RL) و مسیر ذخیره سازی به آن داده شود و روی گزینه Save کلیک کنید تا مثال ذخیره گردد.




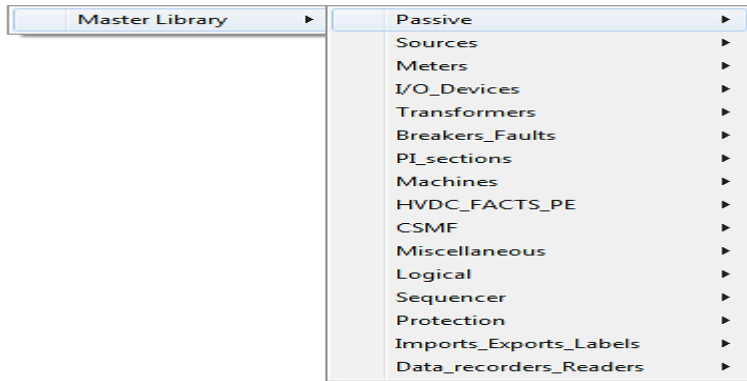
(شکل ۴.۲): نام‌گذاری و محل ذخیره‌سازی پروژه

در این قسمت شروع به شبیه‌سازی مدار می‌کنیم، برای این منظور نیاز به قطعات و المان‌های اندازه‌گیری و سایر موارد داریم، این کار از دو روش امکان‌پذیر است. روش اول این است که از قسمت Workspace روی گزینه **master (Master Library)** دابل کلیک کرده و وارد منوی آن بشویم. فضای این منو در شکل زیر نمایش داده شده است.



(شکل ۵.۲): کتابخانه نرم‌افزار

این کتابخانه شامل المان‌های پسیو، منابع، ترانسفورمرها و سایر ادوات می‌باشد که سعی شده است با مثال‌های مختلف این کتابخانه توضیح داده شود. متناسب با المانی که مورد نیاز باشد در قسمت سر فصل آن، روی علامت پیکان دابل کلیک می‌کنیم  با این کار وارد پوشه آن سر فصل خواهیم شد و برای اضافه کردن هر قطعه به مدار، روی آن قطعه کلیک راست کرده و آن را کپی (copy) می‌کنیم و به پروژه انتقال (Paste) می‌دهیم. روش دوم و سریع‌تر بدین صورت است که روی صفحه‌ای که پروژه را ایجاد کردید (راست کلیک + Ctrl) را بزنید در اینصورت کتابخانه Master Library قابل مشاهده است که با یک بار چپ کلیک کردن روی هر المان می‌توانید آن را به مدار انتقال دهید.

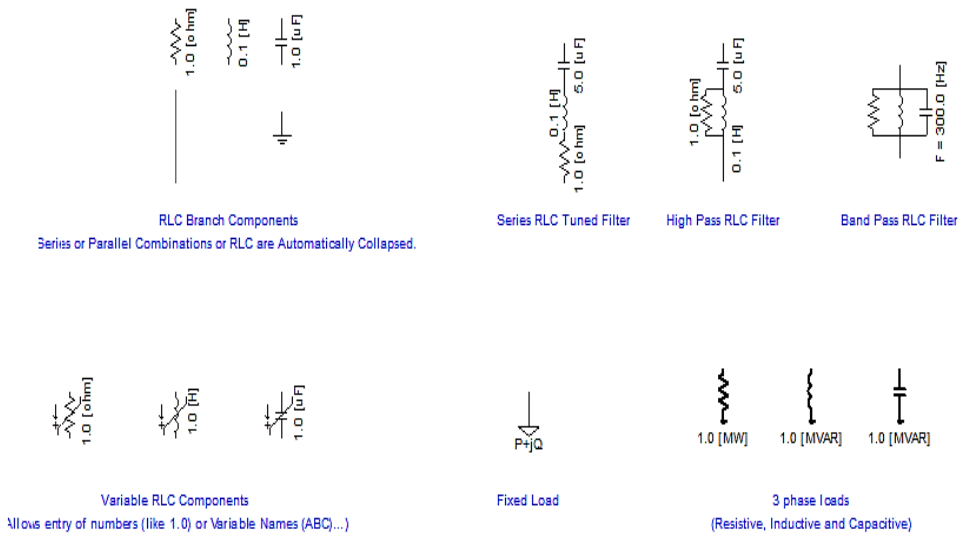


(شکل ۶.۲): کتابخانه نرم‌افزار

در این پروژه ما نیاز به مقاومت و سلف داریم برای این منظور از سرفصل

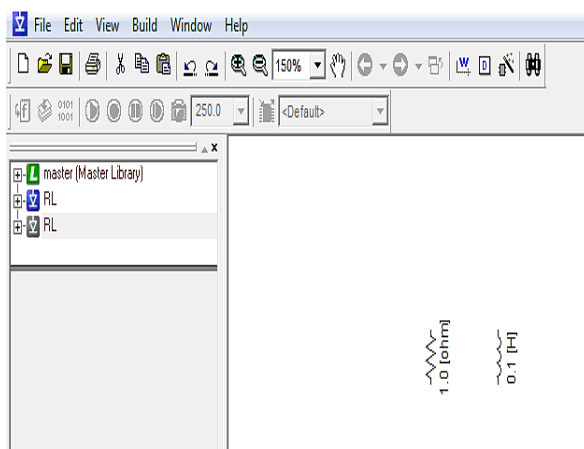
روی علامت پیکان دابل کلیک کنید که با این کار پوشه این سر **PASSIVE ELEMENTS**

فصل باز می‌شود که قسمتی از المان‌های این پوشه در شکل زیر قابل مشاهده است.




(شکل ۷.۲): پوشه PASSIVE ELEMENTS

برای انتخاب مقاومت و سلف از گزینه اول این پوشه استفاده کرده و روی مقاومت کلیک راست و سپس copy و آنرا در پروژه Paste کنید همین کار را برای سلف هم انجام دهید.

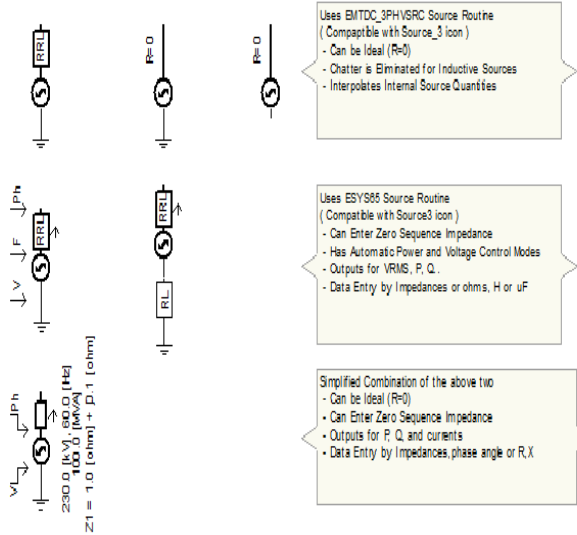


(شکل ۸.۲): انتخاب مقاومت و سلف

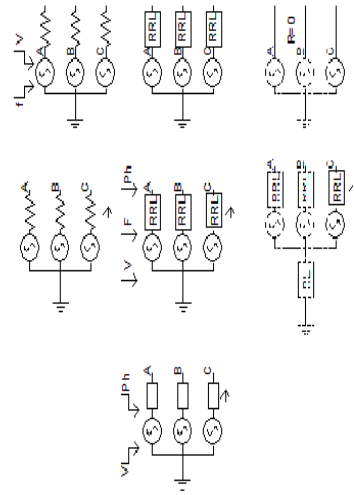
SOURCES

ما در این پروژه نیاز به منبع ولتاژ سینوسی داریم که آنرا از سرفصل master به مدار اضافه می‌کنیم. در اینجا لازم به ذکر است که وقتی که ما در MasterLibrary) سر فصلی را باز می‌کنیم، کتابخانه در این پوشه باز شده باقی می‌ماند به منظور بیرون آمدن از این پوشه و انتخاب سایر سرفصل‌ها باید از منوی Main Toolbar گزینه back  را کلیک کرده تا بتوانیم از سایر سرفصل‌ها استفاده کنیم. در ادامه وارد سرفصل **SOURCES** می‌شویم و قسمتی از این سرفصل در شکل زیر قابل مشاهده است.

Single line diagram view



3 phase diagram view

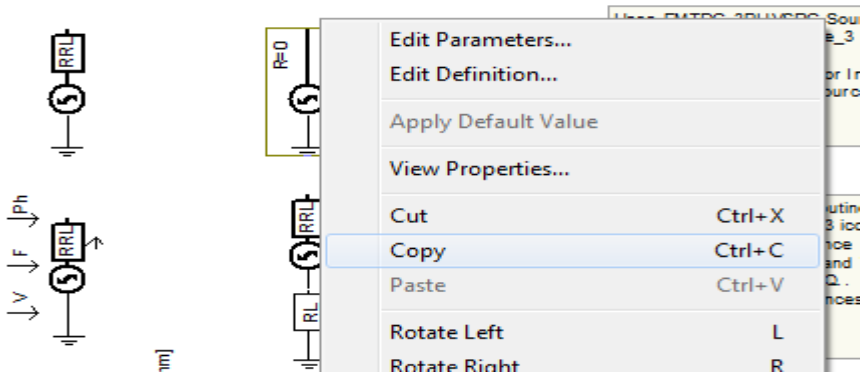


(شکل ۹.۲): منابع

در این قسمت ما نیاز به منبع تک‌فاز زمین‌شده با مقاومت داخلی صفر داریم که آنرا از

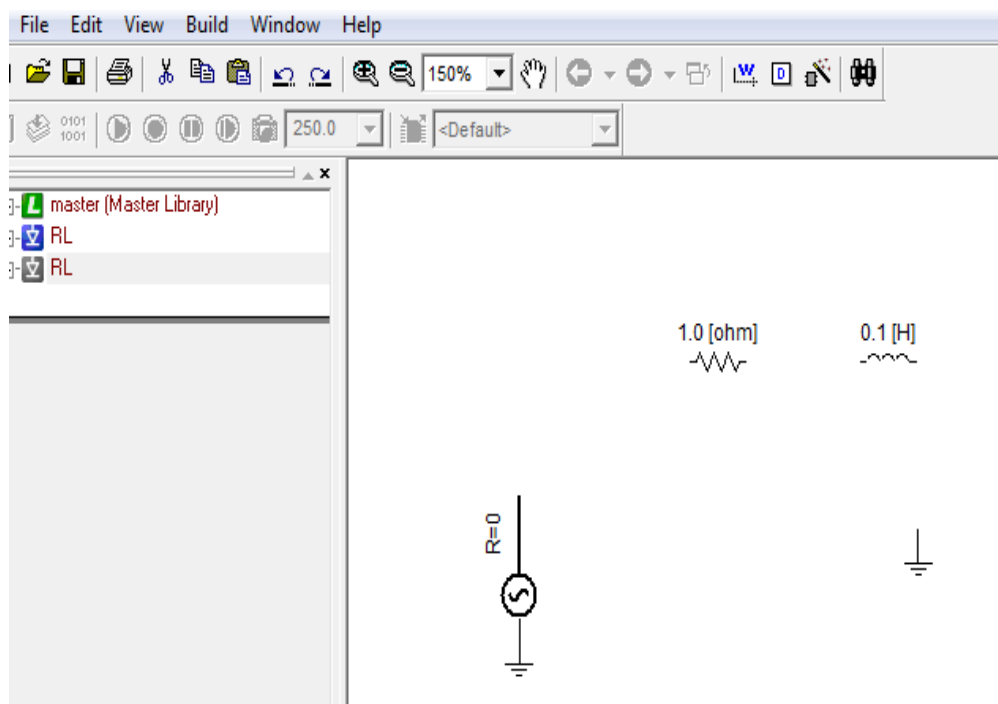
قسمت **Single line diagram view** انتخاب کنید و به مدار انتقال دهید.

Single line diagram view





(شکل ۱۰.۲): انتخاب منبع ولتاژ زمین‌شده

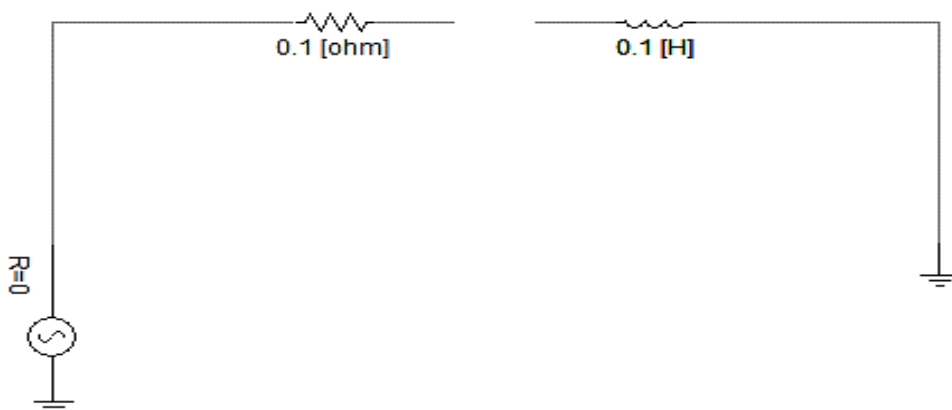
آخرین المان مورد نیاز زمین می‌باشد که آنرا از قسمت Electrical Palette انتخاب کرده \perp و به مدار اضافه کنید. تا این مرحله شما توانستید المان‌های مورد نیاز را به مدار انتقال دهید، در این قسمت شروع به تکمیل مدار خواهیم کرد. در اینجا نکته ای را باید ذکر کنیم که برای چرخش المان‌ها روی آن چپ کلیک کرده و کلید R را بزنید تا در جهت دلخواه قرار گیرد.





(شکل ۱۱.۲): انتخاب تمام المان‌های مورد نیاز

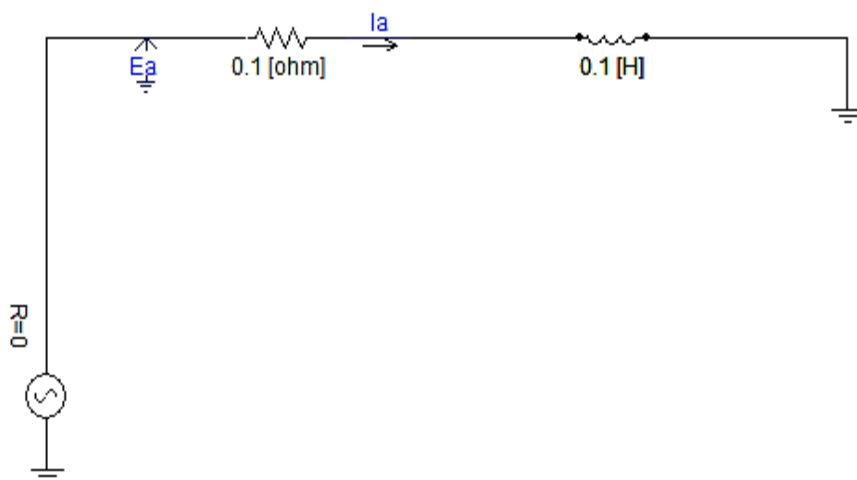
برای سیم‌کشی بین قطعات دو روش وجود دارد. روش اول و سریع تر این است که از قسمت Electrical Palette روی گزینه \perp کلیک کنید و آنرا بین قطعات قرار داده و

برای تغییر اندازه ان کافی است ابتدا یا انتهای آنرا با چپ کلیک کردن بکشید تا اندازه مطلوب ایجاد شود برای چرخش سیم به منظور قرار گرفتن به صورت عمودی تنها کافی است کلید R زده شود. روش دوم استفاده از گزینه Wire mode می‌باشد که در Main Toolbar با علامت  قابل مشاهده است وقتی این گزینه را کلیک کنید شکل مداد همراه با Mouse در اختیار شما قرار می‌گیرد برای سیم کشی در این حالت در انتهای هر قطعه چپ کلیک کرده و وقتی که به ابتدای قطعه دیگر رسیدید برای اتمام سیم کشی، راست کلیک کنید در این روش اگر نیاز به تغییر حالت سیم از افقی به حالت عمودی داشته باشید تنها کافی است در وسط سیم کشی یکبار چپ کلیک کنید و جهت حرکت Mouse را عمودی کنید تا تغییر دلخواه برای شما ایجاد شود برای بیرون آمدن از این حالت کافی است مجدداً روی گزینه  چپ کلیک کنید.



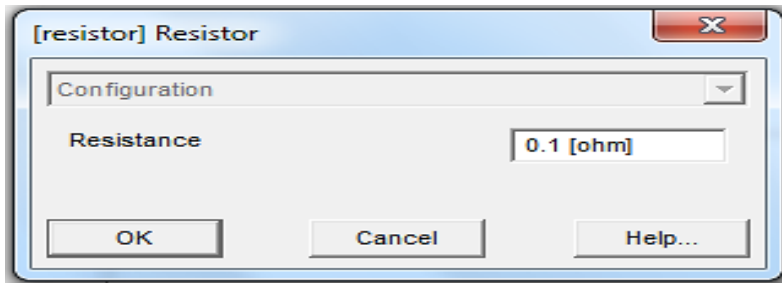
(شکل ۱۲.۲): سیم‌کشی بین المان‌ها

برای اندازه‌گیری جریان سری در مدار نیاز به آمپر متر داریم و همان طور که می‌دانید آمپر متر به صورت سری باید در مدار اعمال شود آمپر متر را از Electrical Palette انتخاب کنید  و به صورت سری در مدار بالا قرار دهید. برای ولت‌متر نیز آنرا از قسمت Electrical Palette انتخاب کنید  و به صورت موازی در مدار قرار دهید.



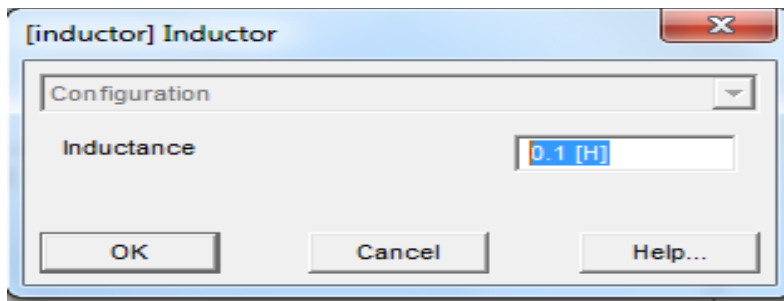
(شکل ۱۳.۲): اضافه نمودن آمپر متر و ولت‌متر

اگر وارد Help آمپر متر شویم، بیان شده است که واحد اندازه‌گیری آمپر متر کیلو آمپر است، همین حالت برای ولت‌متر نیز برقرار است که واحد آن کیلو ولت می‌باشد. اکنون باید وارد تنظیمات المان‌ها شویم و مقدار مطلوب را به آن‌ها اعمال کنیم، برای این کار روی مقاومت دابل کلیک کنید و مقدار آنرا ۰٫۱ اهم قرار دهید.



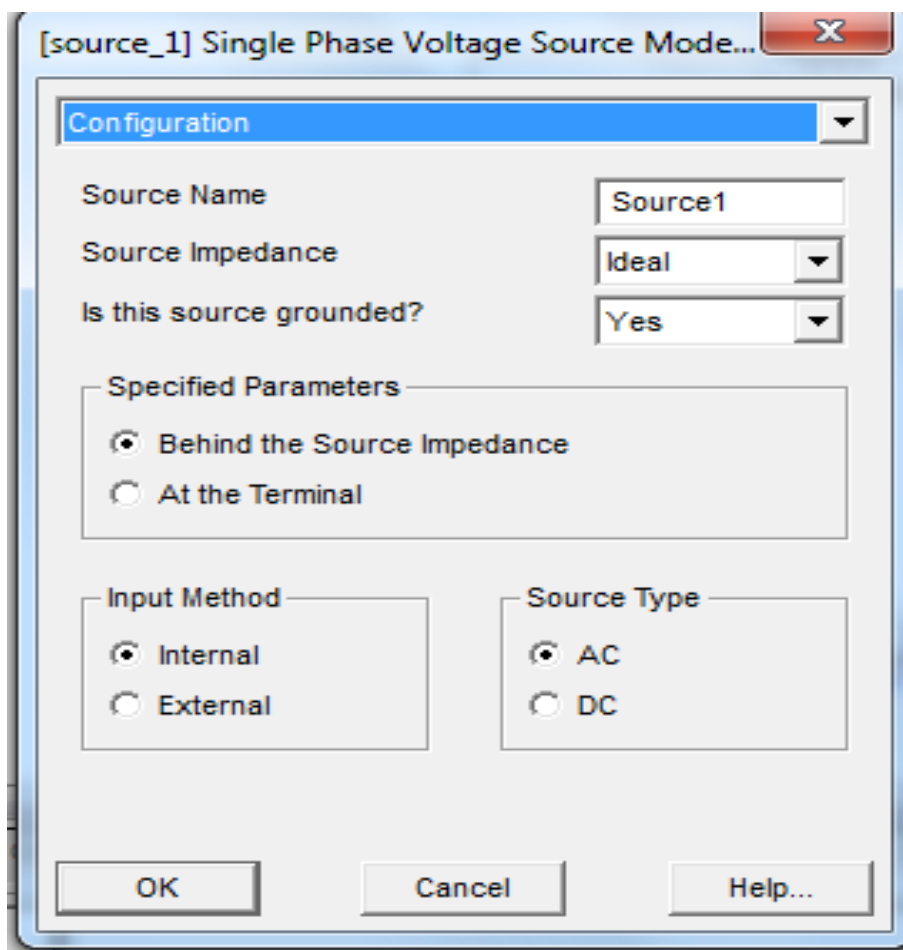
(شکل ۱۴.۲): تنظیم مقاومت

همین کار را برای سلف انجام داده و مقدار آنرا ۰,۱ هانری قرار دهید.



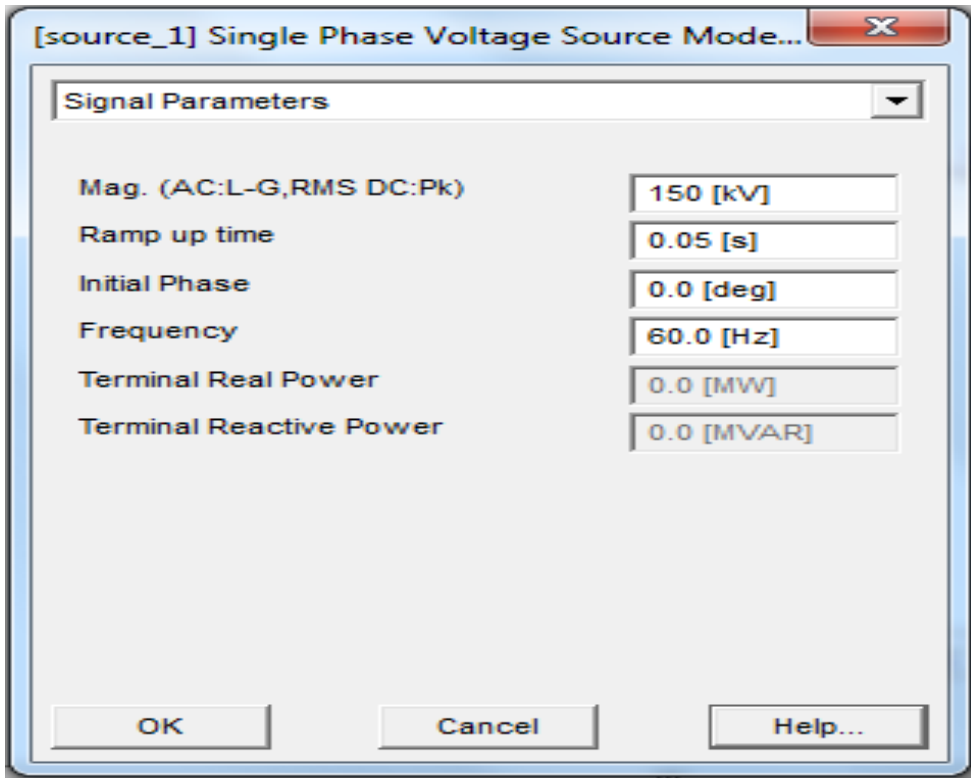
(شکل ۱۵.۲): تنظیم سلف

برای منبع ولتاژ نیز روی آن دابل کلیک کنید. این منبع چندین صفحه تنظیمات دارد لازم به ذکر است که این منبع می‌تواند دارای امپدانس‌های مختلف باشد که هر صفحه تنظیمات آن مربوط به نوعی از امپدانس R-RL-RLC می‌باشد که به فراخور نیاز، هر کدام را می‌توانیم انتخاب کنیم. در این پروژه منبع بدون امپدانس مورد نیاز است، بنابراین ما تنها نیاز به تنظیم دو سربرگ اول را داریم، سربرگ اول Configuration می‌باشد که تنظیمات آن به صورت زیر است.




(شکل ۱۶.۲): تنظیم منبع ولتاژ

دو نکته در این سربرگ وجود دارد مورد اول Source Impedance است که به صورت Ideal انتخاب شده، این به معنی مقاومت صفر برای منبع ولتاژ می‌باشد و مورد دوم Source Type است که باید به صورت Ac انتخاب کنید. سربرگ دوم Signal Parameters می‌باشد که تنظیمات آن به صورت زیر می‌باشد.



(شکل ۱۷.۲): تنظیم منبع ولتاژ



در این سربرگ دو نکته وجود دارد نکته اول Initial phase می‌باشد که اگر منبع نیاز به فاز اولیه داشته باشد می‌توانیم به آن مقدار بدهیم در این پروژه مقدار آن صفر است. نکته دوم Ramp up time می‌باشد که مربوط به کاهش راه اندازی حالت گذرا می‌باشد که در مورد آن دو نکته قابل توجه است اگر فرکانس ۶۰ هرتز باشد مقدار آن ۰,۰۵s و اگر فرکانس ۵۰ هرتز باشد مقدار آن ۰,۰۶s باید تنظیم شود. سایر سربرگ‌های منبع برای حالت‌های امیدانسی می‌باشد که در این مثال استفاده نمی‌گردد.

برای نشان دادن نمودار هر المان اندازه‌گیری (آمپر متر - ولت متر) در نرم‌افزار PSCAD یک روش مخصوص و یکسان وجود دارد. در این پروژه ما نیاز به نشان دادن شکل موج آمپر متر داریم به همین منظور از قسمت Control Palette روی گزینه Data Label  کلیک کنید و آنرا به پروژه منتقل کنید که المانی به صورت **SignalName** ایجاد می‌شود. نکته قابل توجه برای این المان این است که حتما باید نام این المان را در قسمت Data Signal Name برای آمپر متر Ia و برای ولت متر Ea قرار دهید.

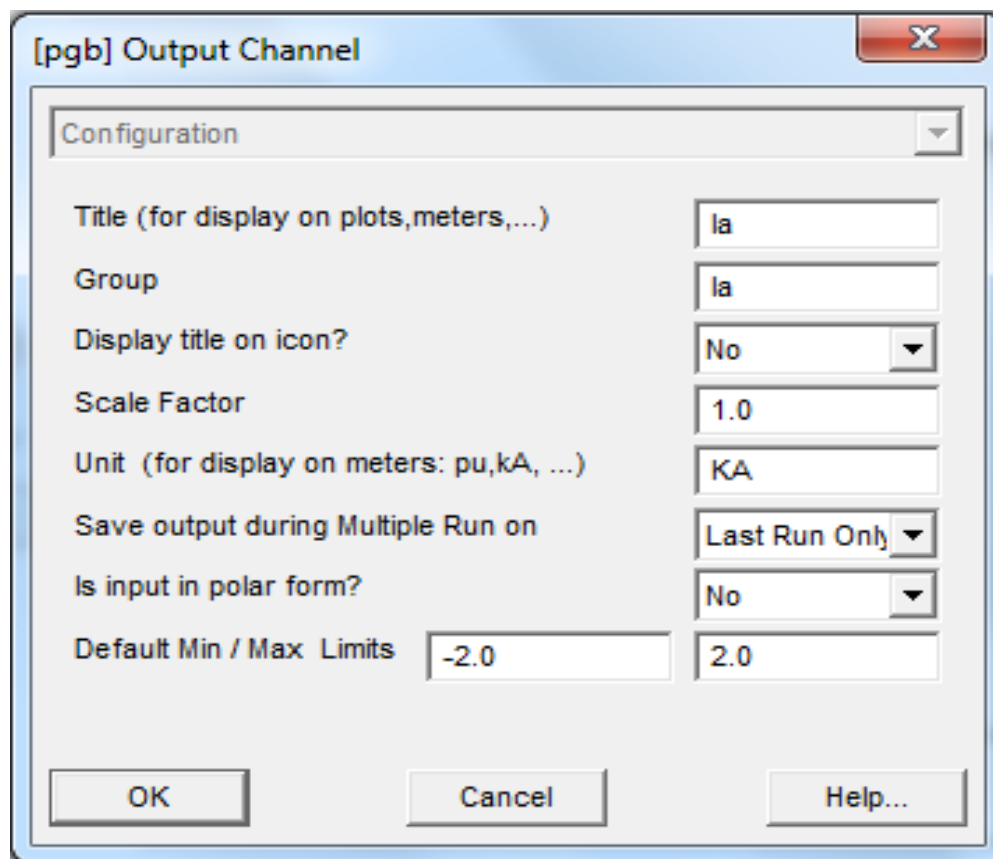


(شکل ۱۸.۲): تنظیم Data Signal Name

بعد از این کار در قسمت Control Palette روی گزینه Output Channel  کلیک

کرده و آنرا به Ia متصل کنید  سپس همین کار را مجدداً برای Ea بصورت 

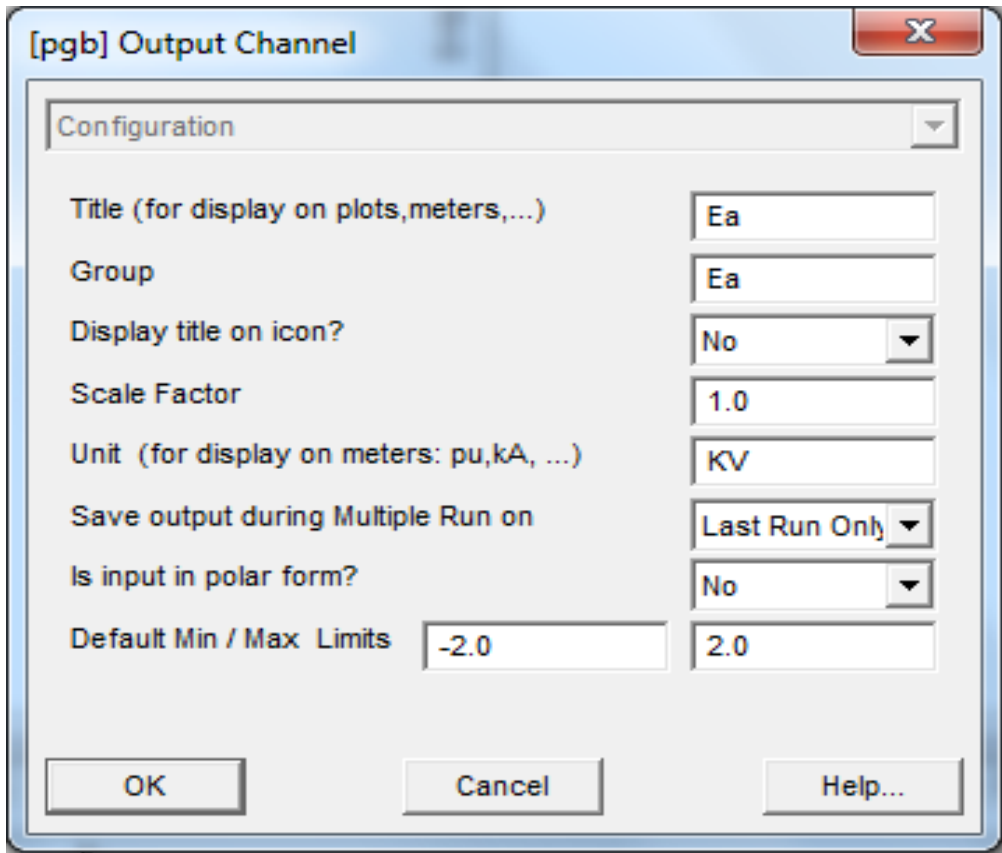
انجام دهید. روی Output Channel مربوط به Ia دابل کلیک کرده و تنظیمات زیر را بر روی آن اعمال کنید.




(شکل ۱۹.۲): تنظیم Output Channel

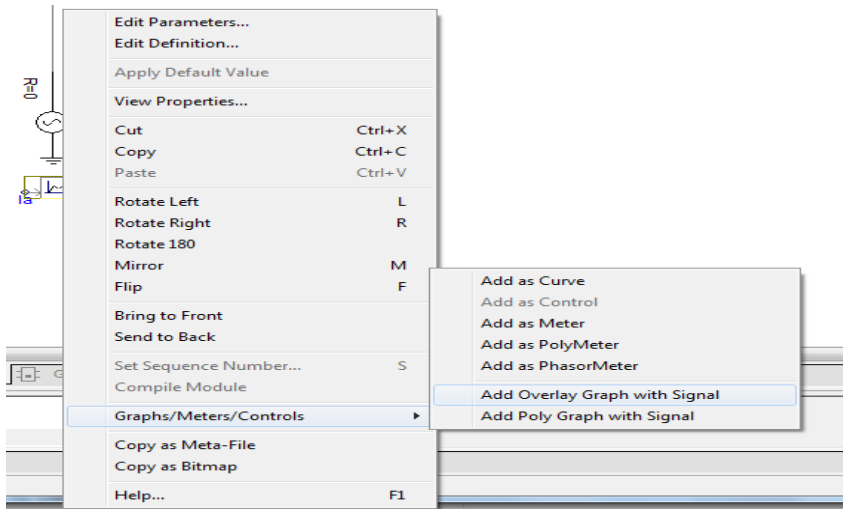
برای این المان سه نکته قابل اهمیت است نکته اول Title و Group می‌باشد که نام آنرا Ia اعمال کنید و نکته دوم در مورد واحد اندازه‌گیری می‌باشد که در قسمت Unit واحد KA را وارد کنید. اما نکته سوم Default Min/Max Limits می‌باشد که حد عمودی

نمودار را معين مى‌کند ساير المان‌ها نيازى به تغيير ندارد. براى Output Channel مربوط به Ea نيز تنظيمات را به صورت زير انجام دهيد.



(شکل ۲۰.۲): تنظيم Output Channel

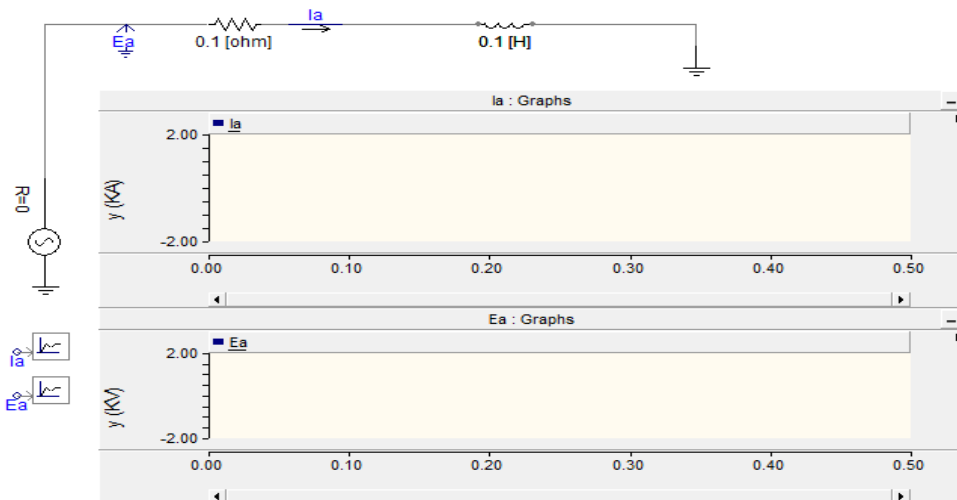
در اين مرحله براى ايجاد گراف روى هر دو Output Channel  کليک راست کنيد و از مسير زير گزينه Add Overaly Graph With Signal را کليک کنيد و با تنظيم سايز، اندازه مناسب را براى آن انتخاب کنيد.



(شکل ۲۱.۲): مسیر ایجاد گراف


تا این جای کار، پروژه شبیه‌سازی تکمیل شده و آماده برای Run کردن و مشاهده نتایج

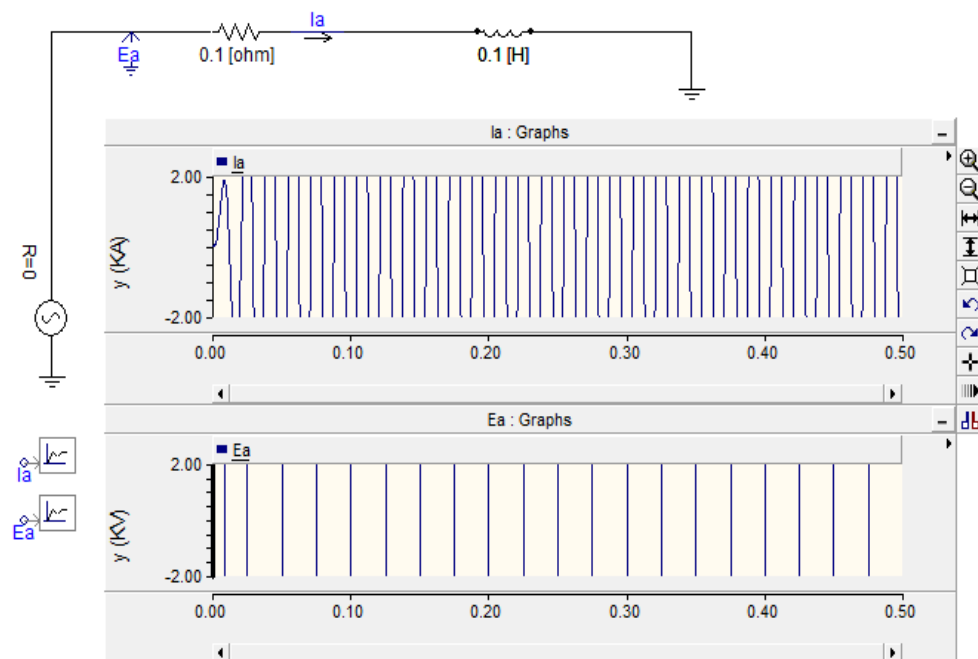
می‌باشد.





(شکل ۲۲.۲): مدار تکمیل شده

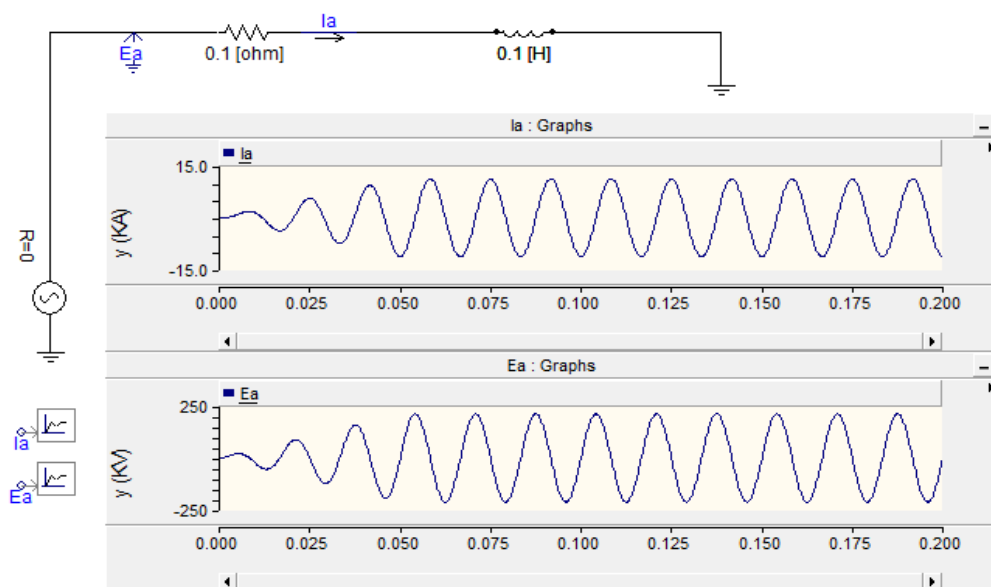
۲-۳- شبیه‌سازی

برای Run کردن از قسمت Main Toolbar گزینه Run  را کلیک کنید که نتایج قابل مشاهده می‌باشد.



(شکل ۲۳.۲): شبیه‌سازی

برای دیدن واضح تر نمودار ابتدا روی علامت  چپ کلیک کنید در این قسمت المان‌هایی برای وضوح بهتر نمودار قرار داده شده است که می‌توانید آن‌ها را امتحان کنید برای نمونه چون حد عمودی در نمودار قابل مشاهده نیست روی گزینه  کلیک کنید که نمودار به صورت زیر قابل مشاهده می‌باشد.



(شکل ۲۴.۲): شبیه‌سازی

برای ذخیره شدن این مدار در قسمتی که ابتدا ذخیره کردیم در قسمت Workspace روی پروژه راست کلیک کنید و گزینه save را کلیک کنید تا آخرین تغییرات مدار در محل ابتدایی ذخیره گردد.

بر طبق نتایج مشاهده می‌کنیم که مدار در کمتر از زمان 0.05 s دارای پاسخ گذرا بوده و بعد از آن به حالت پایدار می‌رسد. در این قسمت شبیه‌سازی مدار RL سری به پایان رسیده و شما توانسته اید نحوه انتقال قطعات، تنظیمات اساسی قطعات، نشان دادن شکل موج‌ها، استفاده از آمپر متر و ولت متر و سایر موارد را یاد بگیرید در فصل‌های بعد به مثال‌های جامع تر خواهیم پرداخت.

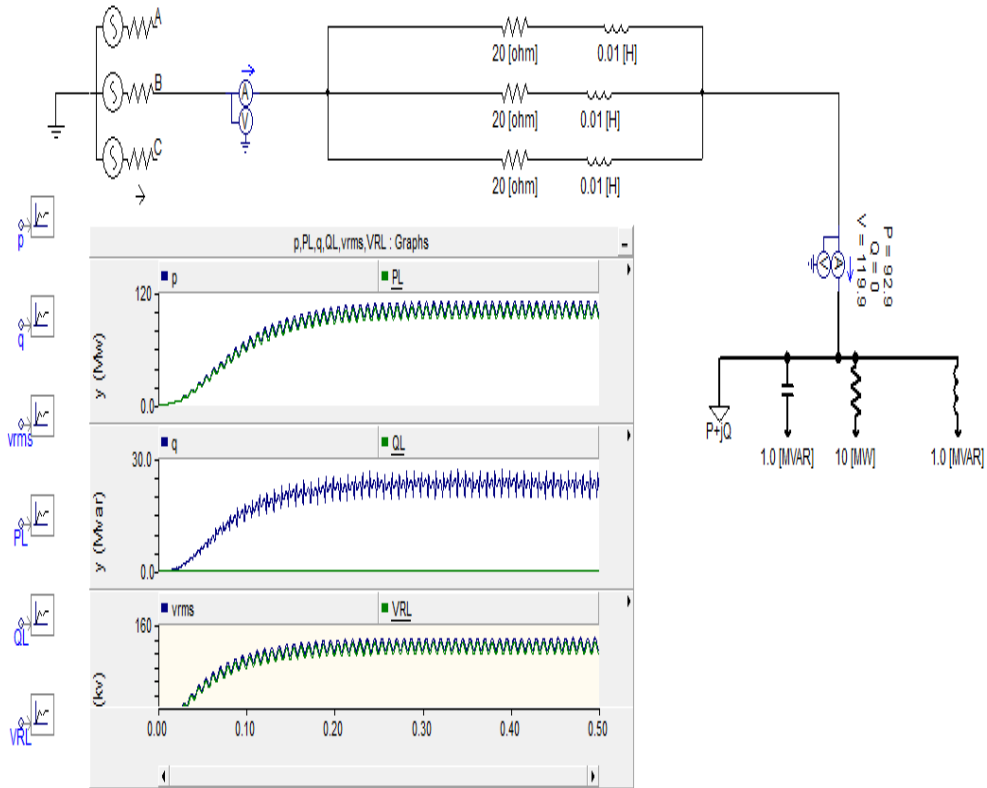
فصل سوم

شبیه‌سازی توان و ولتاژ بارهای خروجی

۳- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی توان و ولتاژ بارهای خروجی مطرح می‌گردد. همچنین با بدست آوردن مقدار و نمودار توان اکتیو - راکتیو و ولتاژ در خروجی خط تک‌فاز با بارهای مختلف اهمی - خازنی - سلفی و ثابت و مقایسه نمودارهای ابتدا و انتهای خط آشنا خواهیم شد.

۳-۱- طرح مدار

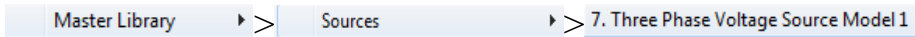


(شکل ۱.۳): طرح مدار

۳-۲- اجرای شبیه‌سازی

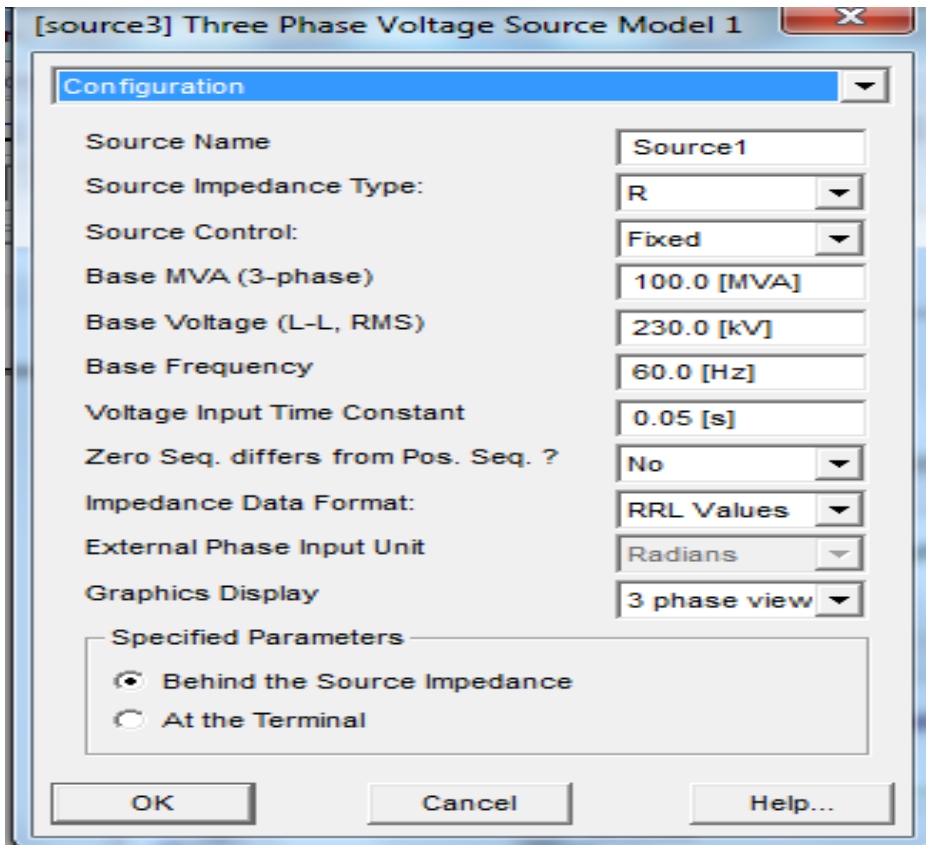
برای شروع، صفحه جدیدی باز کنید و از مسیرهای زیر قطعات مورد نیاز این مدار را به صفحه پروژه منتقل کنید. مطابق مدار، منبع از نوع سه‌فاز می‌باشد که از یک فاز آن

استفاده شده است هدف از آوردن این منبع آشنایی با منابع مختلف در نرم‌افزار است که از مسیر زیر می‌توانید آن را به پروژه منتقل کنید.



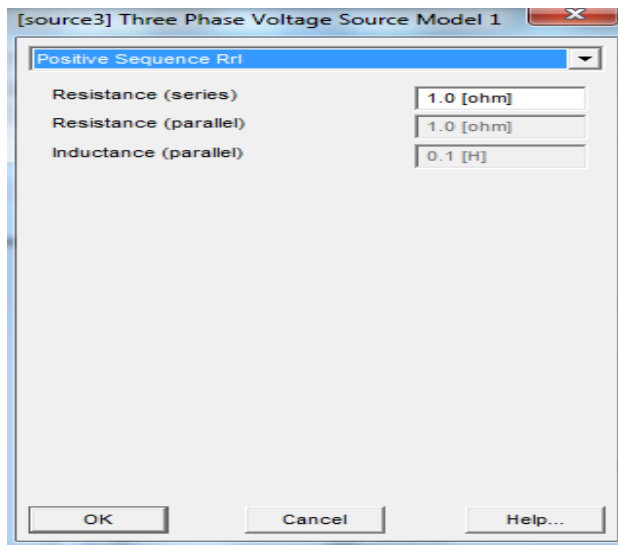
(شکل ۲.۳): انتخاب منبع ولتای سه‌فاز

روی منبع دابل کلیک کرده و در صفحه تنظیمات این منبع به نکات زیر توجه کنید.



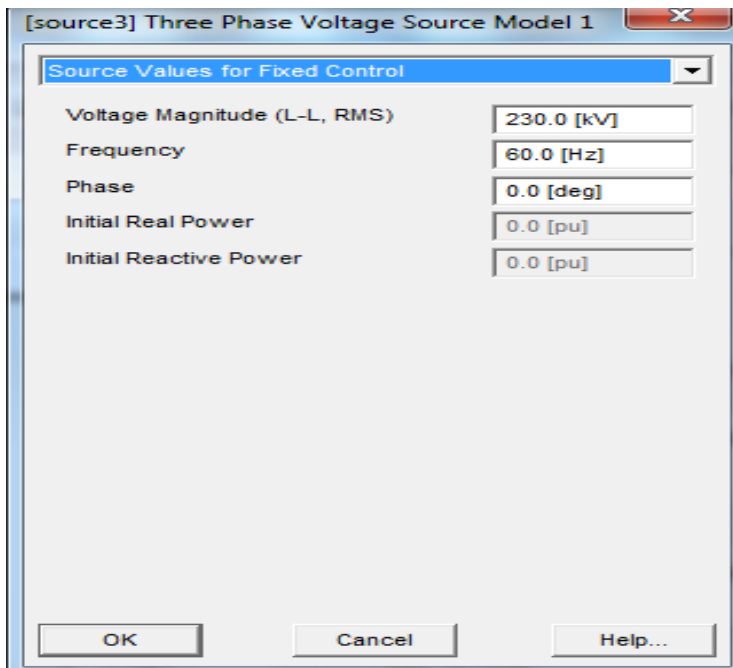
(شکل ۳.۳): تنظیم منبع ولتاژ

در این قسمت نکاتی که در تنظیمات این المان اهمیت دارد را عرض می‌کنیم و نکاتی که توضیح داده نمی‌شود حائز اهمیت نمی‌باشد و موجب افزایش حجم کتاب می‌گردد که آن‌ها را به همان صورت اولیه در نظر می‌گیریم. در سطر دوم نوع امپدانس منبع انتخاب می‌شود که می‌تواند مقاومتی - سلفی و غیره باشد، در سطر سوم، کنترل منبع قرار دارد که می‌تواند ثابت - خارجی و غیره باشد که در این منبع بهتر است همواره این قسمت به صورت ثابت انتخاب شود. سطرهای چهارم تا هفتم مربوط به مقادیر مبنا می‌باشد، زمانی که سیستم پریونیت باشد مورد اهمیت قرار می‌گیرد در نتیجه مقدار ولتاژ را که ۲۳۰ کیلو ولت مشاهده می‌کنید ولتاژ خط به خط منبع نیست و ولتاژ مبنا می‌باشد، در سربرگ بعدی ولتاژ منبع را تنظیم می‌کنیم، اکنون سربرگ دوم را بررسی می‌کنیم.



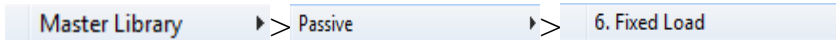
(شکل ۴.۳): تنظیم منبع ولتاژ

این سربرگ مربوط به مقدار مقاومت سری با منبع می‌باشد که به طور پیش فرض ۱ اهم در نظر می‌گیریم، سایر سربرگ‌ها را به همان حالت پیش فرض داده شده در نظر می‌گیریم، اما در سربرگ زیر باید مقادیر اصلی منبع را اعمال کنید.



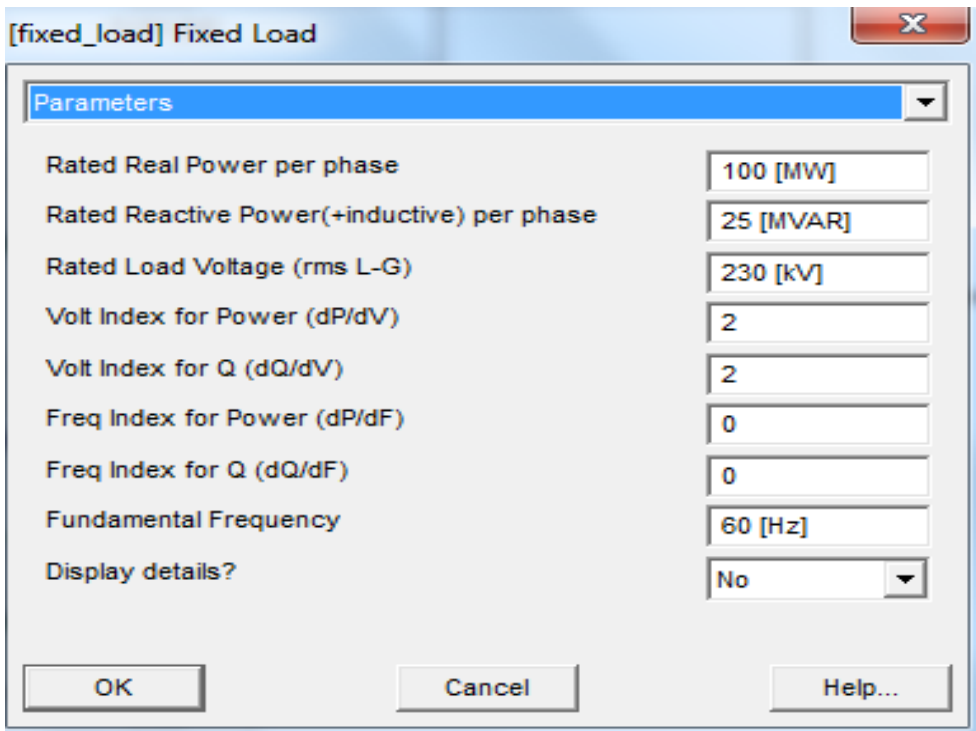
(شکل ۵.۳): تنظیم منبع ولتاژ

در این سربرگ ولتاژ خط به خط، فرکانس و فاز منبع را مطابق مقادیر بالا تنظیم کنید. تا اینجا تنظیمات اصلی منبع را انجام داده و سایر تنظیمات را به طور پیش فرض در نظر می‌گیریم. در این مدار چهار نوع بار وجود دارد که به توضیح هر کدام از این بارها خواهیم پرداخت. ابتدا بار ثابت $\frac{1}{P+jQ}$ را از مسیر زیر به پروژه منتقل کنید.



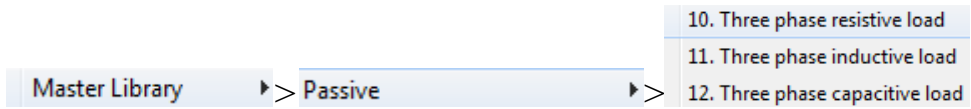
(شکل ۶.۳): مسیر انتخاب بار ثابت

تنظیمات اصلی بار ثابت به صورت زیر است.



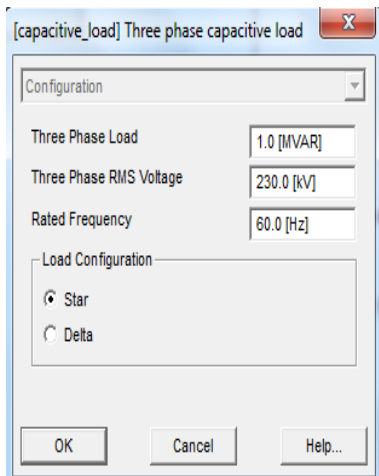
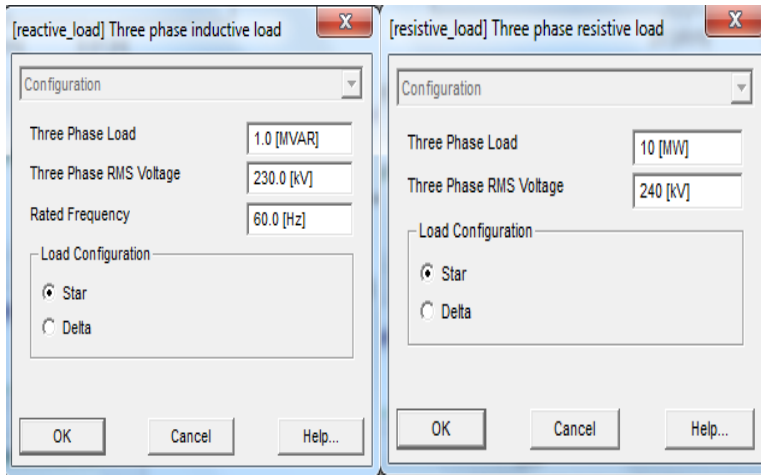
(شکل ۷.۳): تنظیم بار ثابت

دو قسمت مهم این سربرگ سطرهای اول و دوم می‌باشد که در سطر اول توان اکتیو مصرفی و در سطر دوم توان راکتیو مصرفی را مطابق شکل تنظیم نمایید و سایر قسمت‌ها را به صورت پیش فرض در نظر می‌گیریم. برای سه بار دیگر از مسیر زیر اقدام کنید.




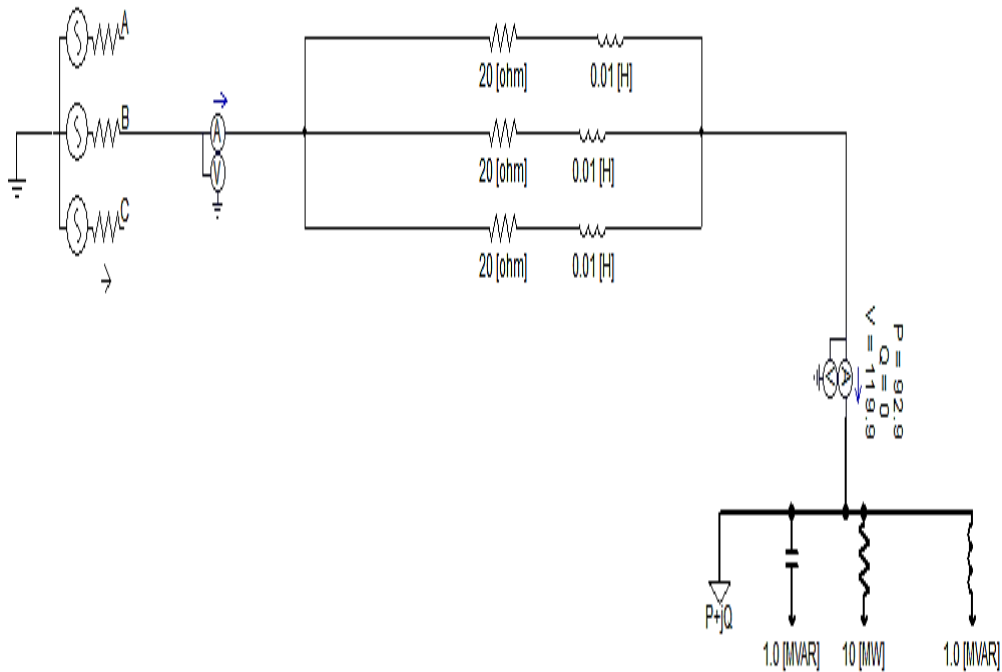
(شکل ۸.۳): مسیر انتخاب بار

هر سه بار از نوع سه‌فاز می‌باشند و تنظیمات هر کدام مطابق شکل زیر است.



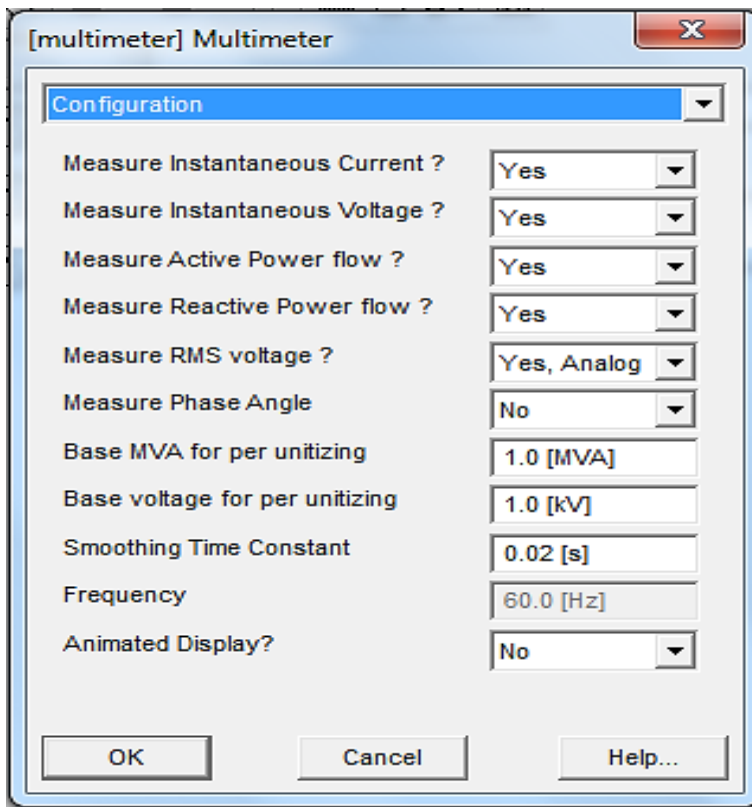
(شکل ۹.۳): تنظیمات بارها

در مدار نیاز به دو ولت‌متر داریم در اینجا لازم به یادآوری است که ولت‌متر می‌تواند همزمان ولتاژ، جریان، توان اکتیو و توان راکتیو را برای ما اندازه‌گیری کند و نمودار و مقدار لحظه‌ای آن‌ها را نمایش دهد برای انتقال ولت‌متر به مدار از قسمت Electrical Palette ولت‌متر  را انتخاب می‌کنیم. بعد از این که دو ولت‌متر را به مدار انتقال دادید مطابق روشی که بیان شد دو المان پسیو مقاومت و سلف را به مدار انتقال دهید و مقادیر آن‌ها را به همان صورت که در مدار مشاهده می‌کنید تنظیم کرده و مطابق شکل زیر، خطوط مدار را ایجاد کنید.



(شکل ۱۰.۳): پیاده‌سازی مدار

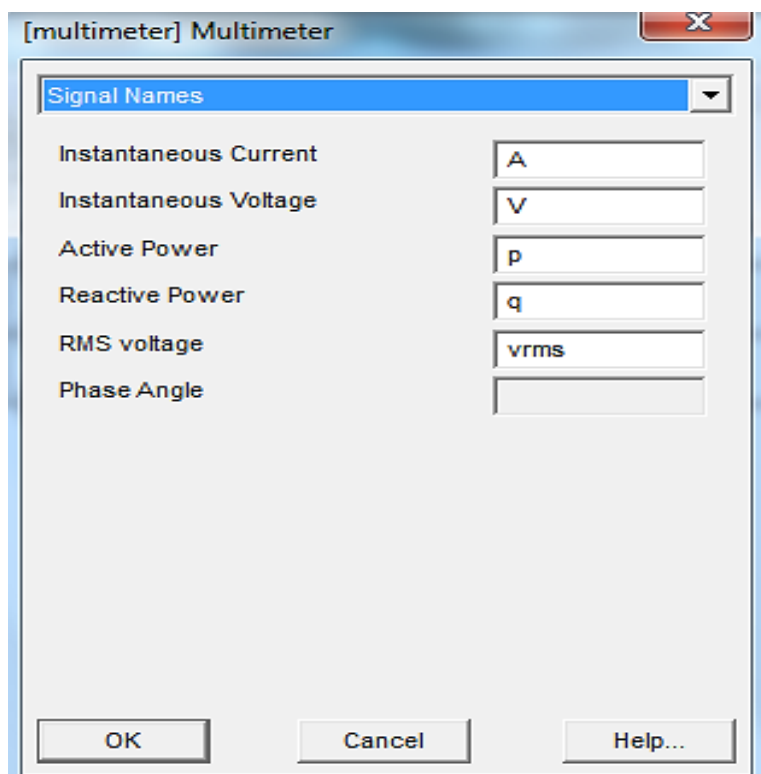
هدف ما از این مثال محاسبه ولتاژ، توان اکتیو و توان راکتیو در هر دو ولت‌متر می‌باشد، برای این منظور روی ولت‌متر اول که بعد از منبع قرار گرفته دابل کلیک کرده و تنظیمات زیر را در آن اعمال کنید.



(شکل ۱۱.۳): تنظیمات ولت‌متر

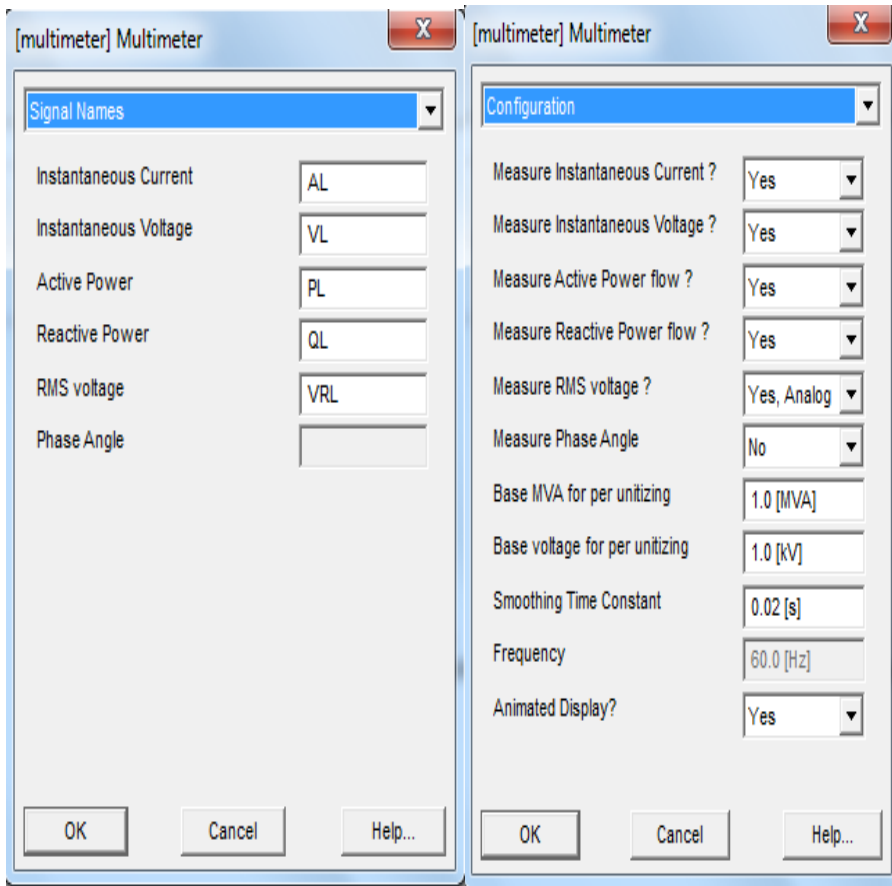
پنج سطر اول مربوط به اندازه‌گیری المان‌های مشخص شده است که آن‌ها را از حالت No به Yes تبدیل می‌کنیم. آخرین سطر از این صفحه مربوط به نمایش لحظه‌ای مقادیر

می‌باشد که برای ولت‌متر اول حالت No را انتخاب می‌کنیم. برای سربرگ دوم تنظیمات زیر را اعمال کنید.



(شکل ۱۲.۳): تنظیمات ولت‌متر

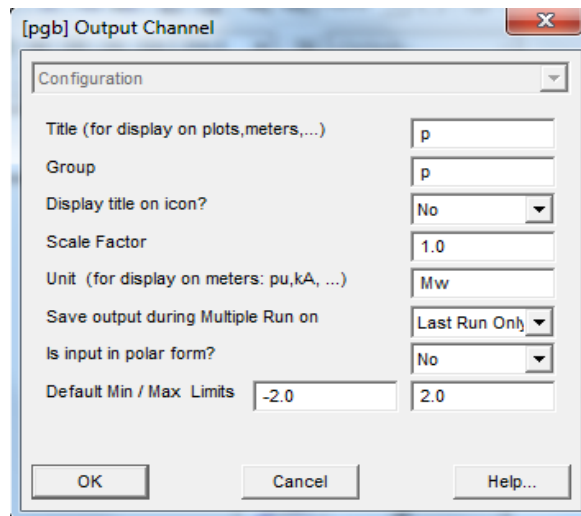
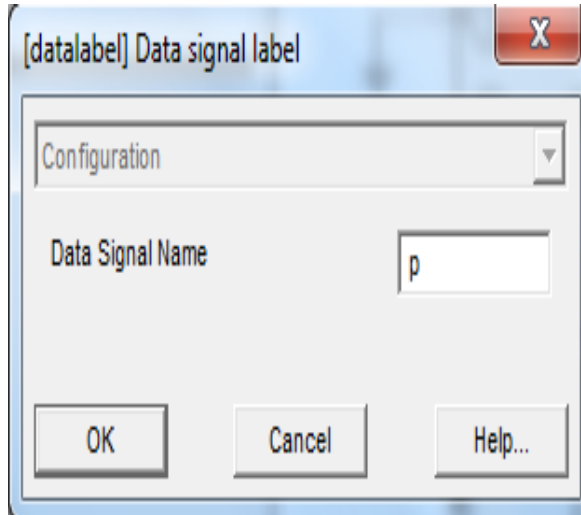
توسط این اسم‌هایی که وارد شده می‌توانیم به وسیله Data Label و Output Channel نمودار آن‌ها را مشاهده کنیم در اینجا تنظیمات ولت‌متر اول به اتمام رسیده است. روی ولت‌متر دوم دابل کلیک کنید و تنظیمات زیر را روی آن اعمال کنید.



(شکل ۱۳.۳): تنظیمات ولت‌متر

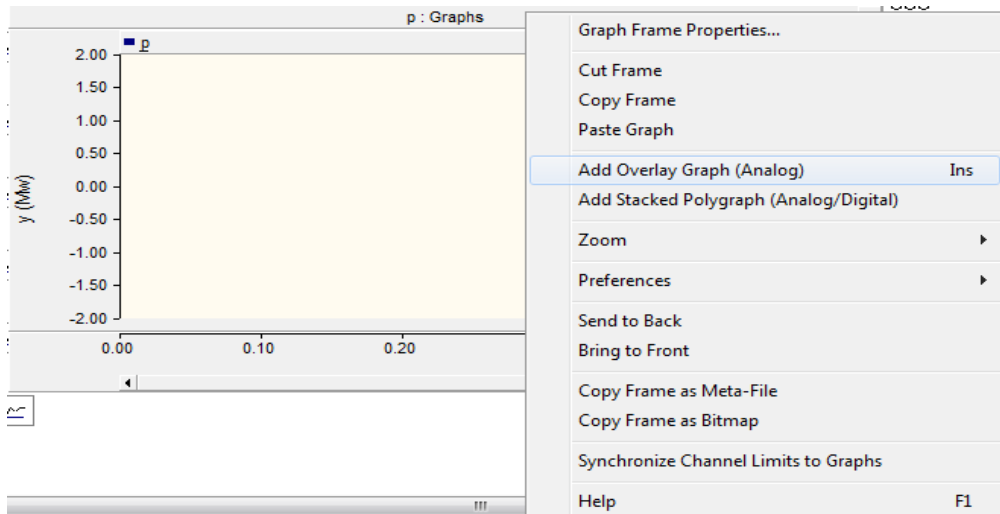
تفاوت این ولت‌متر در این است که در سربرگ Configuration سطر آخر که مربوط به نمایش لحظه‌ای مقادیر است فعال شده و در سربرگ Signal Names نام‌هایی متفاوت با ولت‌متر اول داده شده است تا بتوانیم نمودار آن‌ها را مشاهده کنیم. اکنون برای مشاهده شش پارامتر باید برای هر یک Data Label و Output Channel را در مدار قرار دهید و

نام‌های هر کدام را متناسب با همان پارامتر قرار دهید، برای نمونه تنظیمات توان اکتیو به صورت زیر است.



(شکل ۱۴.۳): تنظیم Data Label و Output Channel

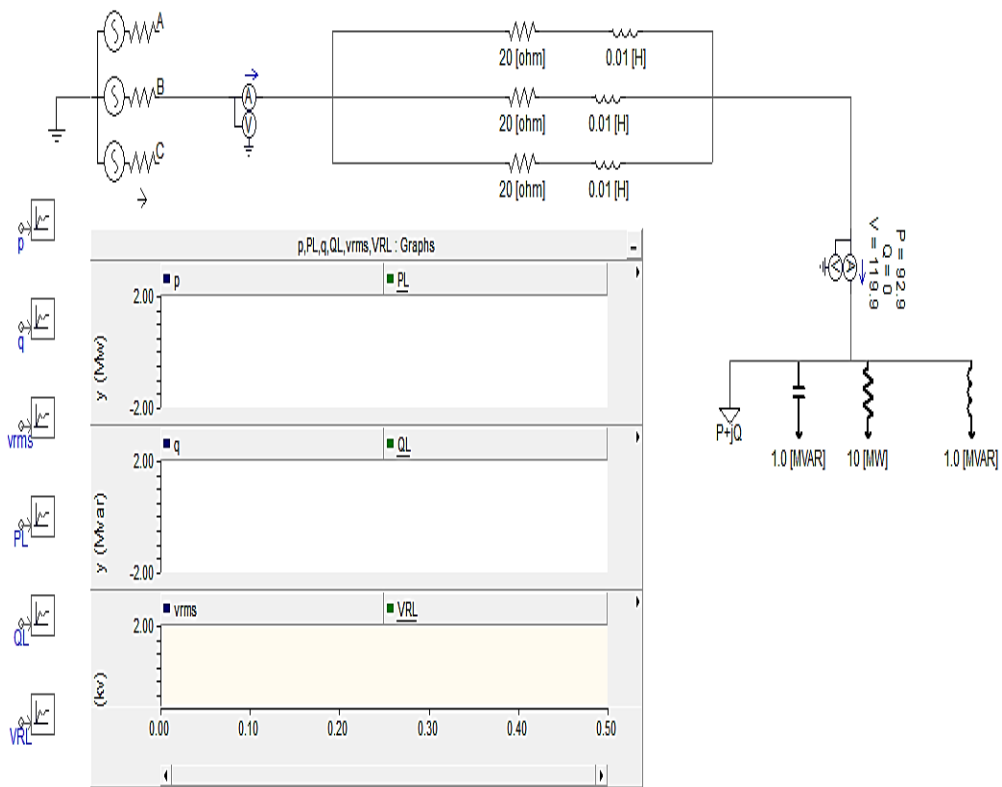
اکنون باید گراف این شش نمودار را فراخوانی کنیم اگر دقت کرده باشید در هر گراف، دو پارامتر مشاهده می‌شود و این کار می‌تواند برای مقایسه هم‌زمان دو پارامتر در ابتدا و انتهای خط دید بهتری را به شما ارائه دهد. در این مثال روش دیگری که برای فراخوانی نمودارها وجود دارد را به شما عرض می‌کنیم. روی Output Channel مربوط به p راست کلیک کرده و گزینه Add Overaly Graph With Signal را کلیک کنید. ما می‌توانیم با همین گراف ایجاد شده سه گراف دیگر را هم تولید کنیم، برای این منظور روی گراف راست کلیک کرده و روی گزینه Add Overaly Graph (Analog) کلیک کنید.



(شکل ۱۵.۳): فراخوانی گراف

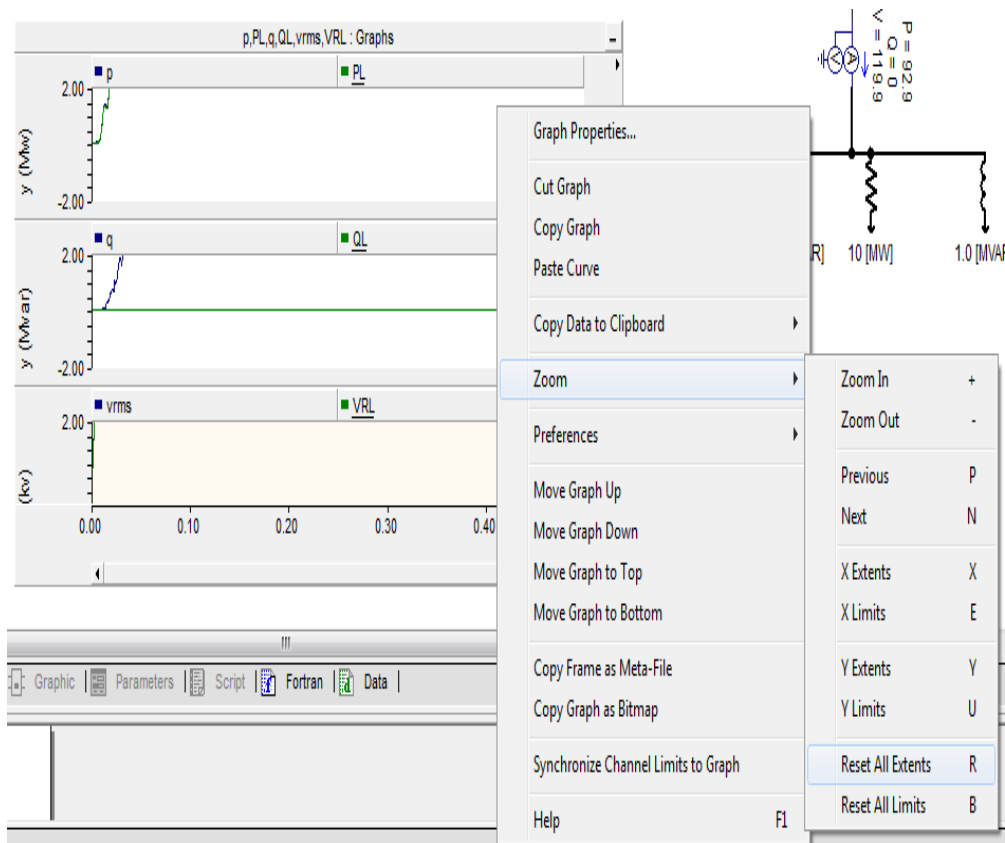
با انجام این عمل گراف دوم زیر آن ایجاد می‌شود با انجام مجدد این کار گراف سوم نیز زیر آن ایجاد خواهد شد. اکنون باید پارامترها را روی این گراف‌ها فراخوانی کنید. چون

هدف ما این است که دو نمودار P و PL را در یک گراف نشان دهیم به همین منظور روی Output Channel مربوط به PL راست کلیک کرده و گزینه Add as Curve را کلیک کنید و دقیقاً روی ناحیه گراف اول که مربوط به گراف P است راست کلیک کرده و گزینه Past Curve را کلیک نمایید. با این کار نمودار دو پارامتر را می‌توانید در گراف اول مشاهده کنید. مشابه همین کار را برای دو توان راکتیو روی گراف دوم انجام دهید و در نهایت برای ولتاژ نیز به همین صورت اقدام نمایید.



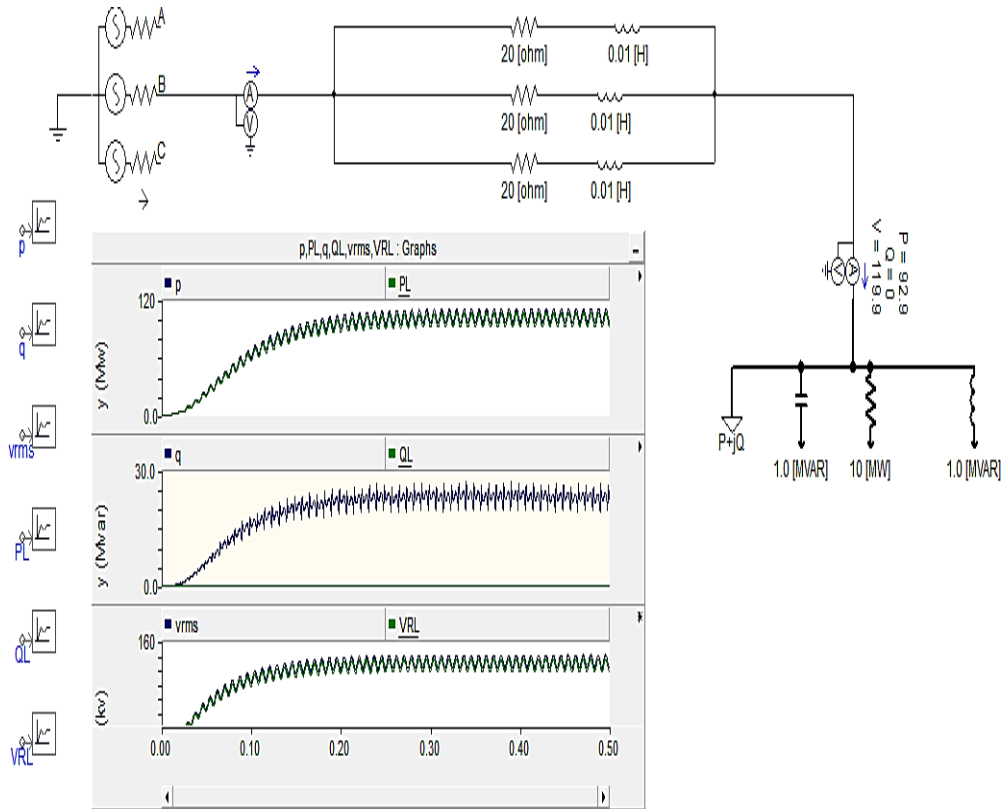
(شکل ۱۶.۳): فراخوانی گراف‌ها

مدار تکمیل شده و آماده شبیه‌سازی می‌باشد اکنون می‌توانید آن را Run کنید و نتایج را مشاهده کنید. بعد از اجرا مشاهده می‌کنید که نمودار به طور واضح نمایش داده نشده است در اینجا روش دیگری را برای مشاهده واضح تر نمودار عرض می‌کنیم. برای این منظور روی گراف کلی راست کلیک کرده و وارد گزینه Zoom شده و Reset All Extents را کلیک کنید که تمام نمودار به وضوح قابل مشاهده خواهد شد.



(شکل ۱۷.۳): نمایش واضح تر نمودارها

۳-۳- شبیه‌سازی



(شکل ۱۸.۳): شبیه‌سازی

در این مثال شما توانسته‌اید با قرار دادن ولت‌متر مقادیر لحظه‌ای پارامترها را در باس خروجی مشاهده کرده و نمودار پارامترها را در ابتدا و انتهای خط با یکدیگر مقایسه نمایید. برطبق نمودارها پاسخ گذرای پارامترها در قبل از ۰.۰۲s به وضوح قابل مشاهده است.

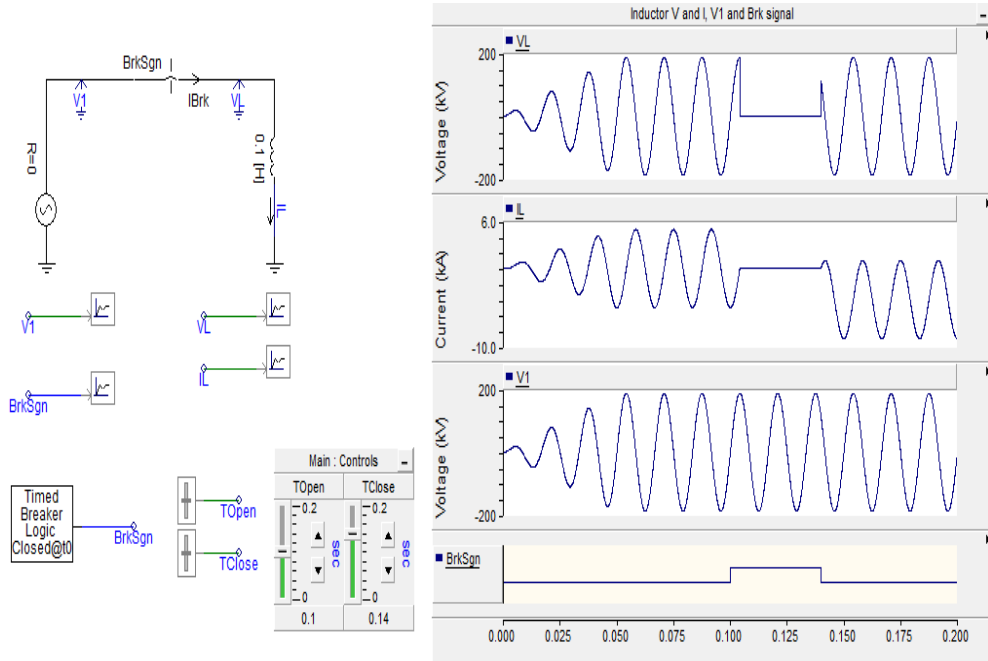
فصل چهارم

شبه‌سازی Breaker

۴- مقدمه

در این فصل Breaker شبه‌سازی خواهد شد و با نحوه‌ی وارد شدن بریکر در بازه معینی از زمان و تاثیر آن روی شکل موج ولتاژ و جریان خروجی، آشنا خواهید شد.

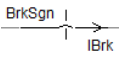
۴-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۴): طرح مدار

۴-۲- اجرای شبیه‌سازی

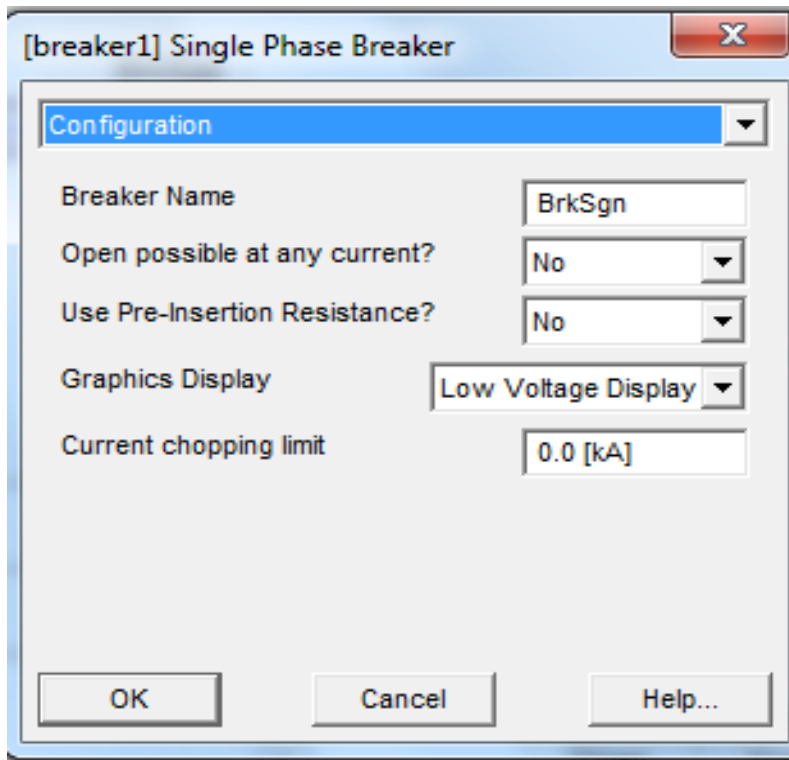
برای شروع صفحه‌ای جدید ایجاد کنید در این مدار دو المان جدید بریکر و کنترل کننده هم زمان مشاهده می‌شود و سایر مراحل تکمیل مدار مطابق آموزش‌های قبل براحتی انجام می‌گیرد.

برای وارد کردن بریکر  به مدار از مسیر زیر اقدام کنید.

Master Library > Breakers_Faults > 1. Single Phase Breaker

(شکل ۲.۴): مسیر انتخاب بریکر

برای تنظیمات بریکر روی آن دابل کلیک کنید و برای این مثال تنها کافی است نام بریکر را در سربرگ اول به صورت زیر تنظیم کنید و سایر سربرگ‌ها را در همان حالت اولیه نگه دارید، (در مثال‌های بعدی بیشتر توضیح خواهیم داد).



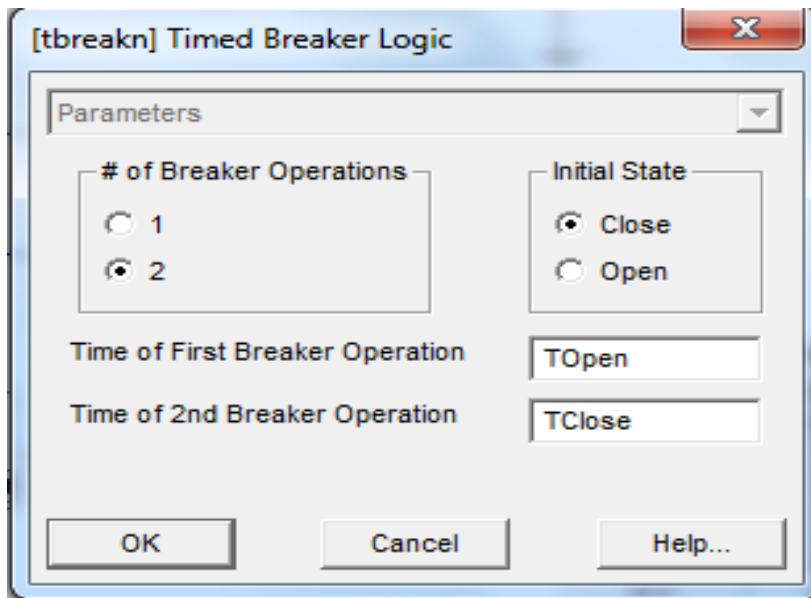
(شکل ۳.۴): تنظیم بریکر

هر بريكر نياز به كنترل كننده زمان دارد تا زمان كارى بريكر را تنظيم كند براى اين منظور بايد المان Timed Breaker Logic را از مسير زير به مدار منتقل كنيد. نکته مهم در مورد اين المان اين است كه حتماً بايد آن را به يك Data Label هم نام با بريكر متصل كنيد تا بتواند روى همان بريكر كنترل زمان را اعمال كند، از طرف ديگر نمودار اين المان به صورت تابع Sgn عمل مى‌كند كه در طرح كلي مدار مشاهده مى‌شود.

Master Library > Breakers_Faults > 3. Timed Breaker Logic


(شكل ۴.۴): مسير انتخاب Timed Breaker Logic

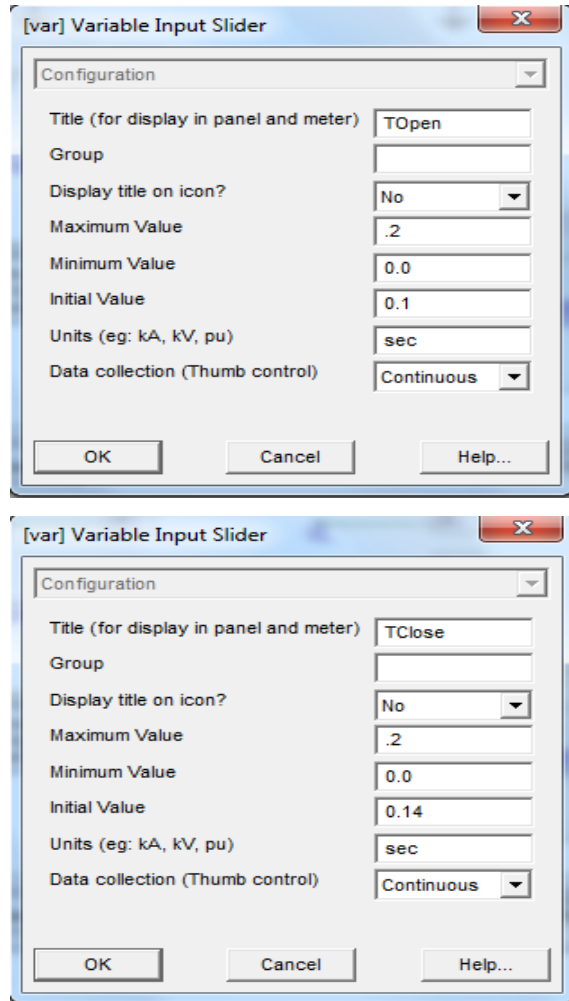
روى Timed Breaker Logic دابل كليك كنيد و تنظيمات زير را روى آن اعمال كنيد.



(شكل ۵.۴): تنظيم Timed Breaker Logic

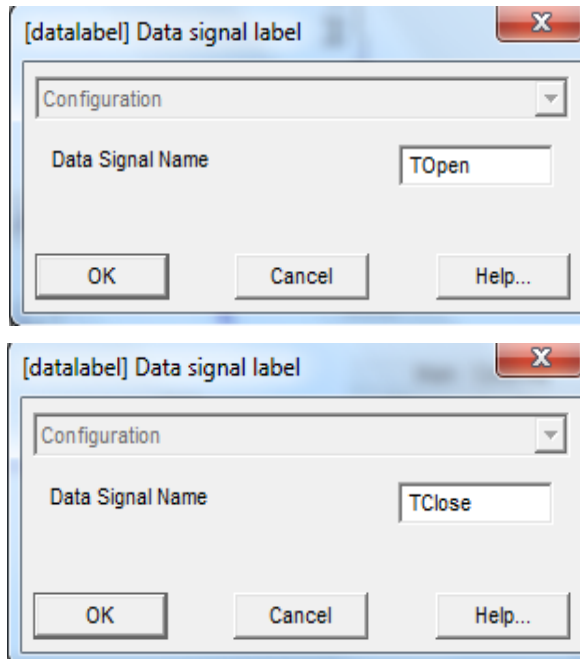
قسمت of Breaker Operations مربوط به عملکرد بریکر می‌باشد که اگر یک انتخاب شود بریکر فقط می‌تواند یک حالت باز یا بسته داشته باشد و اگر دو انتخاب شود بریکر می‌تواند در بازه‌ای از زمان باز و بسته شود. حالت اولیه به صورت بسته انتخاب شده است. هر بریکر نیاز به زمان‌های عملکرد اولیه و ثانویه دارد ولی چون در این مثال از کنترل کننده‌های هم زمان استفاده کردیم در این دو قسمت کافی است نام‌هایی را که مشاهده می‌کنید وارد کرده تا در قسمت بعد آن‌ها را فراخوانی کنیم.

در این مثال از کنترل کننده‌های هم زمان استفاده کرده‌ایم تا زمان قطع و وصل بریکر به صورت لحظه‌ای قابل مشاهده و تغییر باشد برای این منظور از قسمت Control Palette المان  را دو بار به مدار منتقل کنید و روی هر کدام دابل کلیک کرده و نام آن‌ها را تغییر دهید. هدف این است که بریکر در زمان 0.1s باز شود و در زمان 0.14s بسته شود بنابراین در قسمت Initial Value این دو مقدار را برای هر کدام اعمال کنید.



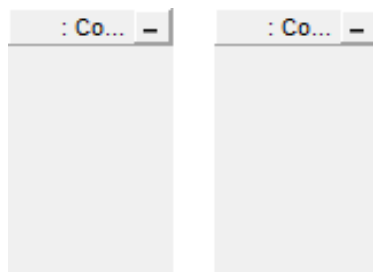
(شکل ۶.۴): تنظیم Slider

نکته مهم برای این المان این است که حتما باید به یک Data Label متصل شود و نام آن متناسب با زمان قطع و وصل مربوط به Timed Breaker Logic Closed باشد بنابراین تنظیمات زیر را برای هر کدام اعمال کنید.



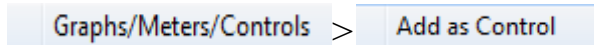
(شکل ۷.۴): تنظیم Data Label

اکنون برای اینکه بتوانیم مقادیر Slider را به طور هم‌زمان مشاهده و کنترل کنیم باید گراف مخصوص آن را فراخوانی کنیم. از قسمت Control Palette روی گزینه Control Panel کلیک کرده و دو بار این گراف را برای هر Slider به مدار منتقل کنید.



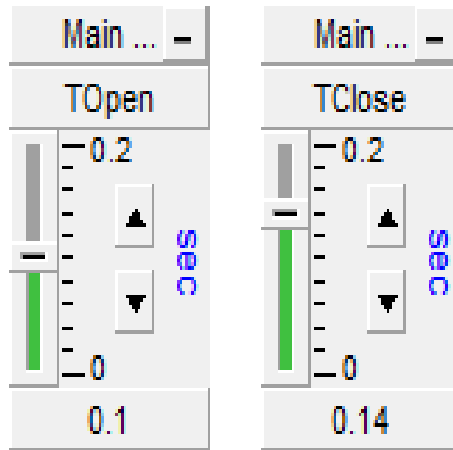
(شکل ۸.۴): Control Panel

اکنون مشابه روشی که نمودارها را به گراف منتقل می‌کردیم عمل می‌کنیم. برای این منظور روی هر Slider راست کلیک کرده و از مسیر زیر آن را Add می‌کنیم.



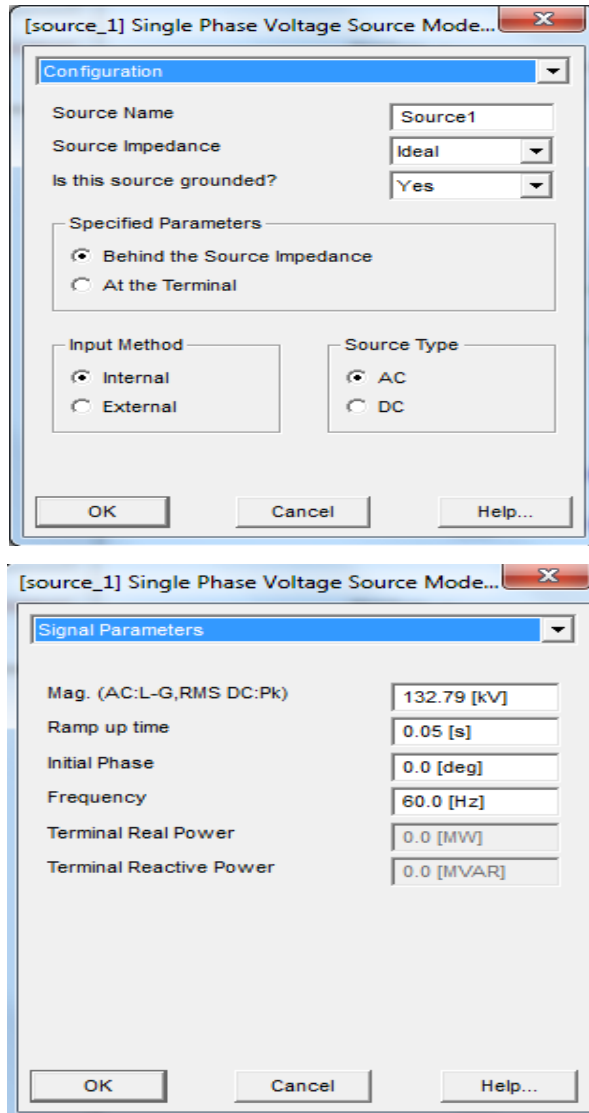
(شکل ۹.۴): مسیر اضافه کردن Slider به کنترل پنل

و روی هر Control Panel آن را Past می‌کنیم.



(شکل ۱۰.۴): کنترل پنل

اکنون براحتی می‌توانید به کمک این المان زمان قطع و وصل بریکر را تغییر دهید. در انتها برای منبع، تنظیمات زیر را اعمال کنید.

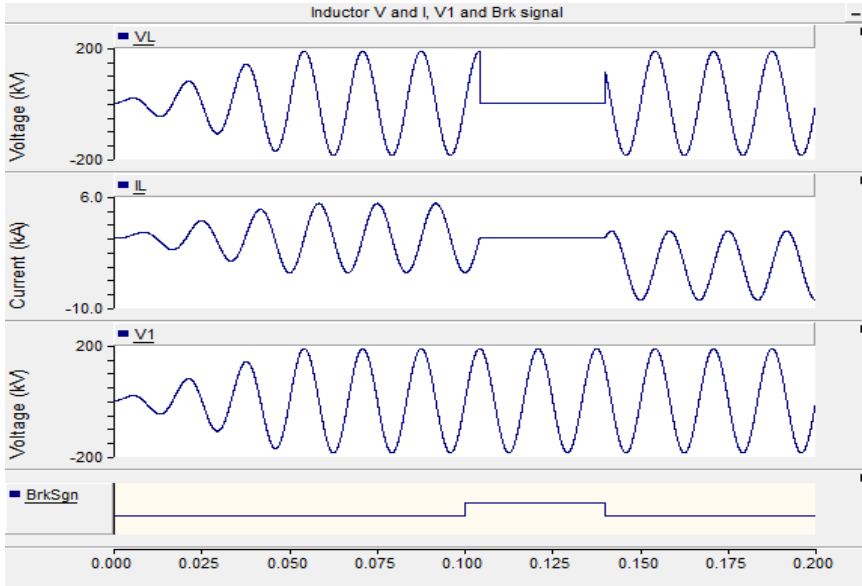


(شکل ۱۱.۴): تنظیم منبع ولتاژ

تا اینجا مدار تکمیل شده و آماده شبیه‌سازی می‌باشد بعد از Run کردن مدار نتایج زیر

قابل مشاهده می‌باشد.

۴-۳- شبه‌سازی



(شکل ۱۲.۴): شبه‌سازی

همان طور که مشاهده می‌کنید بعد از باز شدن بریکر، مقدار ولتاژ و جریان به صفر می‌رسد و بعد از وصل شدن بریکر، سطح دامنه جریان تغییر می‌کند که باید برای کنترل شبکه به آن توجه شود.

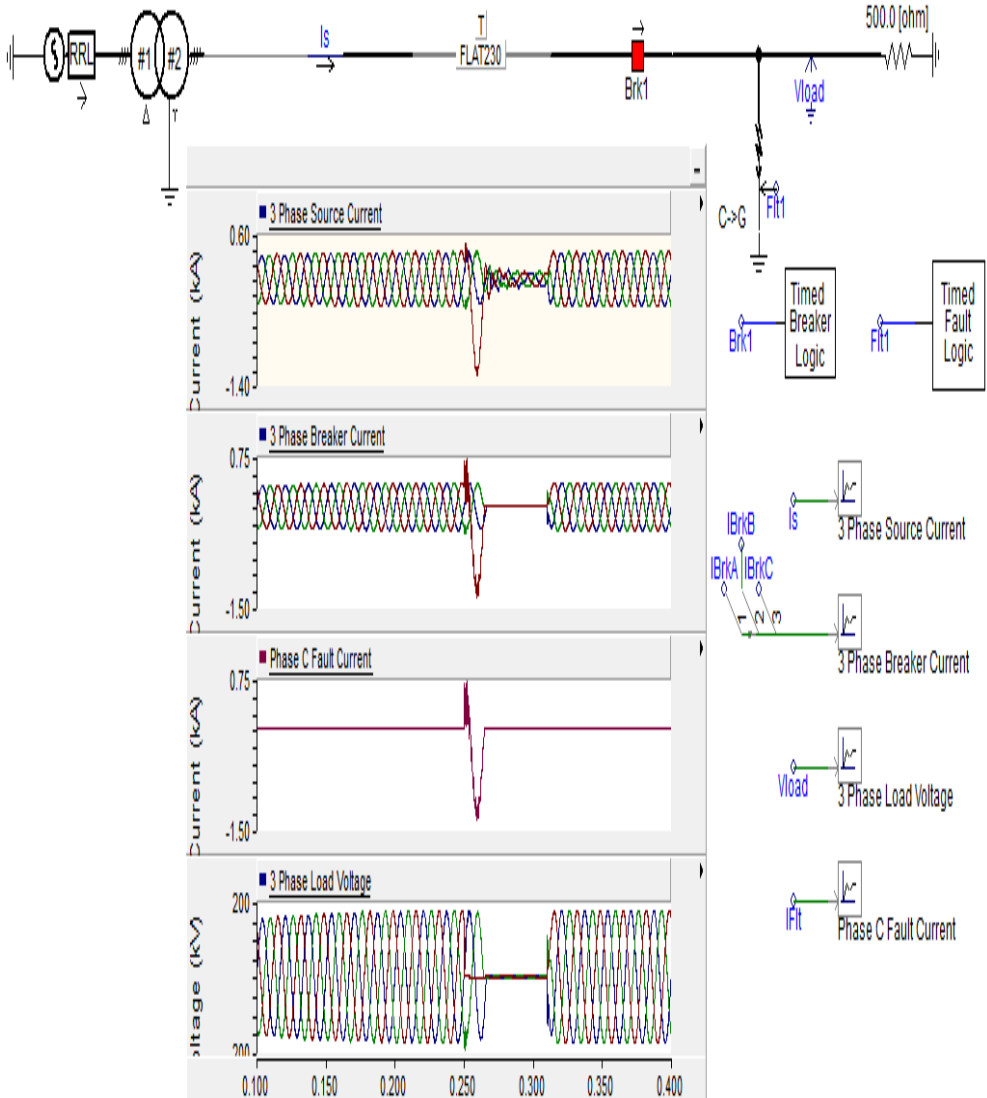
فصل پنجم

شبیه‌سازی خط انتقال سه‌فاز

۵- مقدمه

در این فصل با شبیه‌سازی خط انتقال سه‌فاز با طول ۱۰۰ کیلومتر آشنا خواهید شد. همچنین نحوه‌ی اعمال خطا در بار خروجی و عمل کردن بریکر به منظور خارج کردن خطا توضیح داده خواهد شد.

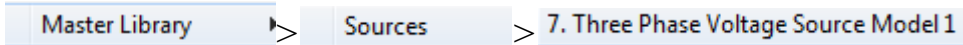
۵-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۵): طرح مدار

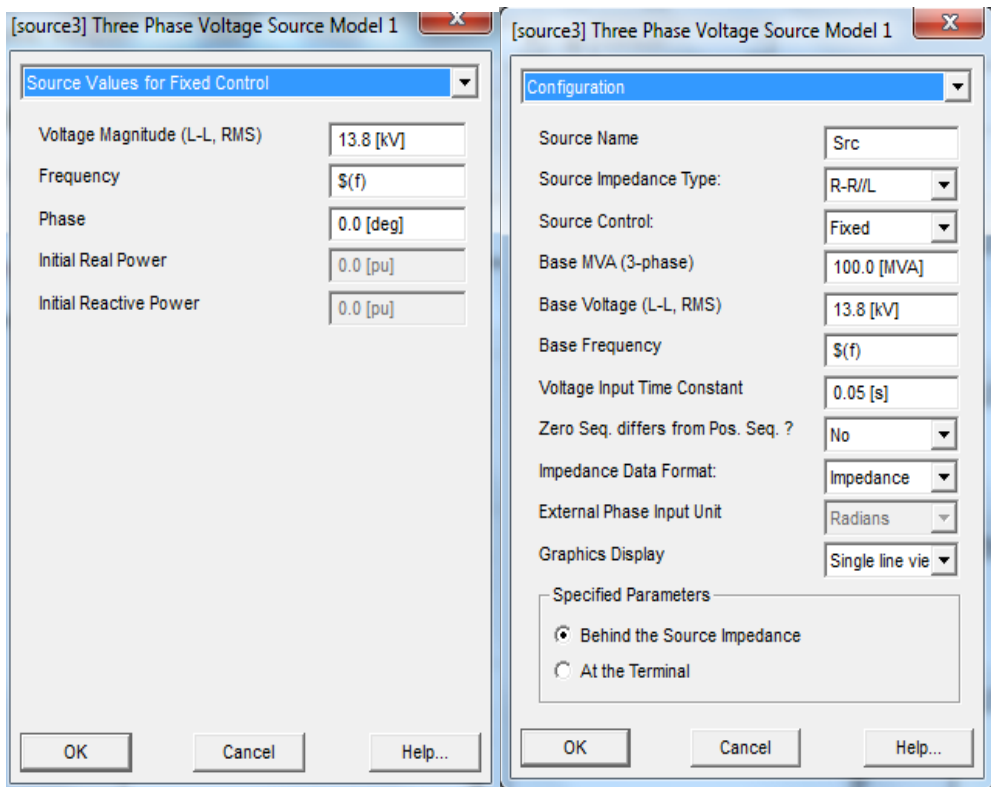
۵-۲- اجرای شبه‌سازی

برای شروع صفحه‌ای جدید ایجاد کنید و ابتدا منبع ولتاژ را از مسیر زیر فراخوانی کنید.



(شکل ۲.۵): مسیر انتخاب منبع ولتاژ

اکنون تنظیمات زیر را روی منبع اعمال کنید.



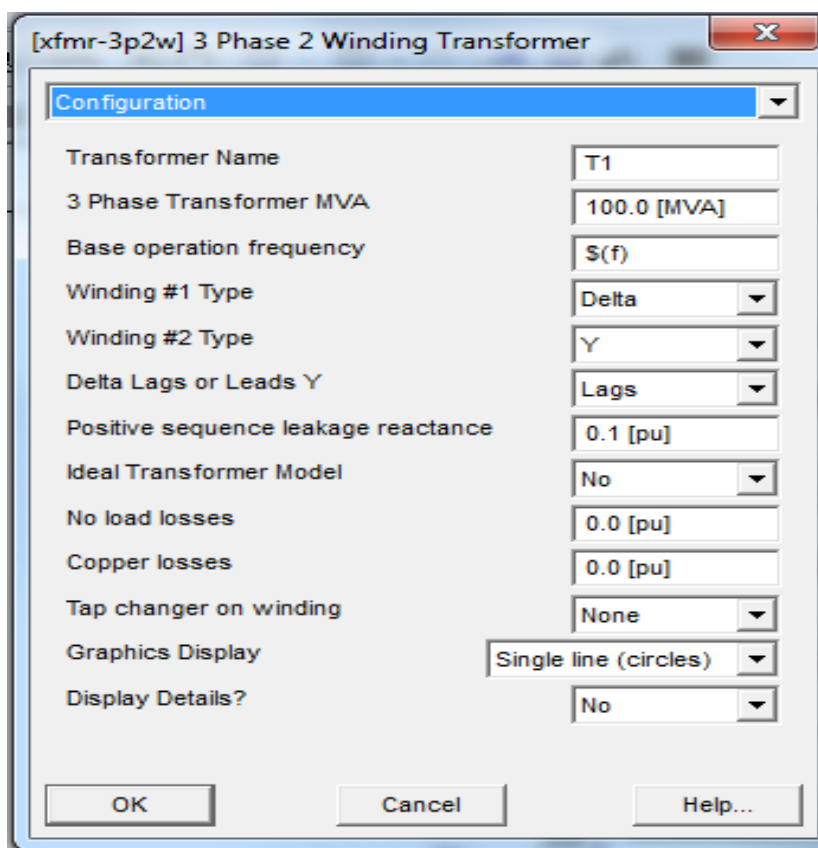
(شکل ۳.۵): تنظیمات منبع ولتاژ

نکته قابل توجه این می‌باشد که خط و تمام المان‌های آن بجز بار اهمی سه‌فاز است ولی ما آن را به صورت تک‌فاز نشان می‌دهیم، برای ترانسفورمر از مسیر زیر اقدام کنید.

Master Library > Transformers > 6.3 Phase 2 Winding Transformer

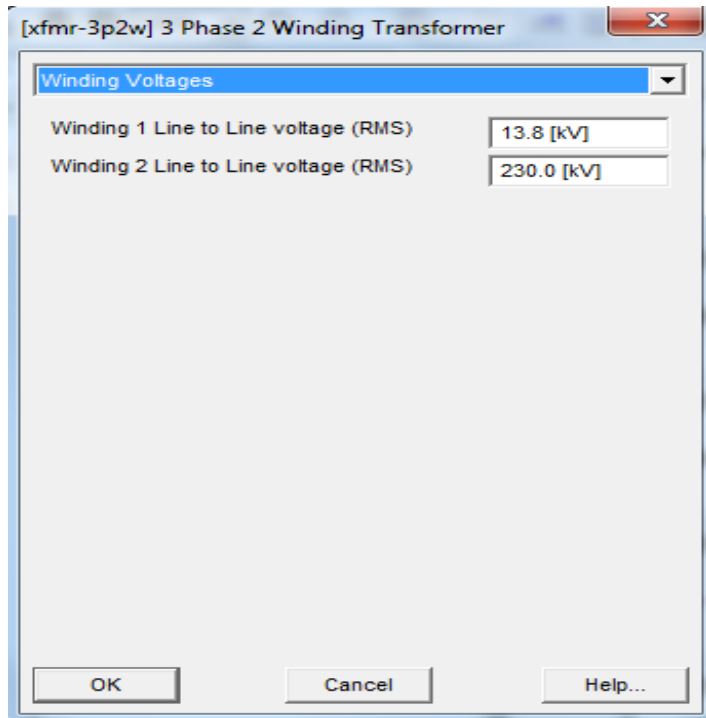
(شکل ۴.۵): مسیر انتخاب ترانسفورمر

برای تنظیمات ترانسفورمر مطابق با سربرگ‌های زیر عمل کنید.




(شکل ۵.۵): تنظیم ترانسفورمر

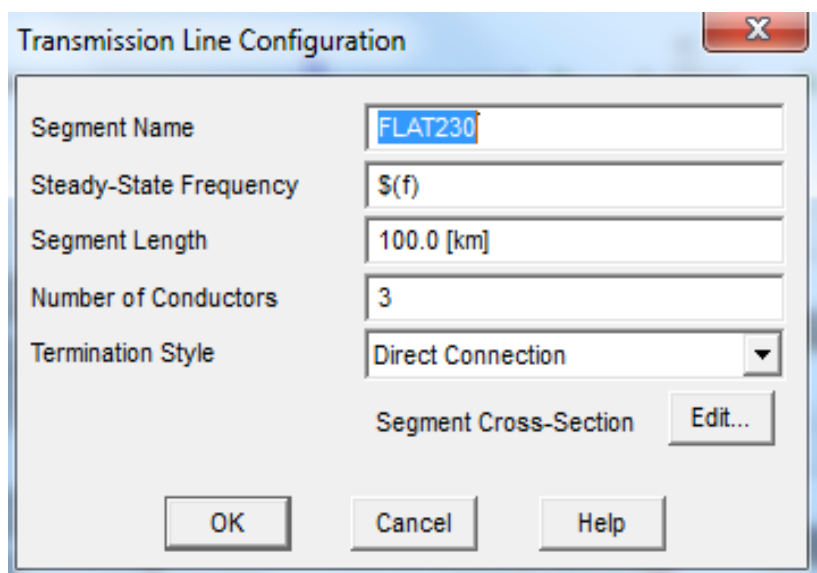
اکنون نکات مهم را در این سربرگ توضیح می‌دهیم. در سطر سوم فرکانس مبنا خواسته می‌شود اگر مقدار معینی مد نظر نباشد، حتما باید از عبارت f استفاده کنید، در غیر اینصورت مدار Run نمی‌شود. سطر چهارم و پنجم مربوط به نوع سیم‌پیچی ترانسفورمر در سمت اولیه و ثانویه می‌باشد که دلیل این کار را در قسمت نتیجه‌گیری بیان می‌کنیم و در انتها حالت نمایش را به صورت تک‌فاز دایره‌ای تنظیم کنید. سایر سطرها در همان حالت اولیه باقی می‌ماند. در سربرگ بعدی که مربوط به ولتاژ سیم‌پیچی‌های اولیه و ثانویه است تنظیمات زیر را اعمال کنید، سایر سربرگ‌ها را در همان حالت پیش فرض نگه دارید.



(شکل ۶.۵): تنظیم ترانسفورمر

اکنون باید خط انتقال را به مدار منتقل کنید برای این منظور از قسمت Electrical

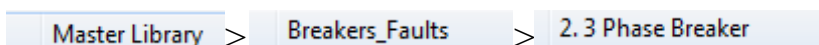
Palette المان  T-Line Configuration را به مدار منتقل کرده و تنظیمات زیر را روی آن اعمال کنید.



(شکل ۷.۵): تنظیم خط انتقال

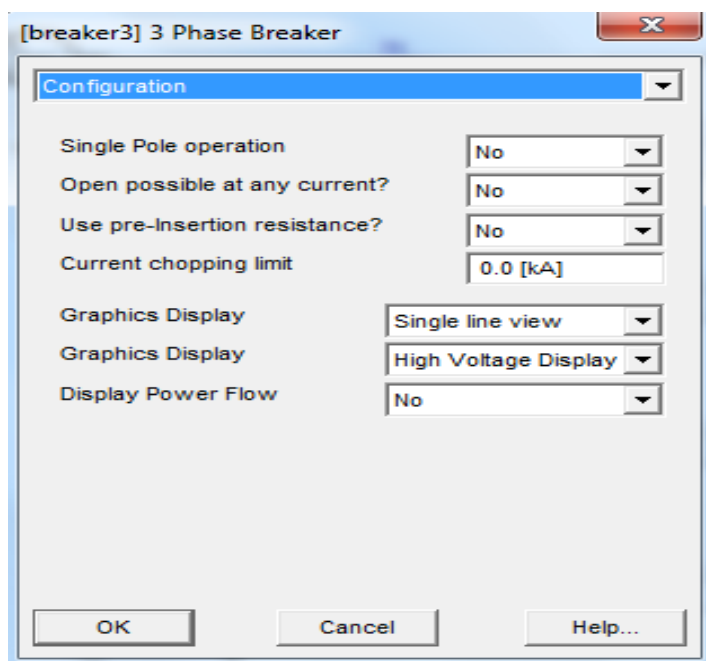
در سطر اول نامی دلخواه داده شده است، در سطر دوم حتما باید در قسمت فرکانس حالت پایدار از عبارت $\$(f)$ استفاده کنید. در سطر سوم طول خط انتقال را اعمال کنید. سطر چهارم بدلیل سه‌فاز بودن خط می‌باشد و مربوط به حالت‌های اتصال خط انتقال است اگر حالت Direct Connection انتخاب شود دو انتهای خط انتقال باز است و می‌تواند به خط متصل شود. اگر حالت Remote Ends انتخاب شود نیازی به وصل کردن مستقیم

خط انتقال نمی‌باشد و می‌توان با نام گذاری آن را به مدار متصل کرد. برای بریکر از مسر زیر اقدام کنید.



(شکل ۸.۵): مسیر انتخاب بریکر سه‌فاز

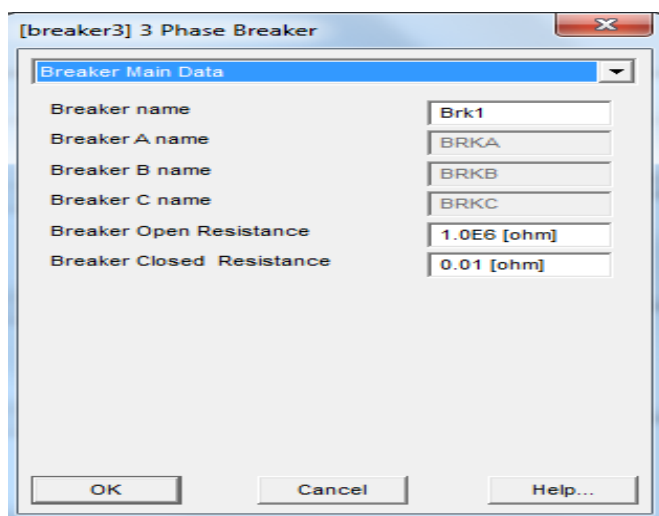
روی بریکر دابل کلیک کرده و تنظیمات زیر را روی آن اعمال کنید.



(شکل ۹.۵): تنظیم بریکر سه‌فاز

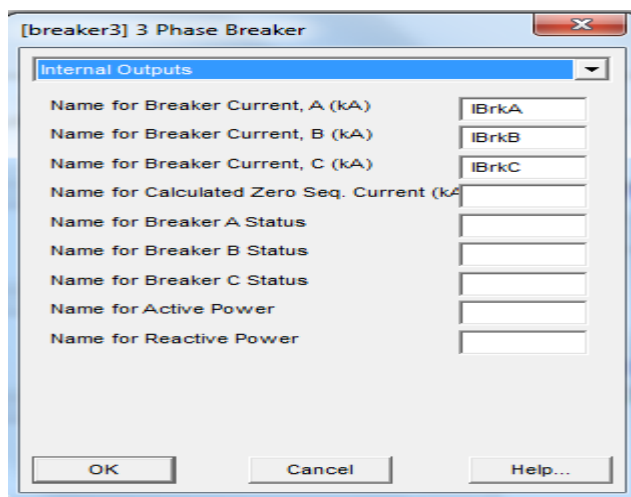
در سطر پنجم حالت گرافیکی را به صورت تک خط تنظیم کنید و سایر سطرها را به همان صورت پیش فرض در نظر بگیرید. سطر ششم که در دو گزینه ولتاژ پایین و ولتاژ

بالا مطرح شده تنها حالت گرافیکی نمایش بریکر را نشان می‌دهد و از اهمیت محاسباتی برخوردار نیست. در سربرگ بعدی تنظیمات زیر را اعمال کنید.



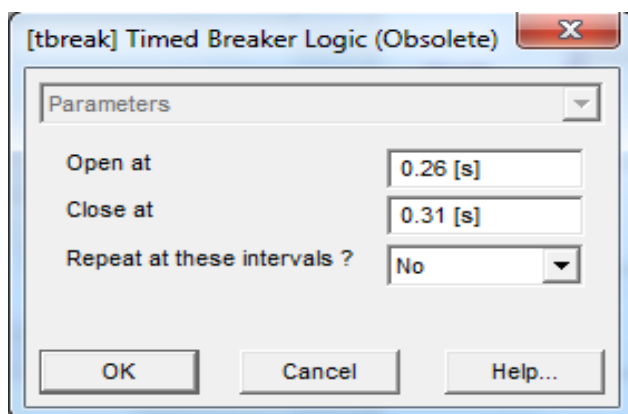
(شکل ۱۰.۵): تنظیم بریکر سه‌فاز

در این سربرگ بعد از نام گذاری دو مقاومت حالت باز و حالت بسته داریم که در دقت حل مثال از اهمیت بالایی برخوردار هستند. مقاومت حالت باز بریکر به این دلیل است که در حالت باز نباید جریانی از مدار عبور کند بنابراین هرچه این مقاومت بزرگتر باشد دقت بالاتر است (منظور از $E_{\text{ف}}$ همان 10^6 می‌باشد). مقاومت حالت بسته بریکر به این دلیل است که در حالت بسته بریکر باید همانند سیم عمل کند در نتیجه باید این مقاومت دارای مقدار کم باشد که معمولاً ۰,۰۱ انتخاب می‌شود. در سربرگ بعدی نام هر فاز بریکر را مطابق زیر تنظیم کنید و سایر سربرگ‌ها را در همان حالت پیش فرض نگه دارید.



(شکل ۱۱.۵): تنظیم بریکر سه‌فاز

برای بریکر المان Timed Breaker Logic را به صورت زیر تنظیم کنید.



(شکل ۱۲.۵): تنظیم Timed Breaker Logic

اکنون باید خطای سه‌فاز را به مدار منتقل کنیم برای این منظور از مسیر زیر اقدام

کنید.

Master Library

>

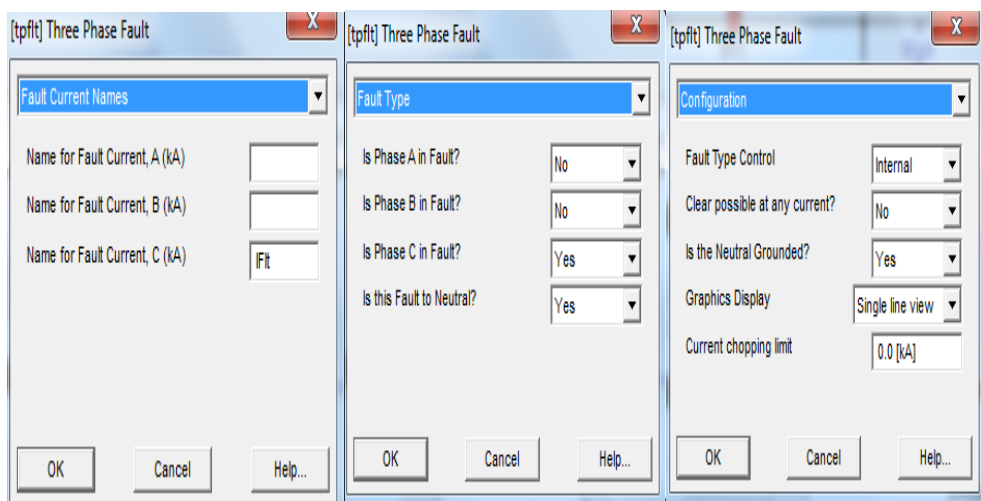
Breakers_Faults

>

5. Three Phase Fault

(شکل ۱۳.۵): مسیر انتخاب خطای سه‌فاز

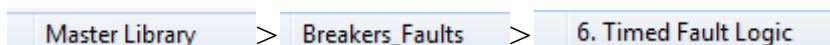
و تنظیمات زیر را روی آن اعمال کنید.



(شکل ۱۴.۵): تنظیم خطای سه‌فاز

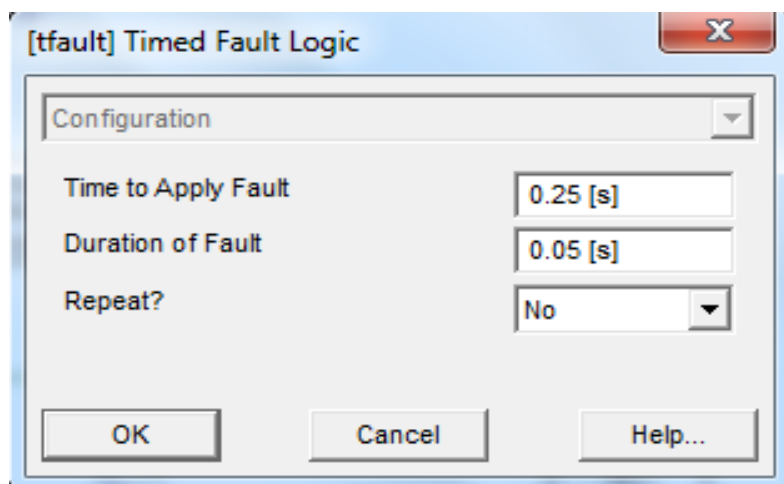
هدف ما در این بریکر این است که فقط فاز C دارای خطا باشد و بتوانیم نمودار جریان خطا را در فاز C مشاهده کنیم به همین منظور تغییرات بالا را اعمال کردیم، (همان طور که قبلاً نیز اشاره شد هر سربرگی که توضیح داده نمی‌شود را به همان حالت اولیه در نظر می‌گیریم که توضیح دادن تمام نکات در هر المان باعث افزایش بیش از حد حجم کتاب خواهد شد بنابراین تنها نکات اصلی و مورد نیاز توضیح داده می‌شود). هر خطا نیاز به یک

Timed Fault Logic که زمان اعمال خطا و مدت آن را مشخص می‌کند. آن را از مسیر زیر به مدار انتقال دهید.



(شکل ۱۵.۵): مسیر انتخاب Timed Fault Logic

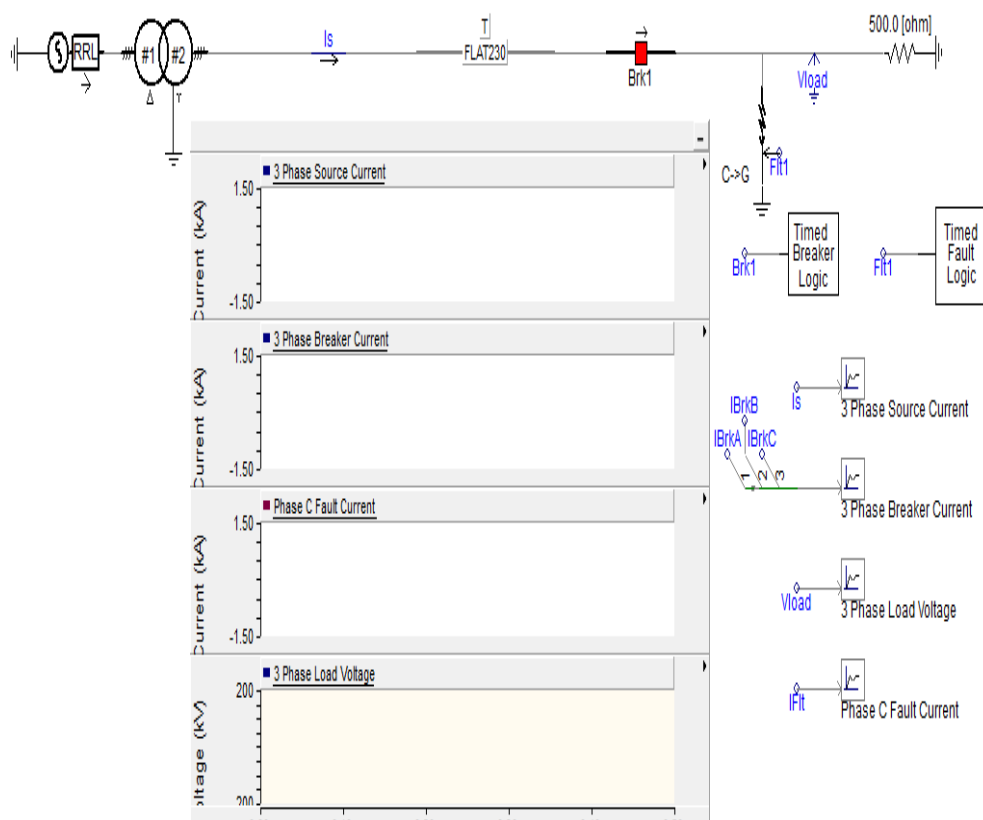
تنظیمات آن را نیز که مربوط به زمان اعمال خطا و مدت زمان آن می‌باشد به صورت زیر اعمال کنید.



(شکل ۱۶.۵): تنظیم Timed Fault Logic

ما می‌توانستیم Timed Fault Logic را مستقیماً به Fault متصل کنیم اما هر دو المان را به Data Label با نام Flt_۱ متصل کردیم که هر دو روش درست است. در انتها مقاومت و زمین‌ها را به مدار منتقل کرده و شکل مدار را تکمیل کنید.

بر طبق مطالب فصل‌های گذشته با فراخوانی نمودارها و المان‌های اندازه‌گیری آشنا شده‌اید که نیازی به توضیح مجدد نیست. تنها المان جدیدی که مشاهده می‌شود Output Channel مربوط به 3 Phase Breaker Current می‌باشد که در ادامه توضیح داده می‌شود.

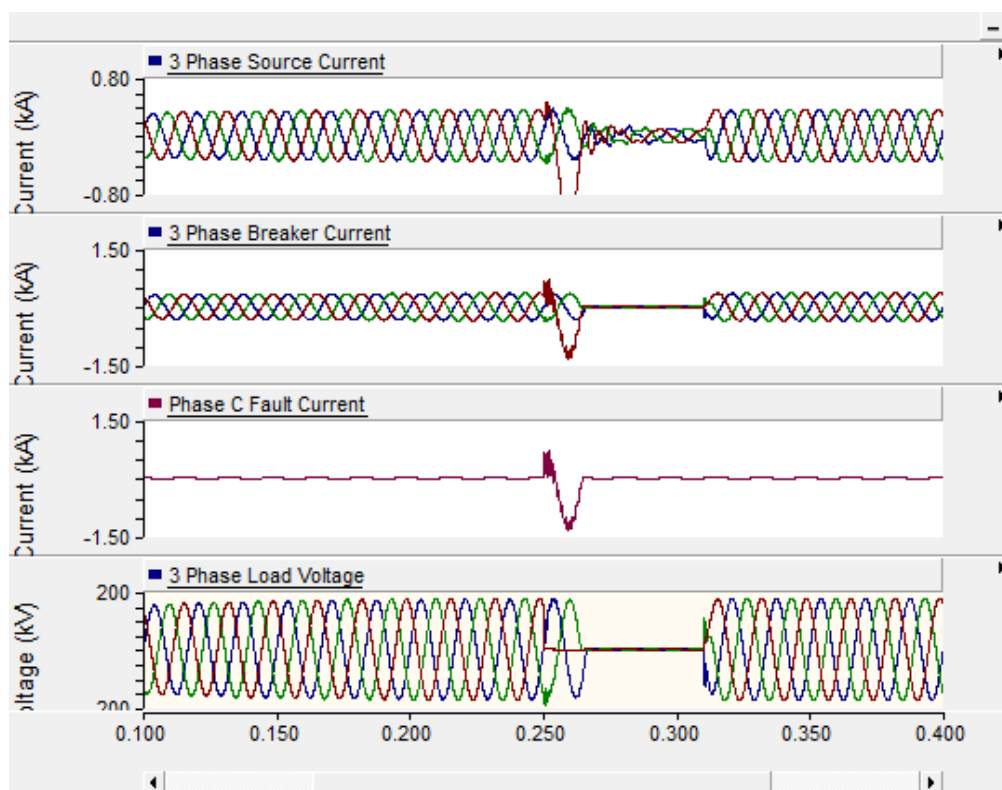


(شکل ۱۷.۵): پیاده سازی مدار

Output Channel مربوط به 3 Phase Breaker Current به منظور مشاهده نمودار جریان هر فاز بریکر می‌باشد. چون بریکر سه‌فاز است نمودار جریان آن نیز سه‌فاز می‌باشد.

متناسب با نام‌هایی که برای هر فاز به بریکر داده بودیم سه Data Label با همین نام‌ها ایجاد می‌کنیم. برای اینکه هر سه جریان را در یک گراف مشاهده کنیم باید هر سه Data Label را به یک Output Channel متصل کنیم. برای این کار نیاز به Data Merge داریم که آن را از قسمت Control Palette به مدار منتقل کرده و اتصال آن را انجام دهید.

۵-۳- شبیه‌سازی



(شکل ۱۸.۵): شبیه‌سازی

این خط به نوعی شبیه‌سازی خط انتقال از نیروگاه به پست می‌تواند باشد، به این صورت که منبع ولتاژ را به عنوان ژنراتور در نظر می‌گیریم. علت استفاده از ترانسفورمر بالا بردن ولتاژ در خط انتقال بلند است، برای این منظور اولیه ترانس در حالت مثلث و ثانویه ترانس را در حالت ستاره در نظر گرفتیم. خطایی را نیز در خط انتقال شبیه‌سازی کردیم تا نتایج آن را در نمودارها مشاهده کنیم. همان طور که در نمودار مشاهده می‌کنید بعد از باز شدن بریکر، جریان منبع و بریکر از پیک دامنه خود خارج می‌شود که بحث مهمی در حفاظت شبکه و خط انتقال می‌باشد.

فصل ششم

شبیه‌سازی یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج

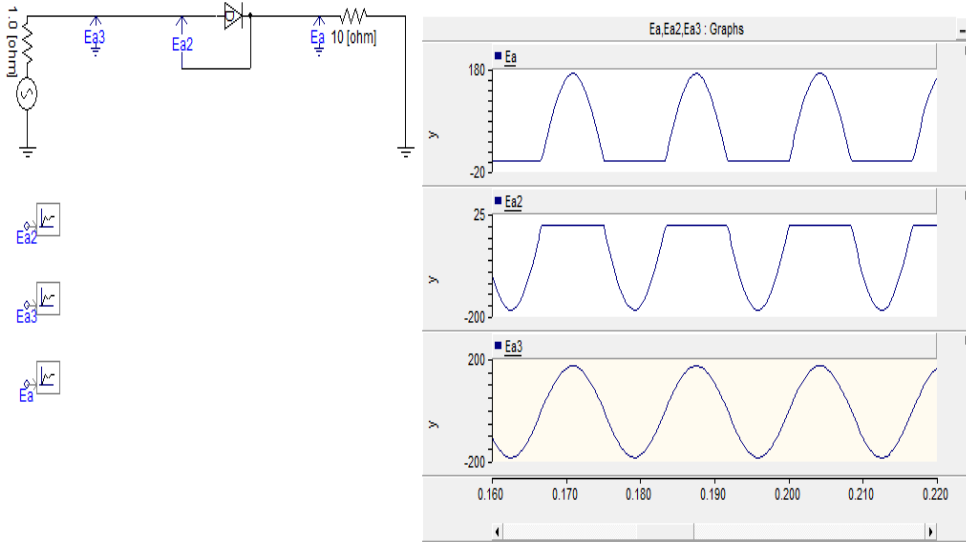
مدار تک‌فاز و سه‌فاز

۶- مقدمه

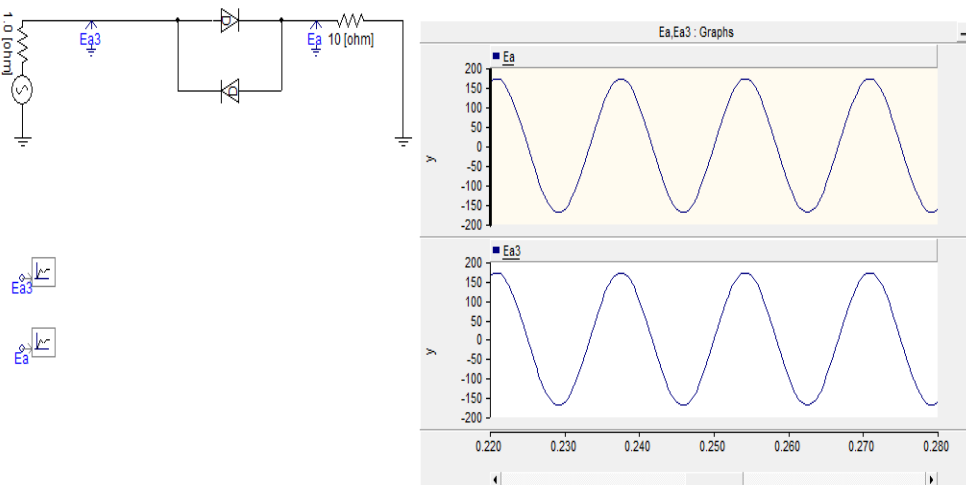
در این فصل شبیه‌سازی یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج مدار تک‌فاز و سه‌فاز توضیح داده

خواهد شد.

۶-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۶): یکسوساز نیم‌موج تک‌فاز




(شکل ۲.۶): یکسوساز تمام‌موج تک‌فاز

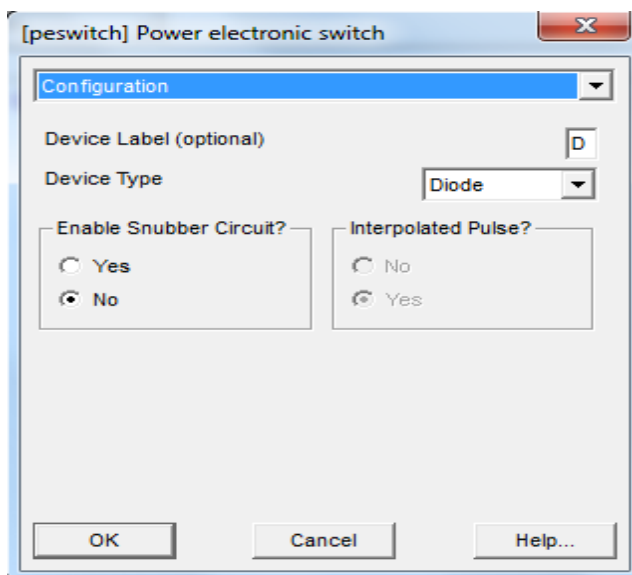
۶-۲- یکسوساز تک‌فاز

بعد از اینکه صفحه‌ای جدید ایجاد کردید همان طور که در مدار یکسوساز نیم‌موج مشاهده می‌کنید نیاز به دیود داریم که آن را از مسیر زیر به مدار منتقل کنید.

Master Library > HVDC_FACTS_PE > 1. Power electronic switch

(شکل ۳.۶): مسیر انتخاب سوئیچ

این سوئیچ  می‌تواند با تنظیم دلخواه بصورت Thyristor - IGBT - GTO - Diode و Transistor باشد. روی آن دابل کلیک کنید و تنظیمات زیر را روی آن اعمال کنید.



(شکل ۴.۶): تنظیمات سوئیچ

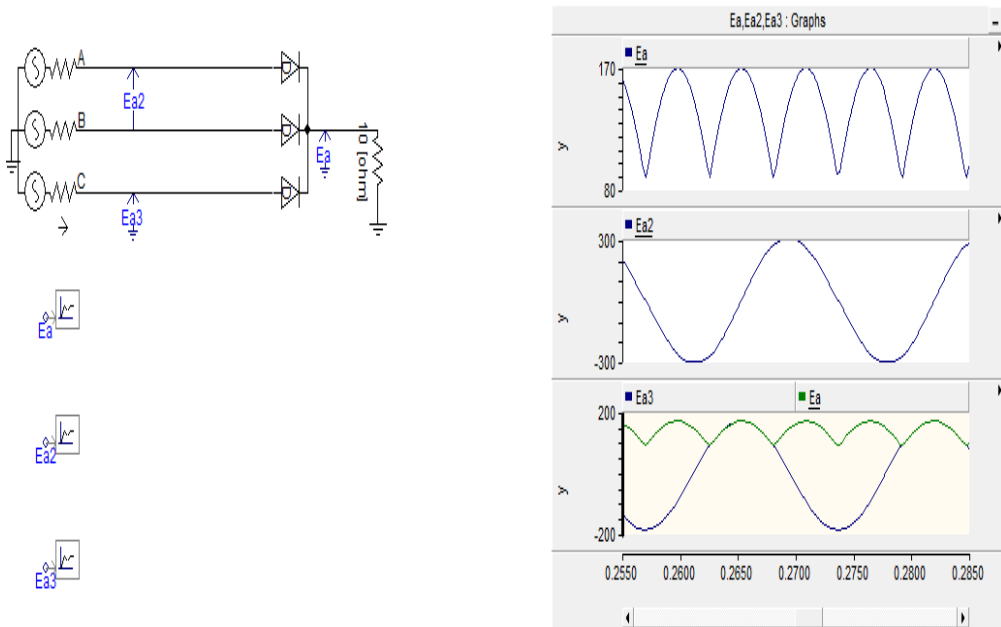
در قسمت Device Type نوع سوئیچ انتخاب می‌شود. در قسمت Enable Snubber Circuit اگر بخواهیم سوئیچ موازی با یک مدار RC سری باشد Yes و در غیر اینصورت No انتخاب می‌شود (این موضوع در درس‌ها و مدارهای الکترونیک قدرت مطرح می‌باشد). سایر سربرگ‌ها را به صورت اولیه نگه دارید. برای اینکه بتوانیم ولتاژ دو سر دیود را مشاهده کنیم از ولت‌متر زمین نشده  استفاده کرده و سر دیگر آن را به قطب منفی دیود (کاتد) متصل کنید. منبع ولتاژ نیز از نوع منبع ولتاژ تک‌فاز مدل ۲ است که تنظیمات و مقدار ولتاژ آن را همان حالت اولیه در نظر گرفته و نیازی به هیچ تغییری در آن نمی‌باشد.

سایر المان‌های مدار را همان طور که آموخته اید به مدار اضافه کنید. بعد از Run کردن، مشاهده می‌کنید که در نیم سیکل اول دیود هدایت می‌کند بنابراین ولتاژ دو سر بار، همان ولتاژ دو سر منبع است و چون هدایت دیود مشابه تبدیل شدن دیود به یک سیم است، ولتاژ دو سر دیود صفر می‌باشد، که در ولت‌متر دوم ملاحظه می‌کنید. در نیم سیکل منفی، دیود هدایت نمی‌کند بنابراین ولتاژ دوسر بار صفر می‌شود و تمام ولتاژ منبع روی دو سر دیود که باز است قرار می‌گیرد بنابراین ولت‌متر دوم، نیم سیکل منفی را نشان می‌دهد.

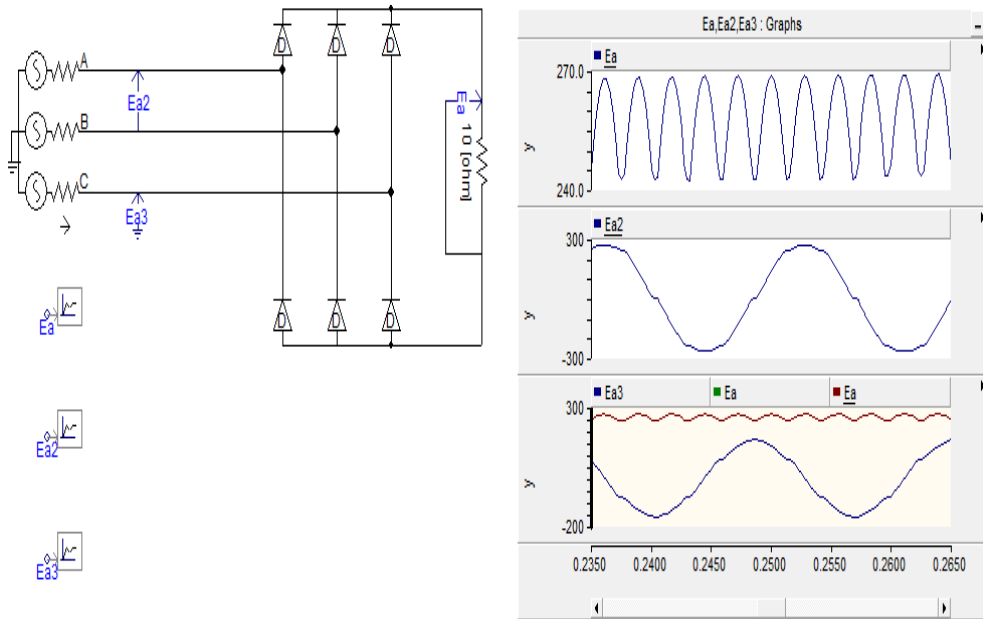
برای شبیه‌سازی یکسوساز تمام‌موج تنها کافی است دیودی دیگر را به صورت موازی و معکوس با دیود اول قرار دهید. برای این کار می‌توانید روی دیود اول راست کلیک کرده و آن را copy کنید و در قسمت دیگری از صفحه آن را Paste کنید و بعد از تکمیل مدار آن

را Run کنید. مشاهده می‌کنید که در یکسوساز تمام‌موج ولتاژ منبع در بار خروجی ظاهر می‌شود که دلیل آن هدایت دیود بالا، در نیم سیکل مثبت و دیود پایین، در نیم سیکل منفی است.

۶-۳- یکسوساز سه‌فاز



(شکل ۵.۶): یکسو کننده نیم‌موج سه‌فاز



(شکل ۶.۶): یکسو کننده پل سه‌فاز

ابتدا از یکسو کننده نیم‌موج شروع می‌کنیم. مطابق روشی که گفته شد دیودها را در مدار اعمال کنید. منبع سه‌فاز نیز از نوع مدل ۱ می‌باشد که آن را با همان مقادیر اولیه در مدار اعمال کنید. بعد تکمیل مدار برای اینکه بتوانیم شکل موج بار را با ولتاژ فاز منبع مقایسه کنیم هر دو را روی نمودار سوم آوردیم. برای اندازه‌گیری ولتاژ خط به خط از ولت‌متر زمین نشده استفاده می‌کنیم که در مدار قابل مشاهده است. بعد از تکمیل مدار و Run کردن مشاهده می‌کنید که ولتاژ خط به خط E_{a2} دارای دامنه $\sqrt{3}$ برابری ولتاژ فاز E_a می‌باشد. برای شکل موج خروجی همان طور که می‌دانید در هر منبع سه‌فاز در هر $\frac{2\pi}{3}$ یک فاز بالاتر از دو فاز دیگر قرار دارد که هر فازی که بالاتر باشد از دیود موجود در خط

خود هدایت می‌شود و دو دیود دیگر نمی‌توانند هدایت کنند چون ولتاژ کاتد آن‌ها از ولتاژ آند بیشتر شده است بنابراین ولتاژ بار خروجی، ولتاژ بالاترین فاز در هر $\frac{2\pi}{3}$ است.

اکنون مطابق شکل، یکسو کننده پل سه‌فاز مدار آن را تکمیل کنید بعد از Run کردن مشاهده می‌کنید که دوره موج خروجی به $\frac{\pi}{6}$ رسیده است. دلیل آن این است که این مدار در واقع از دو یکسوساز نیم‌موج که یکی دارای خروجی مثبت و دیگری دارای خروجی منفی است تشکیل شده که خروجی پل، تفاضل این دو خروجی نیم‌موج می‌باشد. (برای توضیح تکمیلی همراه با شکل موج و روابط به کتاب های الکترونیک قدرت که در قسمت مراجع به آن‌ها اشاره شده است مراجعه کنید).

همان طور که در شکل موج خروجی مشاهده می‌کنید ولتاژ خروجی تقریباً به صورت ثابت در آمده است. به این گونه مدارها که می‌توانند ولتاژ سینوسی (AC) را به ولتاژ ثابت (DC) تبدیل کنند یکسوساز یا Rectifier می‌گویند که در درس الکترونیک قدرت بحث آن مطرح است.

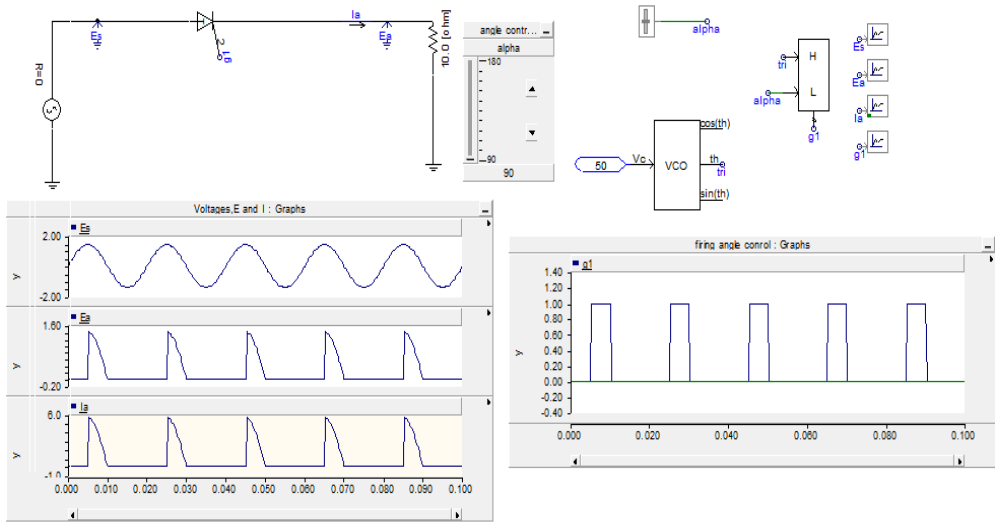
فصل هفتم

شبه‌سازی یکسوساز تریستوری

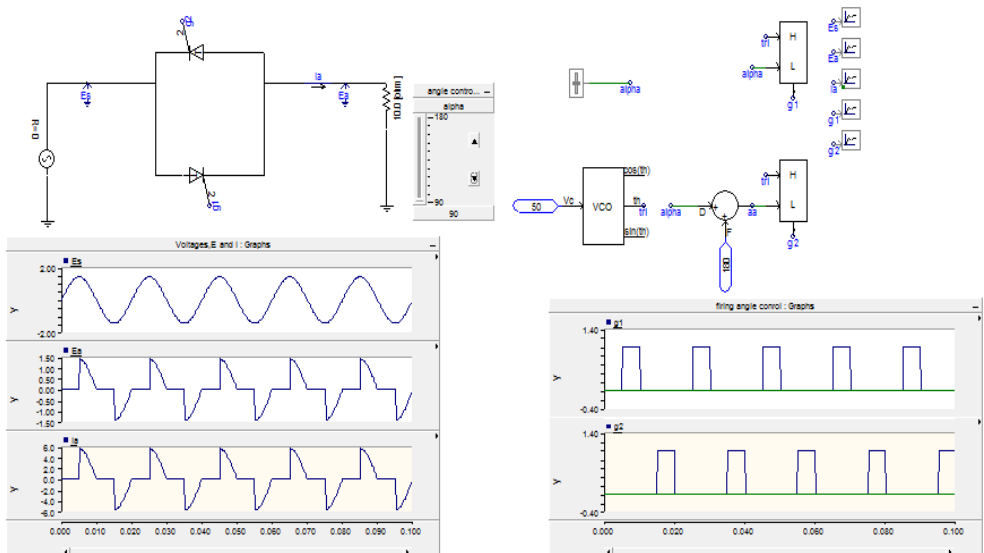
۷- مقدمه

در این فصل نحوه‌ی تولید یکسوساز نیم‌موج و تمام‌موج تک‌فاز با استفاده از تریستور مطرح خواهد شد.

۷-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۷): یکسوساز تریستوری نیم‌موج تک‌فاز



(شکل ۲.۷): یکسوساز تریستوری تمام‌موج تک‌فاز

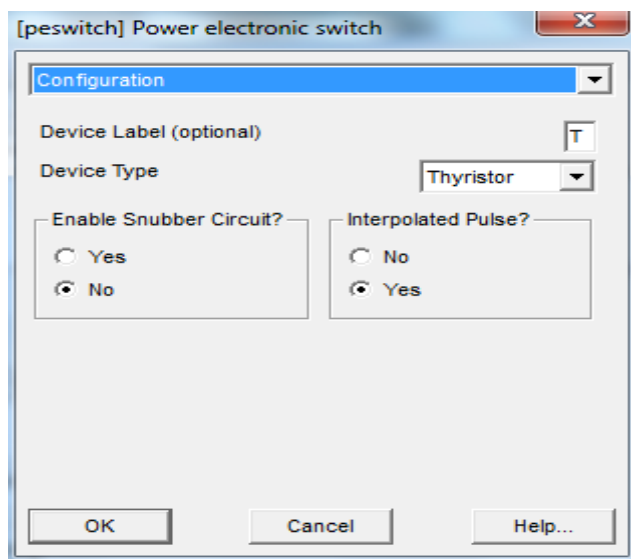
۷-۲- یکسوساز نیم‌موج تک‌فاز

برای شروع ابتدا باید تریستور را به مدار منتقل کنید. تریستور نیز نوعی سوئیچ است بنابراین از همان مسیری که برای دیود، سوئیچ را به مدار انتقال دادید یک سوئیچ به مدار منتقل کنید.

Master Library > HVDC_FACTS_PE > 1. Power electronic switch

(شکل ۳.۷): مسیر انتخاب سوئیچ

روی سوئیچ دابل کلیک کرده و وارد تنظیمات آن شوید و نوع سوئیچ را از نوع تریستور انتخاب کنید.



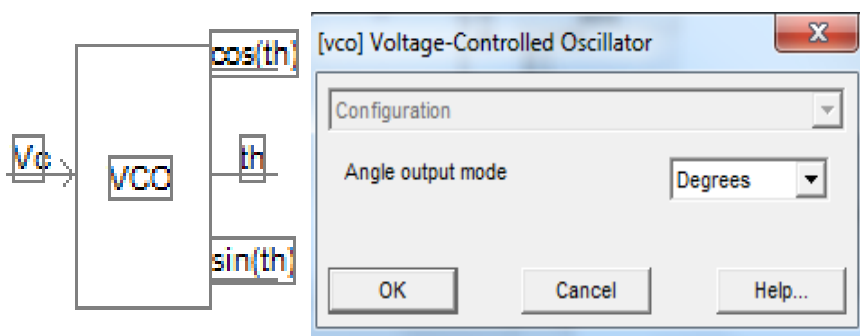
(شکل ۴.۷): تنظیمات سوئیچ

هر تریستور نیاز به یک فرمان آتش دارد تا در آن زاویه مشخص، تریستور شروع به کار کند در واقع بعد از زاویه آتش، تریستور کاملاً مشابه دیود عمل می‌کند. همان طور که در درس الکترونیک قدرت بحث شده است برای ایجاد پالس آتش (پالس گیت)، موج دندان‌اره‌ای با یک مقدار ثابت مقایسه می‌شود و در لحظه‌ای که موج دندان‌اره‌ای بزرگتر باشد پالس آتشی با مدت زمان معین ایجاد می‌شود. برای ایجاد موج دندان‌اره‌ای نیاز به المان Voltage-controlled Oscillator می‌باشد که برای آن از مسیر زیر اقدام کنید.

Master Library > CSMF > $W016$ > 40. Voltage-Controlled Oscillator

(شکل ۵.۷): مسیر انتخاب Voltage-controlled Oscillator

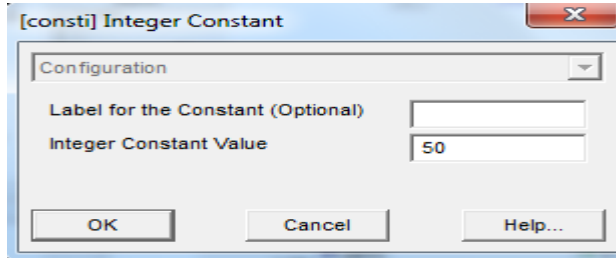
این المان مقداری ثابت را به عنوان ورودی می‌پذیرد و می‌تواند سه موج کسینوسی – سینوسی و دندان‌اره‌ای را ایجاد کند. تنظیم این المان نیز به همان حالت پیش فرض است.



(شکل ۶.۷): تنظیم Voltage-controlled Oscillator

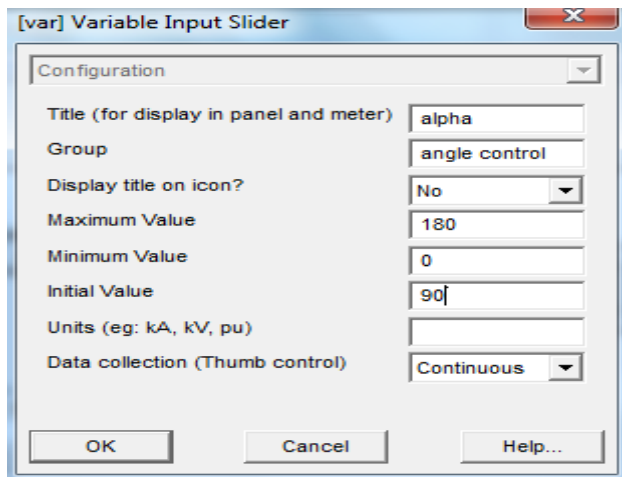
خروجی th این المان را به یک Data Label با نام tri می‌دهیم. این المان نیاز به یک ورودی صحیح دارد که آن را از قسمت Control Palette تحت عنوان Integer Constant

به مدار منتقل کنید و به ورودی VCO متصل کنید، تنظیم آن نیز به صورت زیر می‌باشد.



(شکل ۷.۷): تنظیم Integer Constant

لازم به ذکر است که مقدار ۵۰ داده شده برای ورودی براساس تجربه و آزمون و خطا بدست آمده که اگر مقدار آن را تغییر دهید مشاهده می‌شود که عملکرد مدار تغییر می‌کند. برای ایجاد موج ثابت (که در این روش به عنوان زاویه آتش محسوب می‌شود) از قسمت Control Palette یک Slider به مدار منتقل کنید و تنظیمات زیر را در آن اعمال کنید.



(شکل ۸.۷): تنظیم Slider

سطر اول و دوم که مربوط به نام گذاری است. در سطر چهارم و پنجم بازه‌ای مثلثاتی برای آن تعریف کردیم. هدف ما این است که در زاویه ۹۰ درجه آتش ایجاد شود بنابراین بازه مثلثاتی را از ۰ تا ۱۸۰ تعریف کرده و مقدار اولیه را ۹۰ وارد کردیم. خروجی Slider را به یک Data Label با نام alpha متصل کنید و برای Slider گراف Control Panel را ایجاد کنید تا بتوانید زاویه های آتش مختلف را به طور هم زمان ایجاد کرده و نتایج را مشاهده کنید.

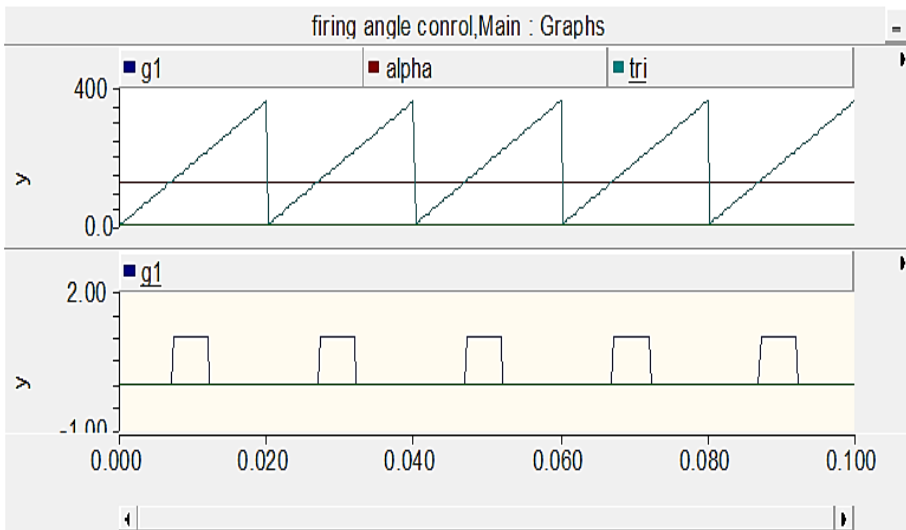
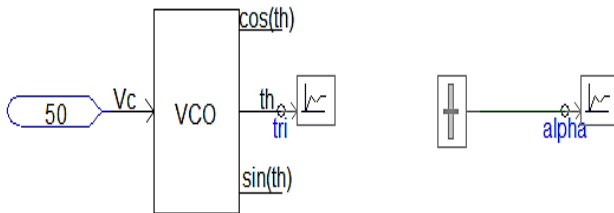
اکنون باید برای ایجاد پالس آتش، مقدار ثابت و موج دندان‌اره‌ای را به یک مقایسه‌کننده تحت عنوان Interpolated Firing Pulses بدهیم تا بتواند پالس آتش را ایجاد کند. این المان را از مسیر زیر فراخوانی کنید.

Master Library > HVDC_FACTS_PE > 4. Interpolated Firing Pulses

(شکل ۹.۷): مسیر انتخاب Interpolated Firing Pulses

تنظیمات این المان را به صورت اولیه نگه دارید. ورودی H این المان را به یک Data Label با نام tri و ورودی L را نیز به یک Data Label با نام alpha متصل کنید. خروجی این المان را نیز به یک Data Label تحت عنوان g_1 متصل کنید. خروجی g_2 همان پالس آتش مطلوب می‌باشد. بعد از تکمیل مدار و فراخوانی گراف ها آن را Run کنید. مشاهده می‌کنید که بعد از زاویه ۹۰ درجه، تریستور مانند دیود عمل می‌کند.

در این قسمت توضیحاتی درمورد نحوه ایجاد پالس آتش به شما ارائه می‌دهیم. اگر Data Label های Tri و alpha را هر کدام به یک Output Channel هم‌نام متصل کنیم و نمودار هر دو را روی یک گراف بیاوریم، نتایج زیر حاصل می‌شود.



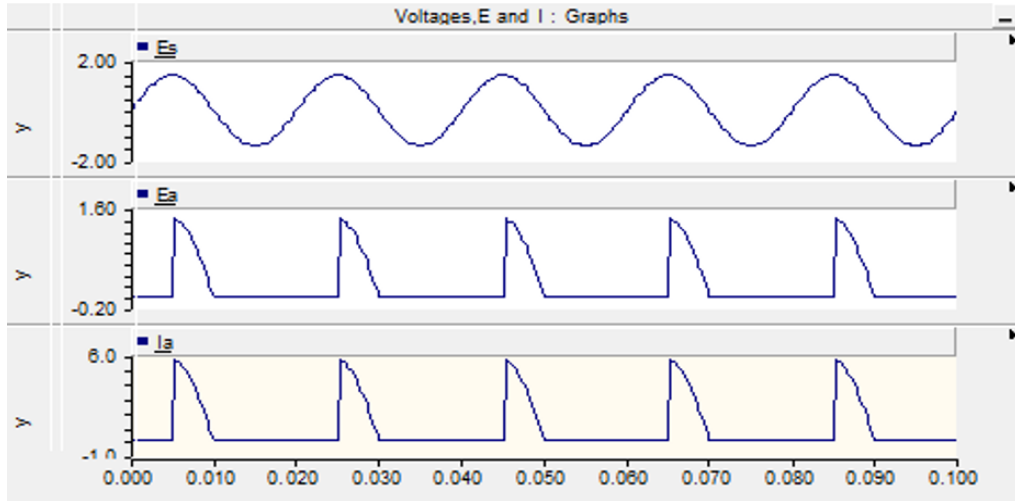
(شکل ۱۰.۷): نحوه ایجاد پالس آتش

اگر دقت کنید دقیقاً در لحظه‌ای که موج دندان‌اره‌ای از موج ثابت بیشتر شود پالس

آتشی با مدت زمان $0,005s$ (در تنظیمات اولیه مربوط به Interpolated Firing Pulses

موجود است) ایجاد می‌شود.

۷-۳- شبیه‌سازی یکسوساز نیم‌موج تک‌فاز



(شکل ۱۱.۷): یکسوساز نیم‌موج تک‌فاز

همان‌طور که مشاهده می‌شود در زاویه آتش 90° درجه تریستور آتش می‌شود و شکل

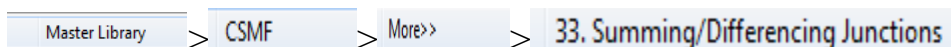
موج ولتاژ و جریان بصورت بالا مشاهده می‌شود.

۷-۴- یکسوساز تمام‌موج تک‌فاز

برای یکسوساز تمام‌موج ابتدا تریستوری را به صورت موازی و معکوس با تریستور اول

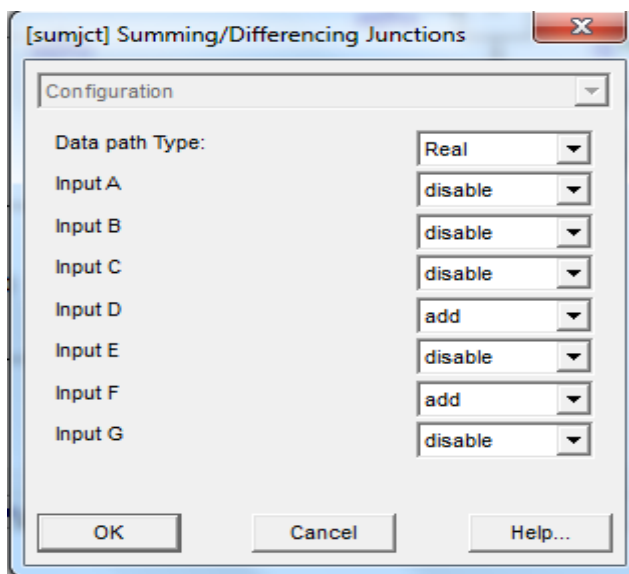
قرا دهید. این تریستور که در مدار در قسمت بالا قرار گرفته است نیاز به پالس آتشی تحت

عنوان g_2 دارد تا بتواند در نيم سيكل منفي منبع تريستور بالا را آتش کند. چون بازه مثلثاتی نيم سيكل منفي از 180° تا 360° درجه می‌باشد بنابراین نیاز است تا زاويه α با یک زاويه ثابت 180° درجه جمع شود و به همان روش مثال قبل به *Interpolated Firing* Pulses دوم متصل شود. مقدار ثابت 180° درجه را با *Integer Constant* ایجاد کنید و برای اضافه کردن آن به زاويه α از یک جمع کننده استفاده کنید. برای اضافه کردن جمع کننده به مدار از مسیر زیر اقدام کنید.



(شکل ۱۲.۷): مسیر انتخاب جمع کننده

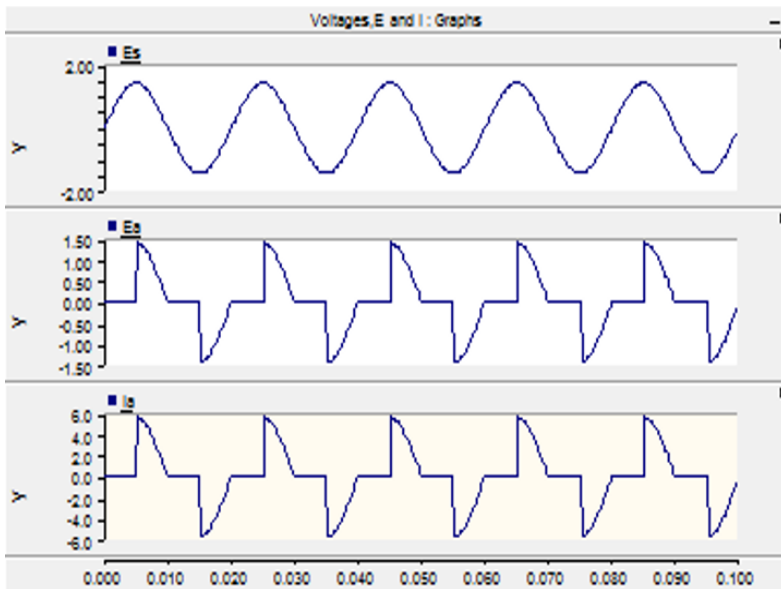
تنظیمات این المان را به صورت زیر انجام دهید.



(شکل ۱۳.۷): تنظیمات جمع کننده

این المان می‌تواند تا هفت ورودی با علامت‌های متفاوت را بپذیرد و بعد از جمع و تفریق آن‌ها مقدار نهایی را در خروجی ایجاد کند.

۷-۵- شبیه‌سازی یکسوساز تمام‌موج تک‌فاز



(شکل ۱۴.۷): یکسوساز تمام‌موج تک‌فاز

بعد از تکمیل مدار آن را اجرا کنید. مشاهده می‌شود که موج نیم سیکل منفی نیز در زاویه ۲۷۰ درجه آتش می‌شود. توسط این مدارها و تریستور می‌توان مقدار متوسط موج منبع را کنترل کرده که در نتیجه می‌توان منبعی با سطوح متغیر متوسط تولید کرد.

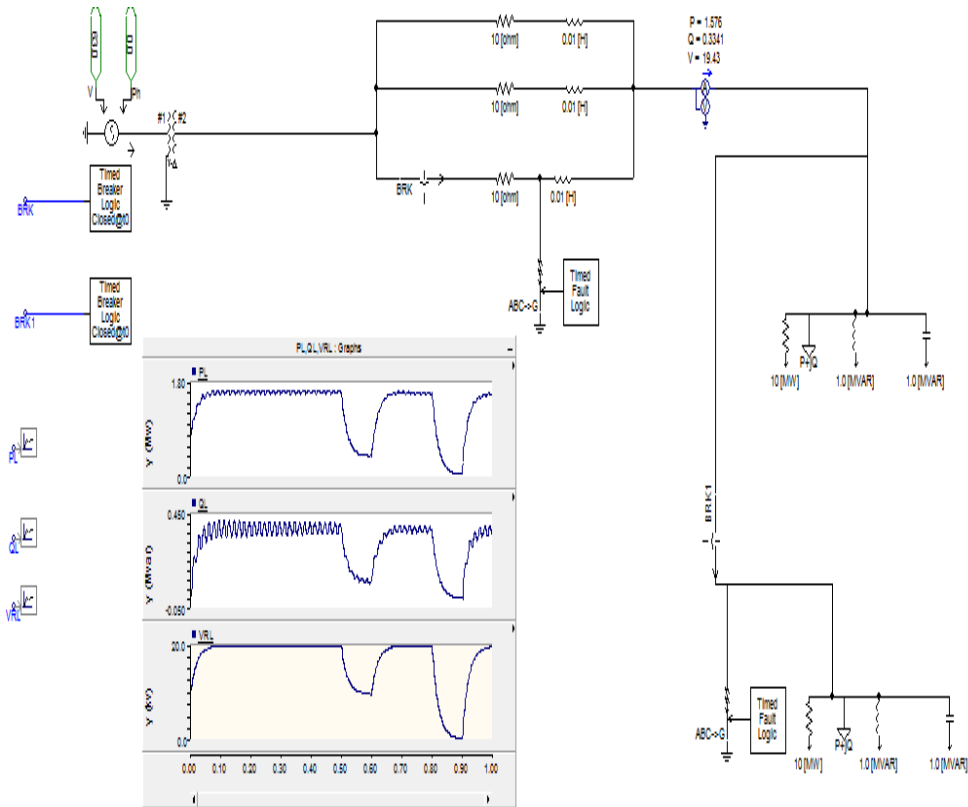
فصل هشتم

شبیه‌سازی شبکه درون شهری

۸- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی شبکه درون شهری با پست فرضی $kv\ 63/20$ همراه با خط انتقال و بارهای درون شهری معرفی شده و نحوه‌ی اعمال خطا در قسمت‌های مختلف شبکه و حفاظت در مقابل خطا را خواهید آموخت.

۸-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۸): طرح مدار

۸-۲- اجرای شبیه‌سازی

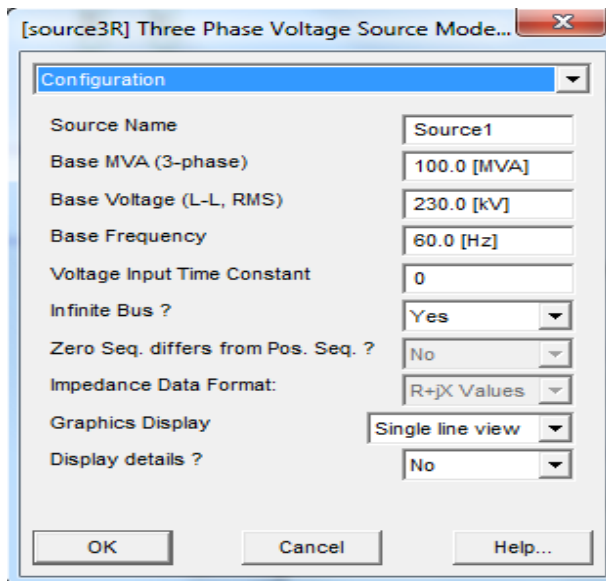
برای این مدار سعی کردیم منبع ولتاژ دیگری را به شما معرفی کنیم به همین منظور

از مسیر زیر این منبع را به مدار منتقل کنید.

Master Library > source3 > 8. Three Phase Voltage Source Model 3

(شکل ۲.۸): مسیر انتخاب منبع ولتاژ مدل ۳

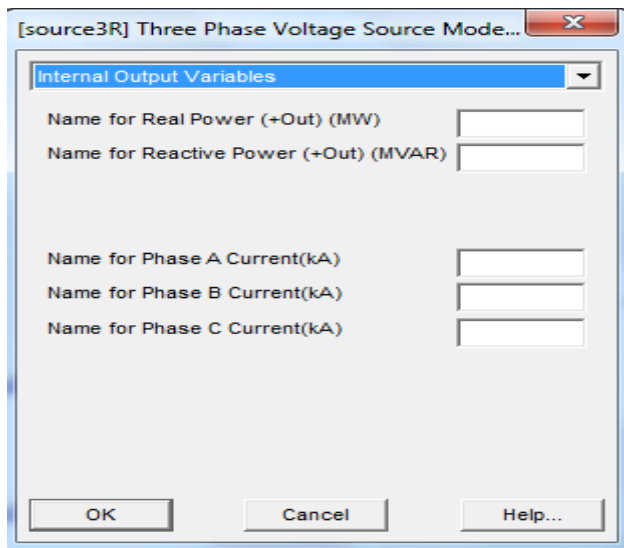
این منبع دارای ویژگی خوبی می‌باشد که می‌توان ولتاژ و فاز آن را از بیرون کنترل کرد و این خود باعث افزایش سرعت در تغییر مقدار منبع خواهد شد. تنظیمات منبع را به صورت زیر اعمال کنید.



(شکل ۳.۸): تنظیم منبع ولتاژ

نکات مهم این سربرگ از سطر پنجم شروع می‌شود. سطر پنجم که ثابت زمانی ولتاژ ورودی است در واقع مدت زمانی است که منبع به مقدار نامی خود می‌رسد. در حالت اول که مقدار آن $0.05s$ می‌باشد به این معنی است که در این بازه زمانی به حدود 80% مقدار نامی خود خواهد رسید که ما معمولاً آن را 0 در نظر می‌گیریم تا بتوانیم از ابتدا ولتاژ نامی

را در مدار داشته باشیم. سطر ششم در مورد قابلیت این منبع در داشتن باس بی نهایت است، اگر Yes انتخاب شود یعنی منبع دارای باس بی نهایت بوده بنابراین نیاز به وارد کردن امپدانس نمی‌باشد. اگر No انتخاب شود یعنی منبع دارای امپدانس است در این حالت پارامترهای سطر هفتم و هشتم فعال می‌شود. سطر هفتم مربوط به قابلیت توالی صفر امپدانس است (در حالت عادی این منبع دارای امپدانس با توالی مثبت بوده و اگر این گزینه فعال شود امپدانس می‌تواند دارای توالی صفر باشد). سطر هشتم نوع امپدانس منبع را مشخص می‌کند. سربرگ‌های دوم و سوم این منبع به ترتیب مربوط به مقدارهای امپدانس توالی مثبت و توالی صفر می‌باشد. سربرگ آخر به صورت زیر می‌باشد و نیازی به تغییر ندارد البته توضیح آن را در ادامه عرض می‌کنیم.



(شکل ۴.۸): تنظیم منبع ولتاژ

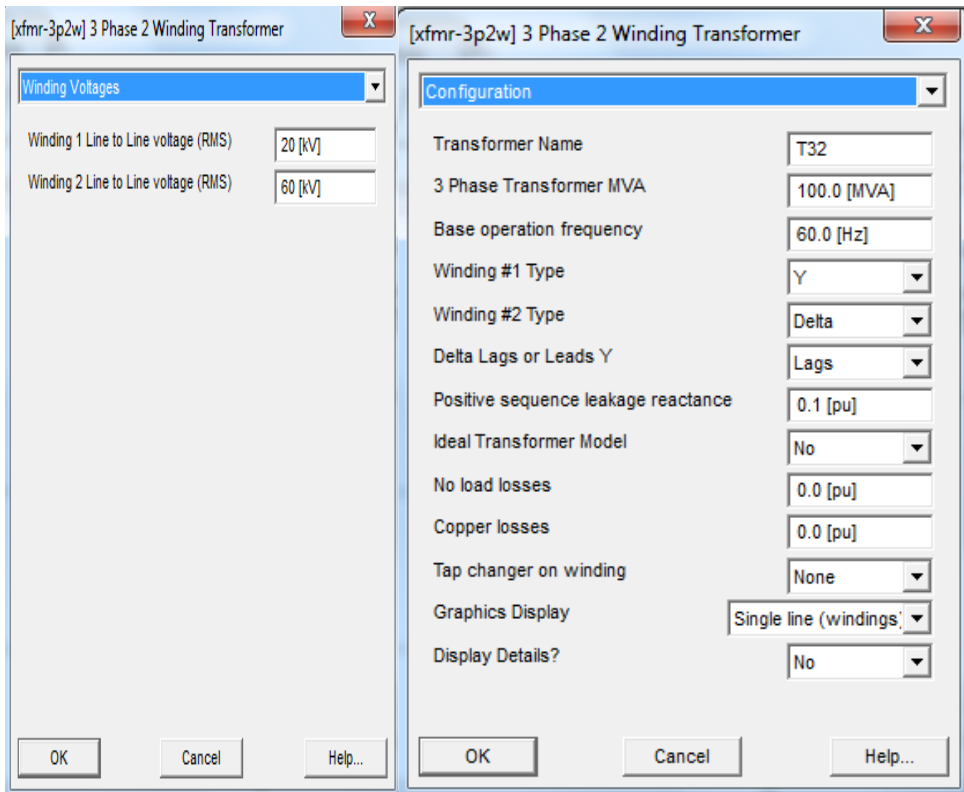
این صفحه مربوط به قابلیت این منبع در نمایش مقادیر توان و جریان هر فاز می‌باشد که برای این منظور می‌توانید هر قسمت را نام گذاری و توسط Data Label نام آن را فراخوانی کرده و سپس گراف مربوط به آن را اعمال کنید. نکته آخر در مورد این منبع دو مقدار ثابت است که قسمت V مربوط به دامنه ولتاژ خط به خط RMS برحسب KV می‌باشد که باید توسط المان Integer Constant مقدار آن را ۶۳ قرار دهید. برای فاز نیز کافی است با همین روش مقدار ۰ را به آن اعمال کنید.

برای ترانسفورمر از مسر زیر آن را به مدار اضافه کنید.

Master Library > Transformers > 6. 3 Phase 2 Winding Transformer

(شکل ۵.۸): مسیر انتخاب ترانسفورمر

برای تنظیمات آن نیز تنها کافی است دو سربرگ زیر را تنظیم کرده و سایر سربرگ‌ها را در همان حالت اولیه نگه دارید.



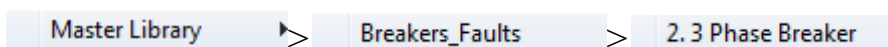
(شکل ۶.۸): تنظیمات ترانسفورمر

لازم به توضیح است که سایر سربرگ‌ها تنها مربوط به نام گذاری پارامترهای مختلف

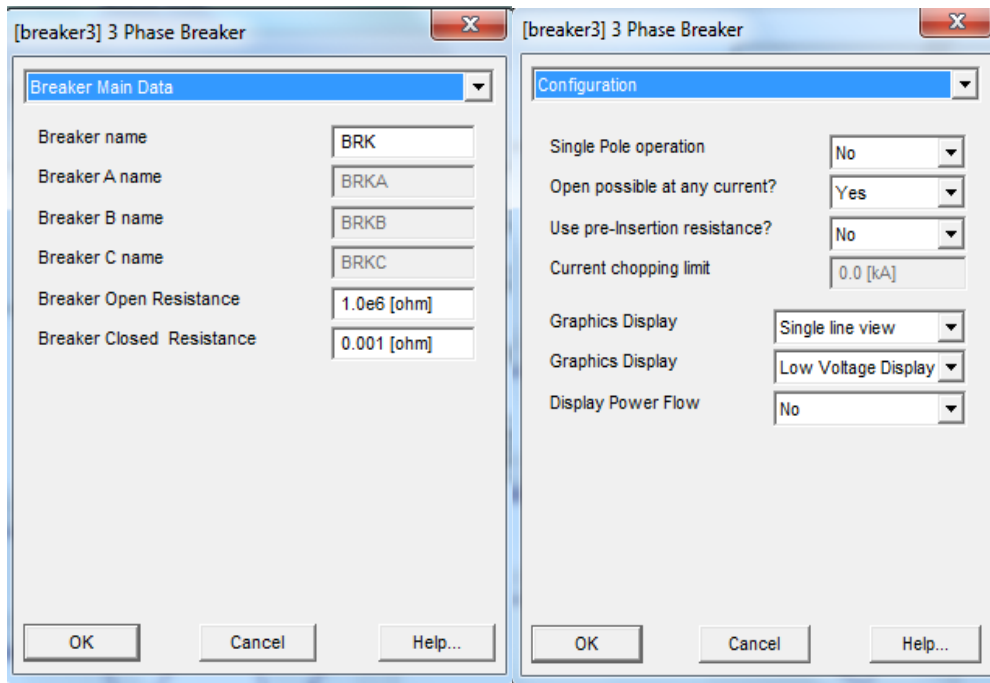
ترانسفورمر برای نمایش گراف آن‌ها می‌باشد که در این مثال نیازی به این کار نیست.

بریکر از نوع سه‌فاز بوده که آن را از مسیر زیر به مدار منتقل کرده و سپس تنظیمات

زیر را در آن اعمال کنید.

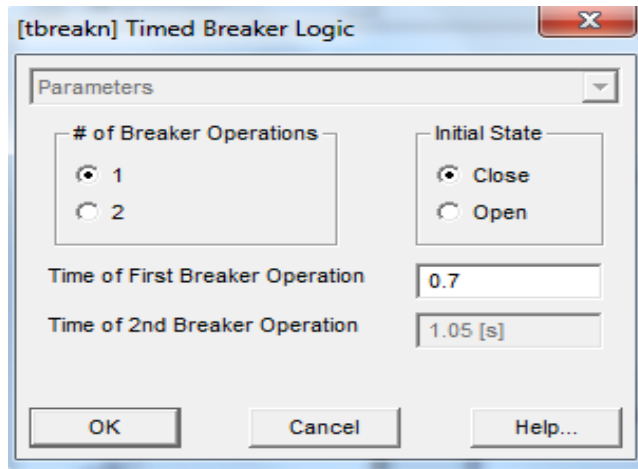


(شکل ۷.۸): مسیر انتخاب بریکر



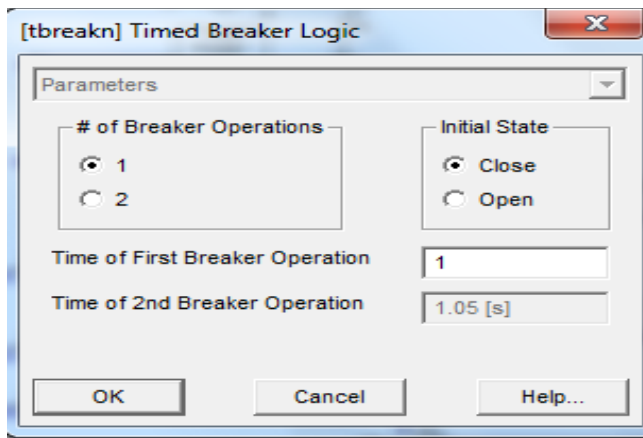
(شکل ۸.۸): تنظیمات بریکر

نکات مهم برای سربرگ اول برای سطر دوم است که توانایی باز شدن بریکر در هر جریانی مورد سوال است که ما آن را Yes می‌کنیم تا بتوانیم در هر جریانی بریکر را باز کنیم. سایر پارامترها از اهمیت خاصی برخوردار نیستند. در سربرگ دوم نیز باید نام بریکر را معلوم کرده و مقاومت حالت بسته را در مقدار ۰,۰۰۱ تنظیم کنید تا دقت شبیه‌سازی افزایش یابد. سایر سربرگ‌ها را در همان حالت اولیه نگه دارید. برای Timed Breaker Logic بریکر اول تنظیمات زیر را اعمال کنید.



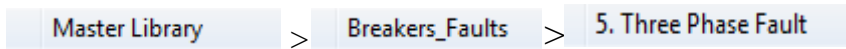
شکل ۹.۸: تنظیم Timed Breaker Logic

بریکر دوم نیز که در مسیر بار قرار داده شده، دارای تنظیماتی مشابه بریکر اول است تنها باید نام آن را به BRK^۱ تبدیل کرده و تنظیمات Timed Breaker Logic آن را به صورت زیر اعمال کنید.



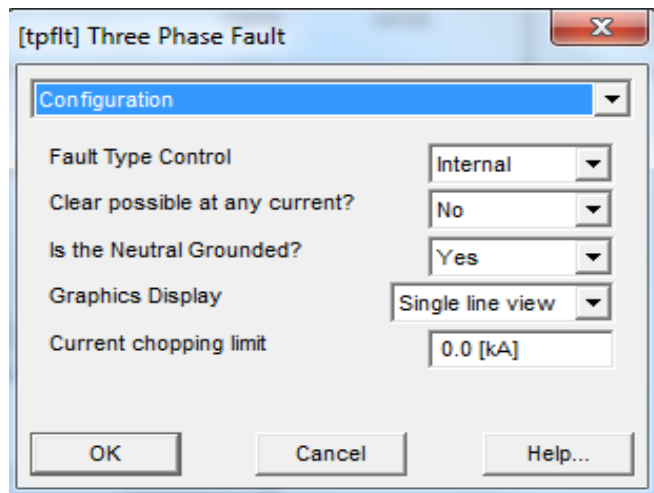
شکل ۱۰.۸: تنظیم Timed Breaker Logic

بعد از بریکرها نوبت به خطاها می‌رسد همان‌طور که یاد گرفته‌اید خطای سه‌فاز را از مسیر زیر به مدار منتقل کنید.



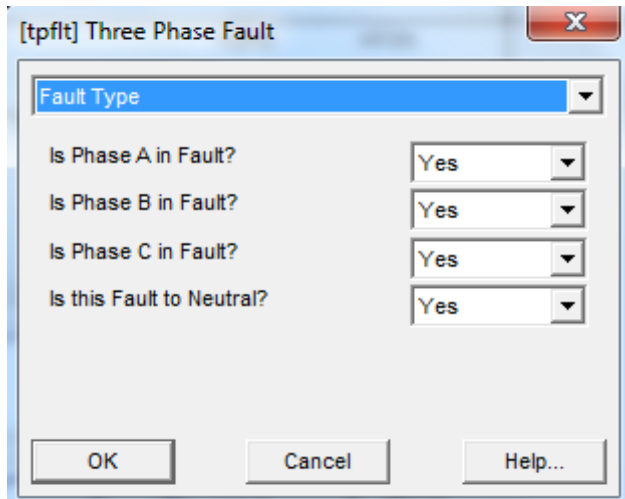
(شکل ۱۱.۸): مسیر انتخاب خطای سه‌فاز

تنظیمات آن را به صورت زیر اعمال کنید.



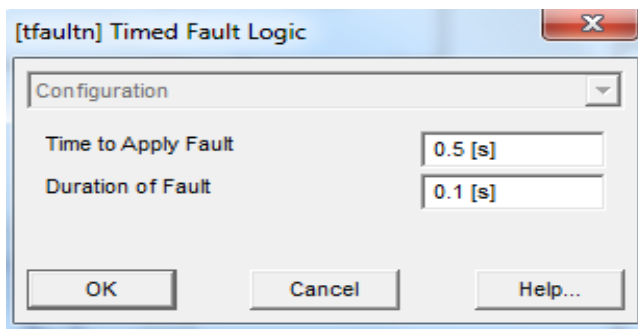
(شکل ۱۲.۸): تنظیم خطای سه‌فاز

سطراول کنترل خطا می‌باشد که شامل حالت‌های داخلی و خارجی بوده که همان گزینه کنترل داخلی را انتخاب می‌کنیم. سایر سطرها را نیز بجز گرافیک نمایش در همان حالت اولیه نگه دارید. سربرگ سوم را به صورت زیر تنظیم کرده و سایر سربرگ‌ها را در همان حالت اولیه نگه داری کنید (در این سربرگ قابلیت خطا را در هر سه‌فاز فعال کردیم).



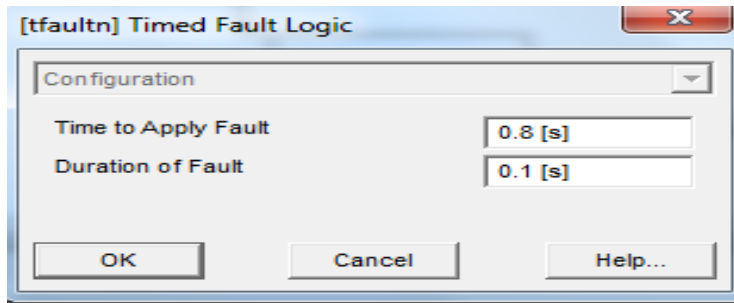
(شکل ۱۳.۸): تنظیم خطای سه‌فاز

همان طور که یاد گرفته‌اید هر خطا نیاز به یک Timed Fault Logic دارد که بعد انتقال آن به مدار تنظیمات زیر را در آن اعمال کنید.



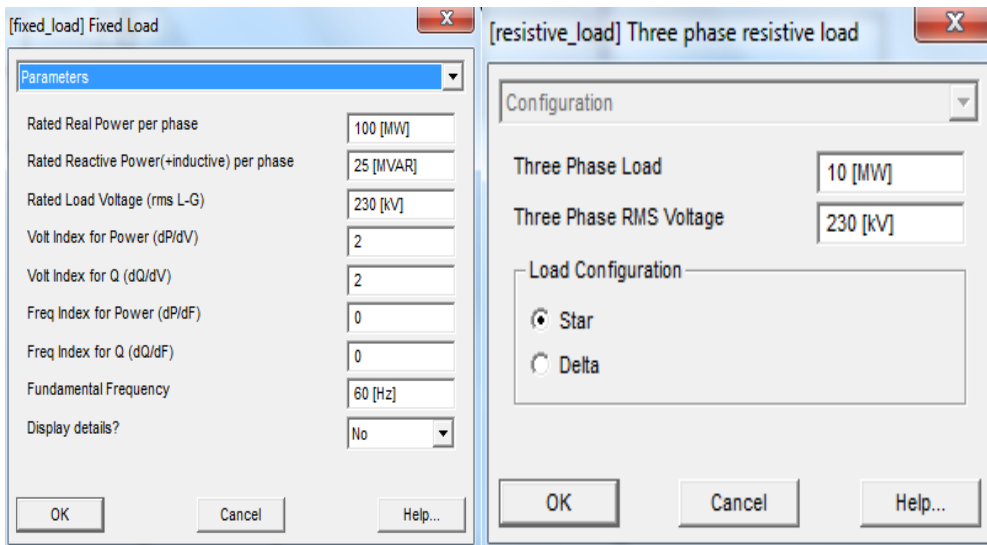
(شکل ۱۴.۸): تنظیم Timed Fault Logic

برای خطای دوم نیز که در قسمت بار قرار دادیم تنظیمات خطا کاملاً مشابه تنظیم خطای اول است ولی تنظیمات Timed Fault Logic را به صورت زیر اعمال کنید.

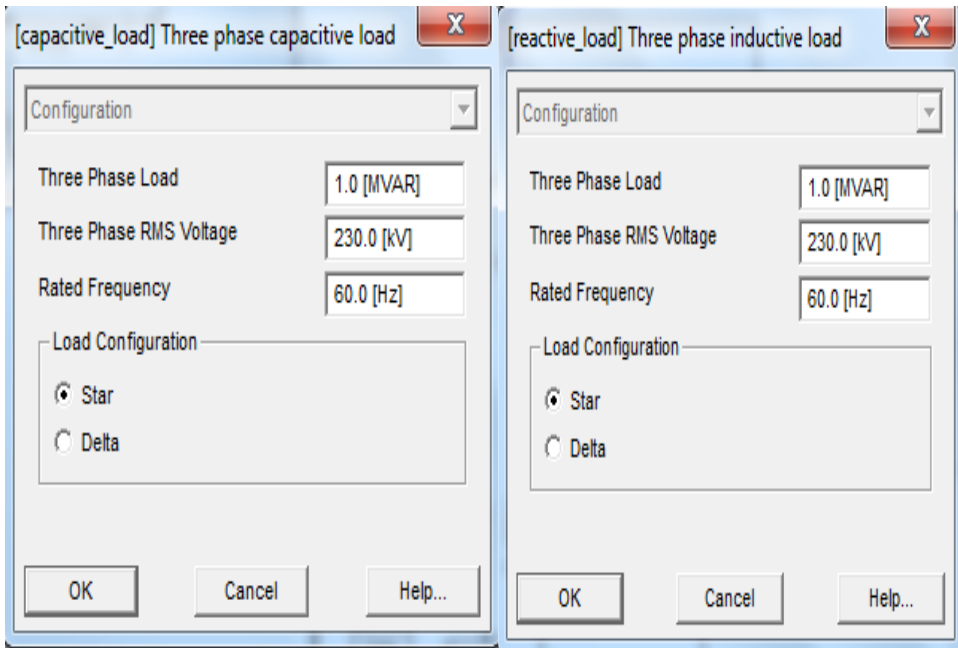


(شکل ۱۵.۸): تنظیم Timed Fault Logic

در واقع هدف ما از این مثال این بود که دو خطا در زمان‌های ۰.۸ و ۰.۵ ثانیه در بار مصرفی و خط انتقال شهری ایجاد کنیم تا تاثیر آن را در پارامترهای مدار مشاهده کنیم. در مورد اضافه کردن بارهای مصرفی مختلف تا کنون اطلاعات کافی را بدست آورده‌اید تنها لازم است تنظیمات زیر را روی این بارها اعمال کنید.



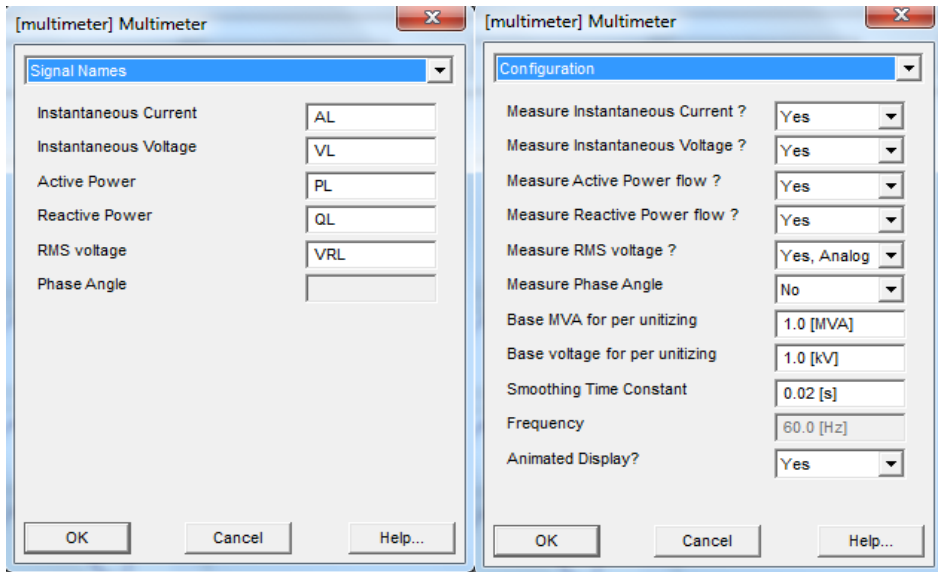
(شکل ۱۶.۸): تنظیمات بارها



(شکل ۱۷.۸): تنظیمات بارها

همان طور که مشاهده می‌کنید بار مجموعه پایین کاملاً مشابه بار مجموعه بالاست. می‌توانید با چپ کلیک کردن روی نقطه‌ای در نزدیکی بارهای بالا و Crop کردن ناحیه مطلوب تمام المان‌های آن قسمت را copy کنید و در قسمت دیگر Paste کنید (این کار را می‌توانید برای هر المان انجام دهید).

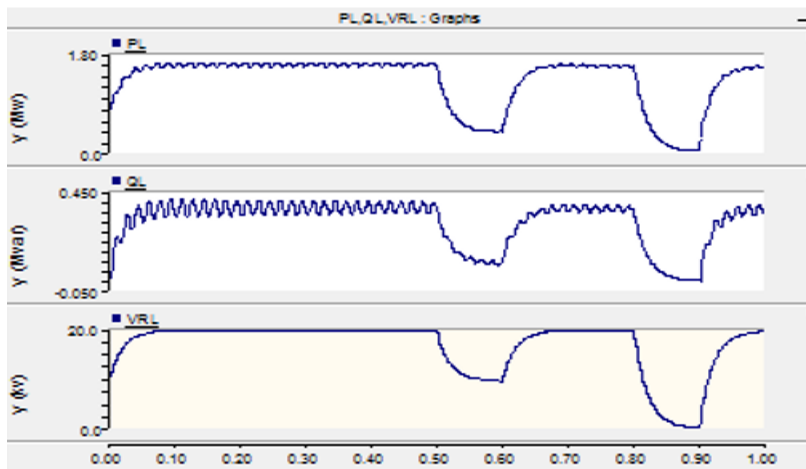
برای مولتی متر نیز اطلاعات کافی را به دست آورده اید و تنظیمات آن را به صورت زیر انجام دهید تا بتوانید نمودار پارامترهای مختلف را فراخوانی کنید.



(شکل ۱۸.۸): تنظیمات مولتی‌متر

۸-۳- شبیه‌سازی

بعد از تکمیل مدار و فراخوانی نمودارها، آن را اجرا کنید.



(شکل ۱۹.۸): شبیه‌سازی مدار

همان طور که مشاهده می‌کنید در زمان $0,05s$ خطا در خط انتقال اجرا می‌شود بنابراین ما زمان بریکر خط انتقال را در $0,7s$ تنظیم کردیم تا با باز شدن بریکر، خطی که خطا دارد از مدار خارج شود. خطای دوم که در بار ایجاد شده در زمان $0,8s$ رخ می‌دهد بنابراین بریکر دوم در زمان $1s$ وارد عمل شده و و آن بار را از مدار خارج می‌کند. شکل موج پارامترهای مختلف نیز از همین موضوع حکایت دارد.

این مثال در واقع شبیه‌سازی خط انتقال درون شهری می‌باشد بدین صورت که منبع ولتاژ که دارای مقدار $63kV$ است در واقع همان خط انتقال بین شهری است (خط انتقال بین شهری $63kV$ است). ترانس به کار گرفته شده مشابه پست $63/20 kV$ در نظر گرفته شده که این پست‌ها وظیفه کاهش ولتاژ خط انتقال بین شهری و تبدیل آن به ولتاژ $20 kV$ را برعهده دارند. خط انتقال و بارهایی که مشاهده می‌کنید نمونه فرضی دکل‌های درون شهری و بارهای مصرفی درون شهر می‌باشد. خطای اعمال شده به دکل می‌تواند به طور فرضی صاعقه باشد و خطای موجود در بار خروجی را می‌توان افزایش بیش از حد بار سلفی (مانند موتورهای آب منازل) فرض کرد. در نتیجه با این مثال ما در می‌یابیم که هر خطا و حفاظت آن چه آثاری را در شبکه ایجاد می‌کند که این موضوع مرتبط با حفاظت شبکه می‌باشد.

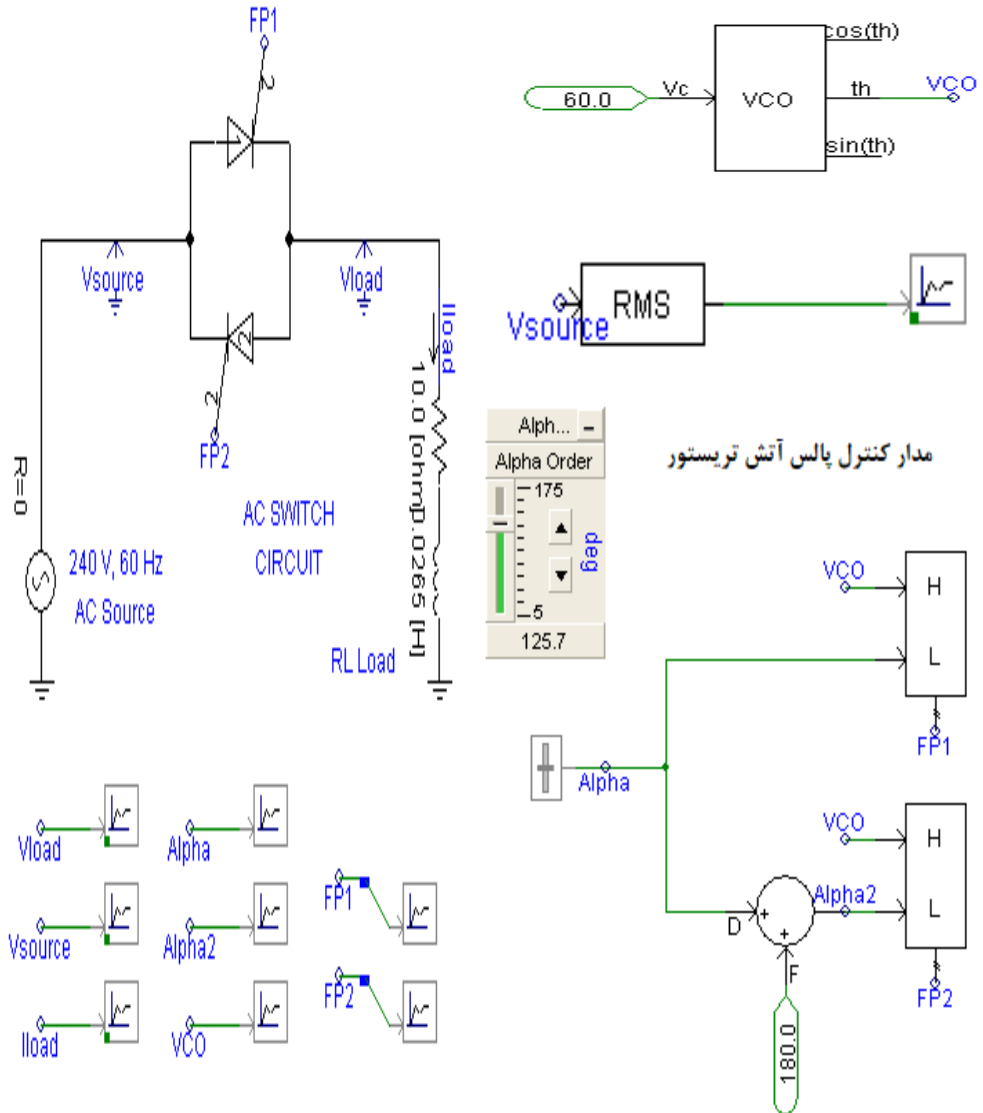
فصل نهم

شبیه‌سازی فیلتر اکتیو سه‌فاز

۹- مقدمه

در این فصل عملکرد تریستور در حالت کنترل فازی شبیه‌سازی و معرفی می‌گردد.

۹-۱- طرح مدار

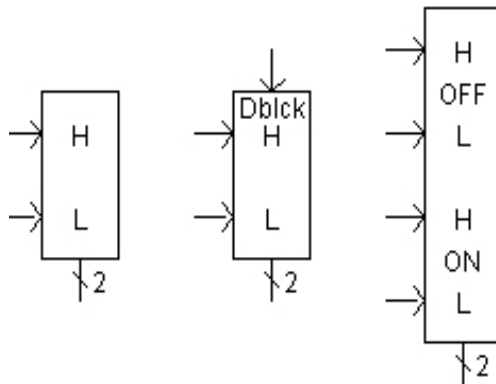


(شکل ۱.۹): طرح کلی مدار

۹-۲- اجرای شبه‌سازی

در این مثال مدار پالس آتش قابل کنترل و تنظیم را ارائه خواهیم داد که زاویه آتش در آن قابل تغییر می‌باشد. مدار را بصورت شکل (۹,۱) پیاده سازی کنید. در مدار کنترلی زاویه آتش ۱۲۵,۷ درجه می‌باشد، دلیل اضافه کردن عدد ۱۸۰ درجه برای زاویه آتش تریستور دوم، امکان روشن شدن تریستور دوم در نیم سیکل دوم می‌باشد. سه قطعه جدید در این مثال وجود دارد که به تشریح آن خواهیم پرداخت.

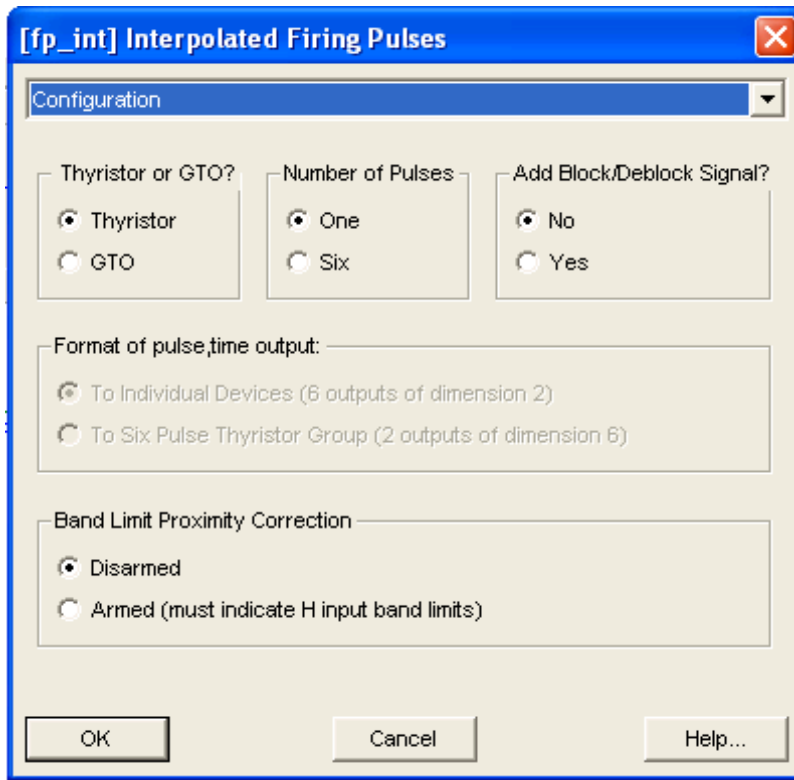
۹-۳- پالس‌های آتش اضافی و افزایشی



(شکل ۲.۹): بلوک پالس‌های آتش اضافی و افزایشی

این قطعه پالس آتش و همچنین زمان اضافی مورد نیاز برای عمل روشن شدن اضافی ترستورها، GTO و IGBT ها را به صورت یک آرایه دو المانی فراهم می‌کند. المان خروجی اولی صفر یا یک است که پالس کنترل گیت واقعی را فراهم می‌کند. دومی هم اطلاعاتی است که زمان سوئیچینگ اضافی را مورد ملاحظه قرار می‌دهد.

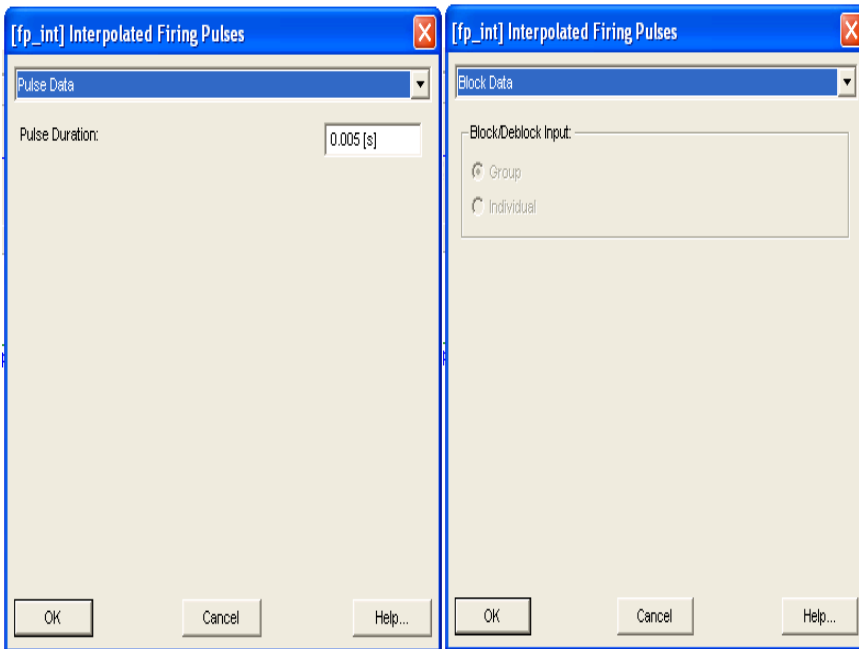
خروجی بر اساس مقایسه بین سطوح بالا و پایین سیگنال ورودی می‌باشد. ورودی پایین به طور معمول یک دستور و ترتیب زاویه آتش و ورودی بالا هم از یک اسیلاتور فاز قفل شده یا معادل می‌باشد. این قطعه میتواند به گونه‌ای تنظیم شود که پالس‌های آتش زمان‌دار را برای GTO یا IGBT تنها، یک پل ۶ تایی GTO یا IGBT، یک ترستور تنها، یک پل ۶ پالس ترستوری فراهم کند. اگر یک GTO یا IGBT مورد استفاده قرار گیرد باید یک سیگنال ورودی برای سیگنال خاموشی فراهم گردد. برای این قطعه تنظیمات زیر را اعمال کنید.



(شکل ۳.۹): تنظیم پالس آتش

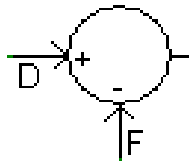
در صفحه بالا کادر سمت راست بالا اگر YES را انتخاب کنیم قطعه انتظار یک سیگنال اضافی خارجی برای کنترل قفل دارد که $BLOCK=0$ و $DEBLOCK=1$ تعریف می‌شود. در سربرگ BLOCK DATA می‌توان گزینه گروهی یا تنها را برگزید به این صورت که به صورت گروهی، پل ۶ پالسی و برای تنها ۶ المان آرایه سیگنال خروجی را قفل می‌کند. البته این فقط زمانی که Number of pulses از پنجره بالا انتخاب گردد فعال می‌شود.

سربرگ Pulse data مربوط به زمان دوره پالس خروجی می‌باشد. این مورد فقط زمانی که Thyristor یا GTO انتخاب گردد فعال می‌شود.



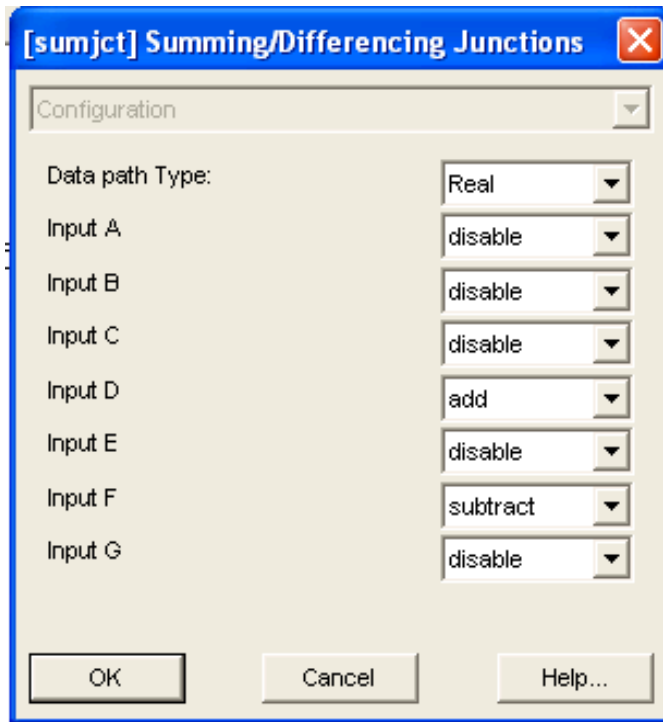
(شکل ۴.۹): تنظیم پالس آتش

۹-۴- جمع یا تفریق کننده



(شکل ۵.۹): جمع یا تفریق کننده

توضیح این قطعه بسیار ساده می‌باشد و در واقع فقط عمل جمع و تفریق و به تعبیری مقایسه را در ساختمان کنترلر یا هر ساختار دیگری انجام می‌دهد. اگر روی آن کلیک راست کرده و گزینه Edit Parameters را انتخاب کنیم شکل زیر حاصل می‌گردد:



(شکل ۶.۹): تنظیم جمع یا تفریق‌کننده

در این شکل همانگونه که ملاحظه می‌کنید مسیرهای مورد استفاده انتخاب شده و جمع و یا تفریق نمودن این ورودی‌ها، از روی زبانه جلو آن‌ها انتخاب می‌گردد.

۹-۵- بلوک RMS



(شکل ۷.۹): بلوک RMS

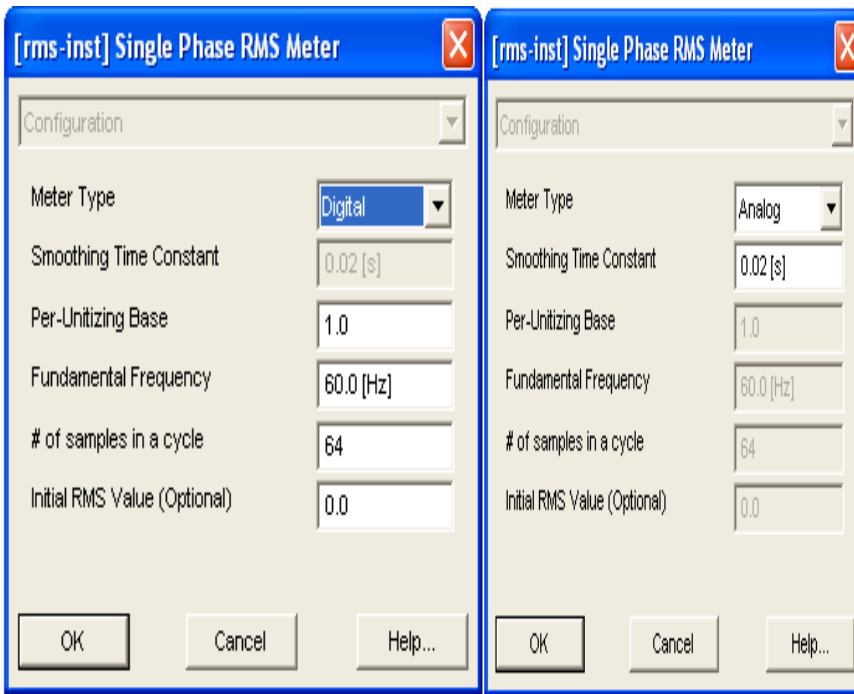
این بلوک مقدار RMS هر ورودی حقیقی را به صورت تابعی از زمان حساب می‌کند. قطعه به گونه‌ای تنظیم می‌شود که بر اساس یکی از دو الگوریتم آنالوگ و دیجیتال باشد که این بستگی به میل کاربر دارد.

آنالوگ: این تابع مقدار RMS دامنه زمانی یک سیگنال ورودی را حساب می‌کند. انتگرال‌گیری توسط یک انتگرال‌گیر غیر خطی انجام می‌شود که به وسیله یک ثابت زمانی، توسط پارامترهای ورودی ارائه شده و ثابت زمانی صاف RMS خوانده می‌شود.

دیجیتال: این روش محاسبه، از حرکت پنجره‌ای داده استفاده می‌کند که مقدار RMS برای یک داده حاصل از بافر، در هر پله زمانی محاسبه می‌شود. شرایط بافر توسط پارامترهای ورودی معین می‌گردد.

انتخاب هر تابع بر اساس نوع استفاده از آن می‌باشد. روش دیجیتال، یک سیگنال خروجی خیلی صاف را ایجاد می‌کند که برای کنترل خیلی خوب عمل می‌نماید. روش

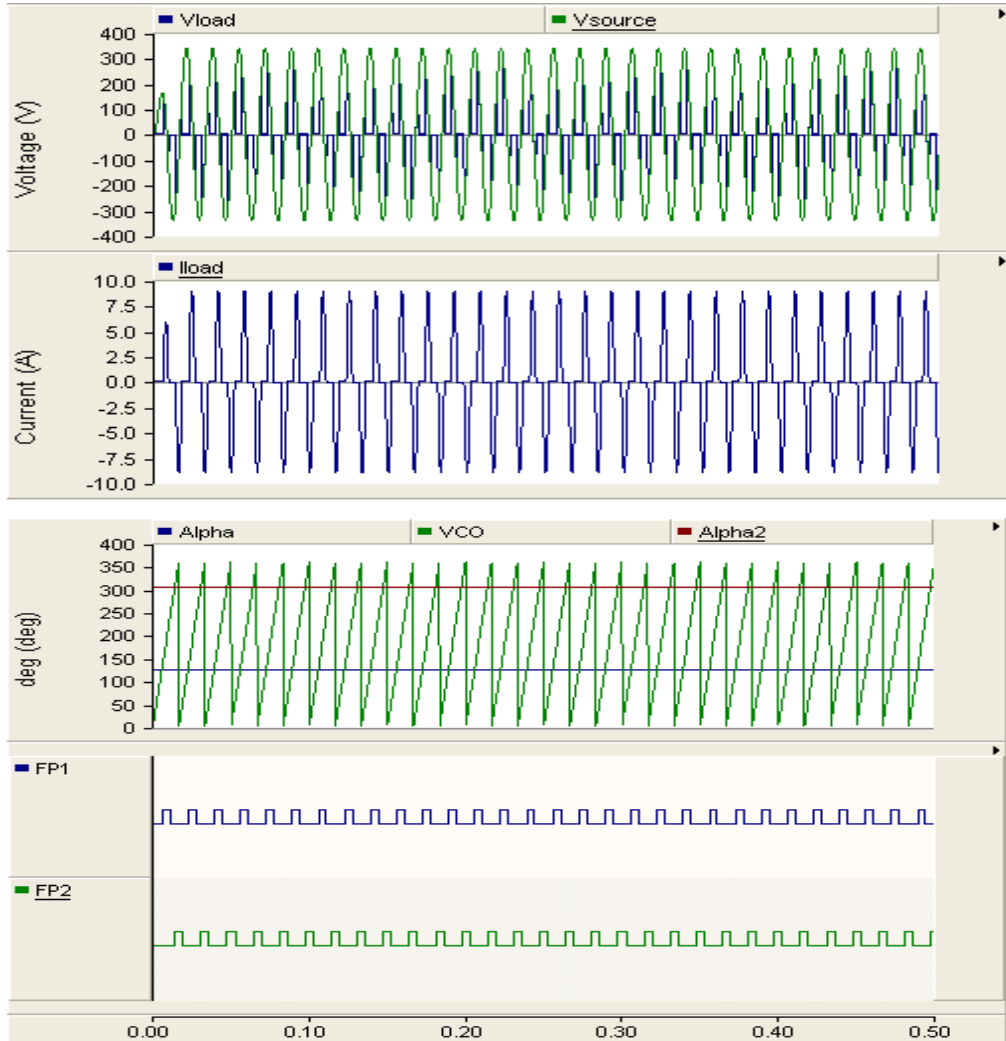
آنالوگ در سیگنال خروجی بر اساس فرکانس سیگنال ورودی و پارامتر ثابت زمانی، ریپل ایجاد خواهد کرد ولی به تغییرات، پاسخی بسیار سریع‌تر خواهد داد. تنظیمات این بلوک را بصورت زیر اعمال کنید.



(شکل ۸.۹): تنظیم بلوک RMS

در سربرگ تنظیمات توجه به این نکته ضروری است که ۴ مورد آخر، فقط در حالت دیجیتال فعال می‌شود. همچنین در # of samples in a cycle تعداد نمونه‌گیری برای یک سیکل از فرکانس مبنا را وارد می‌کنیم. تعداد نمونه‌ها نمی‌تواند بیش از تعداد پله‌های زمانی درون یک سیکل باشد.

۹-۶- شبیه‌سازی



(شکل ۹.۹): شبیه‌سازی

همان‌طور که مشاهده می‌شود پالس‌های آتش در زاویه های $۱۲۵,۷$ برای نیم سیکل اول و $۳۰۵,۷$ برای نیم سیکل دوم ایجاد شده است. بر اساس این زاویه آتش تریستور در دو سیکل زمانی روشن شده که شکل موج‌های جریان و ولتاژ آن مشاهده می‌شود.

فصل دهم

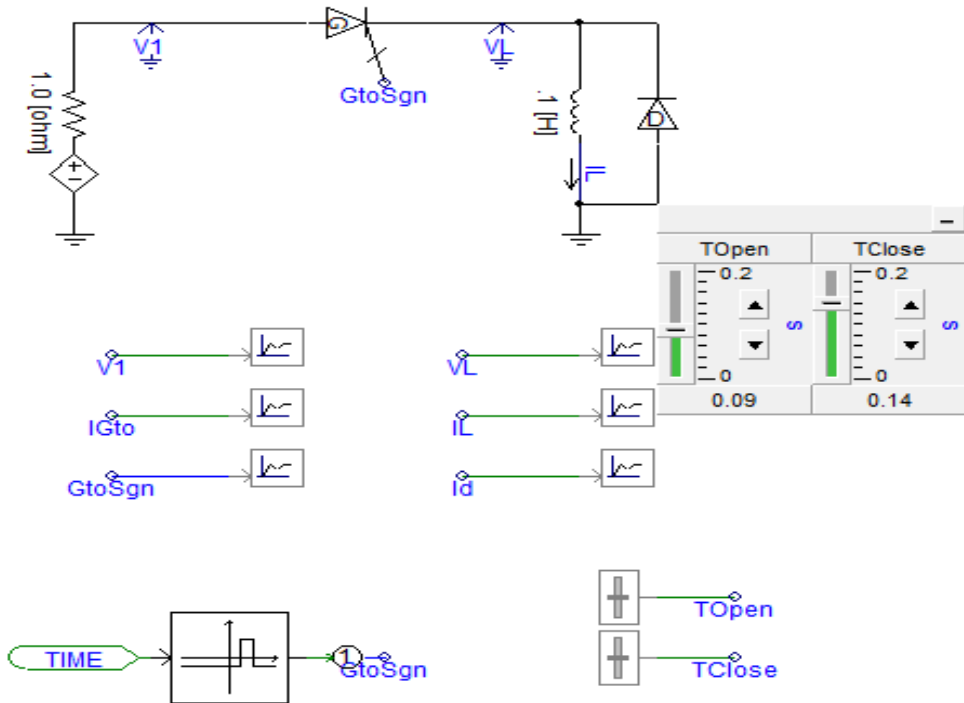
شبیه‌سازی عملکرد GTO

۱۰- مقدمه

در این فصل به شبیه‌سازی عملکرد یک GTO با استفاده از مدار افزایشی پرداخته

می‌شود.

۱۰-۱- طرح مدار



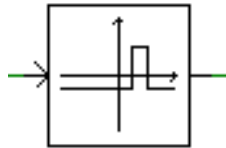
(شکل ۱۰.۱): شمای کلی مدار

۱۰-۲- اجرای شبیه‌سازی

مدار افزایشی یک قسمت اساسی از نرم‌افزار می‌باشد که به وسایل سوئیچینگ اجازه می‌دهد بجای اینکه تنها در بازه زمانی اصلی سوئیچینگ را انجام دهد، بلکه در هر موقعی

که مدنظر باشد این عمل را انجام شود. این امر امکان استفاده از یک بازه زمانی بزرگتر، بدون از دست دادن صفرهای جریان یا دیگر لحظات سوئیچینگ را خواهد داد. در این مدار از بلوک sgn استفاده شده است که در بازه زمانی دلخواه مقدار آن 0 و در سایر بازه های زمانی مقداری 1 دارد و برعکس. طبیعی است که پالس آتش یک به معنی روشن بودن GTO و صفر به مثابه خاموش شدن آن می باشد. بازه زمانی صفر شدن نیز از $0,09$ تا $0,14$ ثانیه می باشد.

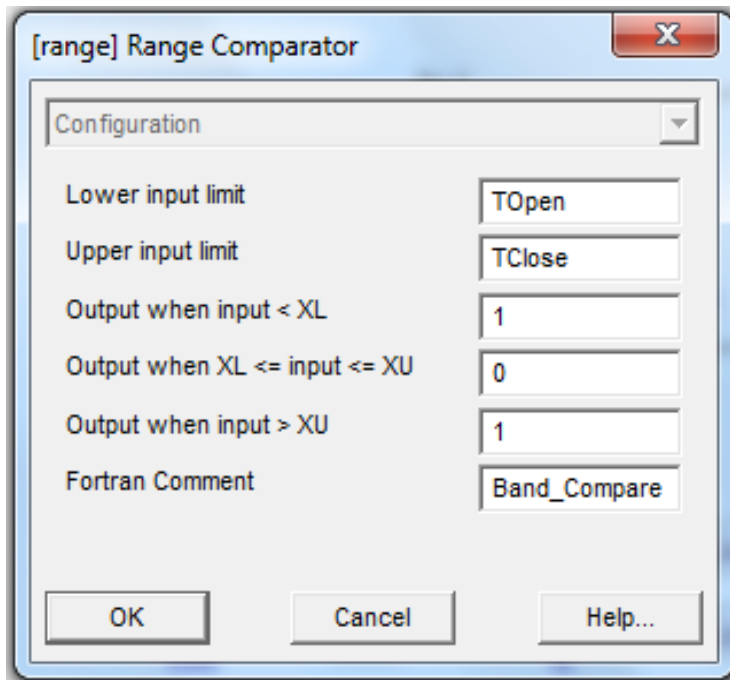
۱۰-۳- بلوک sgn



(شکل ۲.۱۰): بلوک sgn

این قطعه تعیین می کند که کدامیک از سه رنج سیگنال ورودی داخلی است و سپس یک مقدار متناظر را به آن ناحیه می فرستد. نواحی به وسیله یک ورودی به عنوان خروجی پایینی و یک حد ورودی بالایی تعریف شده‌اند. ناحیه اول از مقادیری پایین تر از حد پایینی، ناحیه دوم از مقادیری بین این دو حد و ناحیه سوم از مقادیری بالاتر از حد بالایی تشکیل

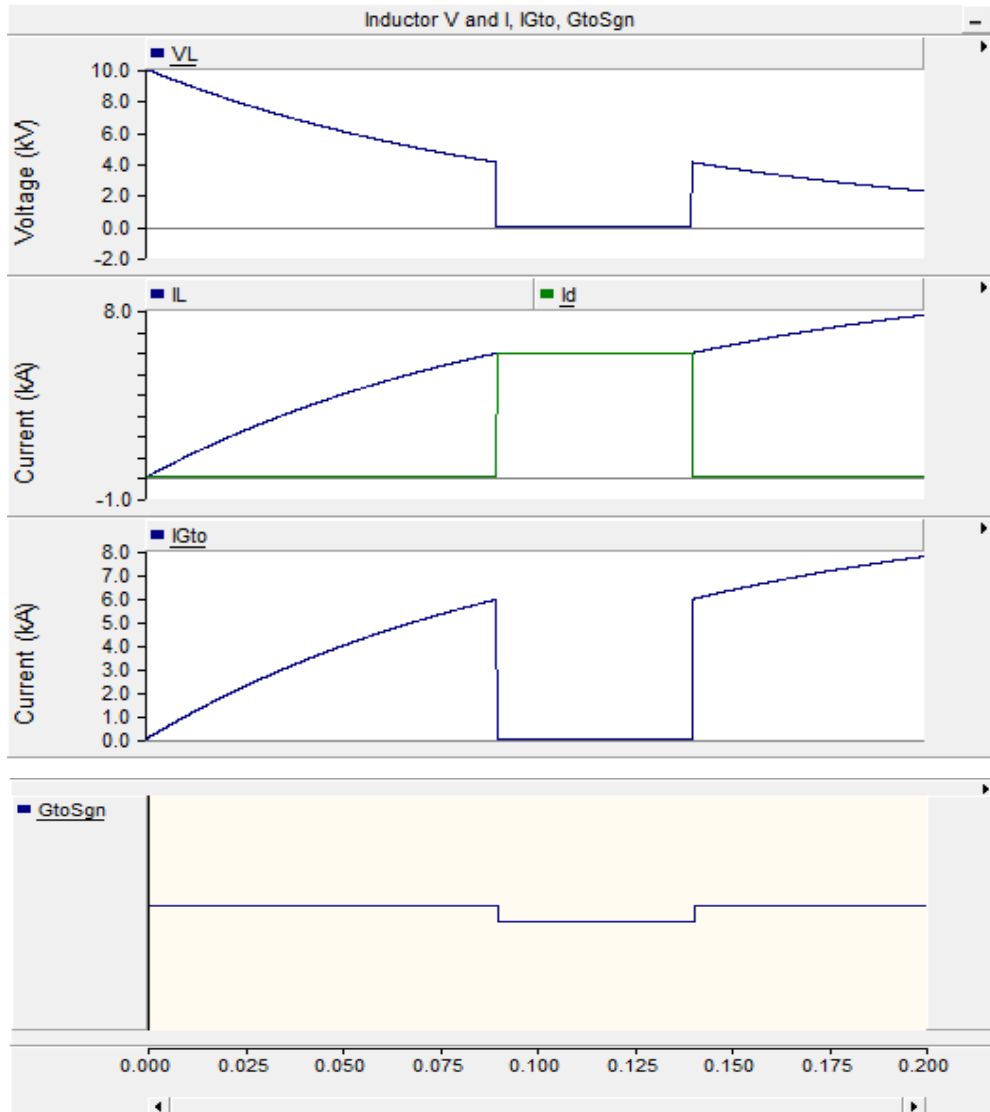
شده است. اگر نواحی اول و سوم به گونه‌ای تنظیم شده باشند که مقدار یکسانی تولید کنند این قطعه به عنوان یک تشخیص دهنده گروه با خروجی تک مقداره ایفای نقش خواهد نمود. در صورتی که بین این دو حد باشد، مقداری یکسان دارد و اگر خارج از این محدوده باشد مقادیری مختلف خواهد داشت. در شکل زیر پنجره تنظیمات این قطعه را مشاهده می‌کنیم.



(شکل ۳.۱۰): تنظیم بلوک sgn

گزینه‌ها در مورد این قطعه واضح می‌باشد و نیازی به توضیح ندارد.

۱۰-۴- شبیه‌سازی



(شکل ۴.۱۰): شبیه‌سازی

یک جریان DC در سلف جاری می‌شود که به طور آهسته به حالت ماندگار خویش می‌رسد. زمانی که GTO خاموش می‌گردد جریان منبع به صفر می‌رسد. جریان سلف نمی‌تواند به صورت ناگهانی تغییر کند و در دیود سری جاری می‌شود، به این ترتیب یک ولتاژ (V_e) بزرگ تولید خواهد شد و متعاقباً دیود روشن می‌گردد. دیود بعد از روشن شدن مانند سیم عمل می‌کند و ولتاژ دوسر آن صفر است، به همین دلیل ولتاژ دوسر سلف نیز صفر خواهد شد. بعد از روشن شدن GTO ولتاژ آند دیود از کاتد بیشتر شده و دیود خاموش می‌شود و جریان منبع از سلف عبور می‌کند و جریان سلف را افزایش خواهد داد. از آنجا که $V = L \frac{di}{dt}$ می‌باشد، جریان سلف در حال ثابت شدن بوده به همین دلیل ولتاژ آن به سمت صفر می‌گراید.

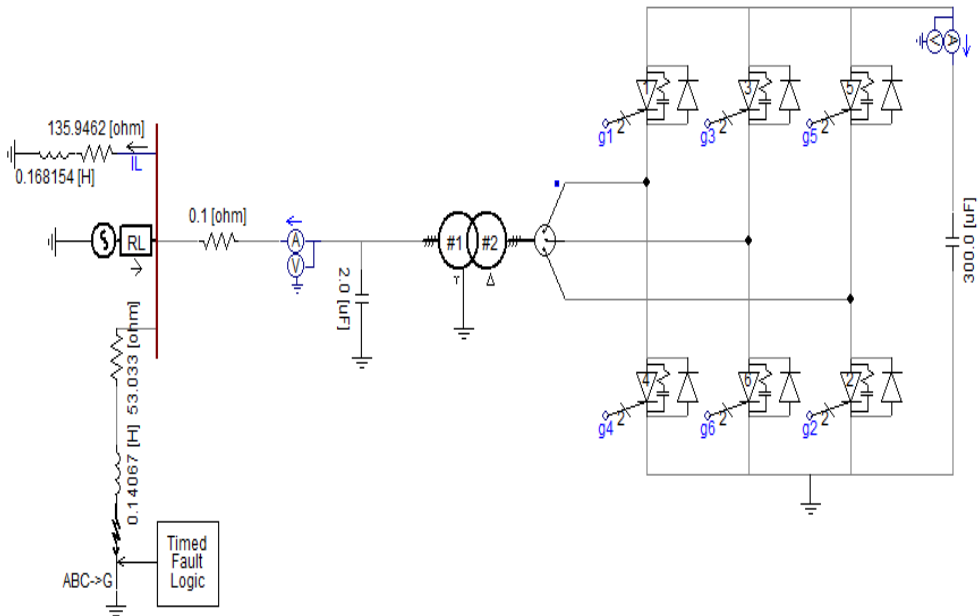
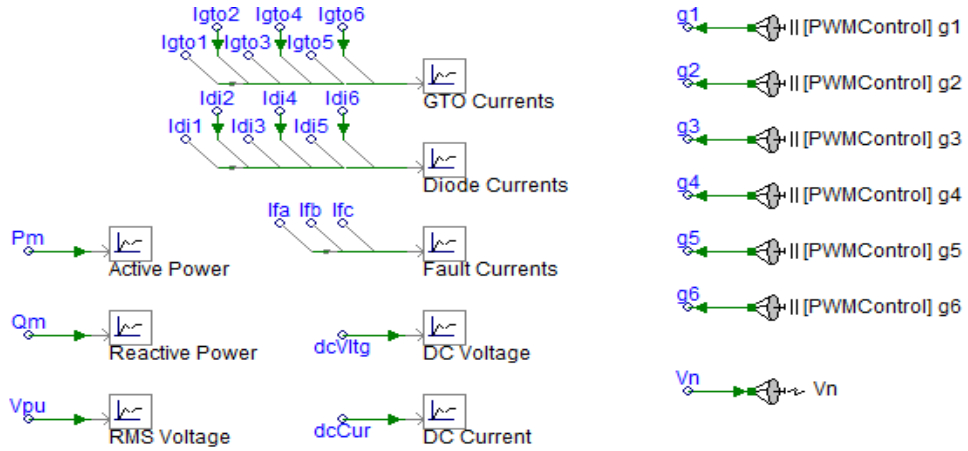
فصل یازدهم

شبیه‌سازی جبرانساز استاتیک ۶ پالسی

۱۱- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی جبرانساز استاتیک ۶ پالسی را توضیح داده می‌شود و به بررسی پارامترهای اصلی در یک جبرانساز استاتیک به منظور مشاهده شکل موج ولتاژ dc، توان راکتیو و اکتیو خواهیم پرداخت. در بازه ۱.۵ تا ۲.۵ ثانیه خطا به سیستم اعمال می‌شود تا بتوانیم عملکرد این جبرانساز را در حالت خطا مشاهده کنیم.

۱۱-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۱۱): شمای کلی مدار

مدار را بصورت شکل (۱،۱۱) پیاده سازی کنید. حال به تشریح قطعات جدید در این

مثال می‌پردازیم.

۱۱-۲- لینک رادیویی

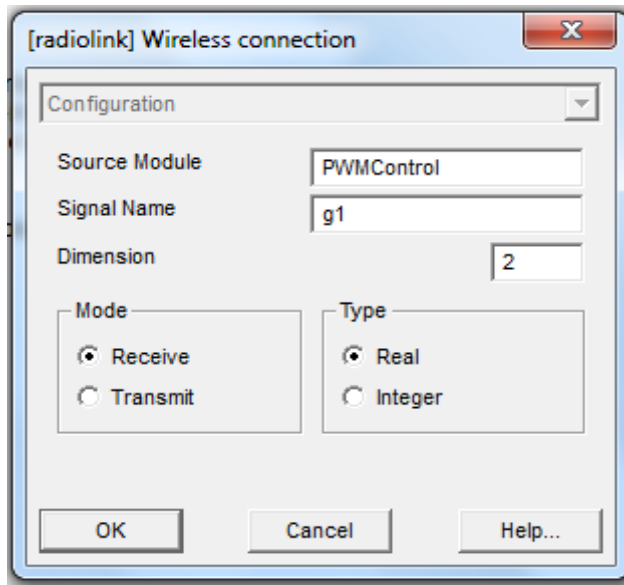


(شکل ۲.۱۱): لینک رادیویی

لینک رادیویی قطعه‌ای برای تولید متغیر کلی در PSCAD می‌باشد که در شکل بالا مشخص شده است. داده با انتقال مستقیم سیگنال داده، به منتقل‌کننده انتقال می‌یابد که توسط دریافت‌کننده با همان نام در هر مکان از داخل پروژه دریافت می‌گردد. لینک رادیویی نیازمند افزودن مرتبط‌کننده‌های خارجی برای انتقال داده بین ماژول هاست. در واقع لینک‌های رادیویی به سیگنال‌های داده، اجازه می‌دهند که بین سطوح چندگانه ماژول به طور مستقیم منتقل گردند، اگر چه انتقال دو طرفه داده مجاز است. فاکتورهایی وجود دارند که تاخیر پله‌های زمانی را که باید مورد توجه قرار گیرد، مورد ملاحظه قرار می‌دهند. توجه به این نکات لازم است که هر متغیر کلی می‌تواند فقط با یک منتقل‌کننده متفاوت، تعریف گردد، هر متغیر کلی می‌تواند از صفر تا n مورد دریافت‌کننده، گزینه داشته

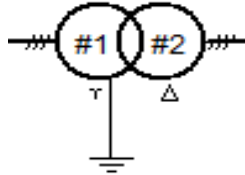
باشد، تمام متغیرهای کلی، اعداد حقیقی اند. همچنین باید توجه داشت که منتقل‌کننده نمی‌تواند به طور مستقیم به سیگنال‌های خروجی تولیدشده توسط دریافت‌کننده‌ها وصل گردد. در شکل زیر پنجره تنظیمات این قطعه را ملاحظه می‌کنیم.

تنها نکته قابل توجه در این پنجره مورد Dimension است. به این معنی که ما سیگنال در حال آمدن (سایز آرایه) را اینجا وارد می‌کنیم. برای منتقل‌کننده، این دیمانسیون سیگنال ورودی است که منتقل می‌گردد. برای یک دریافت‌کننده این دیمانسیون سیگنال منتقل شده در حال دریافت است. در رابطه با پنجره قسمت پایین سمت راست (Type) توجه کنیم که گزینه Real برای داده آنالوگ و گزینه Integer برای داده دیجیتال می‌باشد.



(شکل ۳.۱۱): تنظیم لینک رادیویی

۱۱-۳- ترانس سه‌فاز دو سیم‌پیچه



(شکل ۴.۱۱): بلوک ترانس سه‌فاز دو سیم‌پیچه

در این مدل کاربر ممکن است بین شاخه مغناطیس‌کننده یا همان هسته خطی یا مدل معمولی جریان‌ها یکی را انتخاب کند. در صورت تمایل شاخه مغناطیسی می‌تواند به طور کلی حذف گردد. در حالت ترانس ایده‌آل تمام آنچه باقی می‌ماند به صورت یک راکتانس نشتی می‌باشد.

تپ چنجر: تمام ترانسفورماتورها به یک تپ چنجر آنلاین مجهز هستند. هنگامی که تپ چنجر فعال است، یک خط اریب روی اجزای گراف ظاهر می‌گردد که دارای بر چسب Tap می‌باشد. هر تغییری روی تپ به صورت یک تغییر روی نسبت دو ترانس مدل می‌گردد. جریان مغناطیس‌کننده و راکتانس نشتی پریونیت که مخصوص ۱۰۰٪ تپ است برای محاسبه ادمیتانس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای نرخ ولتاژ جدید مانند تنظیمات تپ ممکن است تغییراتی پیوسته برای تغییر تپ داشته باشیم ولی این نیاز به یک دستور مجدد برای حل شبکه برای هر پله خواهد داشت.

این برای تغییر تپ به صورت پله‌ای عملی‌تر می‌باشد که هم به وسیله تطبیق دهنده دستی با استفاده از کلید گردان و هم از طریق یک کنترلر با میزان پله‌ها و تاخیرهای مناسب که در آن تعبیه شده است، ممکن می‌باشد.

۱۱-۳-۱- تطبیق ویژگی‌های اشباع

اشباع در مدل‌های کلاسیک ترانس به وسیله یک منبع جریان جبران‌کننده روی سیم-پیچ معین، بر اساس ترکیبی از ولتاژ سیم‌پیچ اندازه‌گیری شده و پارامترهای ورودی ارائه می‌گردد. در پنجره تنظیمات که در شکل زیر نشان داده شده است در گزینه Delta lags or leads Y انتخاب می‌کنیم که آیا اتصال سیم‌پیچ مثلث از ستاره جلوتر است یا عقب‌تر، که این بر حسب مضارب ۳۰ درجه می‌باشد.

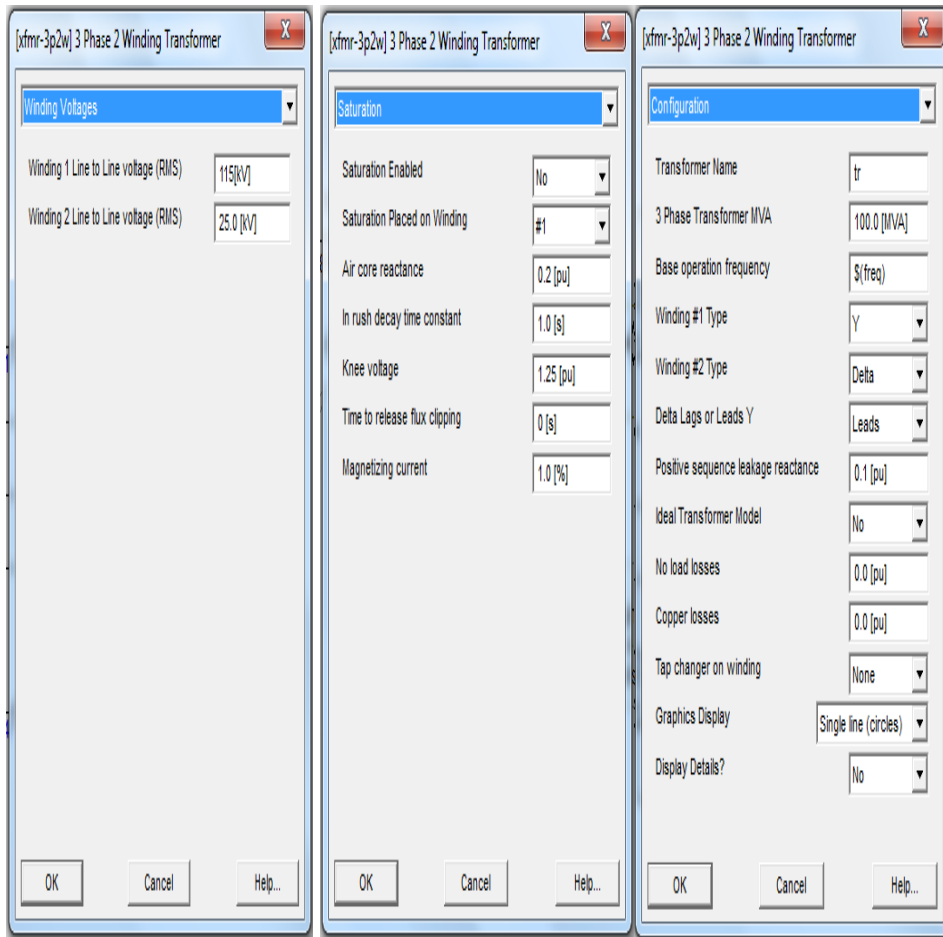
در سربرگ Winding voltages توجه شود که این ولتاژها بر حسب مقدار موثر می‌باشند.

در سربرگ Saturation هم باید دقت داشت که گزینه In rush decay time constant میزان زمان ماندگاری یا به تعبیری زمان لازم برای زوال جریان هجومی ترانس بر حسب ثانیه را نشان می‌دهد.

گزینه Air core reactance معمولاً دو برابر راکتانس نشتی بر حسب پریونیت می‌باشد.

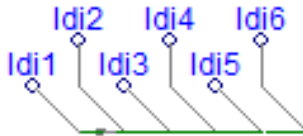
گزینه Knee voltage ولتاژ نقطه زانویی منطبق بر نقطه زانویی نمودار اشباع و بر حسب پریونیت می‌باشد.

گزینه Magnetizing current درصدی از جریان سیم‌پیچ اولیه که از طریق سوسپتانس مغناطیسی ترانس جاری می‌گردد را برحسب درصد بیان می‌کند.



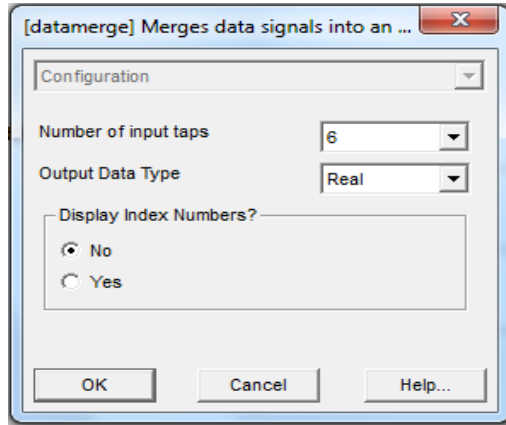
(شکل ۵.۱۱): تنظیم ترانسفورمر

۱۱-۴- ترکیب‌کننده داده



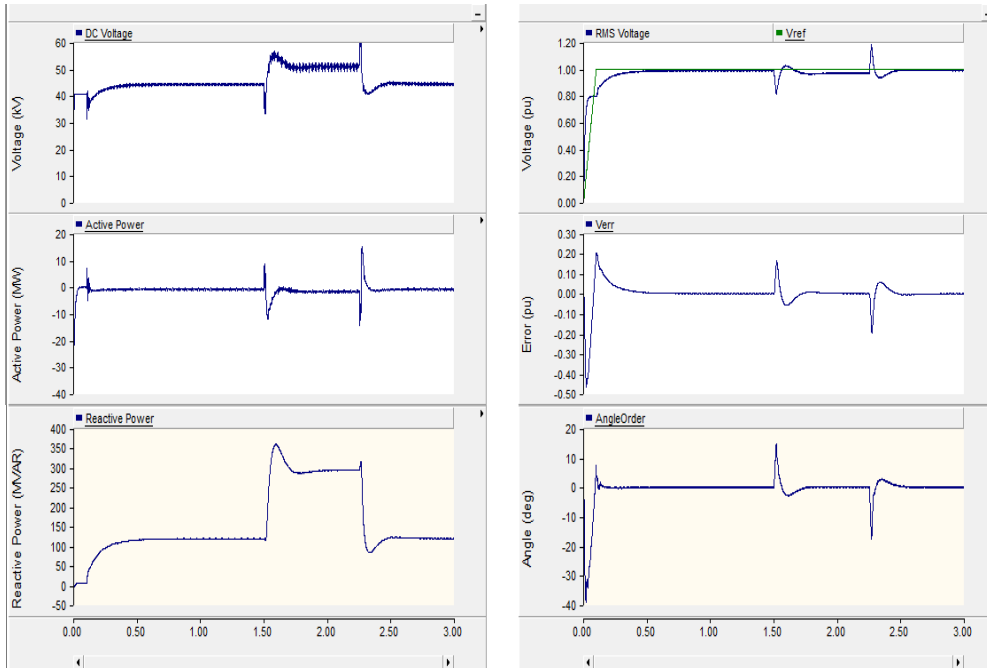
(شکل ۶.۱۱): ترکیب‌کننده داده

این قطعه حداکثر تا ۱۲ سیگنال داده اسکالر را به یک آرایه داده یک بعدی، یعنی بردار داده وصل می‌کند. تمامی سیگنال‌های داده ورودی به نوع خروجی انتخاب شده تبدیل می‌گردد. ورودی عدد صحیح به عدد حقیقی تبدیل شده و ورودی عدد حقیقی به نزدیکترین نوع عدد صحیح قابل استفاده برای فورترن تبدیل می‌گردد. تبدیل نوع منطقی به حقیقی یا صحیح به صورت اتوماتیک انجام نمی‌گیرد. اگر ورودی‌ها از انواع مختلف هستند، از قطعه تغییر نوع استفاده می‌نماییم به طوری‌که اول نوع آن را تغییر دهیم و سپس با هم ترکیب کنیم. در شکل زیر که صفحه تنظیمات این قطعه است، ملاحظه می‌کنیم که تعداد ورودی‌ها ۶ مورد و از نوع حقیقی است.



(شکل ۷.۱۱): تنظیم ترکیب‌کننده داده

۱۱-۵- شبیه‌سازی



(شکل ۸.۱۱): شبیه‌سازی

در این تمرین جبرانسازی استاتیکی ۶ پالسه شبیه‌سازی شده است. در خروجی نیز توان اکتیو، توان راکتیو و ولتاژ ارائه شده است. تغییرات هر یک از این کمیت‌ها نیز در شکل‌ها مشاهده می‌شود. در بازه ۱.۵ تا ۲.۵ ثانیه خطا به سیستم اعمال می‌شود مشاهده می‌شود این سیستم منجر به تولید توان راکتیو قابل تغییر می‌شود که از آن به عنوان جبرانساز توان راکتیو در سیستم‌ها استفاده می‌شود. برای جلوگیری از افزایش حجم کتاب، از پرداختن به تحلیل عملکرد مدار که نیازمند تشریح فرمول‌های آن می‌باشد، خودداری شده است. تحلیل کامل مثال‌های فصل‌های بعد، در کتاب‌های الکترونیک قدرت و ماشین‌های الکتریکی اشاره شده در قسمت مراجع، به صورت تفصیلی موجود می‌باشد.

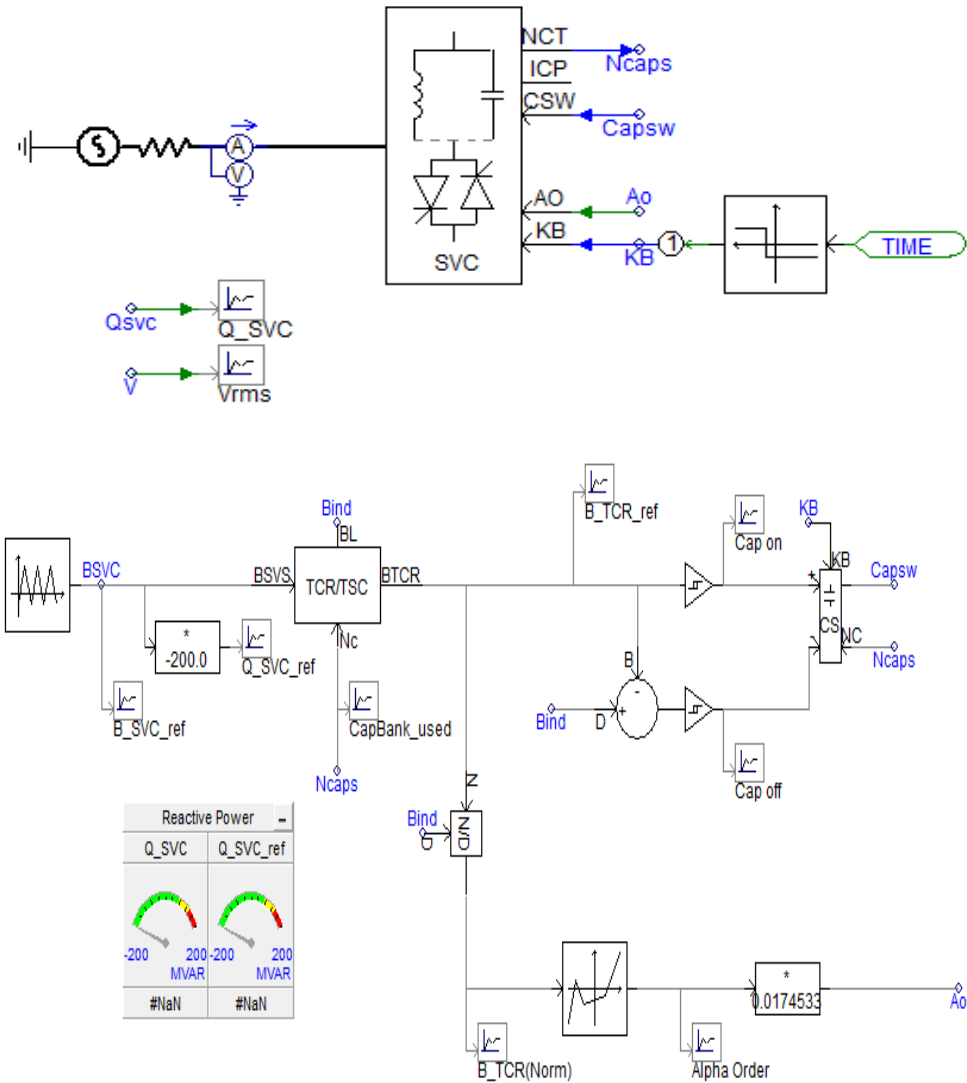
فصل دوازدهم

جبرانساز توان راکتیو

۱۲- مقدمه

در این فصل بررسی رفتار یک جبرانساز توان راکتیو در اتصال با یک شبکه بی‌نهایت، در محیط نرم‌افزار PSCAD توضیح داده خواهد شد.

۱۲-۱- طرح مدار

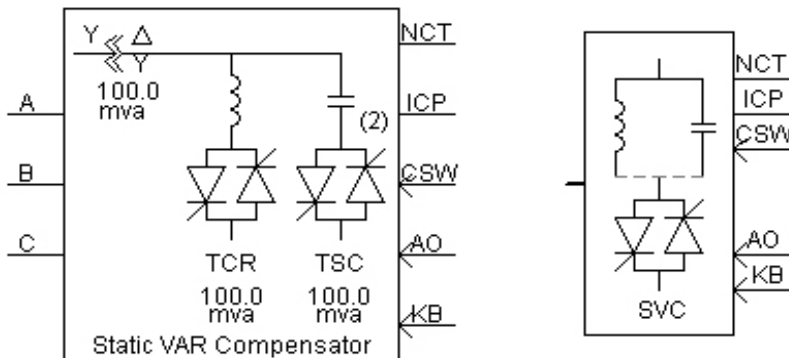


(شکل ۱۲.۱): شمای کلی مدار

مدار را بصورت شکل (۱،۱۲) که از دو بخش مدار الکترونیک و مدار کنترل تشکیل می‌شود را پیاده سازی می‌کنیم. حال به توضیح قطعات جدید در این مثال می‌پردازیم.

۱۲-۲- جبران‌ساز توان راکتیو استاتیک

این قطعه یک خازن با سوئیچ تریستوری ۱۲ پالسی (TSC) و راکتور کنترل کننده تریستور (TCR)، سیستم کنترل توان راکتیو استاتیک (SVC) را ارائه می‌نماید. این خود شامل یک ترانس درونی است که از یک اتصال اولیه ستاره و یک سیم‌پیچ ثانویه دوگانه (یک ستاره و یک مثلث) تشکیل می‌گردد. کاربر می‌تواند محدودیت جذب توان (حالت القایی) یا تولید توان (حالت خازنی) را از SVC بر اساس تعداد پله‌های TSC معین نماید. نرخ MVA معادل برای هر پله، از تقسیم میزان تولید بر تعداد پله‌ها حاصل می‌گردد.



(شکل ۲.۱۲): بلوک جبران‌ساز توان راکتیو استاتیک

با توجه به شکل بالا داریم:

CSW : سیگنال سوئیچ خازن می‌باشد که (۱) برای افزودن خازن و (۱-) برای حذف خازن می‌باشد.

A^۰ : دستور آلفا می‌باشد که این مورد در دسترس خواهد بود چنانچه پالس‌های آتش از PL^۰ انتخاب گردد.

Kb : این مورد قفل و باز نمودن قفل می‌باشد که (۰) سیگنال به TCR را قفل نموده و (۱) آن را باز می‌کند.

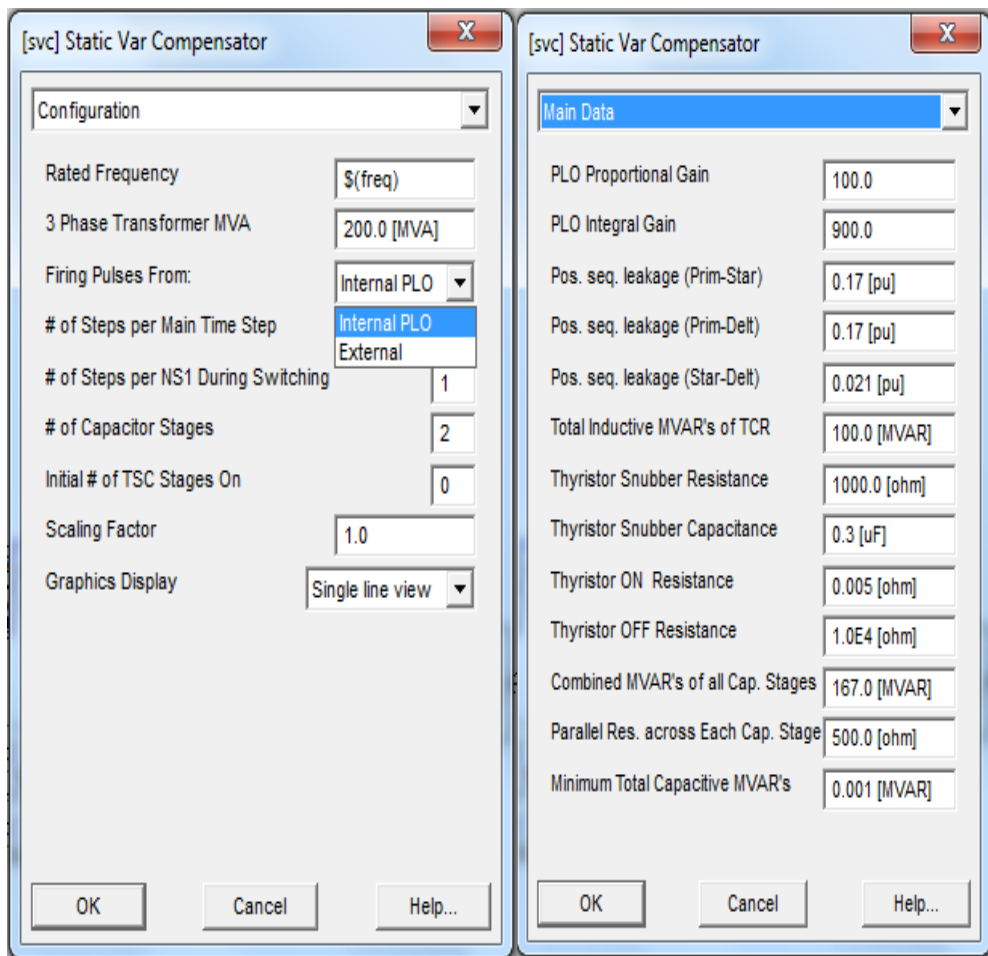
FPD : ۶ عنصر آرایه از پالس‌های آتش برای TCR در مثلث، که این فقط زمانی در دسترس خواهد بود که در پنجره تنظیمات در گزینه Firing Pulses From حالت External انتخاب گردد.

FPS : ۶ عنصر آرایه از پالس‌های آتش برای TCR در ستاره، که این فقط زمانی در دسترس خواهد بود که در پنجره تنظیمات در گزینه Firing Pulses From حالت External انتخاب گردد.

NCT : تعداد پله‌های خروجی خازن که در TCS روشن هستند.

ICP : قفل برای سیگنال سوئیچ خازن که بازگشت به صفر بعد از سوئیچینگ در تمام فازها کامل می‌گردد.

در شکل زیر پنجره تنظیمات قطعه را ملاحظه می‌کنیم. در گزینه Firing Pulses From دو حالت برای انتخاب داریم که گزینه اول این انتخاب را به کاربر می‌دهد که با استفاده از اسیلاتور فاز قفل شده (PL0) که داخلی است پالس آتش تولید کند و دومی هم امکان روشی را برای این هدف به کاربر می‌دهد.



(شکل ۳.۱۲): تنظیم جبرانساز توان راکتیو استاتیک

گزینه #of steps per main time step ورودی زمان پله‌های SVC را معین می‌کند و گزینه # of capacitor stages زمان پله‌های SVC را در مدت سوئیچینگ TCR معین می‌نماید.

گزینه initial # of TSC stages به تعداد کل مرحله‌ها و پله‌های TSC اشاره می‌کند. کل مقدار MVA برای این SVC به طور برابر در پله‌های TSC تقسیم می‌گردد. گزینه بعدی اشاره به مقیاس یا درجه بندی دارد، به این صورت که اگر مقیاس یا درجه‌بندی خاصی برای SVC داریم در این قسمت وارد می‌کنیم و معمولاً مقدار خاصی مدنظر نیست پس این عدد را (۱) وارد می‌کنیم.

در زبانه Main Data، گزینه سوم اندوکتانس نشتی توالی مثبت متقابل بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه ستاره در ترانس داخلی SVC بر حسب پریونیت را نشان می‌دهد. مورد چهارم اندوکتانس نشتی توالی مثبت متقابل بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه مثلث در ترانس داخلی SVC بر حسب پریونیت را نشان می‌دهد.

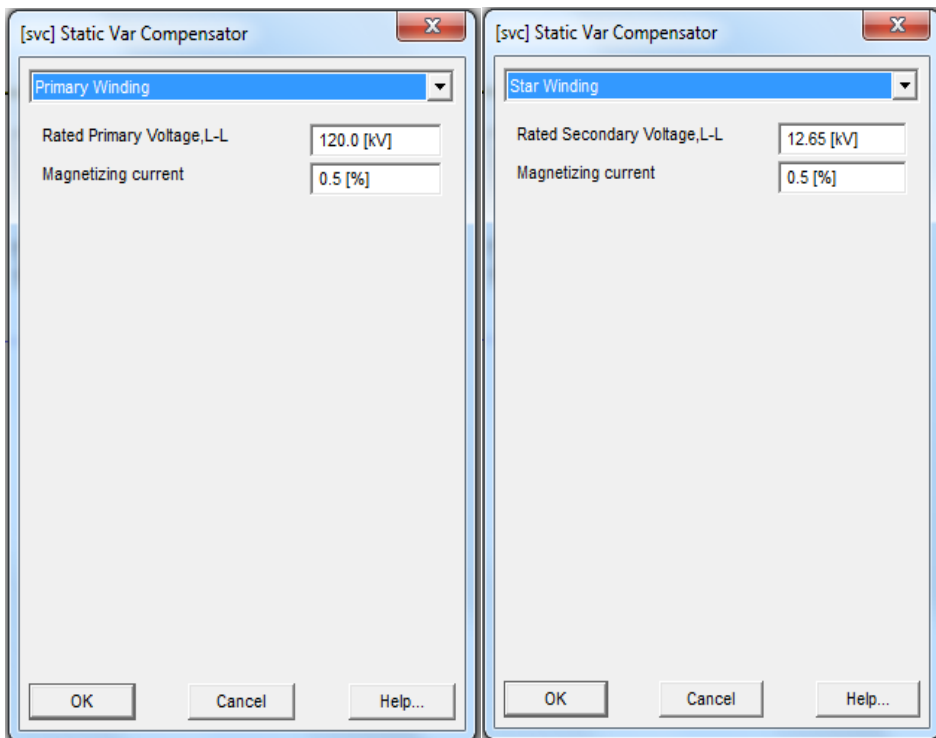
گزینه combined Mvar's of all cap. Stage حداکثر محدودیت SVC ۱۲ پالسی را نشان می‌دهد. این مقدار بر اساس تعداد پله‌های خازنی تقسیم می‌گردد تا مقدار هر پله TSC را بر حسب MVAR معین کند.

گزینه $\text{parallel res. Across each cap. Stage}$ مقدار مقاومت موازی هر پله خازنی بر

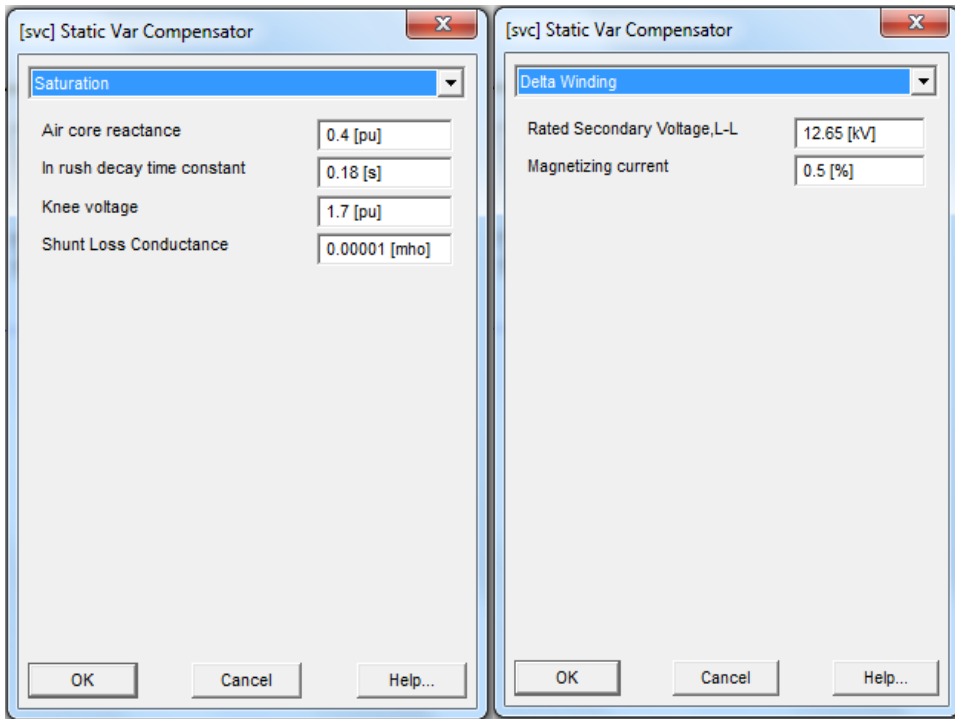
حسب اهم را نشان می‌دهد.

در دو پنجره زیر ولتاژ و جریان مغناطیس‌کننده را ملاحظه می‌کنیم که اولی بر حسب

KV و RMS و دومی بر حسب درصد است.



(شکل ۴.۱۲): تنظیم جبران‌ساز توان راکتیو استاتیک



(شکل ۵.۱۲): تنظیم جبران‌ساز توان راکتیو استاتیک

در پنجره بالا که مربوط به اشباع می‌باشد در گزینه اول شیب منحنی اشباع شده راکتانس ترانس را داریم که عموماً بین $۰,۳ - ۰,۴$ می‌باشد.

گزینه دوم ثابت زمانی جریان هجومی ترانس است که بین $۱ - ۰,۲$ ثانیه می‌باشد.

گزینه سوم ولتاژ ناحیه زانویی منحنی اشباع است که معمولاً بین $۱,۲ - ۱$ می‌باشد.

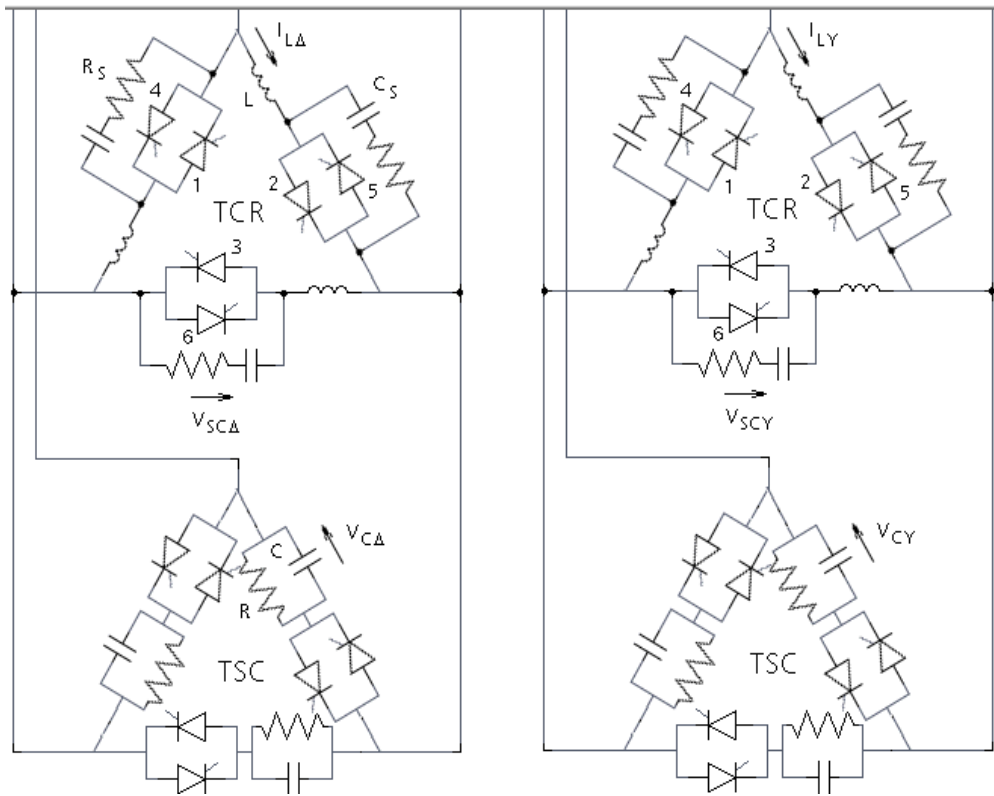
گزینه پایانی کندوکتانس تلفات جریان فوکو و هیستریزیس را نشان می‌دهد که در باس

SVC قرار می‌گیرد و عموماً $۰,۰$ لحاظ می‌گردد.

۱۲-۳- مدلسازی جبرانساز توان راکتیو استاتیک

قطعه جبرانساز توان راکتیو استاتیک بر اساس تکنیک مدلسازی متغیر حالت استوار است. این قطعه به طور عمده از یک راکتور کنترل شده با تریستور (TSR) و یک خازن سوئیچ شده با تریستور (TSC) تشکیل شده است. فرمولاسیون متغیر حالت، معادله‌ی دیفرانسیل سیستم برای ولتاژ خازن و جریان سلف را حل می‌کند. ماتریس‌های سیستم با گام زمانی ارتباط مستقیم دارد به این ترتیب گام زمانی می‌تواند تغییر نماید تا شرایط همان طور که برای المان‌های سوئیچینگ لازم است، برای مدل شدن فراهم گردد.

مدل SVC را در شکل (۶.۱۲) مشاهده می‌کنیم:

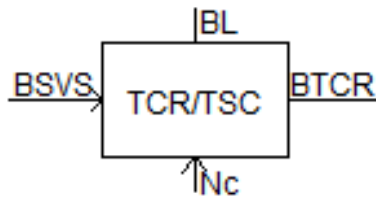


(شکل ۶.۱۲): مدل SVC

المان‌های TCR به صورت مثلث به هم وصل شده‌اند و تمام سوئیچ‌های تریستوری به صورت مقاومت دو وضعیتی مدل شده است. شاخه‌های TSC بی‌توجه به شاخه‌های TSC در حالت عمل به صورت خازن مدل شده است. تمام این‌ها در کنار هم مانند یک خازن سیگنال معادل بر فاز ارائه شده است. مقدار این خازن معادل، و ولتاژ اولیه‌ی آن وقتی که منطق کلید زنی TSC به روشن یا خاموش بودن بانک خازنی اشاره می‌کند، تطبیق یافته است. این موضوع تعداد متغیرهای حالت را برای TSC به عدد شش کاهش می‌دهد. توجه

کنید که چنین کاهشی برای دیمانسیون و ابعاد بردار ممکن است به این دلیل که هیچ اندوکتانس سری در شاخه خازنی وجود ندارد، باشد. در غیر این صورت هر بازو می‌بایست جداگانه مدل گردد. این مسئله برای سریع‌تر نمودن برنامه می‌باشد چرا که خازن‌ها معمولاً فقط در زمان‌های اندکی در یک اجرای شبیه‌سازی سوئیچ می‌شوند.

۱۲-۴- مشخصه سوسپتانس غیر خطی TSC/TCR



(شکل ۷.۱۲): مشخصه سوسپتانس غیر خطی TSC/TCR

این قطعه مشخصه سوسپتانس غیر خطی را برای قسمت‌های TCR و TSC مربوط به

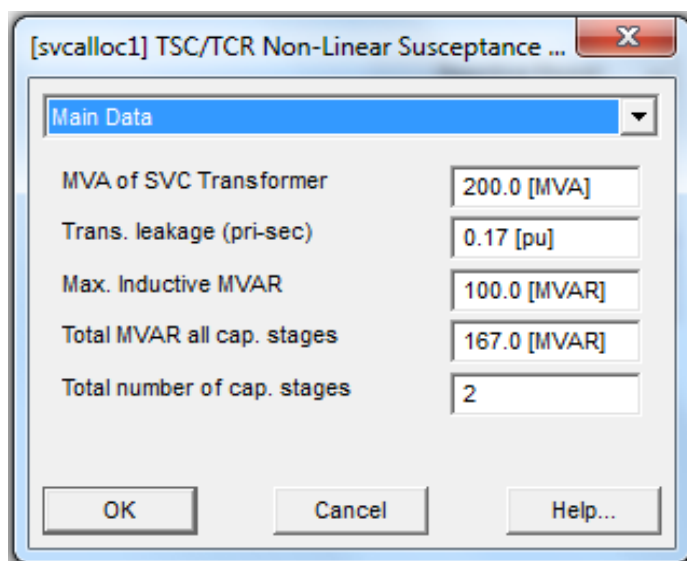
SVC مدل می‌کند. این نسبت شامل موارد خروجی زیر می‌گردد:

BSVS: ترتیب سوسپتانس جبرانساز توان راکتیو استاتیک (pu).

NC: تعداد پله‌های TSC که با جریان روشن می‌گردد.

BL: سوسپتانس القاگر TCR خروجی (pu).

BTCR : سوسپتانس TCR غیرخطی خروجی (pu).



(شکل ۸.۱۲): تنظیم سوسپتانس غیرخطی TSC/TCR

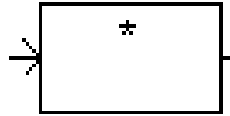
در پنجره Main Data، گزینه اولی معادل MVA سه فاز ترانس پارامتر ورودی SVC است.

گزینه دوم راکتانس نشتی متقابل توالی مثبت، بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه در ترانسفورماتور داخلی جبرانساز توان راکتیو استاتیک می‌باشد.

گزینه سوم MVAR اندوکتیو TCR بوده که پارامتر ورودی جبرانساز راکتیو استاتیک می‌باشد.

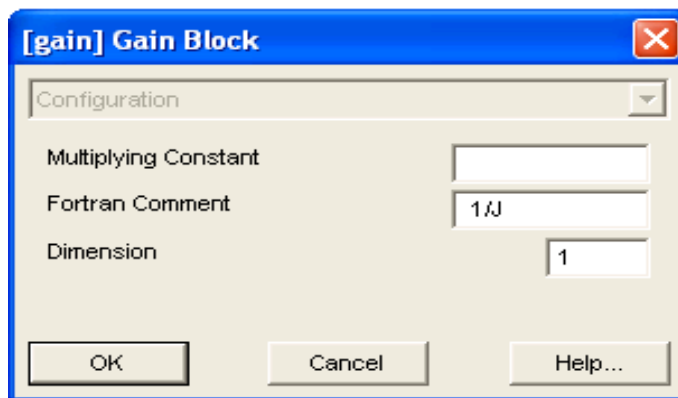
گزینه انتهایی نیز تعداد پله‌های خازن به عنوان ورودی می‌باشد.

۱۲-۵- بلوک بهره



(شکل ۹.۱۲): بلوک بهره

این قطعه بلوک بهره است که در اندازه داده ورودی ضرب می‌شود و به خروجی می‌رود. اگر برای این قطعه نیز با کلیک راست نمودن روی آن، وارد قسمت تنظیمات شده به این شکل می‌رسیم:

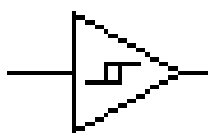


(شکل ۱۰.۱۲): تنظیم بلوک بهره

مطابق شکل، مورد اول مقدار ضریب مربوطه را که باید در ورودی ضرب گردد نشان می‌دهد. دومین مورد عنوان بلوک مربوطه و سومین مورد هم دیمانسیون این داده است

که به طور پیش فرض (۱) به معنی اسکالر انتخاب شده است. در این مورد توجه به این نکته ضروری است که این بلوک دیمانسیون ورودی را تغییر نمی‌دهد.

۱۲-۶- بافر هیستریزیس

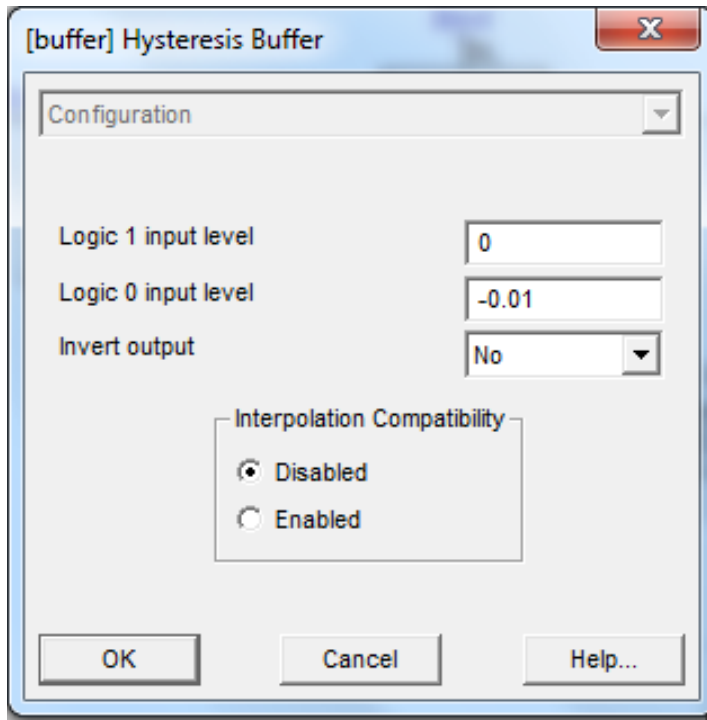


(شکل ۱۱.۱۲): بافر هیستریزیس

این قطعه برای تبدیل یک سیگنال حقیقی به یک سیگنال دیجیتال می‌باشد. تابع هیستریزیس با جلوگیری کردن از گذر به یک حالت منطقی، تا زمانی که سیگنال ورودی به اختیار از آستانه ورودی عبور کند از نویز جلوگیری می‌کند. همچنین زمانی که سیگنال ورودی در نزدیکی ناحیه هیستریزیس است مقدار قبلی خروجی حفظ خواهد شد.

زمانی که قابلیت افزایشی فعال باشد اطلاعات افزوده شده به وسیله ابزاری تولید می‌شود و به خروجی ارسال می‌گردد. زمان اضافه شده خروجی به وسیله کنترل پیوسته سیگنال ورودی و مقایسه آن با منطق (۱) و منطق (۰) سطوح ورودی حساب می‌گردد. وقتی که سیگنال ورودی از هر دو سطح ورودی عبور می‌کند یک زمان برای اضافه نمودن

داده می‌شود. وقتی که تمام این تغییرات انجام شد این دستگاه حتی در پله‌های زمانی طولانی نیز خیلی دقیق خواهد بود.

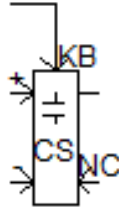


(شکل ۱۲.۱۲): تنظیم بافر هیستریزیس

در پنجره تنظیمات در گزینه اول سطح سیگنال ورودی باید از آن عبور کند تا به عنوان یک مقدار درست منطقی شناخته شود.

در گزینه دوم هم مقدار پایینی است که سیگنال باید قبل آن باشد تا به عنوان یک مقدار درست منطقی شناخته شود.

۱۲-۷- منطق کلیدزنی خازنی TCR/TSC



(شکل ۱۳.۱۲): بلوک کلیدزنی خازنی TCR/TSC

این قطعه یک سیگنال برای سوئیچ روشن و خاموش کردن بانک خازنی TSC جبرانساز توان راکتیو استاتیک تولید می‌کند.

TCR/TCR: مشخصه غیرخطی سوسپتانس ورودی و خروجی، موارد زیر را شامل می‌گردد:

NC: تعداد پله‌های TSC که به وسیله‌ی جریان روشن شده است.

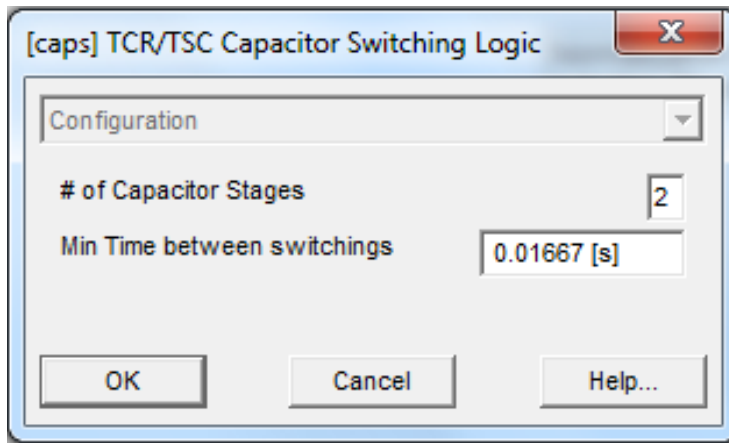
-: سیگنالی برای حذف یک پله TSC (۱)، یک پله را حذف می‌کند.

+: سیگنالی برای اضافه کردن یک پله TSC (۱)، یک پله را اضافه می‌کند.

KB: قفل یا ضد قفل سیگنال ۱ یا ۰ (۰، خروجی را قفل می‌کند).

خروجی نسبت TCR/TCR ۱ یا ۱- می‌باشد که ۱ برای اضافه و ۱- برای حذف نمودن

یک پله است.

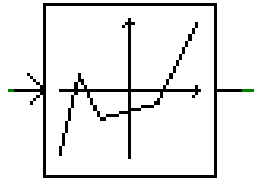


(شکل ۱۴.۱۲): تنظیم بلوک کلیدزنی خازنی TCR/TSC

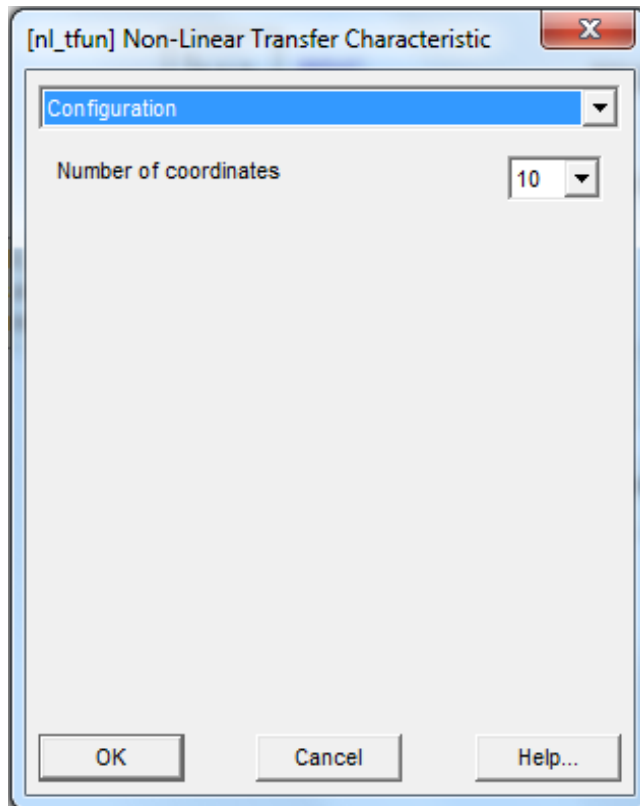
در پنجره تنظیمات بالا در گزینه نخست تعداد پله‌های خازنی در پارامتر ورودی SVC را مشاهده می‌کنیم و گزینه دوم نیز حداقل زمان بین دو دستور موفقیت‌آمیز را نشان می‌دهد که مشخصاً برابر با زمان یک پریود از فرکانس مبنا می‌باشد.

۱۲-۸- مشخصه انتقال غیر خطی

این جزء یک مشخصه انتقالی غیر خطی به وسیله تقریب با خطوط صاف و شکسته مدل می‌نماید. پارامترهای تابع X از X_1 تا X_N افزایش می‌یابد. خروجی متناظر با یک ورودی از طریق خطی که آن دو را به هم وصل می‌کند تعریف می‌گردد. خروجی بزرگتر از X_N یا کوچکتر از X_1 هم به وسیله خطوط راست و شکسته نزدیکترین دو نقطه به آن تقریب زده می‌شود.



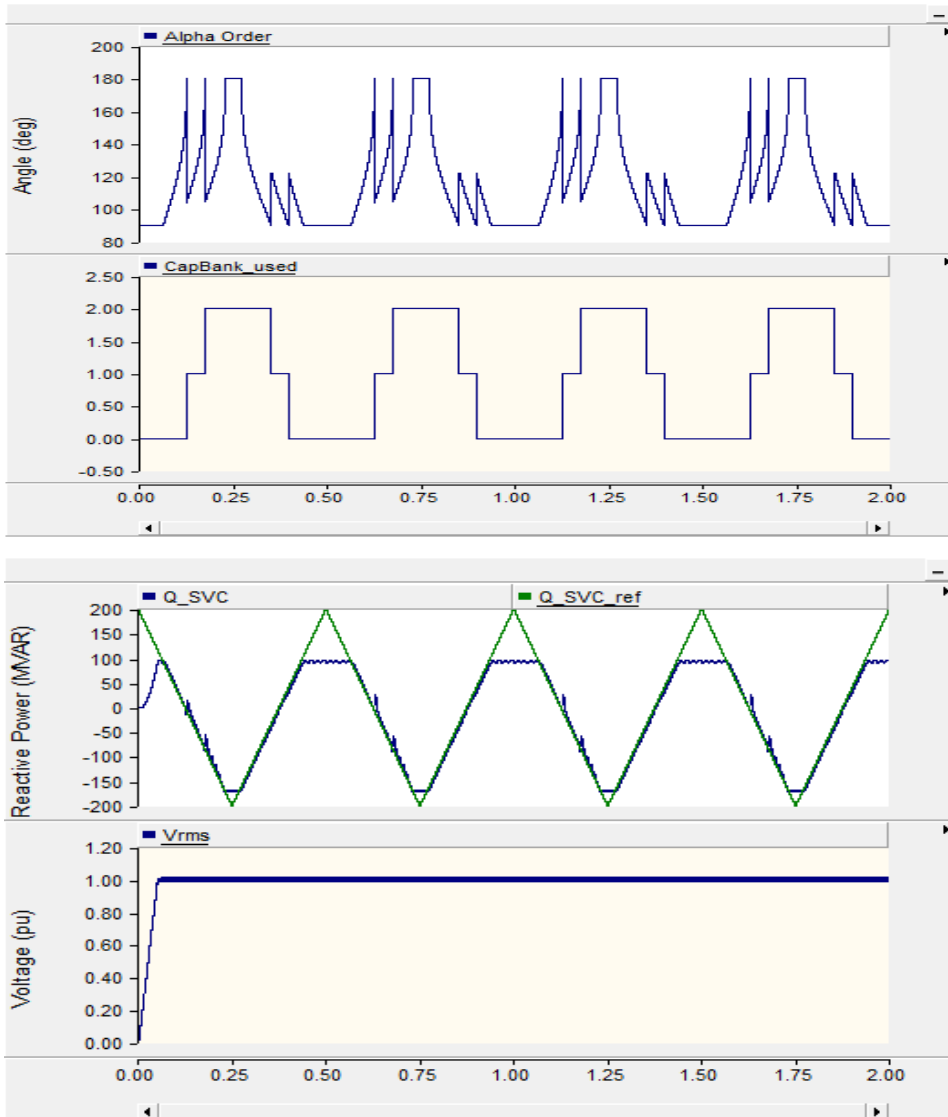
(شکل ۱۵.۱۲): مشخصه انتقال غیرخطی



(شکل ۱۶.۱۲): تنظیم مشخصه انتقال غیرخطی

در پنجره بالا نیز تعداد نقاطی که برای تقریب لازم است از ۲ تا ۱۰ نقطه وارد می‌شود.

۱۲-۹- شبیه‌سازی



شکل ۱۷.۱۲: شبیه‌سازی

در این فصل مدار یک جبرانساز توان راکتیو استاتیک که به یک شین بی‌نهایت متصل است شبیه‌سازی شده است. بررسی عملکرد آن نیز با مشاهده توان راکتیو و ولتاژ و زاویه فاز صورت پذیرفته است. هدف از جبرانساز توان راکتیو، رسیدن به توان راکتیو قابل تنظیم می‌باشد که این مهم حاصل شده است. برای تشریح عملکرد مدار به کتاب‌های الکترونیک قدرت اشاره شده در قسمت مراجع، رجوع شود.

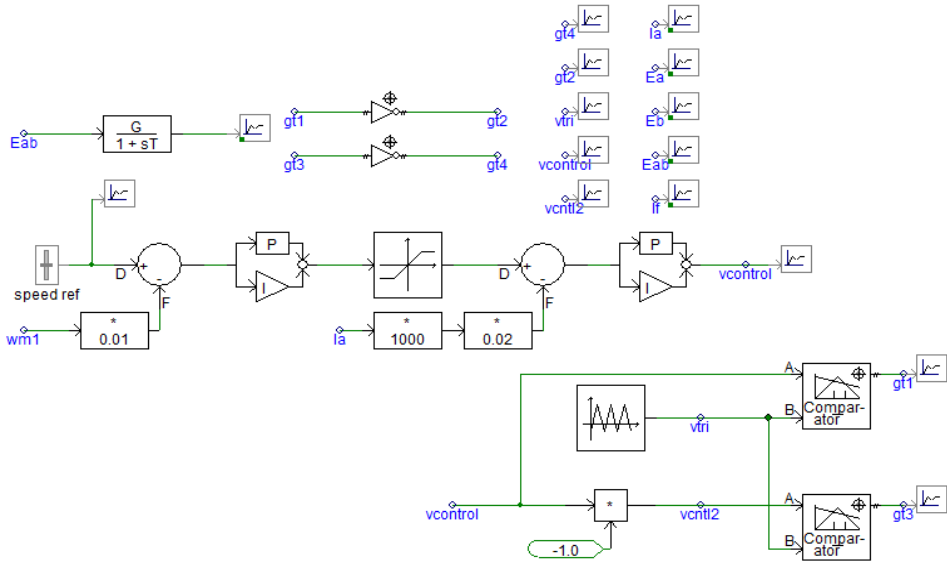
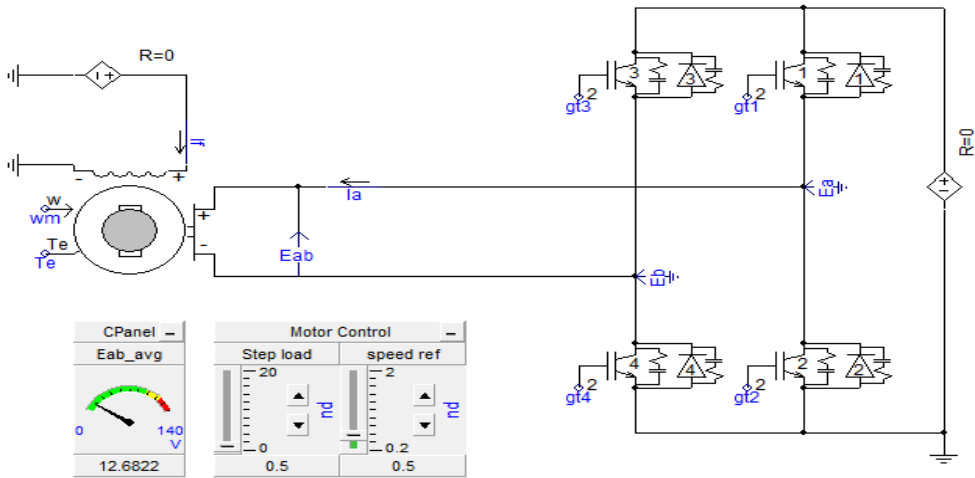
فصل سیزدهم

شبیه‌سازی مدار راه انداز ماشین DC

۱۳- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی مدار راه انداز ماشین DC بیان می‌شود.

۱۳-۱- طرح مدار

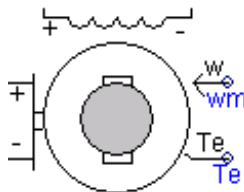


(شکل ۱.۱۳): شمای کلی مدار

مطابق با منابع دروس ماشین‌های الکتریکی، مدار راه‌انداز ماشین DC در شکل (۱.۱۳) می‌باشد. مدار الکتریکی و کنترلی این مثال را مطابق با شکل پیاده‌سازی می‌کنیم.

۱۳-۲- ماشین DC

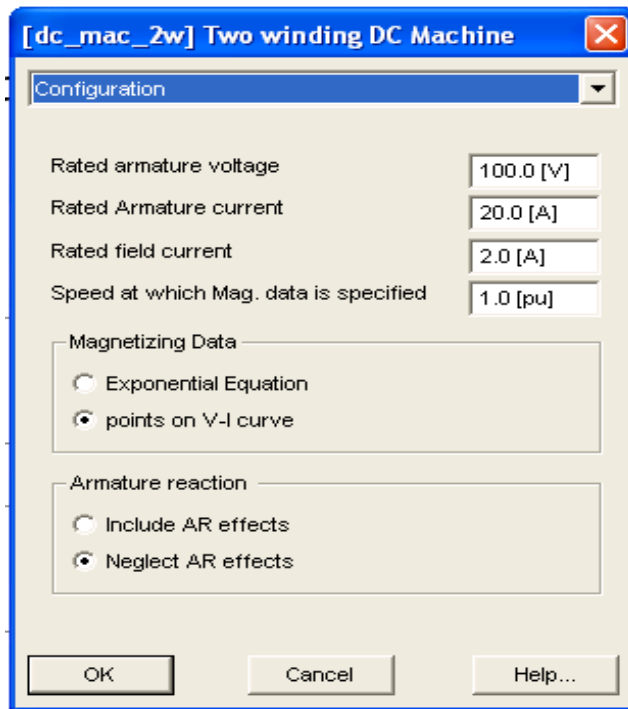
شمای این قطعه مطابق زیر بوده و پایانه‌های سمت چپ آن ترمینال‌های آرمیچر و سیم پیچ بالایی همان تحریک موازی می‌باشد. این تحریک به وسیله‌ی یک منبع ولتاژ ایده‌آل (مقاومت درونی صفر) تغذیه می‌گردد. اتصال شنت یا موازی نوعی از اتصال تحریک در ماشین‌های جریان مستقیم می‌باشد. در این نوع اتصال، سیم پیچی تحریک موازی آرمیچر خواهد بود.



(شکل ۲.۱۳): بلوک ماشین DC

اگر روی این قطعه کلیک راست نموده و گزینه Edit Parameters را انتخاب کنیم

چنین صفحه‌ای گشوده خواهد شد:



(شکل ۳.۱۳): تنظیم ماشین DC

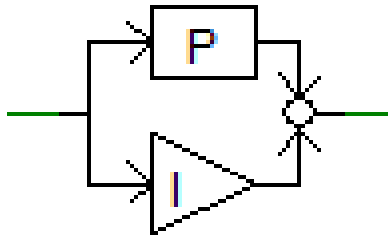
در بخش بالایی این صفحه برخی از مقادیر نامی ماشین ارائه شده است که باید توسط کاربر تکمیل گردد و به ترتیب عبارت اند از: ولتاژ نامی آرمیچر، جریان نامی آرمیچر، جریان نامی تحریک و سرعت نامی.

در بخش دوم اطلاعات مربوط به مغناطیس شونده می‌باشد که گزینه نخست به معادله‌نمایی که با فرض خطی لحاظ شدن هسته حاصل شده و گزینه دوم به بررسی نقطه روی نمودار و غیرخطی لحاظ کردن هسته اشاره می‌نماید که بنابر فرض مسئله، این‌جا گزینه دوم انتخاب شده است.

قسمت سوم به اثر عکس‌العمل آرمیچر اشاره می‌کند که با انتخاب اولین گزینه آن را به حساب آورده‌ایم و در صورت انتخاب گزینه دوم، از آن چشم‌پوشی نموده‌ایم.

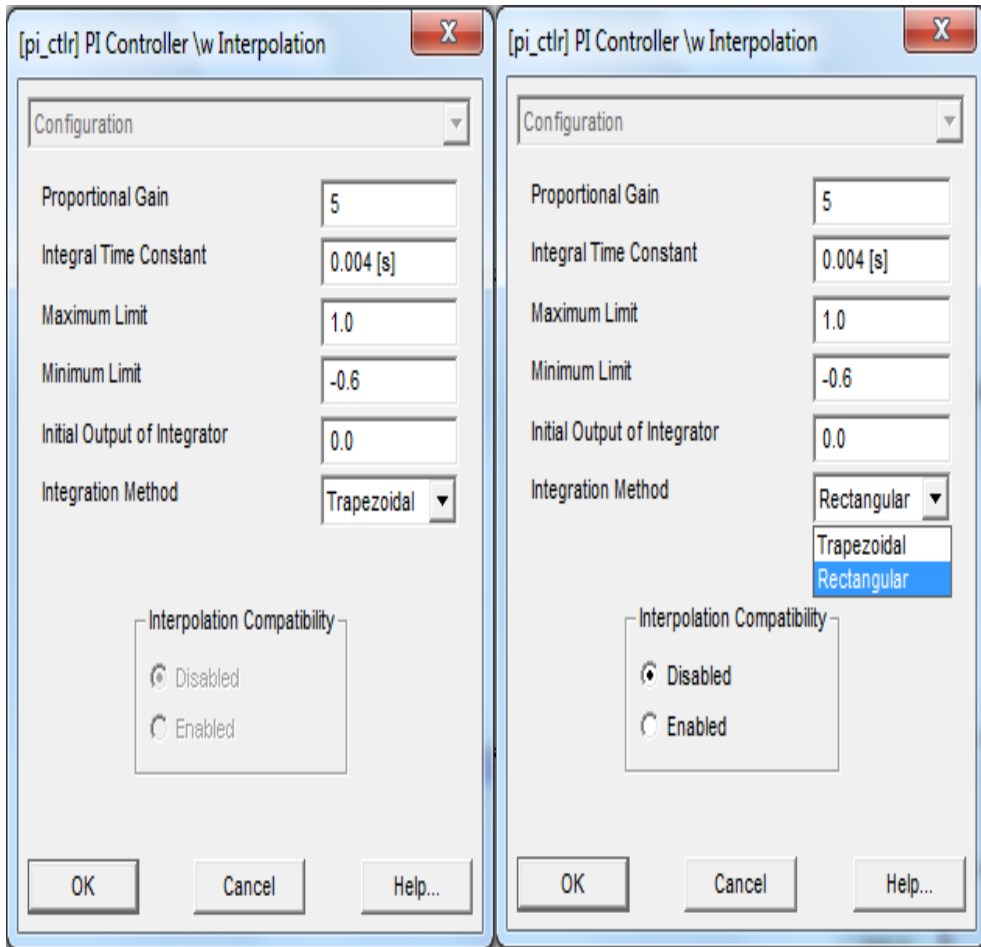
۱۳-۳- کنترلر PI

شکل این کنترلر به صورت زیر است که خروجی حاصل جمع یک بهره و انتگرال از ورودی است.



(شکل ۴.۱۳): کنترلر PI

هر دو نوع انتگرال‌گیری مستطیلی و دوزنقه‌ای می‌تواند برای دامنه زمانی که با تابع انتگرال حساب می‌گردد استفاده شود. توانایی اضافه نمودن در کادر پایین در صورتی فعال می‌گردد که نوع انتگرال‌گیری، مستطیلی انتخاب گردد. وقتی که این حالت فعال گردید زمان اضافه شده و قطبیت سیگنال در هنگام محاسبه انتگرال دقیق، برای پله زمانی خاص مورد ملاحظه قرار می‌گیرد.

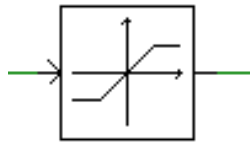


(شکل ۵.۱۳): تنظیم کنترلر PI

پنجره تنظیمات، گزینه Integration method: توجه شود که انتگرال دوزنقه‌ای هر وقت که ممکن باشد باید مورد استفاده قرار گیرد چون آن هیچ وقت متغیر نیست. به هر حال اگر مشتقات شکل موج خروجی پیوسته نیست (یعنی dx/dt در برخی نقاط بی‌کران است)، می‌توان با فعال کردن توانایی افزودن (Interpolationcompatibility) به دقت

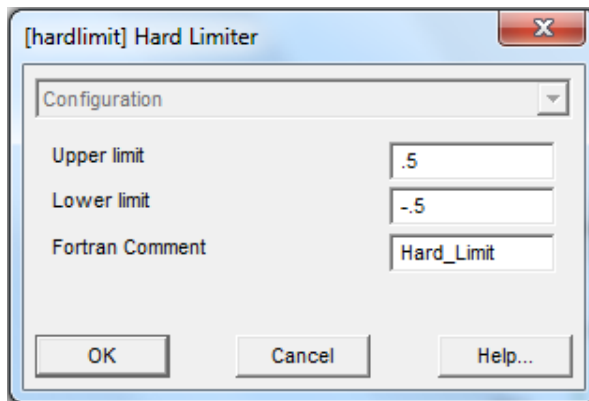
بالتری با انتگرال مستطیلی رسید. مطابق شکل زیر در صورت انتخاب انتگرال مستطیلی کادر پایینی فعال می‌شود.

۱۳-۴- تابع محدود کننده



(شکل ۶.۱۳): تابع محدود کننده

در تابع محدود کننده یا محدود کننده سخت، خروجی مادامی که کاهش ورودی بین محدوده‌های بالایی و پایینی باشد معادل دو برابر سیگنال ورودی خواهد بود. اگر سیگنال از هر کدام از این حدود تجاوز نماید مقدار خروجی روی مقدار آن حد باقی می‌ماند.



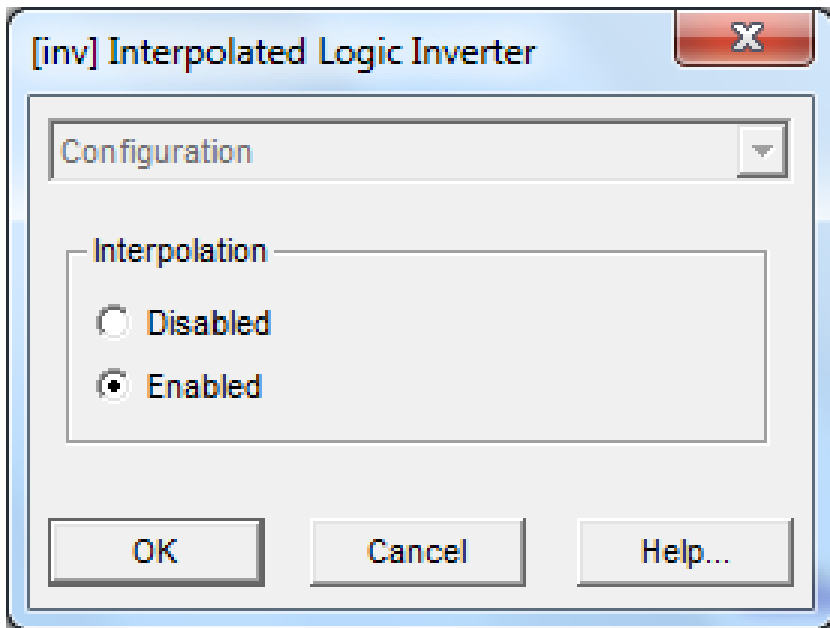
(شکل ۷.۱۳): تنظیم تابع محدود کننده

۱۳-۵- اینورتر (Inverter)



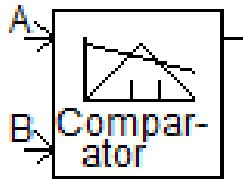
(شکل ۸.۱۳): اینورتر (Inverter)

این جزء یک معکوس‌کننده باینری است. مقادیر غیر صفر به عنوان مقادیر درست منطقی اضافه شده است در حالیکه صفر هم به عنوان یک خطای منطقی تفسیر می‌گردد. اگر توانایی افزودن فعال گردد اطلاعات افزودنی از ورودی به خروجی منتقل می‌گردد.



(شکل ۹.۱۳): تنظیم اینورتر (Inverter)

۱۳-۶- مقایسه کننده دو ورودی



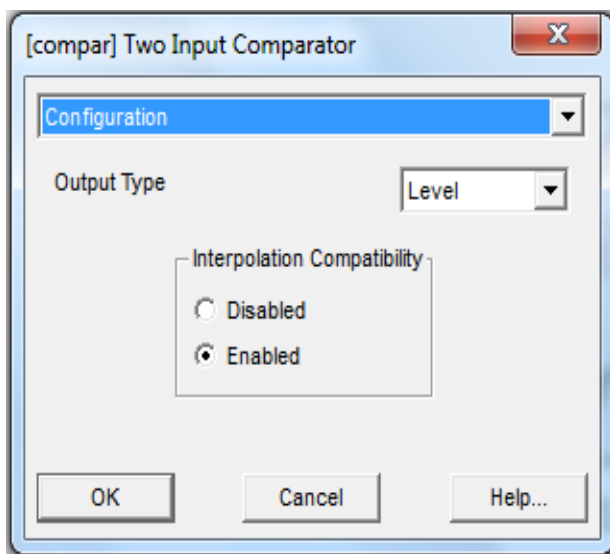
(شکل ۱۰.۱۳): مقایسه کننده دو ورودی

این قطعه دو ورودی را با هم مقایسه می‌کند. هنگامی که یکی از سیگنال‌ها از دیگری تجاوز کند و عبور نماید این قطعه یک پالس ایجاد می‌کند. یا اینکه این جزء وقتی که یک سیگنال بالاتر از دیگری است چون مقدار دو سیگنال با هم اختلاف دارد، یک سطح در خروجی می‌دهد که این بستگی به نوع خروجی دارد.

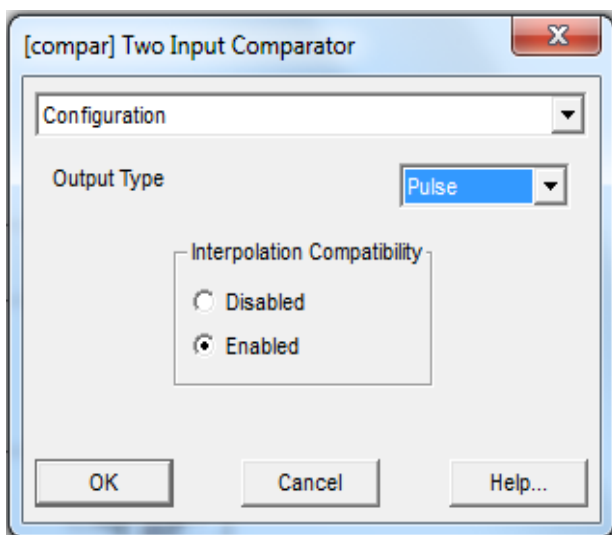
اگر توانایی افزایشی فعال باشد (دقیقا برای زمانی که دو سیگنال ورودی برابر هم هستند و همدیگر را قطع می‌کنند) اطلاعات اضافه شده توسط وسیله تولید شده و به خروجی ارسال می‌گردد. وقتی که از حالت افزایشی استفاده شود این وسیله خیلی دقیق است حتی در پله‌های زمانی بزرگتر.

شکل زیر جدول تنظیمات این قطعه را نشان می‌دهد. در این شکل امکان انتخاب نوع

خروجی به دو صورت سطح و پالس وجود دارد.

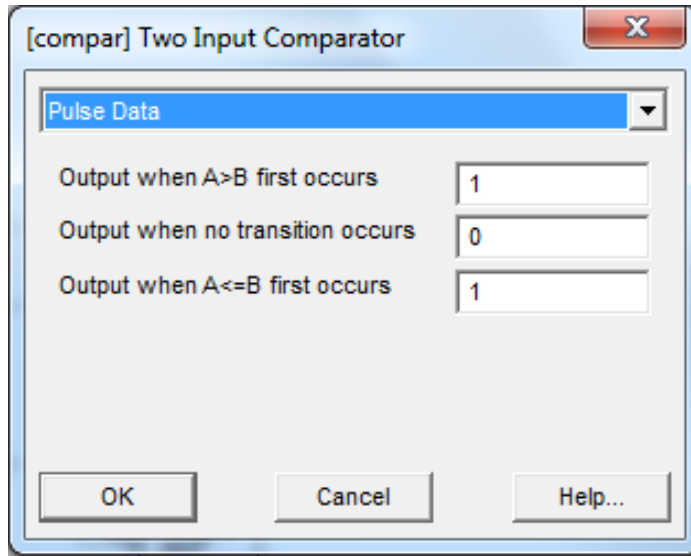


(شکل ۱۱.۱۳): تنظیم مقایسه کننده دو ورودی



(شکل ۱۲.۱۳): تنظیم مقایسه کننده دو ورودی

پنجره Pulse-Data در صورت گزینش Puls در پنجره بالا فعال خواهد شد.



(شکل ۱۳.۱۳): تنظیم مقایسه کننده دو ورودی

۱۳-۶-۱ Pulse-Data

گزینه اول: وقتی اول حالت $A > B$ رخ دهد، اندازه خروجی را اینجا وارد می‌کنیم.

گزینه دوم: وقتی هیچ حالت گذرای رخ ندهد.

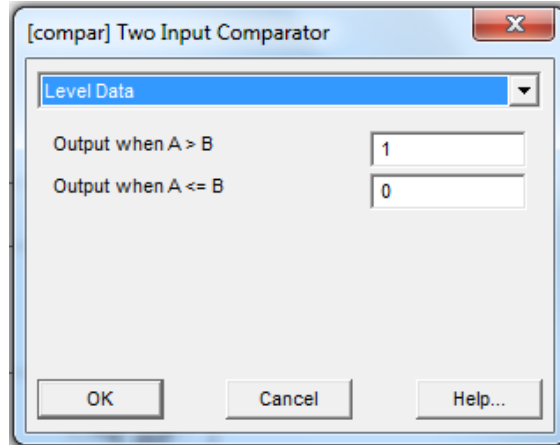
گزینه سوم: وقتی که اول حالت $A \leq B$ رخ دهد اندازه خروجی را اینجا وارد می‌کنیم.

۱۳-۶-۲ Level-Data

این پنجره در صورت انتخاب Level در پنجره Configuration فعال خواهد شد.

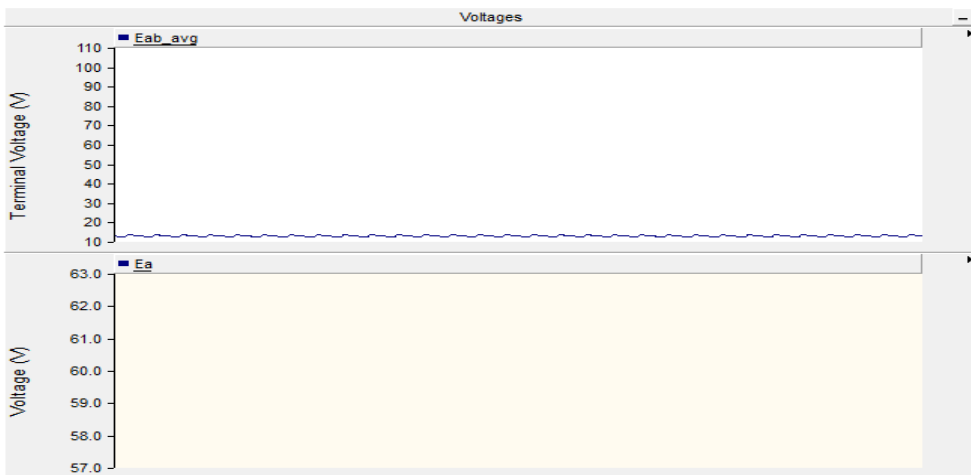
در گزینه اول وقتی که $A > B$ ، اندازه خروجی را وارد کنید.

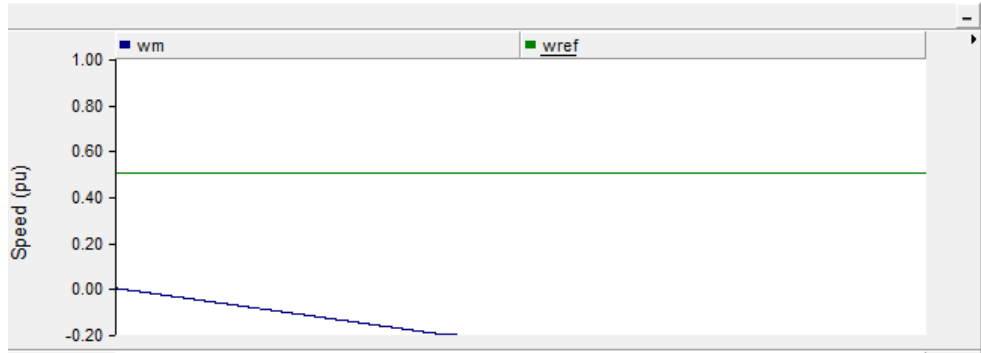
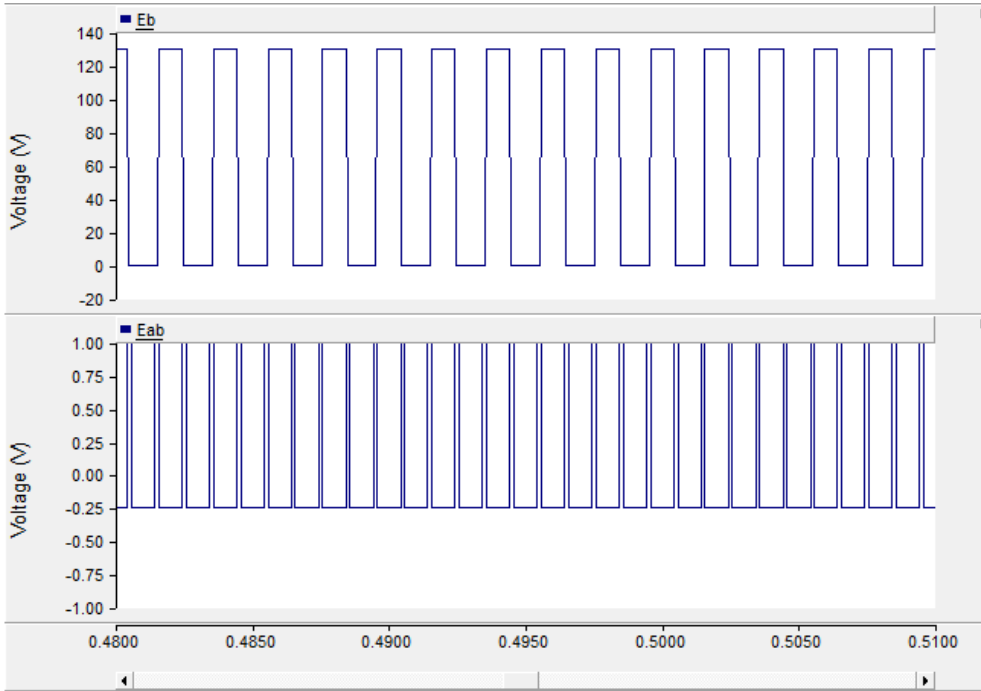
در گزینه دوم وقتی که $A \leq B$ ، اندازه خروجی را وارد کنید.

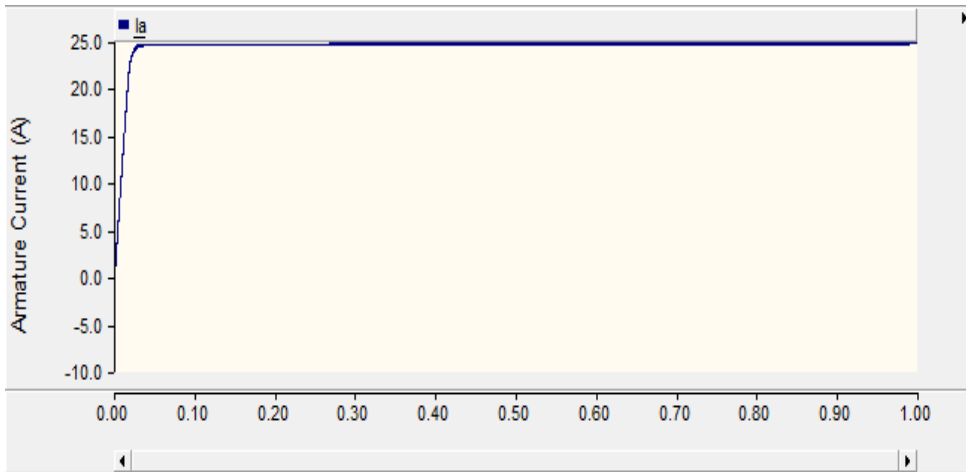


(شکل ۱۴.۱۳): تنظیم مقایسه کننده دو ورودی

۱۳-۷- شبهه‌سازی







(شکل ۱۵.۱۳): شبیه‌سازی

در این فصل شبیه‌سازی مدار راه انداز ماشین DC صورت پذیرفت. شکل موج ولتاژ، جریان تحریک، جریان آرمیپر و سرعت در نتایج شبیه‌سازی مشاهده می‌شود. برای درک عملکرد مدار و تحلیل شکل موج‌های خروجی به کتاب‌های ماشین‌های الکتریکی اشاره شده در قسمت مراجع رجوع شود.

فصل چهاردهم

بررسی و اندازه‌گیری پارامترهای موتور

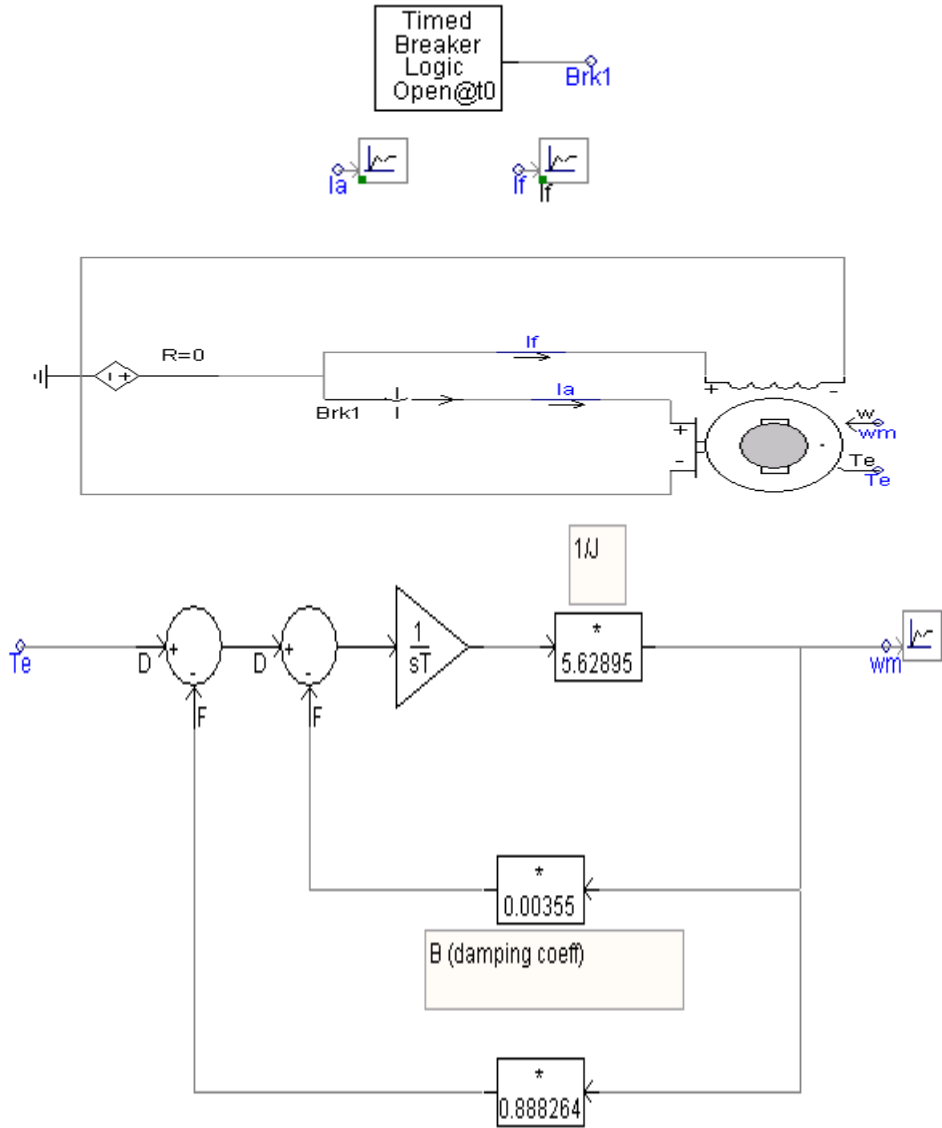
DC

۱۴- مقدمه

در این فصل با بررسی و اندازه‌گیری پارامترهای موتور DC (جریان مستقیم)، به ازای

مقادیر نامی معین آشنا می‌شوید.

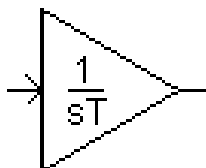
۱۴-۱- طرح مدار



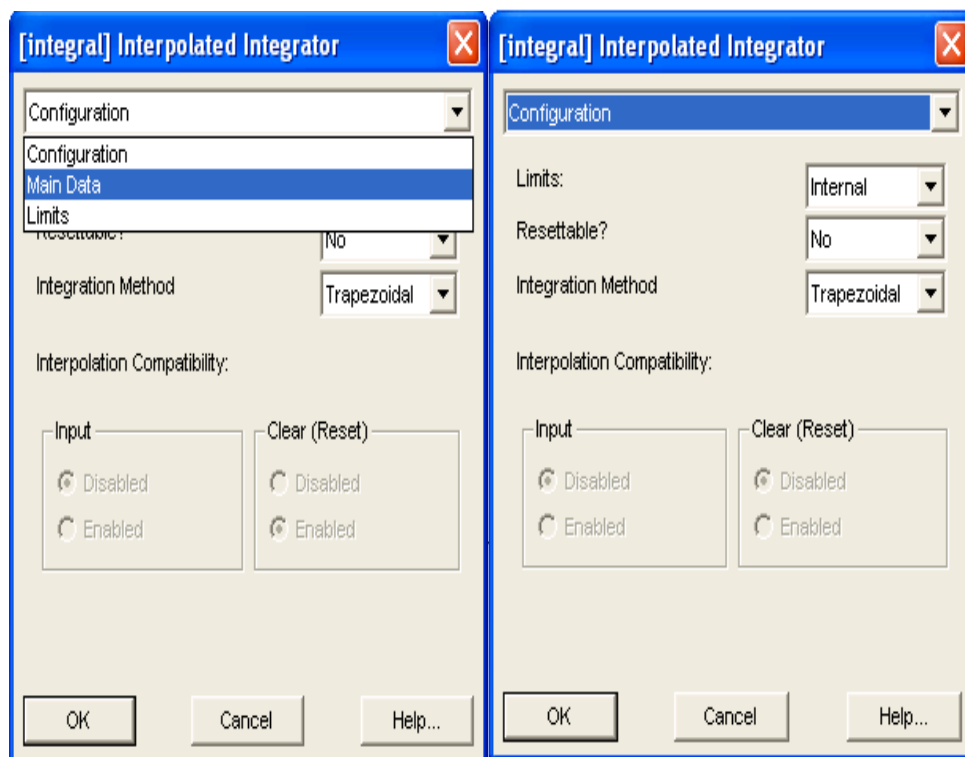
(شکل ۱.۱۴): شمای کلی مدار

بعد از پیاده سازی مدار بصورت شکل (۱.۱۴) به معرفی قطعات جدید می‌پردازیم.

۱۴-۲- انتگرال گیر



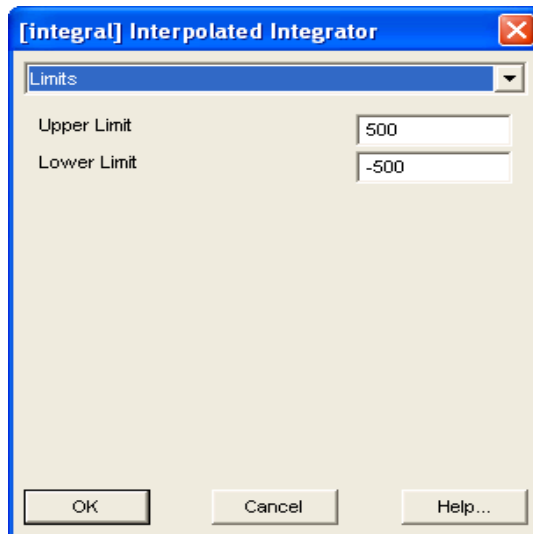
(شکل ۲.۱۴): انتگرال گیر



(شکل ۳.۱۴): تنظیمات انتگرال گیر

جزء اصلی در ساختار یک کنترلر می‌باشد که انتگرال‌گیری را انجام می‌دهد. نوار اولی دارای سه قسمت است که در شکل ملاحظه می‌کنید و در ادامه بیشتر به آن خواهیم پرداخت.

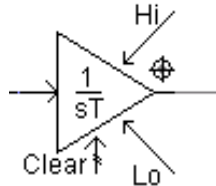
در شکل (۳.۱۴)، برای نوار دومی (Limits) دو انتخاب داخلی و خارجی داریم که در صورت انتخاب داخلی، حدود انتگرال را می‌توانیم به صورت دستی تغییر دهیم و برای این کار از نوار ابزار اولی مورد سوم (Limits) را انتخاب می‌کنیم و به شکل زیر می‌رسیم.



(شکل ۴.۱۴): تنظیمات انتگرال‌گیر

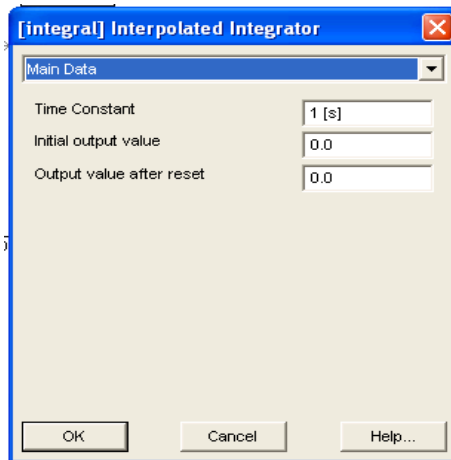
در صورت انتخاب گزینه خارجی (External) شکل انتگرال‌گیر این طور خواهد شد که حدود را از خارج می‌گیرد. البته در این شکل عامل (Clear) که برای پاک کردن و شروع مجدد است نیز دیده می‌شود.

۱۴-۲-۲- تنظیم انتگرال گیر



(شکل ۵.۱۴): تنظیم انتگرال گیر

نوار ابزار سومی پیرامون قابلیت پاک کردن یا شروع مجدد (Reset) انتگرال بحث می‌کند. چنانچه اینجا گزینه (Yes) را انتخاب کنیم کادر (Reset) Clear در قسمت پایین فعال می‌گردد. به این ترتیب باید مقدار خروجی را برای بعد از شروع مجدد معین کنیم و برای انجام این کار در نوار ابزار اولی گزینه (Main Data) را انتخاب نموده و در شکل حاصله که به صورت زیر است، عدد مربوطه را در قسمت سوم قرار می‌دهیم.



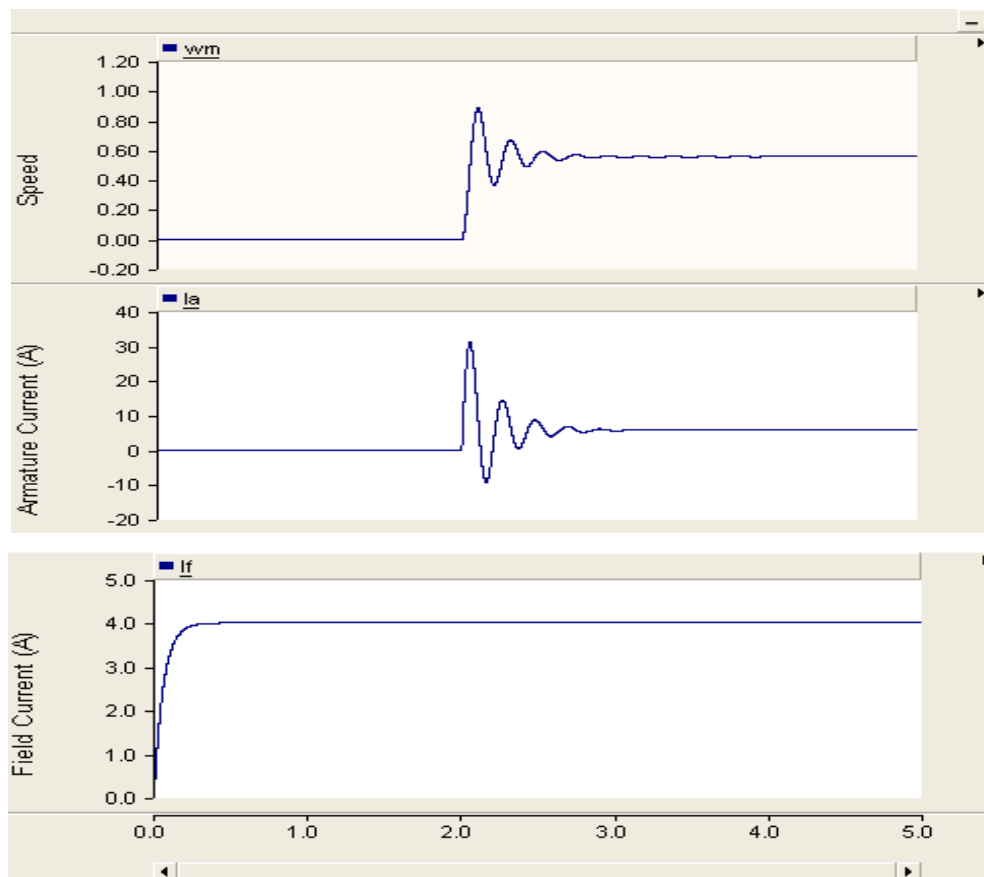
(شکل ۶.۱۴): تنظیم انتگرال گیر

نواربازار چهارمی نوع انتگرال‌گیری را معین می‌کند که به دو صورت ذوزنقه‌ای (Trapezoidal) و مستطیلی (Rectangular) می‌باشد که در صورت انتخاب نوع مستطیلی کادر سمت چپ (Input) فعال می‌گردد.

با کسب اطلاعات کافی پیرامون قطعات اینک می‌توانیم با کنار هم قرار دادن این قطعات مطابق گراف زیر مدار اصلی را برای شبیه‌سازی تشکیل دهیم. باید توجه داشت که :

- ۱- منبع ولتاژ موجود ایده آل فرض شده بنابراین دارای مقاومت درونی صفر است.
- ۲- چون کنترل‌کننده منطق زمانی بریکر روی بریکر (۱) اعمال می‌گردد باید خروجی آن را به وسیله (Signal Node) به بریکر (۱) متصل کنیم.
- ۳- نمودار بلوکی زیر بسیار حائز اهمیت است و دارای دو نکته مهم می‌باشد، اول آنکه وجود انتگرال‌گیر برای یک کنترلر ضروری می‌باشد و بدون آن شبیه‌سازی نتیجه‌ای نخواهد داشت. دوم آنکه ورودی نمودار بلوکی گشتاور الکتریکی (Te) و خروجی آن (Wm) سرعت گردش روتور می‌باشد و بهره‌ها هم بر اساس روابط موجود و مقادیر داده شده حاصل شده است.

۱۴-۳- شیه‌سازی



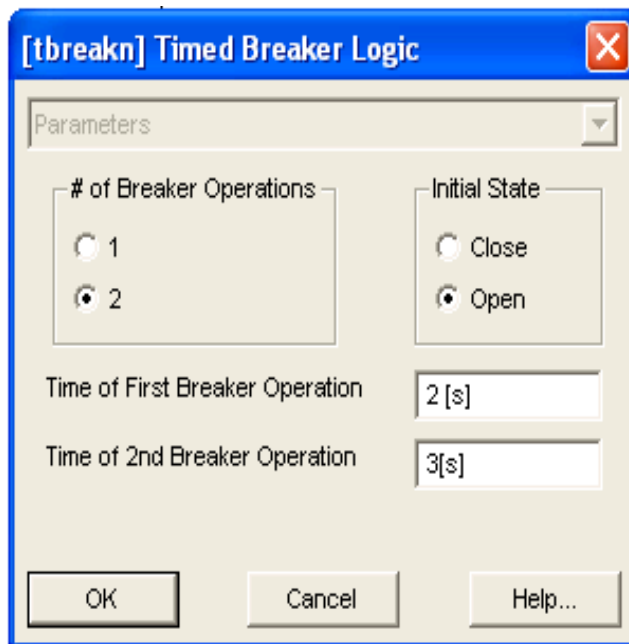
(شکل ۷.۱۴): شیه‌سازی

۱- تا قبل از عمل بریکر (۲s) و وصل شدن مدار، سرعت رتور و جریان آرمیچر صفر می‌باشد و پس از آن نیز پس از مقداری نوسان سرعت آن به حدود (۰.۶ pu) و جریان

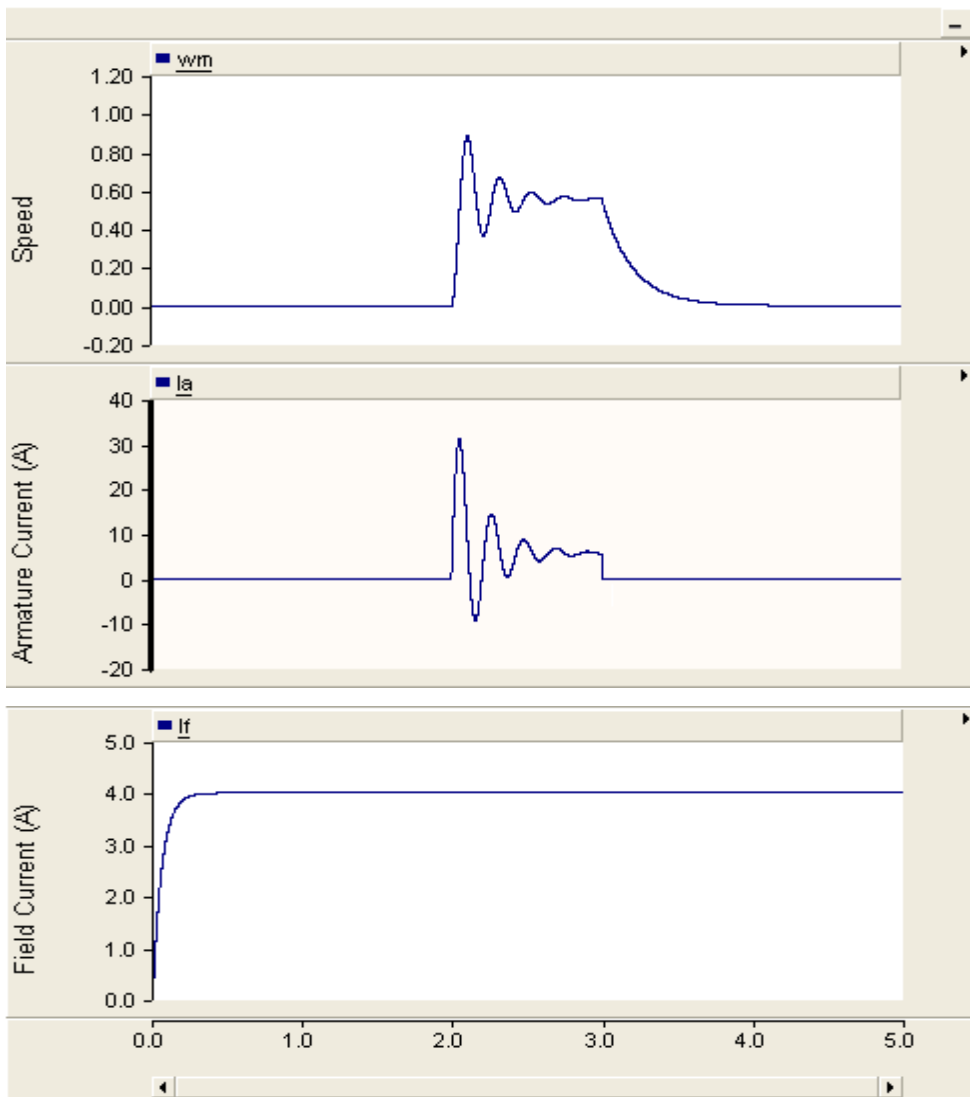
آرمیچر هم به حدود (۷) آمپر رسیده است. البته میزان این فراجهدش و میرایی و زمان میراشدن وابسته به ثابت زمانی مدار و وابسته به بهره بلوک هاست.

۲- جریان تحریک از همان اول به مرور شروع به افزایش می‌کند و قطع و وصل بودن بریکر آن را قطع نمی‌کند. البته علت واضح است چون این سیم‌پیچ به صورت مستقل موازی منبع ولتاژ می‌باشد پس از مدت کوتاهی در حدود (۰.۴s) مقدار آن به حد نهایی‌اش می‌رسد.

۳- مطابق توضیحاتی که پیرامون قطعه کنترل منطق زمانی بریکر داشتیم حالت زیر را نیز شبیه‌سازی می‌کنیم.



شکل ۸.۱۴: تنظیم منطق زمانی



(شکل ۹.۱۴): شبیه‌سازی

همانگونه که ملاحظه می‌کنیم در ثانیه سوم بریکر مجدد عمل نموده و مدار را قطع کرده است. در مورد جریان آرمیچر، این افت ناگهانی بوده ولی در مورد سرعت رتور به

دلیل ثقل داشتن آن، این افت نمایی و به تدریج بوده است. مطابق با انتظار، این تغییر روی بریکر اثری روی جریان تحریک آن نداشته است.

در این فصل شبیه‌سازی به منظور اندازه‌گیری پارامترهای موتور DC صورت گرفت و نتایج آن نمایش داده شد.

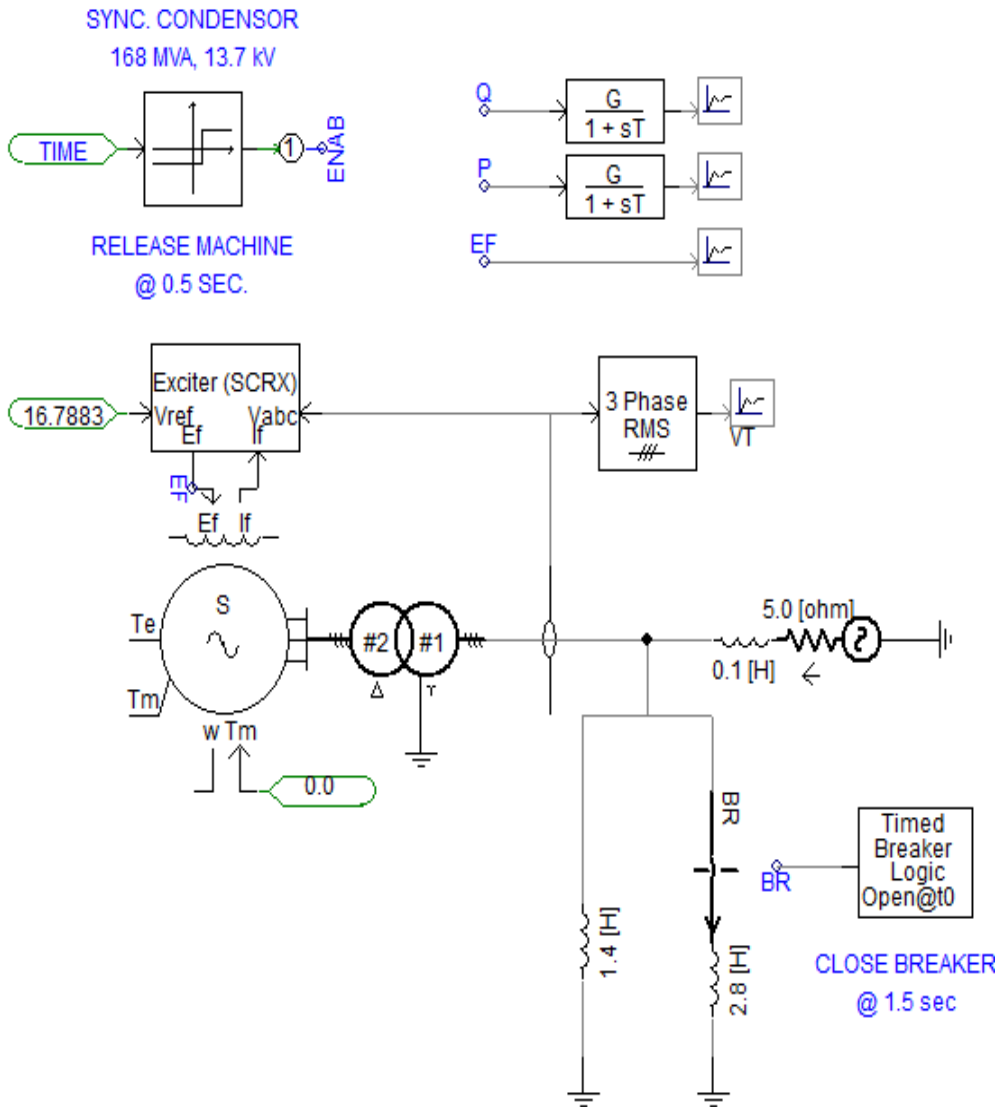
فصل پانزدهم

شبه‌سازی کندانسور سنکرون

۱۵- مقدمه

در این فصل با نحوه عملکرد کندانسور سنکرون آشنا خواهید شد.

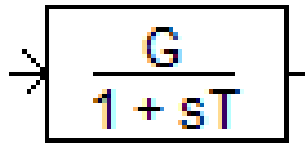
۱۵-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۱۵): طرح کلی مدار

بعد از پياده‌سازی مدار بصورت شكل (۱.۱۵) به معرفي قطعات جديد مي‌پردازيم.

۱۵-۲- قطب حقيقي



(شكل ۲.۱۵): قطب حقيقي

اين تابع يك تابع قطب حقيقي يا پس‌فاز را شبيهه‌سازی مي‌کند که خروجي مي‌تواند توسط کاربر در هر مقدار خاصي که بخواهد جايگزين گردد. فاکتور ورودی قبل از پردازش توسط فاکتور بهره $G(t)$ درجه‌بندی مي‌گردد. الگوريتم حل دامنه، زماني براساس قانون دوزنقه‌ای مي‌باشد که روش حل برای اين تابع مطابق زير باشد.

$$Q(t) = Q(t - \Delta t) * e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} + X(t) * \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}\right)$$

$$Y(t) = G(t) * Q(t)$$

$Y(t)$: سيگنال خروجی

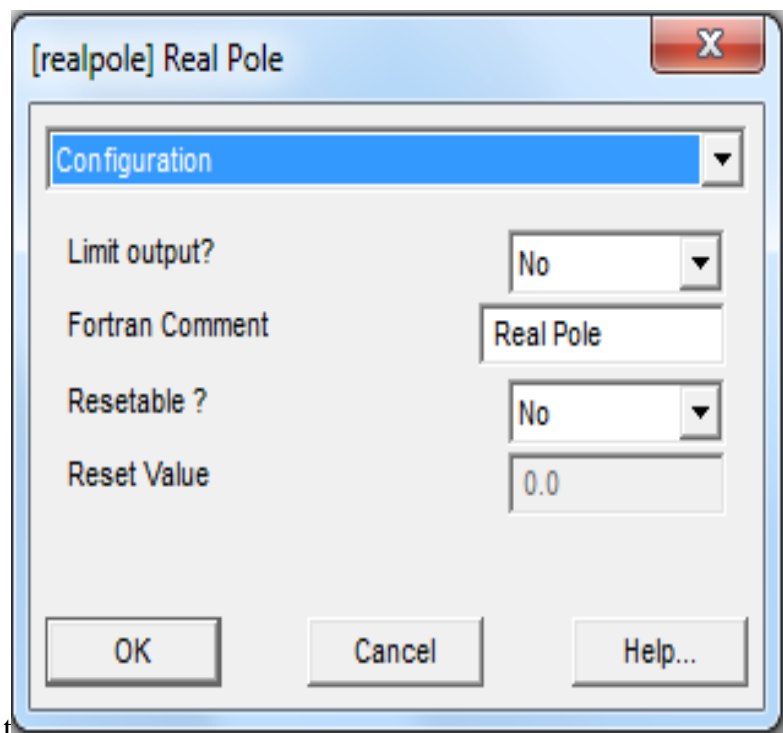
$X(t)$: ورودی سيگنال

گين ضريب: $G(t)$

زمانى ثابت: τ

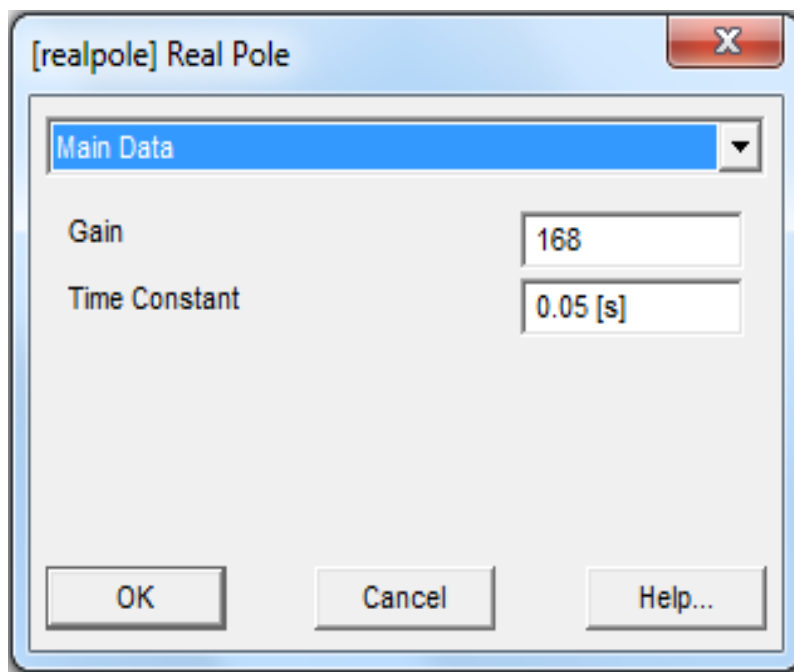
وقفه پله زمانى: Δt

شكل زير جدول تنظيمات اين قطعه را نشان مى‌دهد.



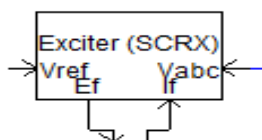
(شكل ۳.۱۵): تنظيم قطب حقيقي

در پنجره زير گزينه اول بهره و گزينه دوم ثابت زمانى قطب حقيقي را نشان مى‌دهد.



(شکل ۴.۱۵): تنظیم قطب حقیقی

۱۵-۳- تحریک کننده حالت یکپارچه پایدار V_r

(شکل ۵.۱۵): تحریک کننده حالت یکپارچه پایدار V_r

این محرک براساس نوع محرک یکپارچه IEEE می‌باشد. ولتاژ میدان خروجی توسط یک سیستم کنترل تغییر می‌کند تا مقدار ولتاژ سیستم را روی مقدار V_{ref} نگه دارد. توجه

شود که این نوع محرک قابلیت شروع کنندگی ندارد و این یعنی اینکه بی‌توجه به حالت مدلینگ ماشین به هر ورودی پاسخ خواهد داد.

V_{ref} : ولتاژ مبنا در حالت پریونیت که محرک دارد تا بتواند کنترل را انجام دهد.

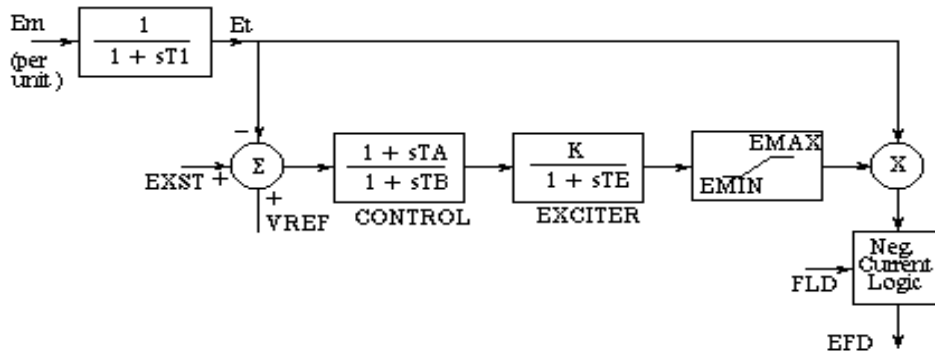
If : جریان تحریک دریافتی از ماشین در حالت پریونیت، که این مولفه از منطق جریان منفی استفاده می‌نماید. در پارامترهای ورودی قطعه، برای ورود یک مقاومت معکوس یک گزینه وجود دارد. اگر جریان میدان منفی در حال جاری شدن باشد این مقاومت وارد مدار می‌گردد، به این صورت که یک مقدار پیش فرض بزرگ، از جریان منفی تحریک جلوگیری می‌کند.

V_{abc} : از قطعه حلقه گره، ورودی دریافت می‌کند و باید یک سیم حلقه گره را به ورودی V_{abc} وصل نماید.

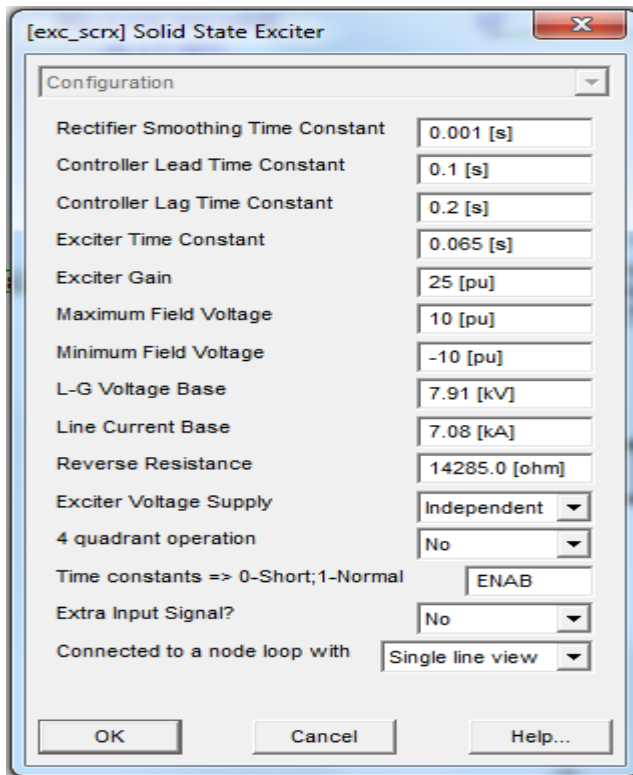
Exst : این مورد وارد می‌شود تا V_{ref} را پشتیبانی نماید و برای پایدارسازی سیستم قدرت مناسب می‌باشد. این ورودی فقط زمانی فعال می‌گردد که پارامتر ورودی Extra Input Signal انتخاب گردد.

E_f : این خروجی ولتاژ تحریک حساب می‌شود که به طور مستقیم در ماشین سنکرون مورد استفاده قرار می‌گیرد، همچنین ممکن است از یک سیم برای ارتباط استفاده گردد.

شکل تابع تبدیل نیز در شکل زیر آورده شده است:



(شکل ۶.۱۵): تابع تبدیل



(شکل ۷.۱۵): تنظیمات تابع تبدیل

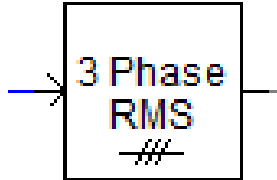
در پنجره تنظیمات این قطعه در گزینه Exciter Voltage Supply می‌توان یکی از دو گزینه Independent یا Bus Fed را برگزید. با انتخاب محرک Bus Fed ولتاژ تحریک خروجی به طور خطی با ولتاژ AC تغییر می‌کند.

گزینه ۴ quadrant operation، yes یا no را انتخاب کنید، یک اکسایتر ۴ ربع دایره‌ای می‌تواند جریان معکوس را بپذیرد یا تحویل دهد. بیشتر محرک‌های حالت یکپارچه به صورت ۲ ربع دایره‌ای اند.

در گزینه Time constants، در اینجا از سوئیچ ابتدایی ماشین استفاده کنید. در مدت زمان دوره‌ی اولیه (۰) اکساتیر از یک ثابت زمانی کوتاه استفاده نموده و سپس به ثابت زمانی قانونی سوئیچ می‌گردد. البته این در زمانی است که رتور ماشین آزاد باشد. ثابت‌های زمانی کنترلر اکساتیر معمولاً خیلی طولانی هستند. تنظیم کردن روی حالت کوتاه به طور دستی و مصنوعی این ثابت زمانی را کوتاه می‌نماید و به سیستم اجازه می‌دهد تا سریع‌تر پایدار گردد.

گزینه Extra Input Signal؟ نشان دهنده سیگنال اضافی است. برخی اوقات یک سیگنال اضافی در بلوک شبیه‌سازی ولتاژ مطلوب است (مانند یک سیگنال پایدار کننده).

۱۵-۴- Rms سه‌فاز

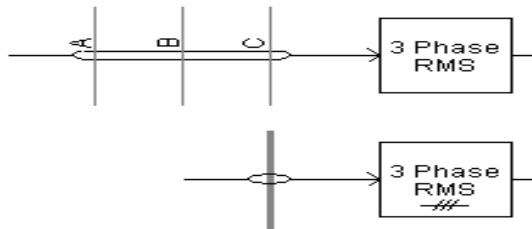


(شکل ۸.۱۵): Rms سه‌فاز

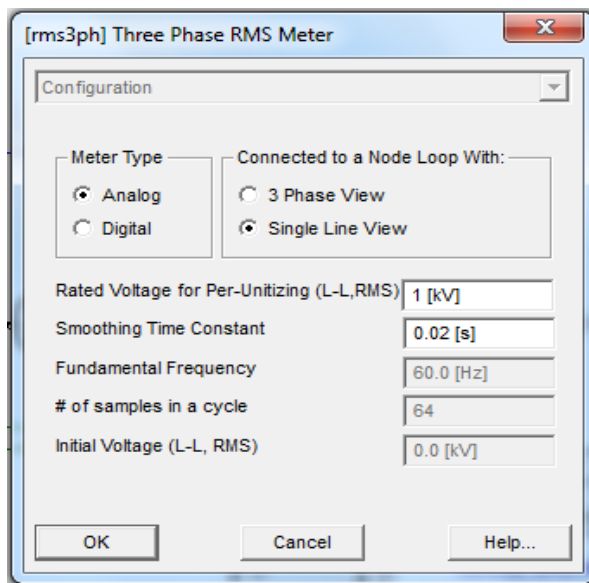
ولت‌متر سه‌فاز Rms ولتاژ Rms سه‌فاز را در سه نقطه‌ی الکتریکی خاص در مدار اندازه‌گیری می‌کند. قطعه می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که در یکی از دو حالت الگوریتم مختلف باشد که این بستگی به ترجیح کاربر دارد.

آنالوگ: این تابع مقدار Rms ترکیب شده دامنه‌ی زمانی سیگنال ورودی را (ولتاژ بالا را به صورت سه‌فاز ارائه می‌کند) حساب می‌کند. خروجی از طریق اولین دستور تابعی عبور داده می‌شود سپس به طور داخلی و درونی (توسط یک ثابت زمانی که توسط پارامتر ورودی، ثابت زمانی صافی ارائه می‌گردد) قبل از وجود خروجی خارجی عبور داده می‌شود. دیجیتال: این روش محاسبه از روش حرکت پنجره - داده استفاده می‌کند که مقدار Rms برای یک مقدار تقویت شده در هر پله‌ی زمانی محاسبه می‌گردد. سائز بافر توسط پارامتر ورودی #sampler in a cycle معین می‌گردد. انتخاب چنین تابعی برای مطالعه خاص، بهترین گزینه است که بستگی به استفاده از آن دارد. روش دیجیتال یک سیگنال

خروجی بسیار صاف را فراهم می‌کند که برای کنترل خیلی خوب عمل می‌کند. روش آنالوگ در سیگنال خروجی ایجاد ریپل می‌کند که این به فرکانس سیگنال ورودی و همچنین ثابت زمانی صافی Rms بستگی دارد ولی می‌تواند خیلی سریع تر به تغییرات پاسخ دهد. قطعه‌ی حلقه گره باید برای فراهم کردن ورودی مورد نیاز برای این قطعه مورد استفاده قرار گیرد، مانند شکل زیر.



(شکل ۹.۱۵): Rms سه‌فاز

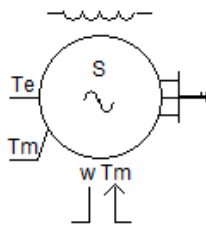


(شکل ۱۰.۱۵): تنظیم Rms سه‌فاز

Smoothing time constant، ثابت زمانی را برای تابع صافی قطب حقیقی داخلی تعیین می‌کند و این تابع فقط وقتی فعال است که در قسمت meter-type گزینه analoge را انتخاب کنیم.

در # of samples in a cycle، تعداد نمونه‌گیری را در یک سیکل فرکانسی که باید گرفته شود وارد کنید. تعداد نمونه‌ها نمی‌تواند بیشتر از شماره پله‌های زمانی درون یک سیکل از فرکانس پایه‌ای باشد.

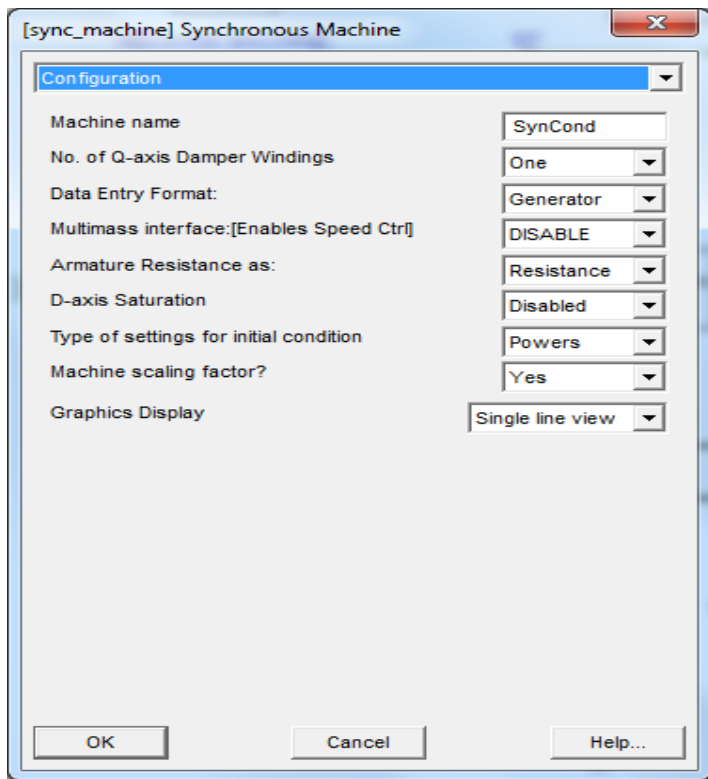
۱۵-۵- ماشین سنکرون



(شکل ۱۱.۱۵): ماشین سنکرون

این قطعه شامل یک انتخاب برای مدل‌سازی دو سیم‌پیچ میرا کننده در محور متعامد می‌گردد. این می‌تواند به عنوان ماشین روتور استوانه‌ای یا یک ماشین قطب برجسته استفاده گردد. سرعت ماشین می‌تواند به طور مستقیم با وارد کردن یک مقدار مثبت برای ورودی w ماشین یا یک گشتاور مکانیکی که به T_m تعلق می‌گیرد کنترل شود. برای مدل‌سازی یک ماشین سنکرون تعداد زیادی گزینه و انتخاب وجود دارد. برای استفاده کلی، این

پارامترها که به عنوان پیشرفته شناخته می‌شود می‌تواند بدون تغییر در کاربرد مورد انتظار از ماشین، روی مقدارهای پیش فرض تنظیم گردد. این ویژگی‌ها به طور عمده در آغاز شبیه‌سازی و رسیدن به حالت پایدار مطلوب به طور سریع هدف گذاری شده است. شرایط حالت ماندگار مطلوب از روی پخش بار شناخته می‌شود. فقط یک بار حالت پایدار در شبیه‌سازی، خطاها، اختلال و ... حاصل می‌گردد که شرایط می‌تواند برای دیدن پاسخ گذرا هم فراهم باشد.



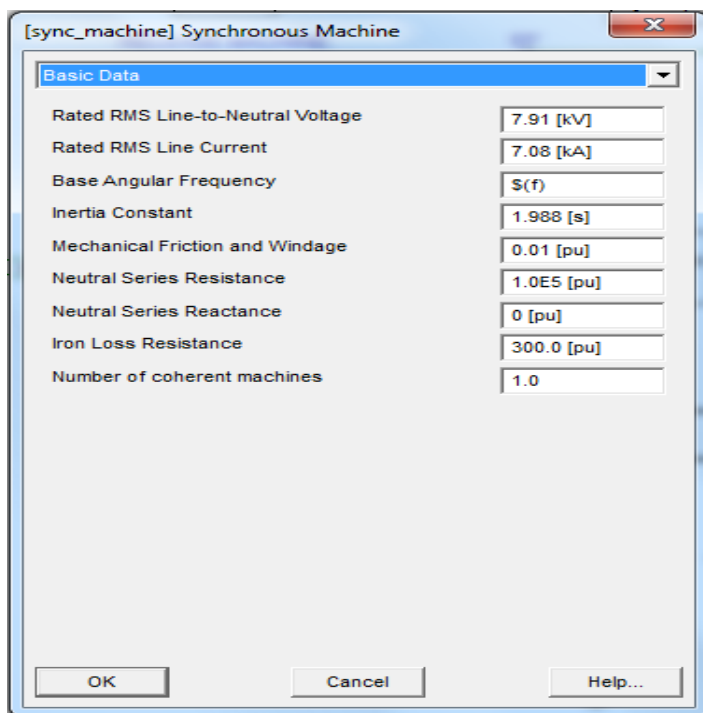
(شکل ۱۲.۱۵): تنظیم ماشین سنکرون

در پنجره تنظیمات بالا در گزینه دوم تعداد سیم پیچی محور متعامد را ملاحظه می‌کنیم که برای مدلسازی ماشین قطب برجسته عدد یک و برای ماشین رتور استوانه‌ای عدد دو را انتخاب می‌کنیم.

گزینه D-axis Saturation: می‌توان گزینه فعال سازی و غیرفعال سازی را برگزید. این گزینه به طور پیش فرض غیرفعال می‌باشد. چنانچه این گزینه را فعال کنیم مشخصه اشباع در منحنی اشباع به صورت نقطه داده می‌شود.

در پنجره basic Data، گزینه inertia constant: این ورودی انرژی ذخیره شده در رتور در سرعت نامی ماشین بوده و به طور مشخص بین ۰,۶ - ۲ می‌باشد.

گزینه Mechanical Friction and Windage: ثابت زمانی میرایی مکانیکی می‌باشد، این پارامتر به طور مشخص بین ۰,۰۵ - ۰ می‌باشد (صفر به معنی عدم وجود تلفات اصطکاکی و مالشی است).

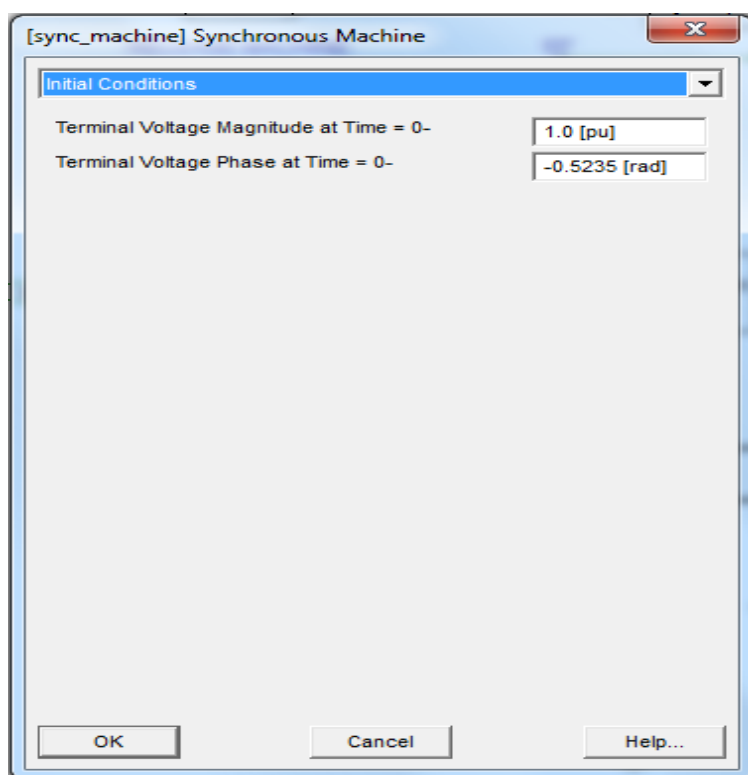


(شكل ۱۳.۱۵): تنظيم ماشين سنكرون

گزينه Number of coherent machines : اين گزينه ضريب عملكرد ماشين مي‌باشد. در هنگام مدل نمودن ماشين سنكرون چندگانه در يك باس، ديناميك داخلي ماشين مهم نيست. اين هم ممكن است كه شماره ماشين ها را به صورت يك سيگنال مدل نماييم. شبيه‌سازی ماشين‌های چندگانه به صورت ذاتی سرعت شبيه‌سازی را بالا برده و از كنش و واكنش‌های ناخواسته بين آن ها جلوگیری می‌نماید.

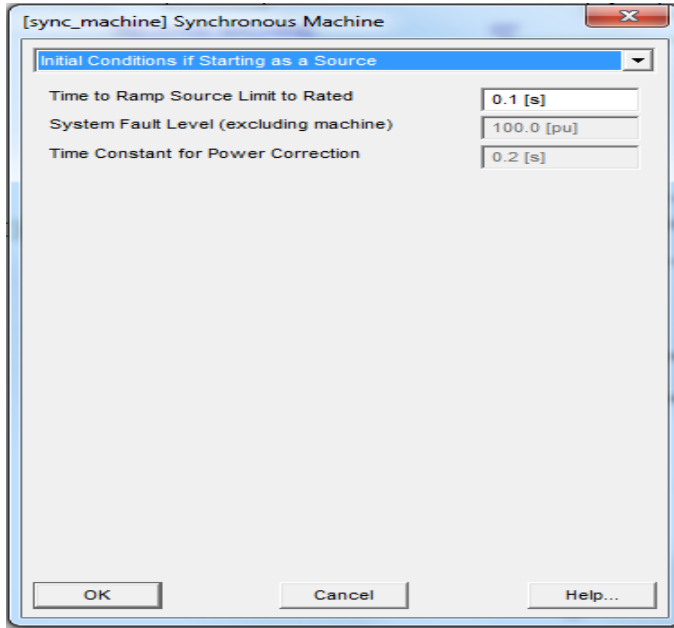
در پنجره initial conditions، درگزينه اول دامنه ولتاژ ترمينال و در گزينه دوم زاويه فاز ولتاژ ترمينال را در لحظه استارت وارد می‌كنيم. ضمناً زمانی كه ماشين به صورت

ترانسفورماتور ستاره - مثلث اتصال یافته باشد باید خیلی دقت نمود، به این صورت که باس سمت ستاره و ماشین سمت مثلث باشد، اگر زاویه فاز باس از برنامه پخش بار تعیین گردد مدل ترانس ستاره - مثلث به حساب نمی‌آید. بنابراین چنانچه از محاسبات پخش بار حاصل شده باشد باید از این زاویه، ۳۰ درجه کاسته شود.



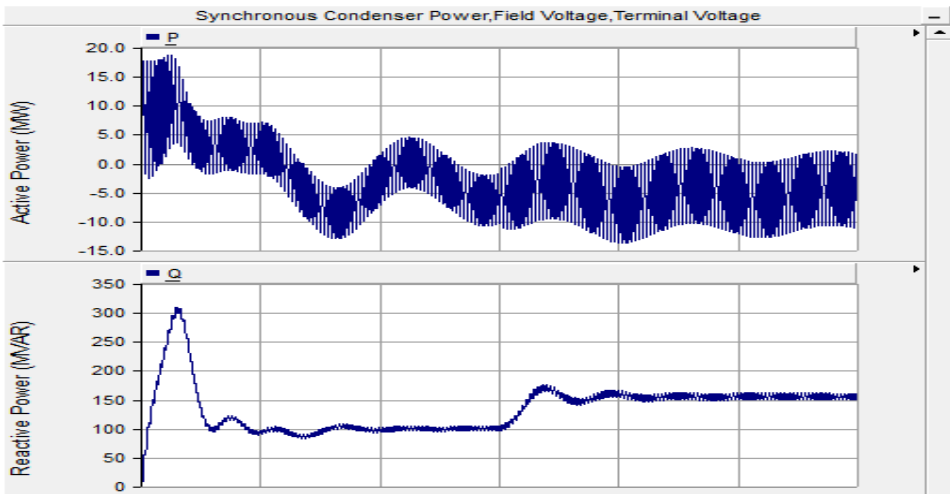
(شکل ۱۴.۱۵): تنظیم ماشین سنکرون

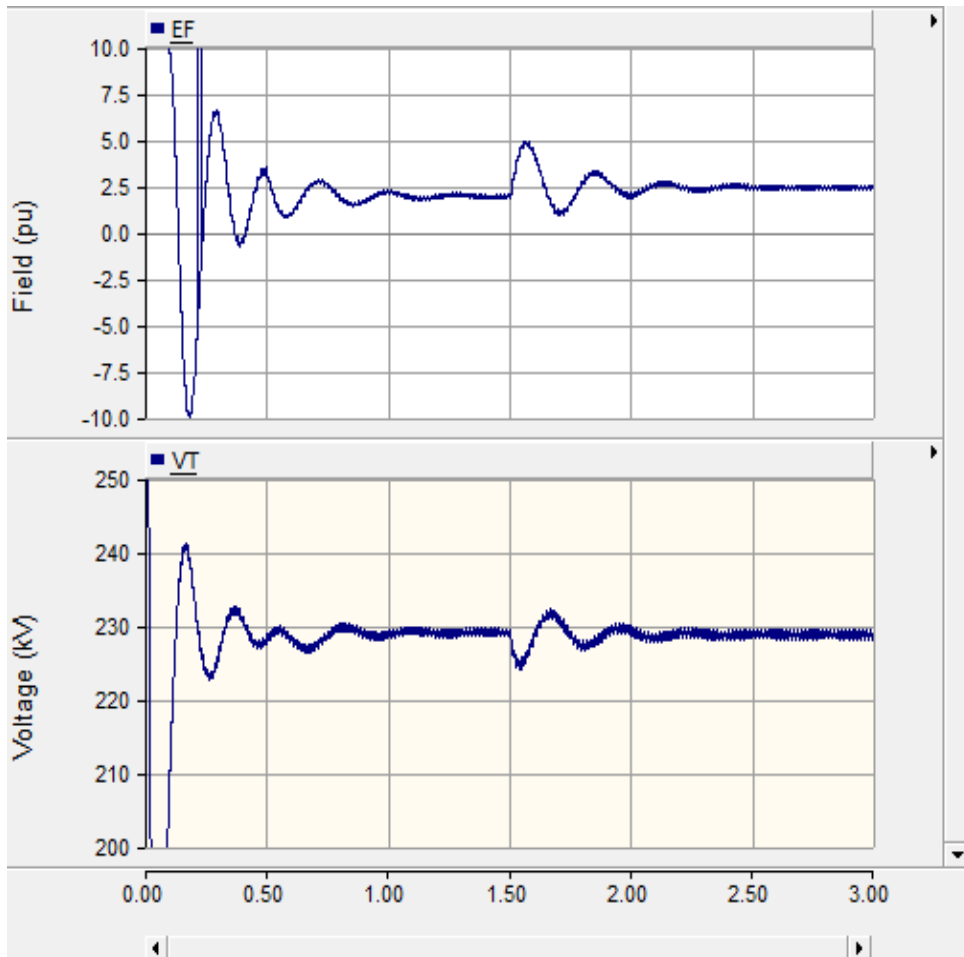
در پنجره تنظیمات زیر، در گزینه نخست پارامتری برای فراهم آوردن یک شروع نرم از زمان صفر وجود دارد، به این ترتیب حالت گذرای شبکه حداقل می‌گردد.



(شکل ۱۵.۱۵): تنظیم ماشین سنکرون

۱۵-۶- شبیه‌سازی





(شکل ۱۶.۱۵): شبیه‌سازی

شکل توان اکتیو، توان راکتیو، ولتاژ تحریک و ولتاژ ترمینال در نتایج شبیه‌سازی نشان داده شده است. در زمان ۱,۵s خطا به سیستم اعمال می‌شود تا عملکرد ماشین سنکرون در حالت خطا مشاهده شود. برای تشریح عملکرد ماشین سنکرون و فرمول‌های آن، به کتاب‌های ماشین‌های الکتریکی اشاره شده در قسمت مراجع، رجوع شود.

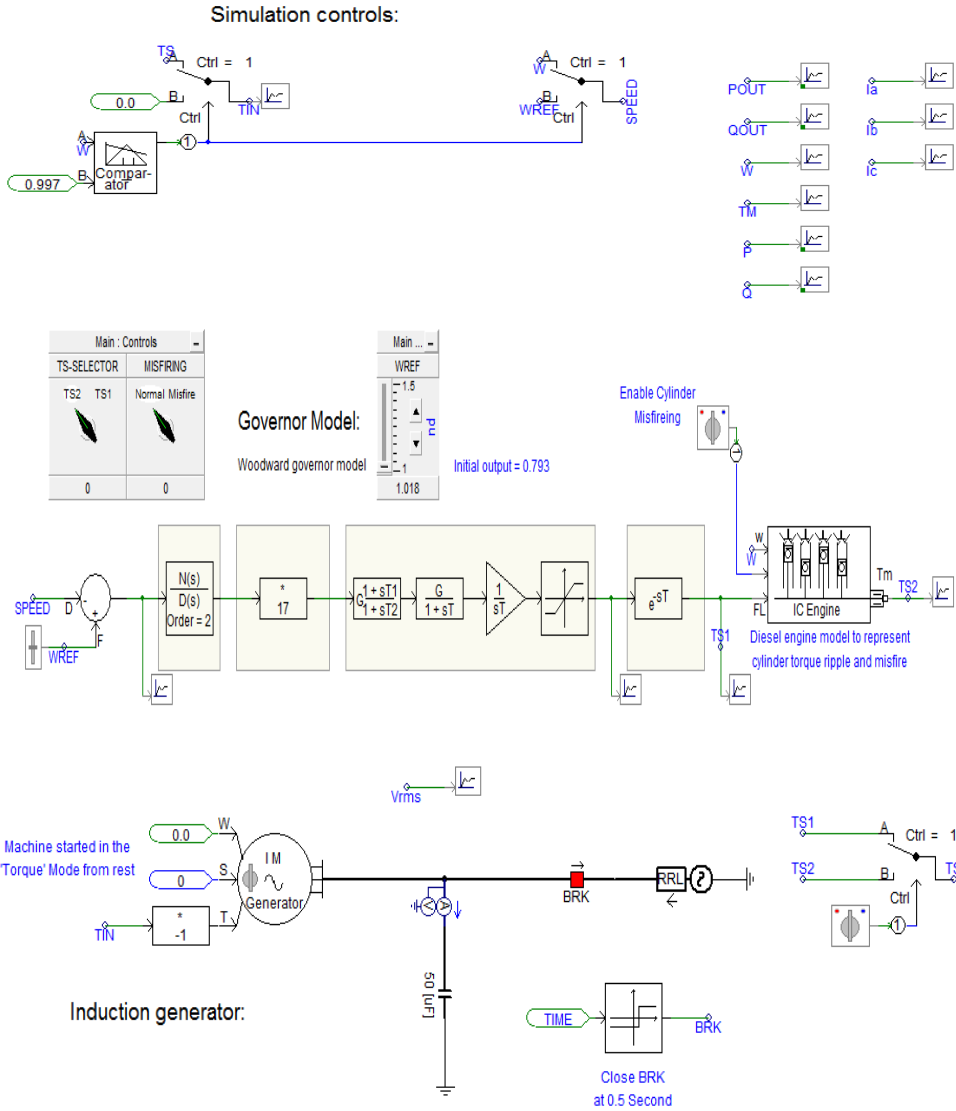
فصل شانزدهم

شبیه‌سازی عملکرد دیزل ژنراتور

۱۶- مقدمه

در این فصل نحوه عملکرد دیزل ژنراتور آموزش داده خواهد شد.

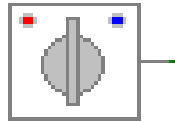
۱۶-۱- طرح مدار



(شکل ۱.۱۶): شمای کلی مدار

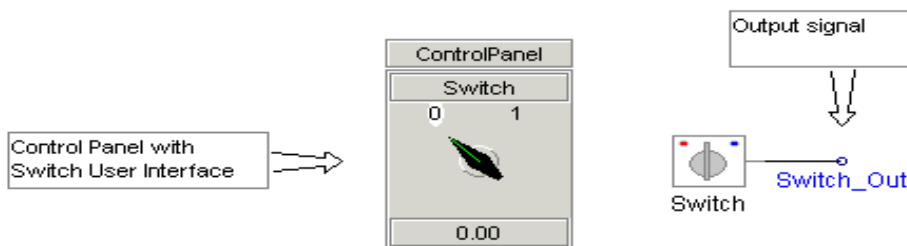
با توجه به آموخته‌های دروس ماشین‌های الکتریکی، مدار دیزل ژنراتور را پیاده‌سازی می‌کنیم و در ادامه قطعات جدید این مدار را آموزش خواهیم داد.

۱۶-۲- سوئیچ دو حالت

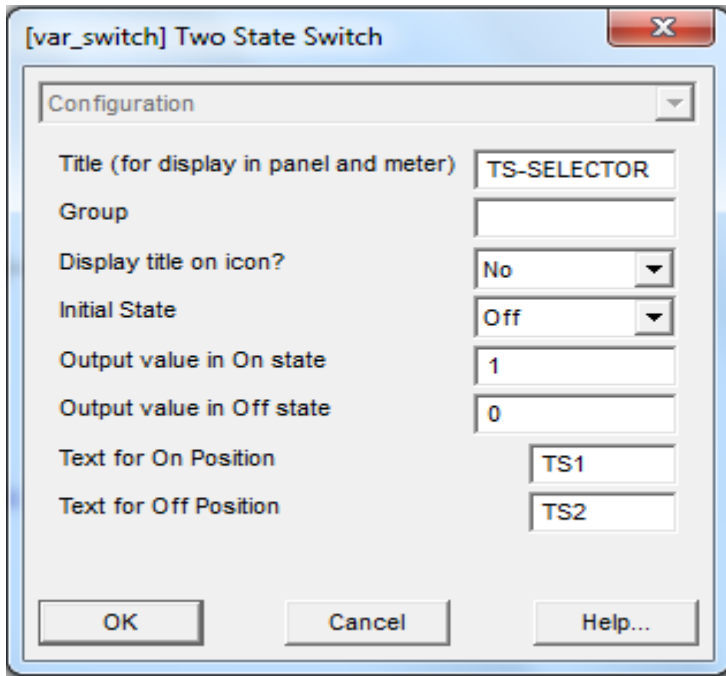


(شکل ۲.۱۶): سوئیچ دو حالت

سوئیچ دو حالت از خانواده مشخص کنترل با واسطه کاربر می‌باشد که کاربر را قادر می‌سازد که به طور دستی خروجی را در اجرای شبیه‌سازی تطبیق دهد. این گروه از اجزاء، همچنین کلید گردان اسلایدر با ورودی حقیقی و صحیح و دکمه فشاری را شامل می‌گردد. این قطعه در خروجی، یک مقدار حقیقی یا صحیح دو حالت کنترل شده دستی را ارائه می‌کند. برای کنترل این قطعه باید آن را به یک کانال واسطه کنترلی کاربر وصل نمود.



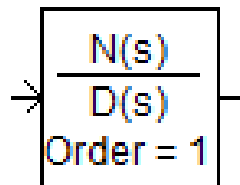
(شکل ۳.۱۶): واسطه کنترلی



(شکل ۴.۱۶): تنظیم سوئیچ دوحالته

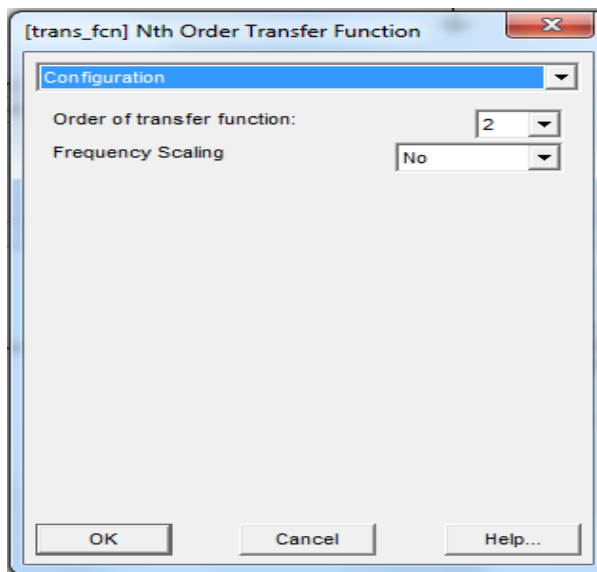
در پنجره تنظیمات بالا گزینه‌ها واضح می‌باشد و نیاز به توضیح خاصی نیست.

۱۶-۳- تابع انتقال دستور N ام



(شکل ۵.۱۶): تابع انتقال دستور N ام

این قطعه یک تابع انتقال دستور بالاتر را مدل می‌کند. راه حل بر اساس متغیرهای حالت فرموله شده‌است. همچنین ورودی‌های زیر روال، ضرایب تابع انتقال و شرایط اولیه متغیرهای حالت می‌باشند. راه حل این مورد در انتگرال‌گیری ذوزنقه‌ای ساده شده یا ساده نشده می‌باشد.



(شکل ۶.۱۶): تنظیم تابع انتقال دستور N ام

در پنجره تنظیمات بالا درگزینه نخست، عددی بین ۱۰ - ۱ را می‌توان انتخاب نمود. این عدد تعداد دستورات می‌باشد.

درگزینه دوم بله یا خیر را انتخاب می‌کنیم. اگر گزینه بله را انتخاب کنیم، یک تابع انتقال نرمالیزه شده می‌تواند با یک فرکانس غیرنرمالیزه شده درجه‌بندی گردد.

۱۶-۴- تابع پیش‌فاز - پس‌فاز

$$\rightarrow G \frac{1 + sT_1}{1 + sT_2}$$

(شکل ۷.۱۶): تابع پیش‌فاز - پس‌فاز

این قطعه یک تابع پیش‌فاز - پس‌فاز با بهره را مدل می‌کند که خروجی می‌تواند روی مقدار مشخص شده کاربر در هر لحظه تغییر کند. همچنین حدود ماکزیمم و مینیمم خروجی به صورت داخلی لحاظ می‌گردد. راه حل برای این تابع بر اساس مقدار ثابت‌های زمانی T_1 ، T_2 مطابق زیر می‌باشد:

$$Q(t) = Q(t - \Delta t) * e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} + X(t) * \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}\right) + \frac{T_1}{T_2} * (X(t) - X(t - \Delta t)) * e^{-\frac{\Delta t}{T_2}}$$

$$Y(t) = G(t) * Q(t)$$

$Y(t)$: خروجی سیگنال

$X(t)$: ورودی سیگنال

$G(t)$: گین ضریب

τ : زمانی ثابت

وقفه پله زمانی: Δt

اگر مانند کنترلر PI مقدار $T_1 = T_2 = 0$ ، داریم:

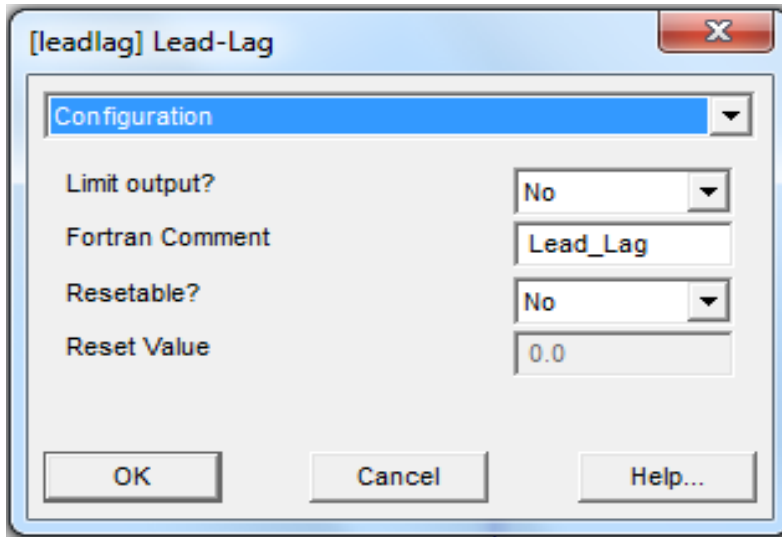
$$Q(t) = X(t) + \frac{T_1}{\Delta t} * (X(t) - X(t - \Delta t))$$

همچنین اگر مانند یک بلوک بهره $T_1 = T_2 = 0$ خروجی را نیز مشاهده می‌کنیم و

داریم:

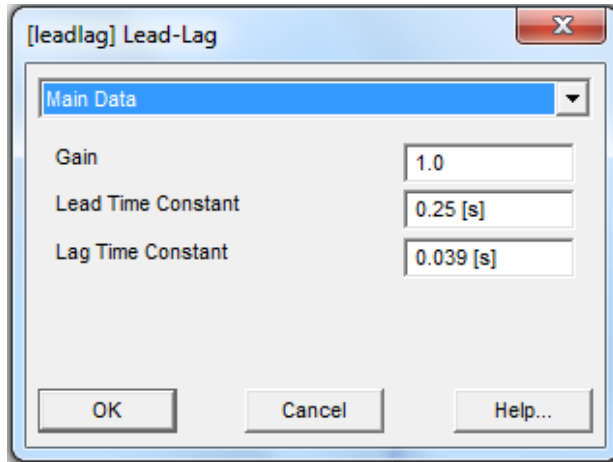
$$Q(t) = X(t)$$

همچنین در پنجره تنظیمات زیر نکته قابل توجه خاصی موجود نمی‌باشد.



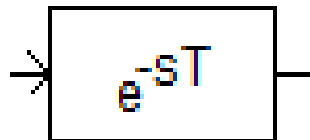
(شکل ۸.۱۶): تنظیم تابع پیش‌فاز - پس‌فاز

همانگونه که در زبانه main datd در شکل زیر ملاحظه می‌کنیم گزینه نخست میزان بهره و گزینه‌های بعدی به ترتیب ثابت زمانی، پیش‌فازی و پس‌فازی را نشان می‌دهند.



(شکل ۹.۱۶): تنظیم تابع پیش‌فاز - پس‌فاز

۱۶-۵- تابع تاخیر

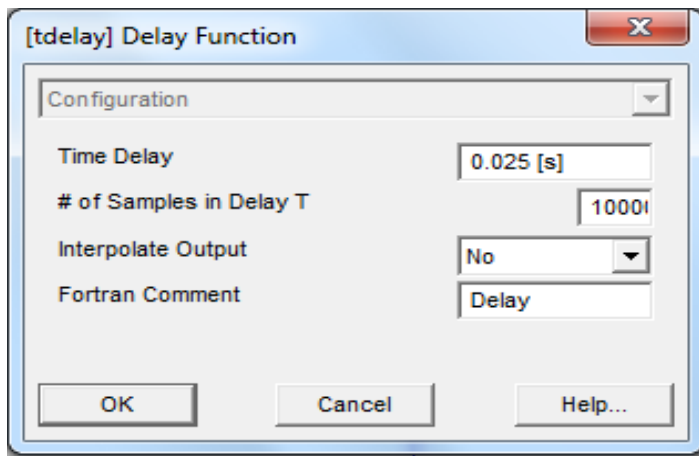


(شکل ۱۰.۱۶): تابع تاخیر

این المان تابع نمایی لاپلاس را مدل می‌نماید که T میزان زمان تاخیر و S نیز اپراتور لاپلاس می‌باشد. در این تابع مقادیر سیگنال ورودی در یک ردیف قرار می‌گیرند. با گذشت زمان مقادیر سیگنال به انتهای ردیف منتقل می‌گردد و در خط خروجی قرار می‌گیرد. اگر

میزان زمان تاخیر خیلی بزرگتر از بازه زمانی Δt باشد، سائز این ردیف به طور قابل ملاحظه- ای افزایش خواهد یافت، بنابراین برای جلوگیری از بروز این اتفاق باید نمونه‌گیری انجام گیرد. از مقادیر ورودی، N بار نمونه‌گیری می‌شود که در پنجره تنظیمات آمده است و این عمل در زمان مشخص انجام می‌گیرد و تنها این نمونه‌ها در ردیف قرار خواهند گرفت.

البته باید توجه داشت که تعداد نمونه‌ها به اندازه کافی بزرگ باشد تا درحالی که مقدار فضای مورد نیاز را کاهش می‌دهد به طور دقیق سیگنال تاخیری را ارائه نماید. به دلیل وجود طبیعت پلکانی، خروجی که حاصل از نمونه‌گیری می‌باشد یک تاخیر اضافی به صورت $2N$ ، زمان تاخیر معرفی می‌گردد، این موضوع به طور درونی به وسیله کاهش خفیف زمان تاخیر جبران می‌گردد. در صورت لزوم، صاف نمودن اثر پله‌ای حاصل از نمونه‌برداری توسط فیلتر کردن خروجی تاخیر، از طریق اولین دستور پس‌فاز صورت می‌پذیرد.

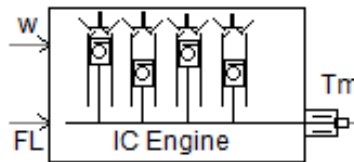


(شکل ۱۱.۱۶): تنظیم تابع تاخیر

در پنجره تنظیمات بالا ملاحظه می‌کنیم که گزینه دوم تعداد نمونه‌گیری درون زمان

تاخیر را نشان می‌دهد.

۱۶-۶- موتور درونسوز



(شکل ۱۲.۱۶): موتور درونسوز

این قطعه یک موتور درونسوز ۱ تا ۱۲ سیلندر ۲ تا ۴ زمانه را مدل می‌کند، که یک ورودی (w) برای کنترل سرعت شفت و یک فاکتور ورودی سوخت (fl) و یک گشتاور مکانیکی خروجی (T_m) تولیدشده بر اساس یک منحنی زاویه قطبی - گشتاور را دارا می‌باشد.

این قطعه می‌تواند به عنوان یک محرک اصلی با اتصال مستقیم (T_m) به ورودی گشتاور مکانیکی از هر ماشین در قسمت master library مورد استفاده قرار گیرد. موتور درونسوز اجازه مدلسازی یک سیلندر را می‌دهد که تعداد این سیلندرها می‌تواند در راستای درصد کاهش گشتاور برای هر کدام کاهش یابد. اجزا موتور به این صورت می‌باشد:

W : کنترل سرعت مکانیکی شفت ورودی (pu)

Fl : ورودی سوخت موتور، این ورودی به طور نسبی گشتاور خروجی شفت را درجه‌بندی

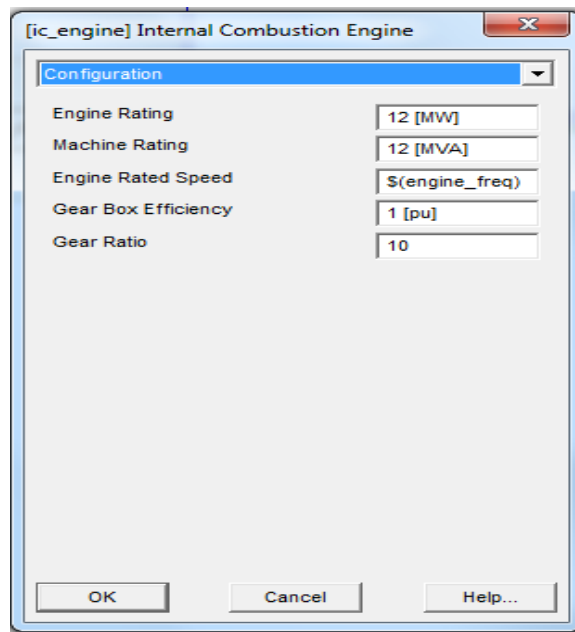
می‌کند (pu)

Tm : گشتاور شفت خروجی، بر اساس پارامتر درجه‌بندی و درجه ماشین (pu)

Mf : ورودی فعال‌ساز یا غیرفعال‌ساز برای سیلندر بمبی، هنگامی که در زبانه Engine

Parameters در قسمت Misfired cylinders گزینه yes را انتخاب نمایم این ورودی

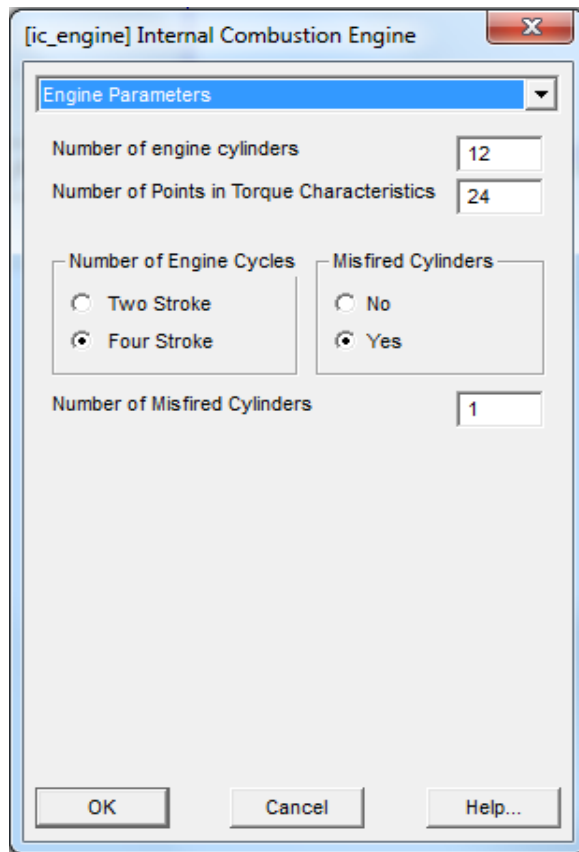
فعال می‌گردد.



(شکل ۱۳.۱۶): تنظیم موتور درونسوز

در پنجره تنظیمات بالا درگزینه Gear box efficiency فاکتور بازدهی را برای گیربکس وارد می‌کنیم. این مقدار به طورنسبی گشتاور شفت خروجی (Tm) را برحسب پریونیت درجه‌بندی می‌کند.

گزینه Gear ratio، ضریب گیربکس می‌باشد که این ضریب به طور نسبی گشتاور خروجی شفت (Tm) را درجه‌بندی می‌کند.



(شکل ۱۴.۱۶): تنظیم موتور درونسوز

در پنجره تنظیمات بالا، گزینه دوم تعداد نقاط روی مشخصه گشتاور ورودی که تحریک می‌شوند را نشان می‌دهد و این عدد می‌تواند از ۲ تا ۳۶ نقطه باشد.

کادر Misfired cylinders: در این کادر می‌توانیم گزینه yes یا no را انتخاب کنیم.

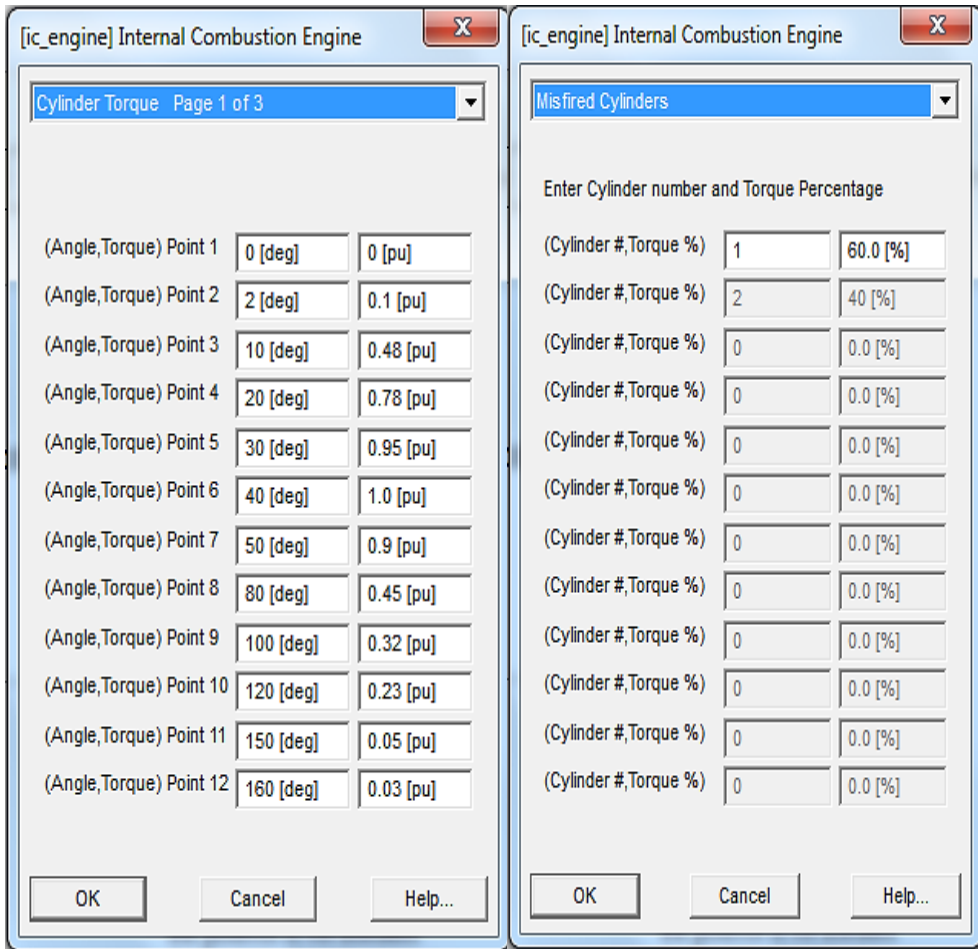
اگر گزینه مثبت را برگزینیم تعداد سیلندره‌های بمبی بر اساس پارامتر ورودی تعداد سیلندره‌های بمبی خواهد بود.

کادر Number of engine cycles، این گزینه ۴ و یا ۲ زمانه بودن موتور را معین می‌کند.

گزینه انتهایی این پنجره نیز در صورت yes نمودن کادر فعال می‌شود Misfired cylinders که تعداد سیلندره‌های بمبی را مشخص می‌نماید.

در پنجره Cylinder Torque، در هر نقطه مجزا روی منحنی مشخصه گشتاور، مقدار

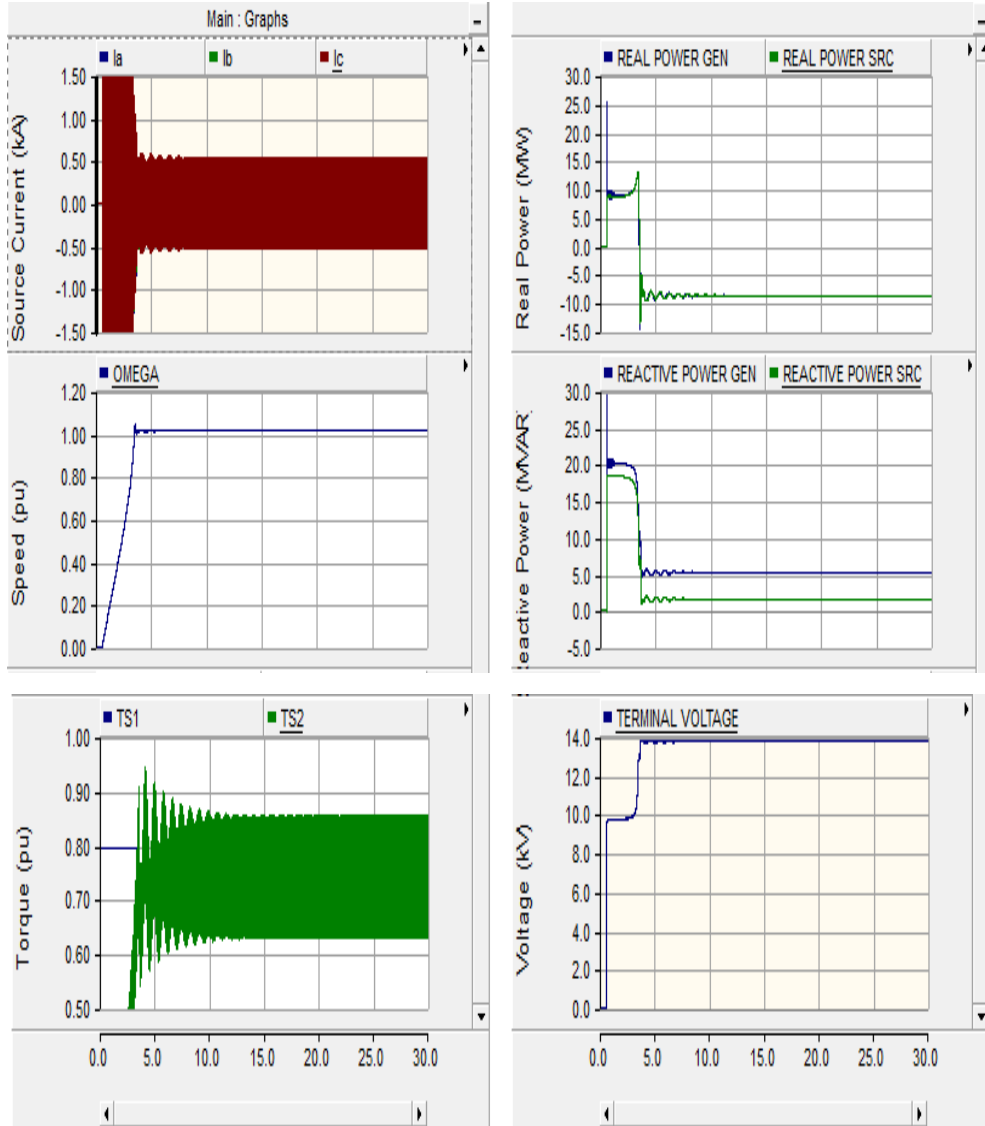
درجه و گشتاور را به صورت (pu، deg) جایگذاری می‌کنیم. مقدار پایه و مبنا برای گشتاور پریونیت بر حسب نیوتن - متر مقدار ماکزیمم منحنی مشخصه گشتاور - زاویه می‌باشد.



(شکل ۱۵.۱۶): تنظیم موتور درونسوز

در پنجره Misfired Cylinders، تعداد سیلندر و درصد گشتاور کوپل را وارد می‌کنیم. این گزینه زمانی فعال می‌باشد که در کادر Misfired cylinders گزینه yes را انتخاب کنیم.

۱۶-۷- شبیه‌سازی



شکل ۱۶.۱۶: شبیه‌سازی

اشکال بالا که نتایج شبیه‌سازی را نشان می‌دهد، که مطابق با عملکرد دیزل ژنراتور می‌باشد. برای تشریح عملکرد دیزل ژنراتور به کتاب‌های ماشین‌های الکتریکی اشاره شده در قسمت مراجع، رجوع کنید.

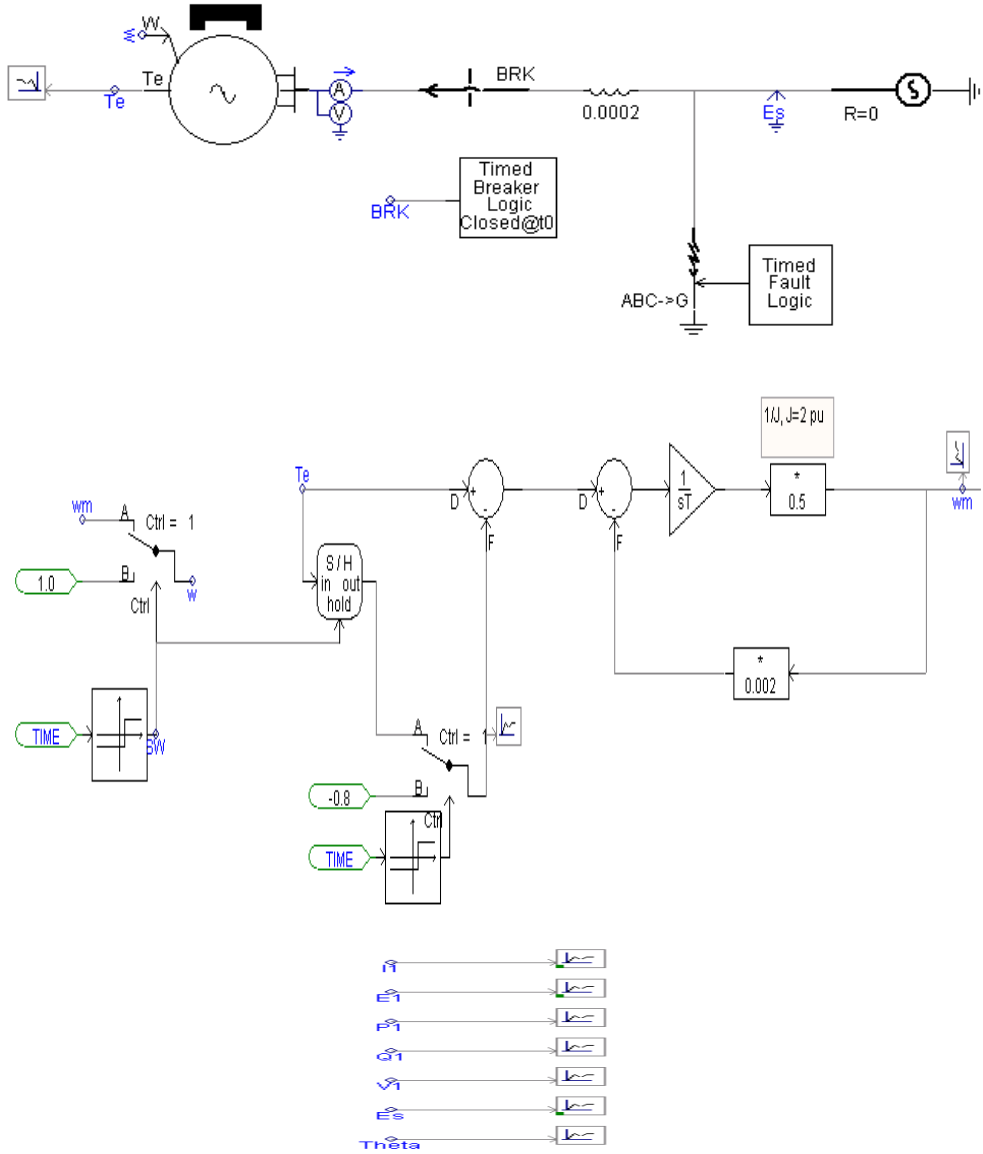
فصل هفدهم

شبیه‌سازی ماشین سنکرون مغناطیس دائم

۱۷- مقدمه

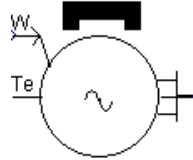
در این فصل شبیه‌سازی ماشین مغناطیس دائم آموزش داده خواهد شد.

۱۷-۱- طرح مدار



(شکل ۱۰۱۷): شمای کلی مدار

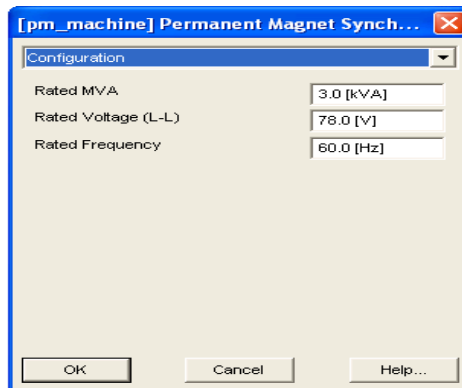
۱۷-۲- ماشین سنکرون مغناطیس دائم



(شکل ۲.۱۷): ماشین سنکرون

این قطعه یک ماشین سنکرون مغناطیس دائم را مدل می‌کند. علاوه بر استاتور، سه سیم‌پیچ اتصال کوتاه هم آمده است تا اثر میرایی الکترومغناطیسی را مدل نماید. سرعت ماشین را می‌توان با دادن مقدار w ورودی ماشین به طور مستقیم تنظیم نمود و Te گشتاور الکتریکی خروجی می‌باشد.

نوارابزار اول از صفحه تنظیمات به این صورت می‌باشد که پارامترهای آن واضح بوده و ولتاژ آن مقدار موثر می‌باشد.



(شکل ۳.۱۷): ماشین سنکرون

مواردی که در نوار ابزار Machin Data مشاهده می‌کنیم به این ترتیب هستند:

Rkd : مولفه مستقیم مقاومت سیم پیچ میراکننده

Xkd : مولفه مستقیم راکتانس سیم پیچ میراکننده

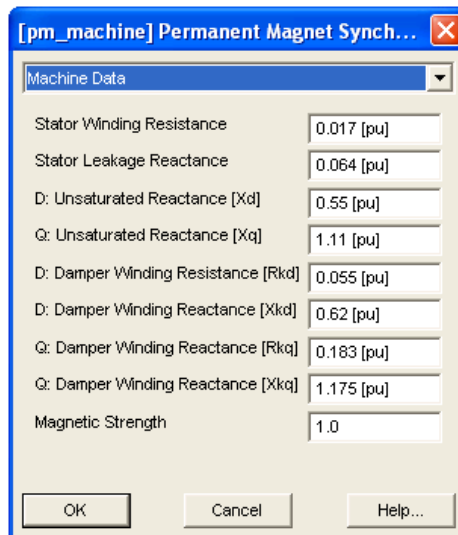
Rkq : مولفه عمودی مقاومت سیم پیچ میراکننده

Xkq : مولفه عمودی راکتانس سیم پیچ میراکننده

Magnetic Strength : شار پیوندی مغناطیس دائم که یکای این پارامتر و بردور می‌باشد.

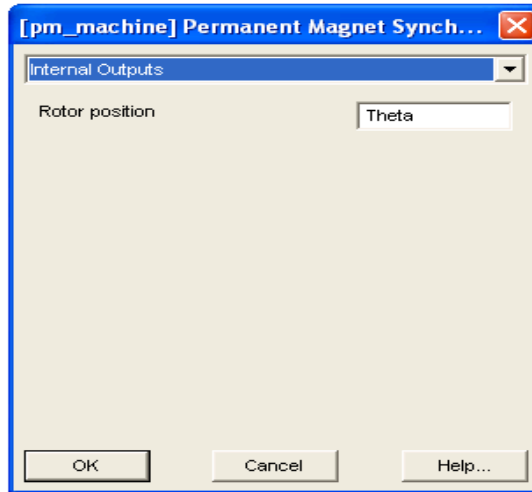
وقتی مقدار یک پروینیت است، مقاومت مغناطیسی ولتاژ نامی ترمینال را در سرعت نامی

و حالت بی‌باری تولید می‌کند.



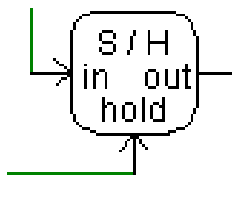
شکل ۴.۱۷: ماشین سنکرون

این مورد پایین هم جایگاه اولیه روتور را بیان می‌کند که مطابق این مثال theta قید گردیده است.

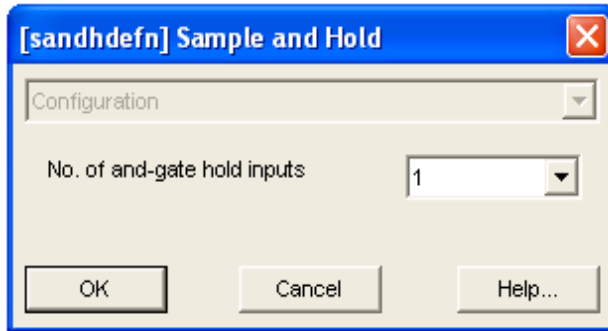


(شکل ۵.۱۷): ماشین سنکرون

۱۷-۳- نمونه‌برداری و نگهداری



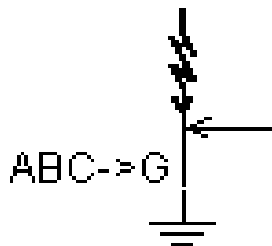
(شکل ۶.۱۷): بلوک نمونه‌برداری و نگهداری



(شکل ۷.۱۷): تنظیم نمونه‌برداری و نگهداری

وقتی که $hold=0$ باشد ورودی حقیقی (in) به خروجی می‌رود و وقتی که $hold=1$ ، خروجی روی حالت خروجی قبلی تثبیت می‌گردد. در حالت دوم ورودی hold (یعنی از روی No. of and-gate hold inputs) هر دو سیگنال باید یک باشد تا خروجی تثبیت گردد.

۱۷-۴- خطای سه‌فاز

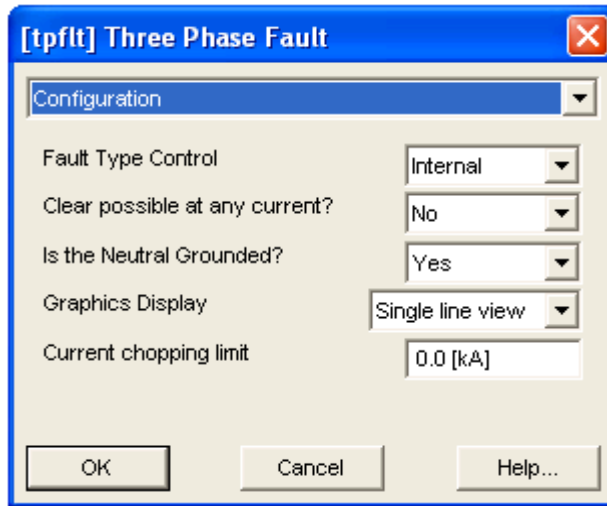


(شکل ۸.۱۷): خطای سه‌فاز

این قطعه برای تولید خطای سه‌فاز روی سیستم AC قابل استفاده است. خطای خط به خط مانند خطای خط به زمین به خوبی در دسترس بوده و جریان‌های متغیر خطا با نام‌های مختلف و متغیر در هر فاز می‌تواند مشخص گردد و در صورت تمایل می‌تواند توسط کانال‌های خروجی مورد کنترل قرار گیرد.

یک ارتباط خارجی نیز برای این قطعه تعبیه شده‌است تا کاربر بتواند هر نوع مدار خطا را به طور مستقیم به نقطه خطا متصل کند. خطای سه‌فاز توسط یک سیگنال ورودی کنترل می‌گردد که به لحاظ منطقی این گونه است که $Clearer=0$ و $Faulted=1$. نوع خطا می‌تواند به طور داخلی ترتیب یابد و یا از طریق استفاده آسان از یک کنترل شماره گیر آنلاین انجام گیرد. سیگنال کنترل خطا می‌تواند به طور اتوماتیک توسط قطعه منطق زمان‌دار خطا یا قطعه توالی‌ساز ترتیب یابد. خطا همچنین ممکن است به صورت دستی با استفاده از کنترل‌های آنلاین یا یک شمای کنترلی پیچیده‌تر کنترل گردد.

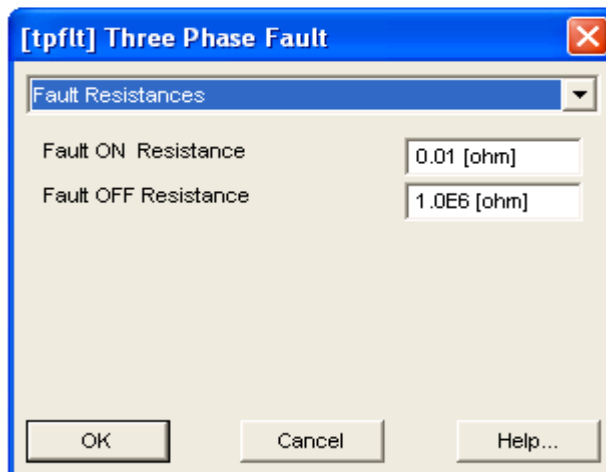
در مورد صفحه اول، تنظیمات گزینه آخر، وجود یا عدم وجود جریان ضربه‌ای را جویا می‌شود که مقدار آن اینجا صفر لحاظ گردیده است که به معنی عدم وجود این جریان می‌باشد.



(شکل ۹.۱۷): تنظیم خطای سه‌فاز

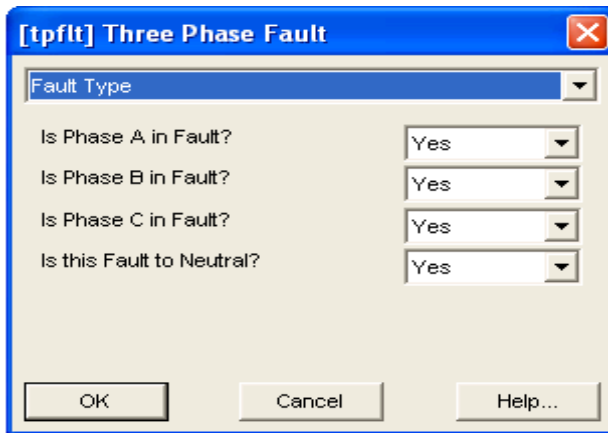
در صفحه زیر از نوار ابزار Fault Resistances میزان مقاومت خطا در دو حالت وقوع و

عدم وقوع خطا بررسی می‌شود.



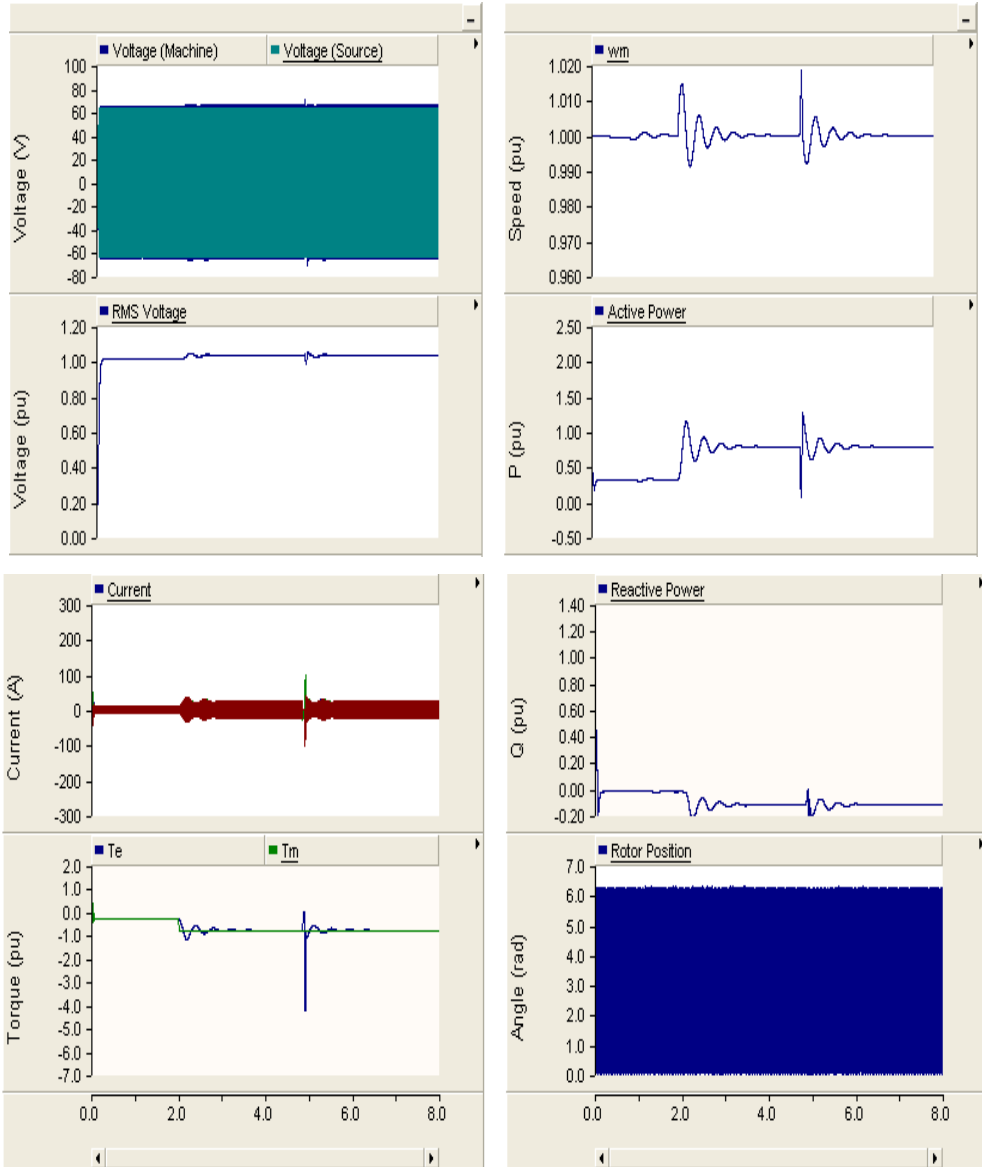
(شکل ۱۰.۱۷): تنظیم خطای سه‌فاز

در صفحه زیر هم امکان وقوع خطا روی فازهای مختلف از کاربر پرسیده می‌شود که در این مثال نیز ملاحظه می‌نماییم. همچنین در مورد آخری اشاره به این می‌شود که آیا این خطا وارد نقطه خنثی نیز می‌گردد یا خیر؟



(شکل ۱۱.۱۷): تنظیم خطای سه‌فاز

۱۷-۵- شبیه‌سازی



شکل ۱۲.۱۷: نتایج شبیه‌سازی

نتایج شبیه‌سازی در شکل‌های بالا مشاهده می‌شود. همان طور که تنظیم شده است در زمان ۲ ثانیه خطا اعمال و در ۵ ثانیه خطا خارج می‌شود. با اعمال خطا می‌خواهیم عملکرد این ماشین را در حالت رخداد خطا بسنجیم. پاسخ‌ها نشان‌دهنده عملکرد پایدار این ماشین در هنگام رخداد خطا می‌باشد. برای تشریح عملکرد این ماشین به کتاب ماشین‌های الکتریکی رجوع شود.

فصل هجدهم

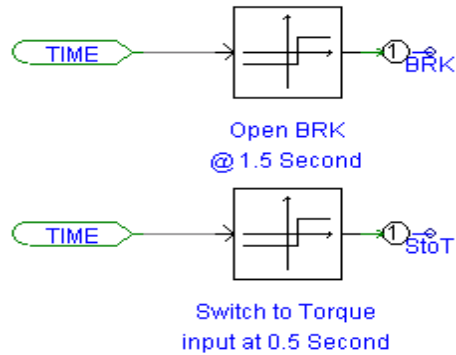
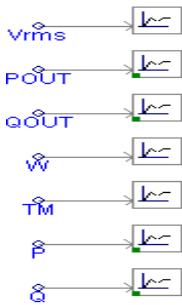
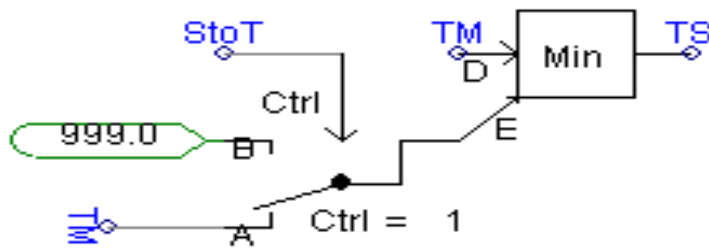
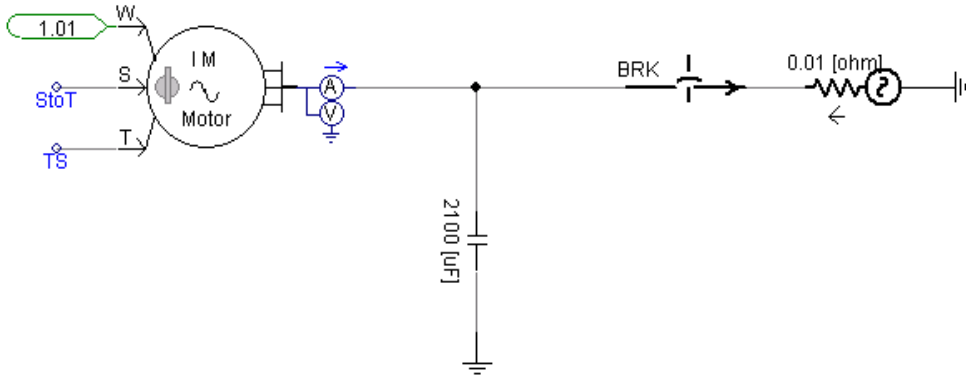
شبه‌سازی موتور القایی

۱۸- مقدمه

در این فصل بررسی رفتار موتور القایی و اندازه‌گیری برخی پارامترهای آن مورد مطالعه

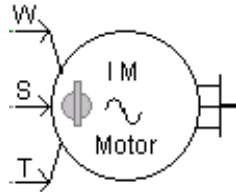
قرار می‌گیرد.

۱۸-۱- طرح مدار



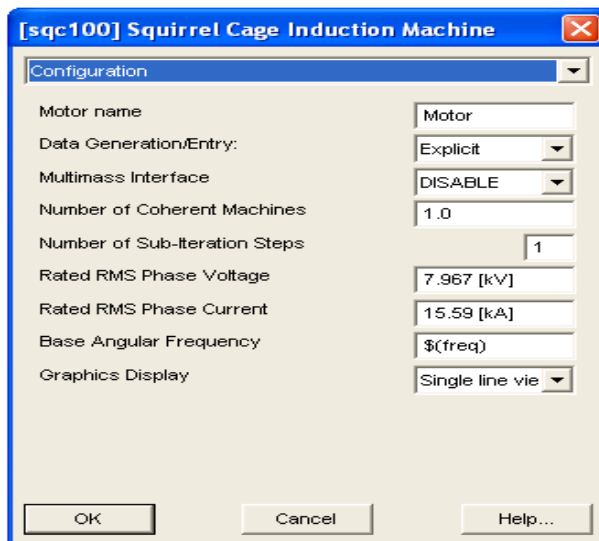
(شکل ۱.۱۸): طرح کلی مدار

۱۸-۲- موتور القايی قفس سنجابی



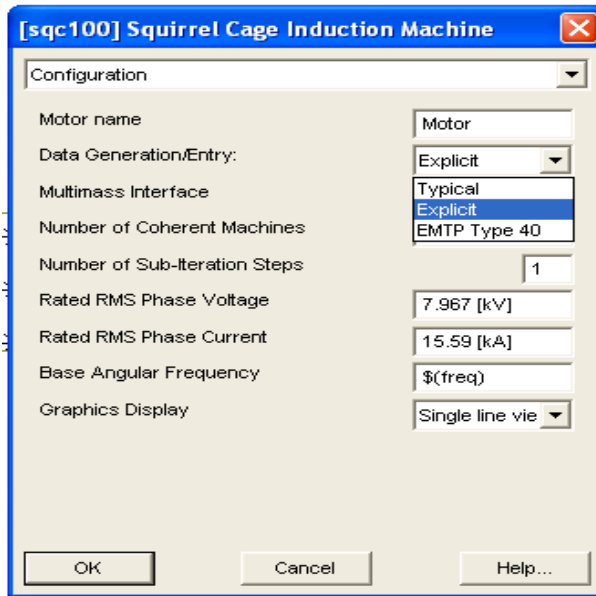
(شکل ۲.۱۸): موتور القايی قفس‌سنجابی

این ماشین می‌تواند در هر دو حالت کنترل سرعت و کنترل گشتاور مورد استفاده قرار گیرد. در حالت کنترل سرعت، سرعت ماشین بر اساس سرعت مشخص شده توسط W تعیین می‌گردد. در حالت کنترل گشتاور، سرعت بر اساس لختی ماشین، گشتاور خروجی - ورودی و میرایی حساب می‌شود.



(شکل ۳.۱۸): تنظیم موتور القايی قفس‌سنجابی

ماشین در حالت کنترل سرعت با ورودی w که روی سرعت پریونیت تنظیم شده، استارت می‌شود و سپس بعد از آنکه حالت گذرا را پشت سر گذاشت به کنترل گشتاور تغییر می‌یابد.



(شکل ۴.۱۸): تنظیم موتور القایی قفس‌سنجایی

در صفحه تنظیمات، مطابق شکل زیر در قسمت Data Generation/Entry سه روش برای ورود داده را معرفی می‌کند:

- روش معمولی (explicit): داده باید هر وقت که ممکن بود استفاده گردد. این به کاربر این امکان را می‌دهد که مقاومت سیم‌پیچ، امپدانس و ... را معین کند و به طور اساسی قابل تغییر است. این روش برای ورود داده توصیه می‌شود.

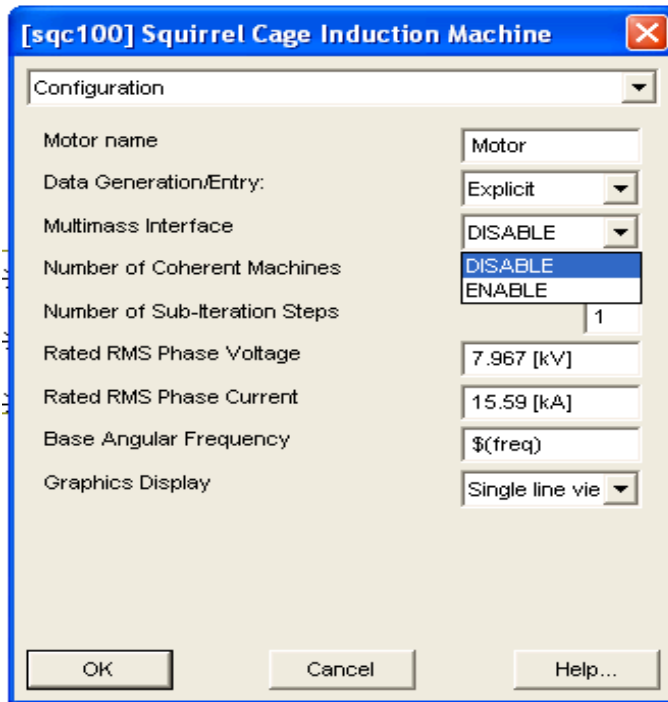
۲. روش مخصوص (typical): این روش برای کمک به کاربر در شرایط خاص که فقط درجه ماشین معلوم است مورد استفاده می‌باشد. مقادیر کلی از پارامترهای ماشین بر اساس اندازه و قدرت (اسب بخار) به طور اتوماتیک حساب می‌شوند، از این حالت باید تا حد ممکن پرهیز کرد.

در مورد قسمت Multimass inter face باید گفت که می‌توان برای کار با ماشین القایی این قسمت را فعال نمود. در این حالت ماشین در حالت کنترل سرعت به طور اتوماتیک عمل می‌کند و این جزء را با گشتاور الکتریکی حساب شده (Te)، سیگنال گشتاور بار خارجی (T_1) و سیگنال کنترل سرعت (w) تغذیه می‌نماید. در حالتی که واسطه Multimass غیرفعال است این پارامترها حاضراند:

W : ورودی سرعت به صورت پریونیت، یعنی در حالت کنترل سرعت، ماشین در این سرعت به راه می‌افتد.

S : کلیدی برای انتخاب حالت سرعت (۱) و یا حالت گشتاور (۰).

T : ورودی گشتاور به صورت پریونیت، وقتی ماشین در حالت کنترل گشتاور است. سپس سرعت ماشین را بر اساس ضریب میرایی و لختی حساب می‌کند.



(شکل ۵.۱۸): تنظیم موتور القایی قفس‌سنجایی

وقتی که Multimass فعال است این ارتباطات ترمینال‌ها ظاهر می‌گردد:

W : سرعت ورودی به صورت پریونیت. ماشین در این سرعت استارت می‌گردد که آن هم

توسط Multimass فعال می‌گردد.

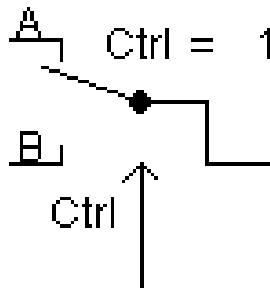
T_e : گشتاور الکتریکی خروجی ماشین.

T_1 : گشتاور ورودی پریونیت. این گشتاور به مولتی‌مس می‌رود و سرعت را بر اساس

پارامترهای درون مولتی‌مس و این گشتاور حساب می‌کند.

Number of Coherent Machines : هنگامی که مدل‌سازی چندگانه یک ماشین قفس سنجابی در یک باس یا دینامیک درونی ماشین مهم نیست، مدل‌سازی تعدادی ماشین به عنوان شیء سیگنالی ممکن خواهد بود. شبیه‌سازی ماشین‌های چندگانه به طور طبیعی سرعت شبیه‌سازی را بالا برده و از هر گونه کنش و واکنش جلوگیری می‌کند. اینجا یک پارامتر تعبیه شده که اگر دینامیک درونی ماشین برای مطالعه ما ضروری باشد این عدد را یک می‌کنیم. این فاکتور همچنین می‌تواند در درجه‌بندی قدرت ماشین هم مورد استفاده قرار گیرد و با ورود صفر ماشین یکسره غیرفعال می‌گردد.

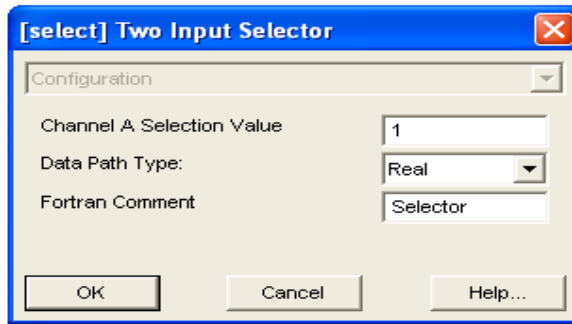
۱۸-۳- انتخاب سیگنال



(شکل ۶.۱۸): بلوک انتخاب سیگنال

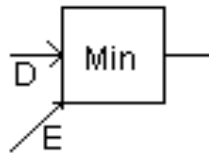
این قطعه بر اساس مقدار Ctrl، بین سیگنال‌های A یا B یکی را انتخاب می‌کند. در

تنظیمات زیر هم ملاحظه می‌کنیم که مقدار یک کانال را یک لحاظ می‌کنیم.

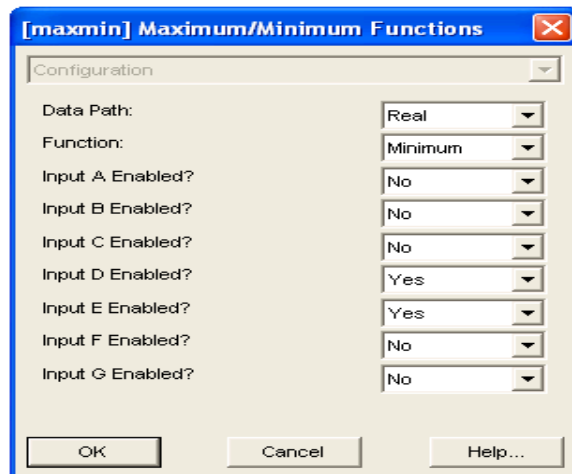


شکل ۷.۱۸: تنظیم بلوک انتخاب سیگنال

۱۸-۴- انتخاب مقدار حداقل



شکل ۸.۱۸: بلوک انتخاب مقدار حداقل



شکل ۹.۱۸: تنظیم بلوک انتخاب مقدار حداقل

تنظیمات این بلوک واضح می‌باشد و نیاز به توضیح ندارد.

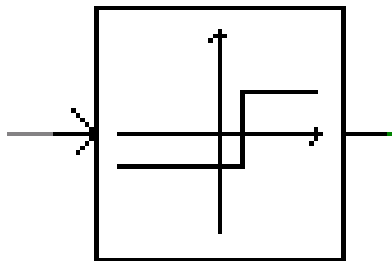
۱۸-۵- تعیین زمان



(شکل ۱۰.۱۸): بلوک تعیین زمان

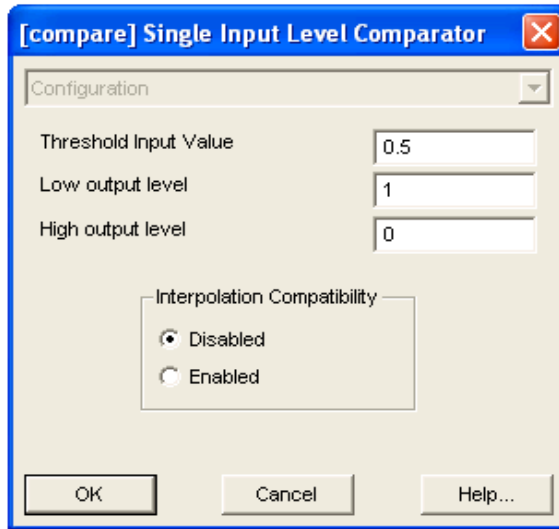
این قطعه برای تعیین میزان زمان انتخابی برای شبیه‌سازی برای یک سیگنال داده و یا جزء ورودی است. خروجی این قطعه فقط به وسیله تغییر زمان شبیه‌سازی پروژه قابل تغییر است.

۱۸-۶- آستانه سیگنال



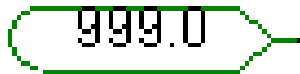
(شکل ۱۱.۱۸): بلوک آستانه سیگنال

خروجی این قطعه یکی از این دو مقدار خواهد بود. بسته به این که سیگنال ورودی بالاتر یا پایین‌تر از مقدار آستانه باشد.



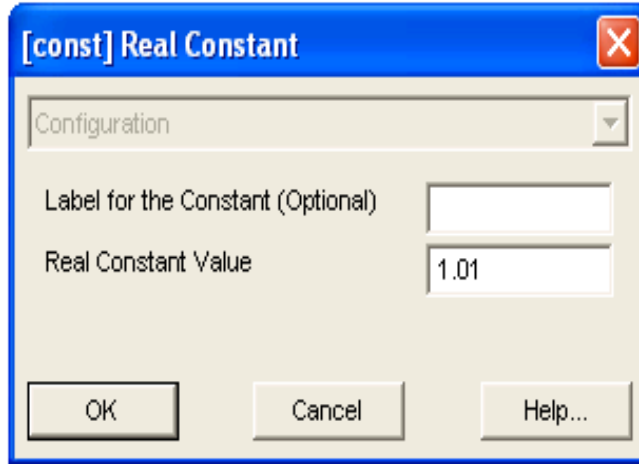
(شکل ۱۲.۱۸): تنظیم بلوک آستانه سیگنال

۱۸-۷- بهره



(شکل ۱۳.۱۸): بلوک بهره

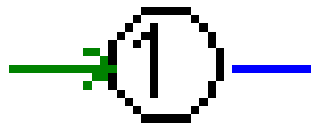
فقط برای مقادیر حقیقی است که دارای تنظیمات زیر می‌باشد.



(شکل ۱۴.۱۸): تنظیم بلوک بهره

۱۸-۸- مبدل مدل و نوع

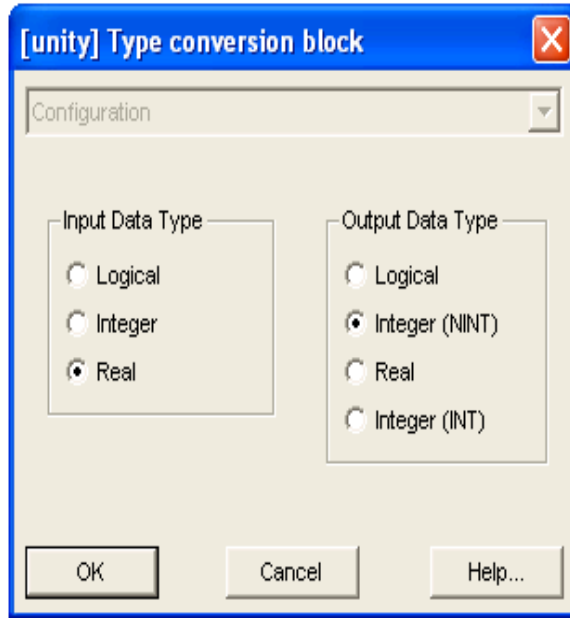
برای تبدیل نوع خاصی از سیگنال به نوع دیگر.



(شکل ۱۵.۱۸): بلوک مبدل مدل و نوع

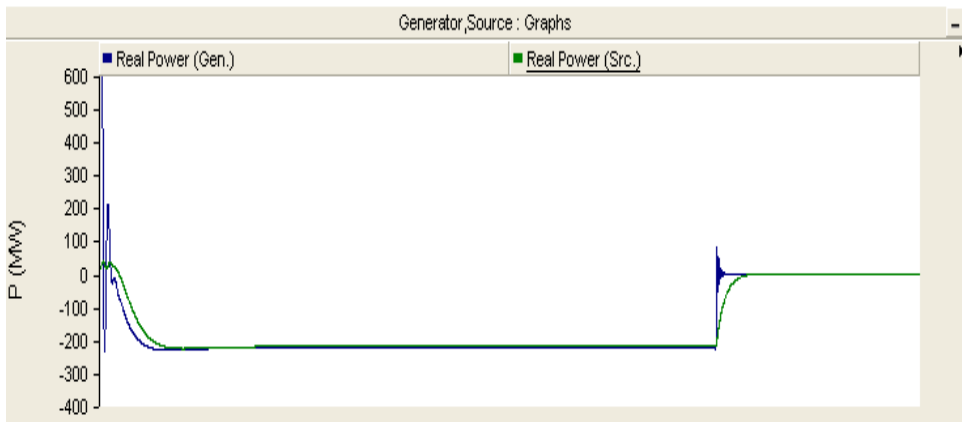
همان‌گونه که می‌بینیم نوع سیگنال ورودی و خروجی را می‌توان گزینش نمود که در

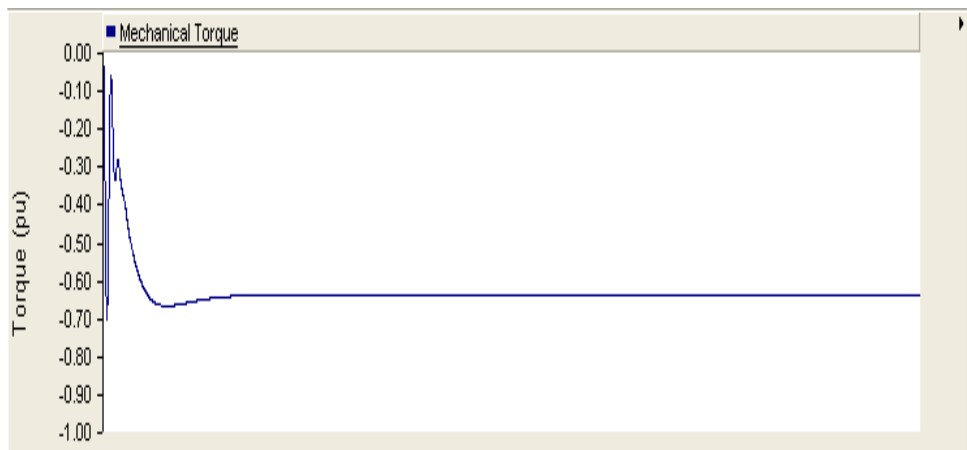
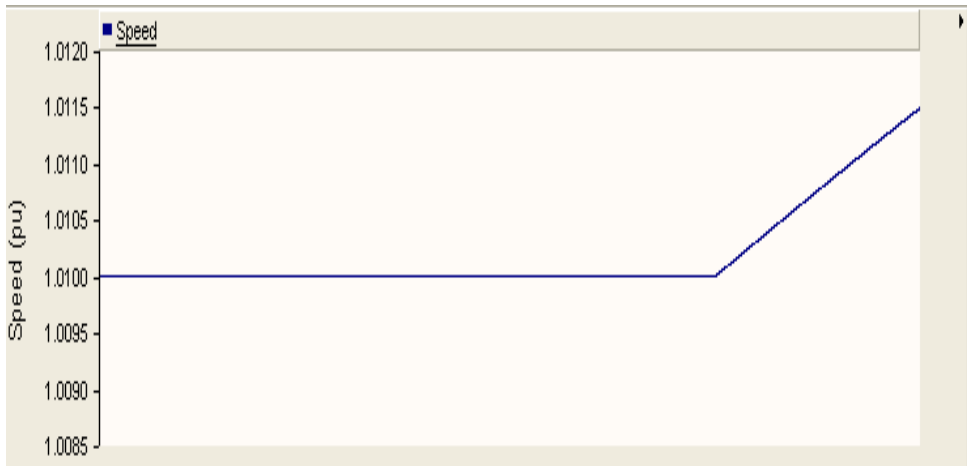
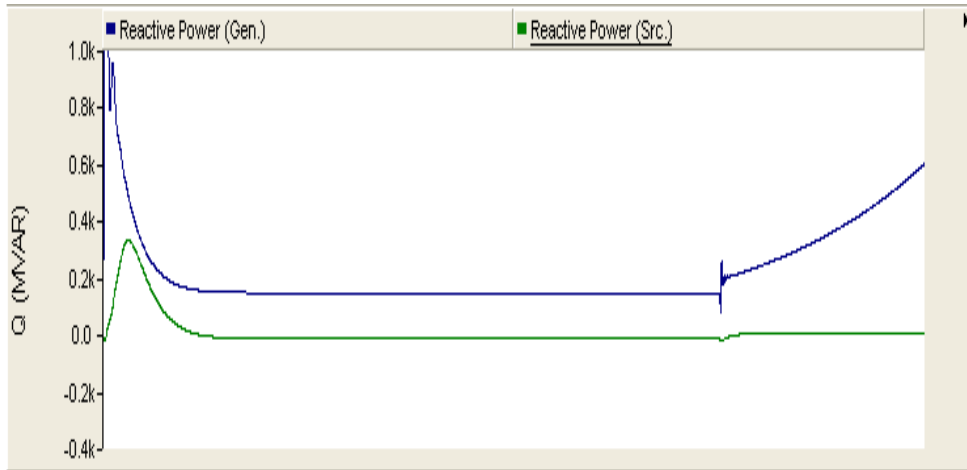
دو کادر آمده است.

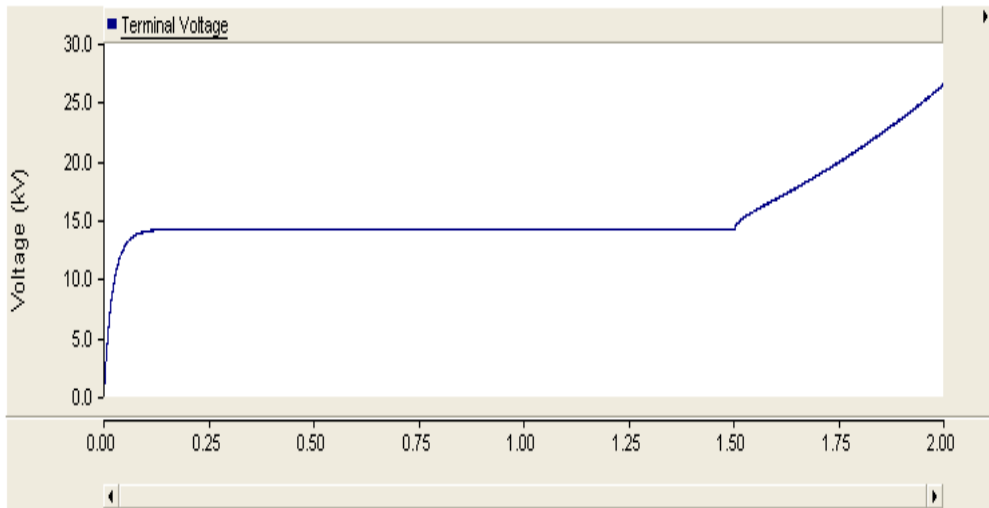


(شکل ۱۶.۱۸): تنظیم بلوک مبدل مدل و نوع

۱۸-۹- شبيه‌سازی







(شکل ۱۷.۱۸): شبیه‌سازی

نمودارهای بالا عملکرد موتور القایی را بر اساس نوع کارایی و مشخصه‌های آن نمایش می‌دهد. در زمان ۱,۵ ثانیه خطا به مدار اعمال می‌شود و عملکرد ماشین القایی را در حالت اعمال خطا نشان می‌دهد. برای تشریح عملکرد این ماشین به کتاب ماشین‌های الکتریکی رجوع شود.

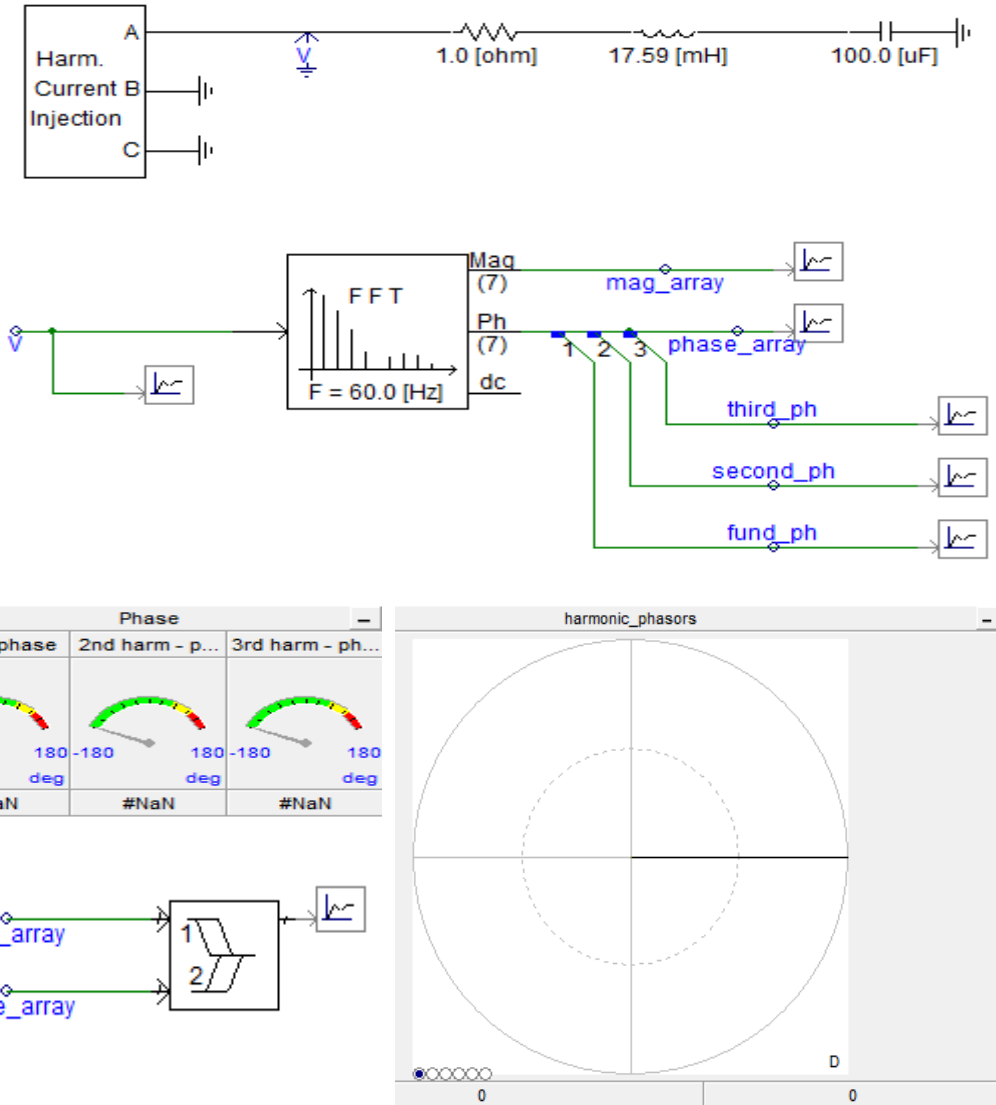
فصل نوزدهم

شبیه‌سازی مدار هارمونیک

۱۹- مقدمه

در این فصل شبیه‌سازی مدار هارمونیک با مبدل فوریه آموزش داده می‌شود و با نحوه عملکرد اسکنر فوریه و اثر جریان هارمونیک آشنا خواهید شد.

۱۹-۱- طرح مدار



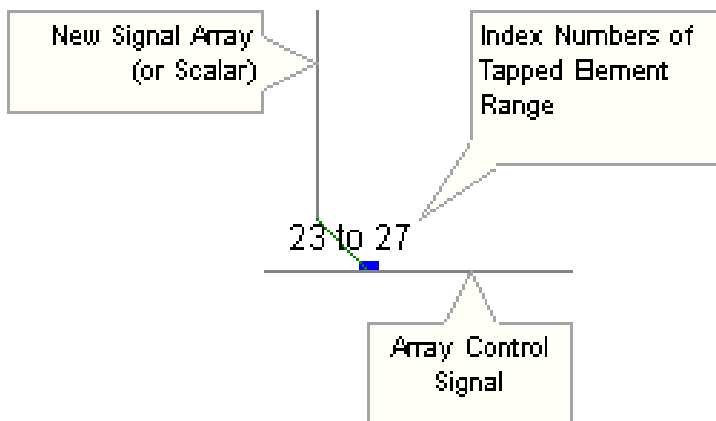
(شکل ۱۰۱۹): شمای کلی مدار

۱۹-۲- آرایه سیگنال داده



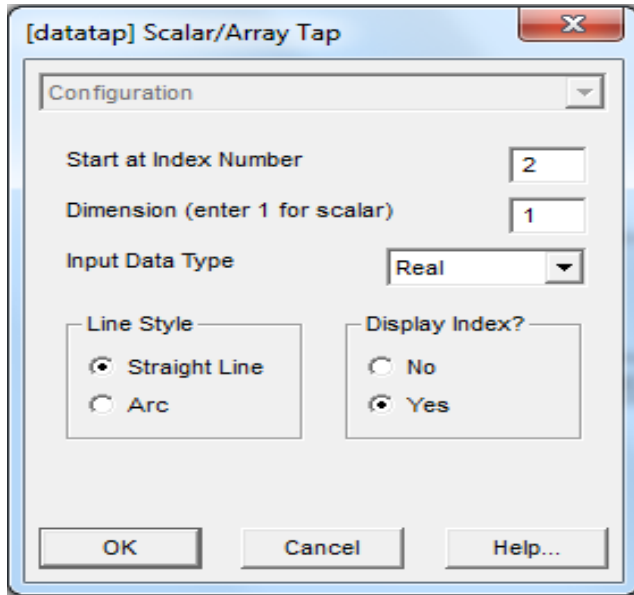
(شکل ۲.۱۹): بلوک آرایه سیگنال داده

این قطعه رنج مشخصی از آرایه سیگنال داده‌ای که به آن وصل شده است را در خروجی ارائه می‌کند. قطعه آرایه سیگنال داده ممکن است در حالی که حامل یک آرایه می‌باشد به یک سیم متصل باشد که در شکل زیر این موضوع را مشاهده می‌کنیم.



(شکل ۳.۱۹): بلوک آرایه سیگنال داده

آرایه سیگنال داده‌ها می‌تواند به صورت دستی توسط قطعه تركيب کننده داده ایجاد گردد.



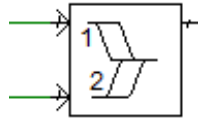
(شکل ۴.۱۹): تنظیم بلوک آرایه سیگنال داده

در پنجره تنظیمات بالا، در گزینه نخست تعداد فهرست شروع کننده آرایه را وارد می‌کنیم.

گزینه دوم دیمانسیون آرایه مورد نظر می‌باشد که اگر سیگنال ساده (اسکالر) مدنظر باشد عدد یک را وارد می‌کنیم.

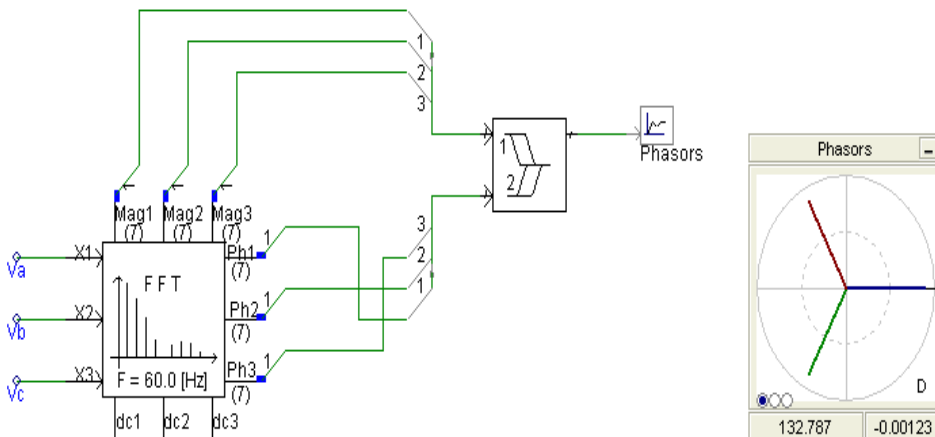
در کادر Line Style حالت خط راست یا منحنی را بر می‌گزینیم.

۱۹-۳- پیوند دهنده بردار



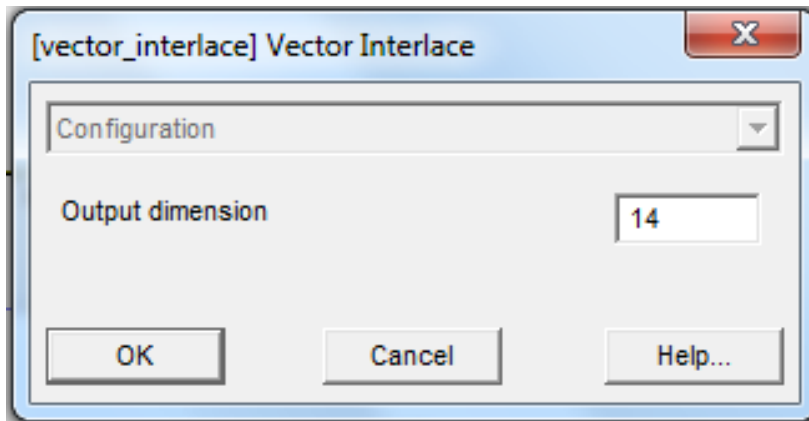
(شکل ۵.۱۹): پیوند دهنده بردار

این قطعه دو بردار سیگنال یا آرایه را به صورت یک آرایه خروجی ترکیب شده به هم پیوند می‌دهد. این قطعه به طور خاص برای ترکیب یک آرایه با دامنه قطبی با یک آرایه با زاویه فاز قطبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این ترتیب این دو تغییر می‌کنند تا به عنوان یک ورودی فازور متر مورد استفاده قرار گیرند. مانند شکل زیر که خروجی یک FFT برای نمایش فازوری تشکیل یافته است.



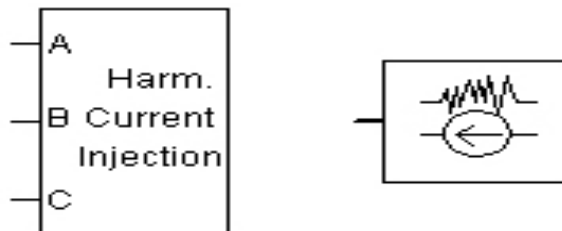
(شکل ۶.۱۹): نحوه اتصال به بلوک پیوند دهنده بردار

در پنجره تنظیمات این قطعه که در شکل زیر نشان داده شده است، دیمانسیون خروجی را معین می‌کنیم که این می‌تواند تا حداکثر ابعاد ورودی‌های ترکیب شده افزایش یابد.



(شکل ۷.۱۹): تنظیم بلوک پیوند دهنده بردار

۱۹-۴- تزریق جریان هارمونيك



(شکل ۸.۱۹): بلوک تزریق جریان هارمونيك

این قطعه جریان هارمونیک را با یک دامنه و فرکانس معین در یک سیستم سه‌فاز تزریق می‌کند. هدف اصلی این است که این قطعه به عنوان وسیله‌ای برای تولید امپدانس یا طرح‌های فرکانسی برای یک سیستم خطی ایفای نقش نماید. برای تولید یک طیف امپدانسی:

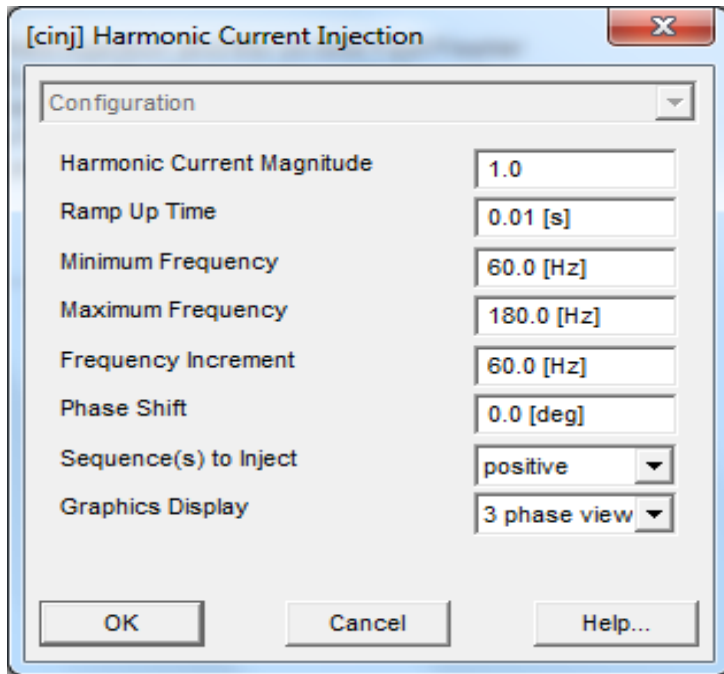
۱. قطعه تزریق کننده جریان هارمونیک را به یک سیستم سه‌فاز متصل کنید.
۲. ولتاژ نقاط مورد نظر را مورد بررسی و کنترل قرار دهید و سپس یک آنالیز فوریه را توسط قطعه اسکتر فرکانس انجام دهید یا اینکه خروجی را در یک فایل ذخیره کنید و یک آنالیز آفلاین فوریه را انجام دهید.

در شکل (۹.۱۹) که پنجره تنظیمات این قطعه می‌باشد، گزینه Ramp Up Time زمان لازم برای منبع می‌باشد تا به اندازه یک پریودیت به صورت شیب افزایش یابد. در میان سه دوره فرکانس مبنا (۰.۰۵s برای ۶۰ hz و ۰.۰۶s برای ۵۰ hz) کمترین زمان افزایش با شیب را انتخاب کنید تا به این ترتیب حالت گذرای راه‌اندازی را کاهش دهید.

گزینه Frequency Increment: فرکانس‌های تزریق شده از کمترین مقدار راه‌اندازی می‌گردد و به مرور با افزایش فرکانس به مقدار حداکثر خود خواهند رسید.

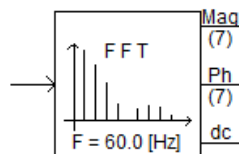
گزینه Phase Shift: برای ورود نویز سفید یک مقدار غیر صفر را اینجا وارد کنید. مقدار صفر هنگامی که همه یا بیشتر هارمونیک‌ها در حالت پیک هستند یک حالت فوری خواهد داشت.

گزينه Sequence(s) toinject توالی جريان تزريقي را نشان می‌دهد.



(شکل ۹.۱۹): تنظيم بلوك تزريق جريان هارمونيك

۱۹-۵- اسكنر فرکانس آنلاين



(شکل ۱۰.۱۹): بلوك اسكنر فرکانس آنلاين

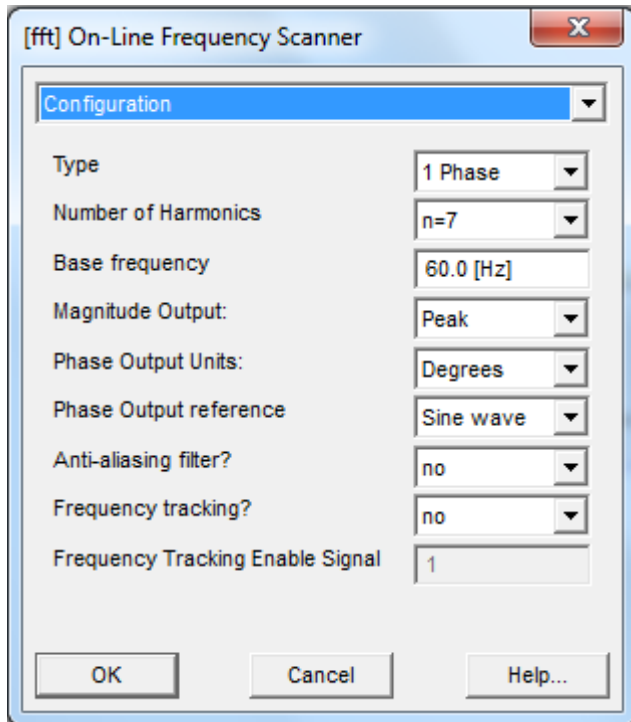
این قطعه برای یک تغییر شکل فوریه سریع می‌باشد که می‌تواند دامنه و فاز هارمونیک سیگنال ورودی را به صورت تابعی از زمان تعیین کند. سیگنال‌های ورودی پیش از اینکه به هارمونیک‌های سازندشان تجزیه گردند نمونه‌گیری می‌شوند. امکاناتی برای استفاده از یک، دو یا سه ورودی فراهم شده است. در حالت سه ورودی، قطعه می‌تواند خروجی را فراهم نماید. کاربر ممکن است یکی از سه نوع بلوک FFT را برگزیند:

۱. یک فاز: این یک FFT تک فاز استاندارد می‌باشد. ورودی پردازش می‌گردد تا دامنه (mag) و زاویه فاز (ph) فرکانس مبنا و هارمونیک‌های آن و قسمت DC را فراهم نماید.

۲. دو فاز: این مورد چیزی بیش از دو FFT یک فاز در یک بلوک نیست. که برای قابل تشخیص و فشرده نگه داشتن اجزاء در کنار هم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. سه فاز: مطابق بالا به طور تقریبی سه FFT یک فاز می‌باشد که در یک بلوک ترکیب شده است.

توالی $+/-/0$: این یک ورودی سه‌فاز به صورت XA، XB، XC را تعریف می‌کند و خروجی مقدماتی و ابتدایی FFT را توسط یک ترتیب دهنده محاسبه می‌نماید که دامنه و فاز توالی صفر، مثبت و منفی را برای سیگنال مبنا و همه هارمونیک‌ها در خروجی حاصل می‌کند. همچنین قسمت DC هر فاز نیز در خروجی موجود می‌باشد.



(شکل ۱۱.۱۹): تنظیم بلوک اسکنر فرکانس آنلاین

در پنجره تنظیمات قطعه در بالا در گزینه دوم، تعداد فرکانس را وارد می‌کنیم که اعداد

۷، ۱۵، ۳۱، ۶۳، ۱۲۷، ۲۵۵ (تعداد نمونه‌گیری در هر سیکل) می‌باشد.

گزینه Magnitude Output: برای دامنه خروجی مقدار peak یا rms را انتخاب می-

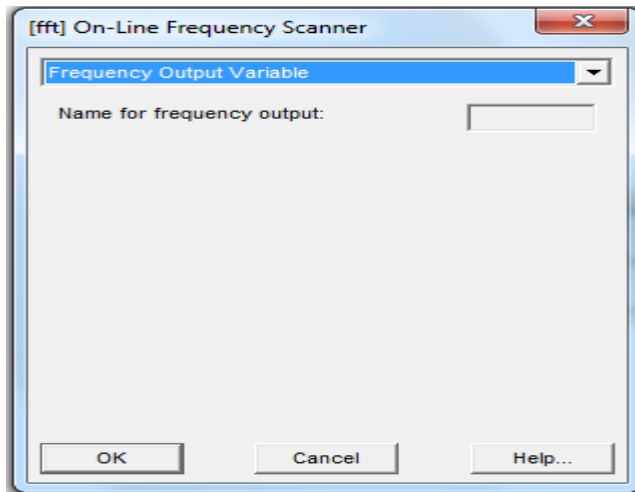
کنیم.

گزینه Phase Output reference: می‌توان سینوسی یا کسینوسی را برگزید. این مورد

تعیین می‌کند که آیا خروجی بر اساس مرجع شکل موج سینوسی است یا کسینوسی.

گزینه Frequency tracking? : وقتی که این گزینه فعال باشد، مرجع زاویه فاز ممکن است تغییر کند. اگر این حالت رخ دهد، زاویه فاز خروجی نباید برای مقایسه با زاویه فاز خروجی‌های سایر اجزاء مورد استفاده قرار گیرد.

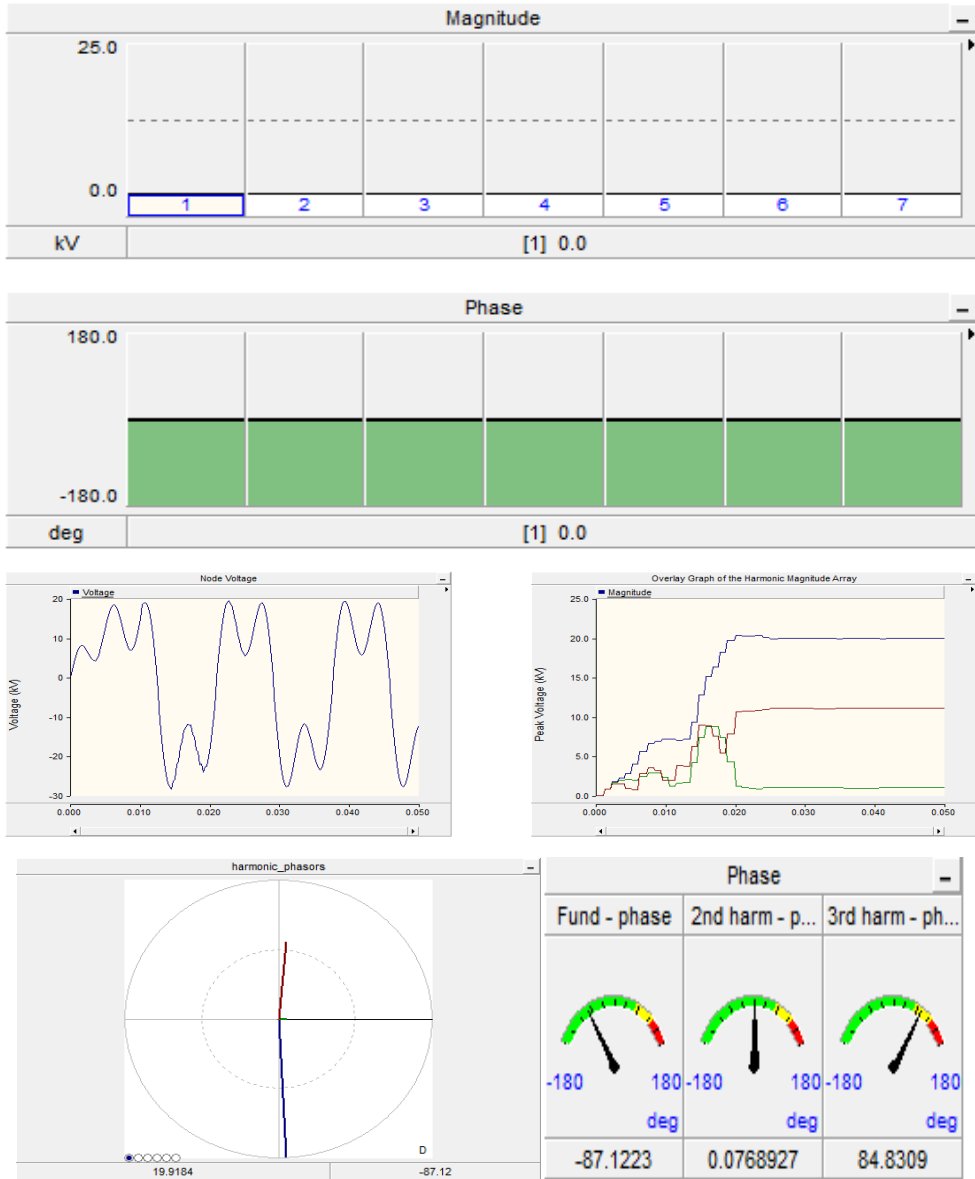
زاویه فاز نسبی هارمونیک‌ها که به وسیله همان اسکنر فرکانس آنلاین اندازه‌گیری می‌شود دقت خود را به هر حال حفظ خواهد کرد.



(شکل ۱۲.۱۹): تنظیم بلوک اسکنر فرکانس آنلاین

در پنجره زبانه بالا در صورتی که گزینه Frequency tracking? فعال باشد، فرکانس تعقیب می‌تواند با این متغیر مشاهده و کنترل گردد.

۱۹-۶- شبیه‌سازی



شکل ۱۳.۱۹: شبیه‌سازی

رفتار یک مدار هارمونیک با مبدل فوریه در این مثال شبیه‌سازی شده است. تغییرات مقادیر پیک ولتاژ و فازورهای هارمونیک به عنوان خروجی‌های این شبیه‌سازی مشاهده می‌شود. برای تشریح مدار هارمونیک به کتاب‌های الکترونیک قدرت اشاره شده در قسمت مراجع کتاب مراجعه شود.

فصل بیستم

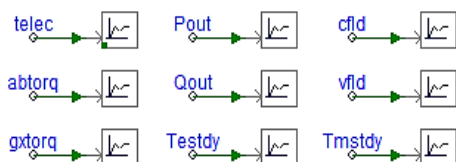
شبیه‌سازی رزونانس زیرسکرون برای یک موتور سنکرون

۲۰- مقدمه

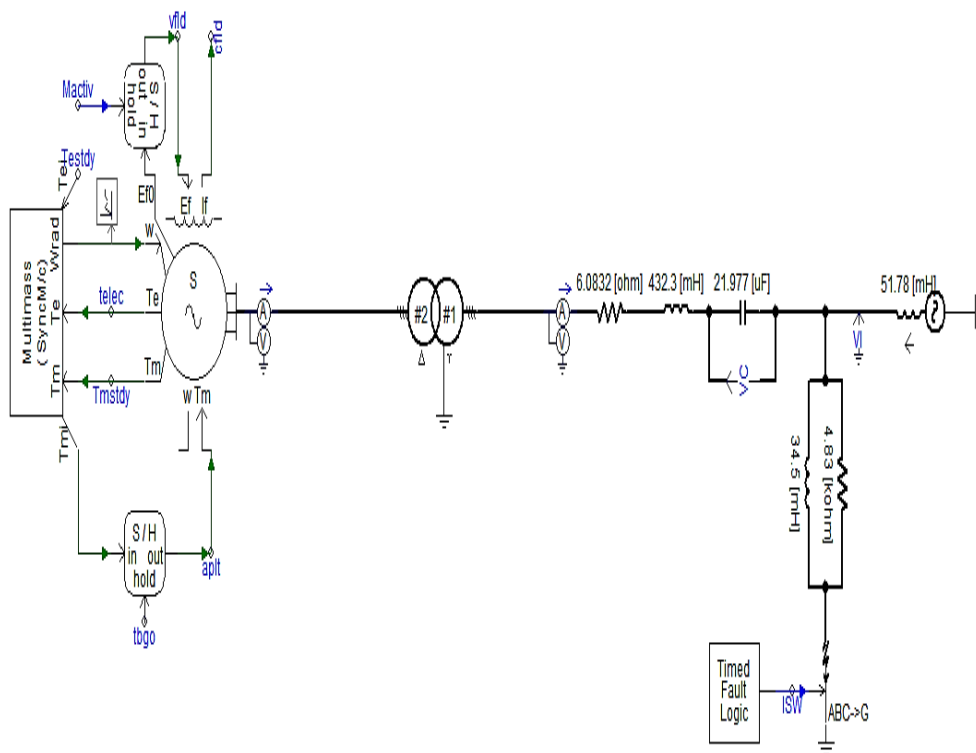
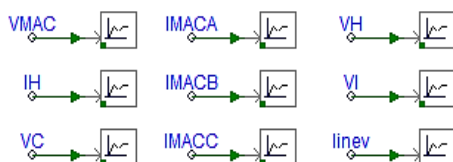
در این فصل شبیه‌سازی رزونانس زیرسکرون برای یک موتور سنکرون مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲۰-۱- طرح مدار

Machine Group

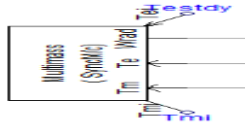


System Group



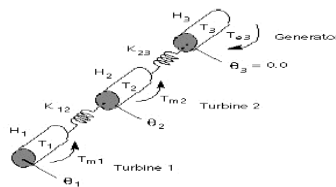
(شکل ۱۰.۲۰): طرح مدار

۲۰-۲- مدل شفت گردان چند مقداره



(شکل ۲۰.۲۰): مدل شفت گردان چند مقداره

زمانی که ماشین‌های سنکرون بزرگ در تقابل و کنش و واکنش با یک شبکه سیستم قدرت قرار گیرند اتفاق جالبی خواهد افتاد. حاصل می‌تواند یک رزونانس زیر سنکرون باشد (SSR) که می‌تواند شفت ماشین را به تکه‌هایی تقسیم کند. علت این عمل کنش و واکنش بین گشتاور مکانیکی روی توربین‌ها و گشتاور مقاوم الکتریکی تولید شده توسط سیستم قدرت می‌باشد. فشار گردشی حاصل، روی اتصال مکانیکی شفت که ترکیب شده با بسیاری از جرم‌هایی که در حال نوسان به عقب و جلو می‌باشند می‌تواند بسیار مخرب باشد. یک مدل با جزئیات زیاد از توربین و ژنراتور شفت مکانیکی که سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی را به هم وصل می‌کند برای این پدیده مورد نیاز می‌باشد. دینامیک شفت و همچنین قسمت‌های گردان در شکل زیر نشان داده شده است.



(شکل ۳۰.۲۰): مدل شفت گردان چند مقداره

در شکل فوق داریم:

H : ثابت اینرسی

K : ثابت جهش و جابجایی شفت

T_m : گشتاور مکانیکی روی توربین‌ها

T_e : گشتاور الکتریکی روی ژنراتورها

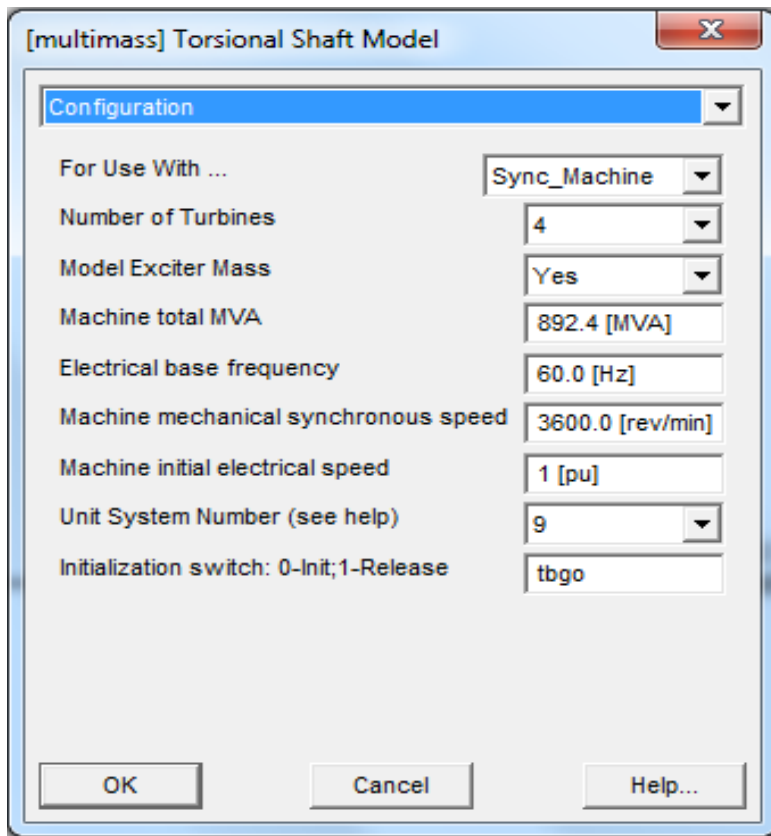
θ : زاویه قطعه (مرجع روی ژنراتور)

توجه داشته باشیم که خروجی مولتی‌مس، زمانی که رتور ماشین قفل می‌باشد لحاظ نمی‌گردد. همچنین مدل توربین مولتی‌مس ممکن است هنگامی که به طور آزاد تغییر حالت داده و شروع به کار می‌نماید همراه با ماشین آغاز به کار کند. در پنجره تنظیمات در زبانه Configuration در گزینه اول نوع ماشین را انتخاب می‌کنیم که به صورت سنکرون، القایی و DC می‌باشد. در دومین گزینه تنها نکته قابل توجه این است که اگر تعداد توربین‌ها را حداکثر یعنی ۵ مورد انتخاب نماییم قسمت تحریک کننده نمی‌تواند مدل گردد چرا که به این ترتیب این هفتمین قطعه خواهد بود.

گزینه Unit System Number: با توجه به جدول زیر اعداد یک تا ۱۰ را بر می‌گزینیم:

Unit System	Inertia Constant J_i or H_i	Mutual Damping MD_{ij}	Spring Constant K_{ij}	Torque Share TF_i	Self Damping SD_i
1	lb•ft•ft	-	lb•ft/rad	p.u.	-
2	in•lb•s ²	-	lb•in/rad	p.u.	-
3	lb•in•in	-	lb•in/rad	p.u.	-
4	H [s]	-	p.u.	p.u.	-
5	kg•m•m	-	N•m/rad	p.u.	-
6	lb•ft•ft	lb•ft•s/rad	lb•ft/rad	p.u.	lb•ft•s/rad
7	in•lb•s ²	lb•in•s/rad	lb•in/rad	p.u.	lb•in•s/rad
8	lb•in•in	lb•in•s/rad	lb•in/rad	p.u.	lb•in•s/rad
9	H [s]	p.u.	p.u.	p.u.	p.u.
10	kg•m•m	N•m•s/rad	N•m/rad	p.u.	N•m•s/rad

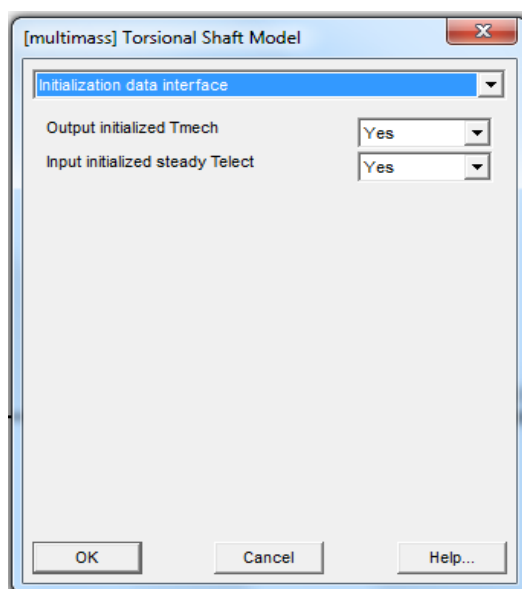
Unit System Number : (شکل ۳.۲۰)



(شکل ۴.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقدره

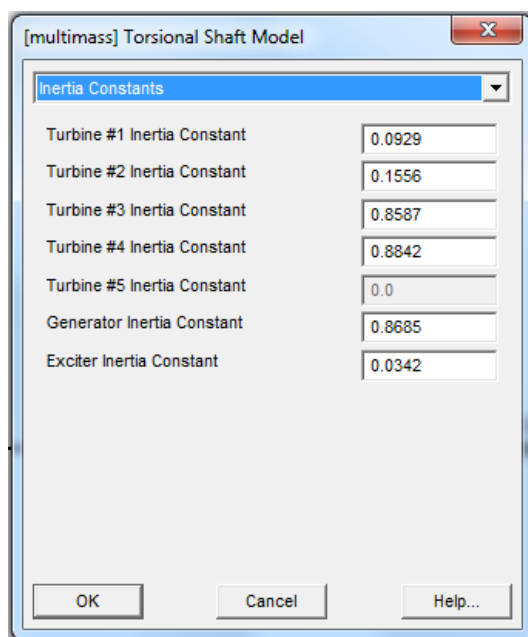
در زبانه initialization data interface در گزینه نخست می‌توانیم yes یا no را انتخاب نماییم. این ورودی برای آغاز به کار گاورنر توربین به کار می‌رود و فقط در صورتی قابل استفاده خواهد بود که در زبانه Configuration در گزینه نخست ماشین سنکرون انتخاب گردد.

گزینه input initialized steady Telect : اگر گشتاور الکتریکی حالت ماندگار در دسترس باشد این مورد می‌تواند برای آغاز به کار مولتی‌مس مورد استفاده قرار گیرد و فقط هنگامی در دسترس می‌باشد که مانند مورد قبلی در زبانه Configuration در گزینه نخست ماشین سنکرون انتخاب گردد.



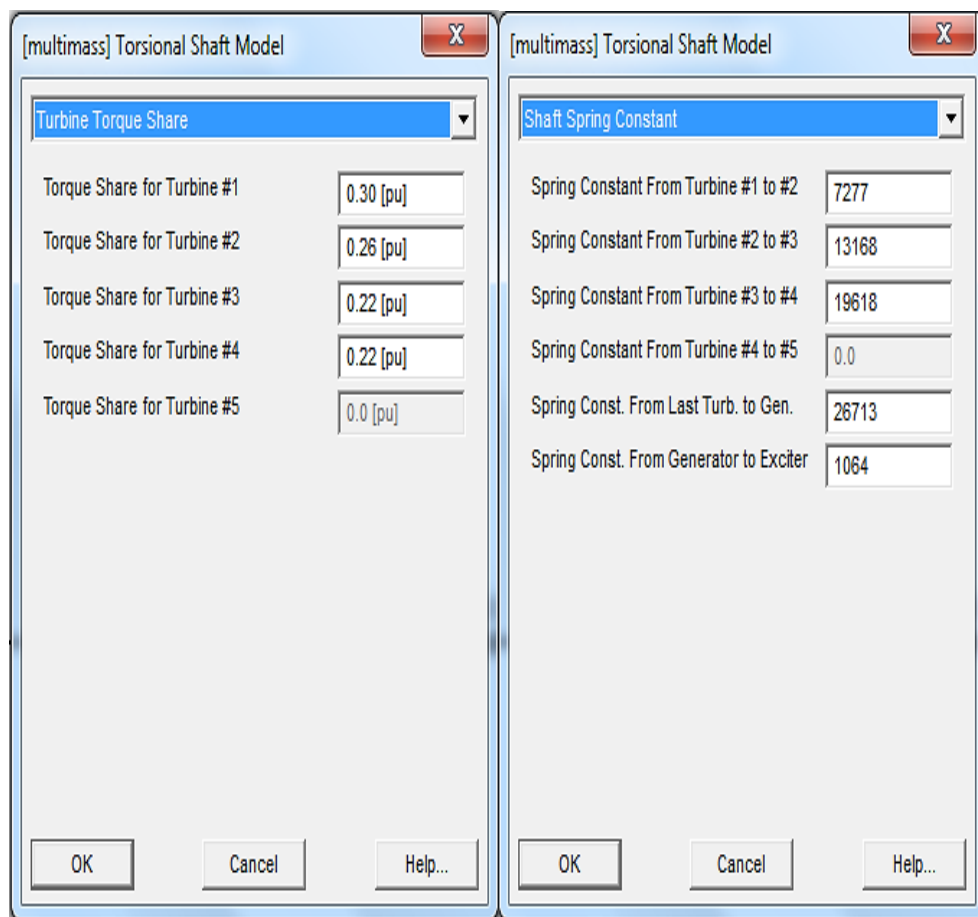
(شکل ۵.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقدره

در پنجره زبانه زیر ثابت‌های لختی را برای موارد خواسته شده وارد می‌کنیم.



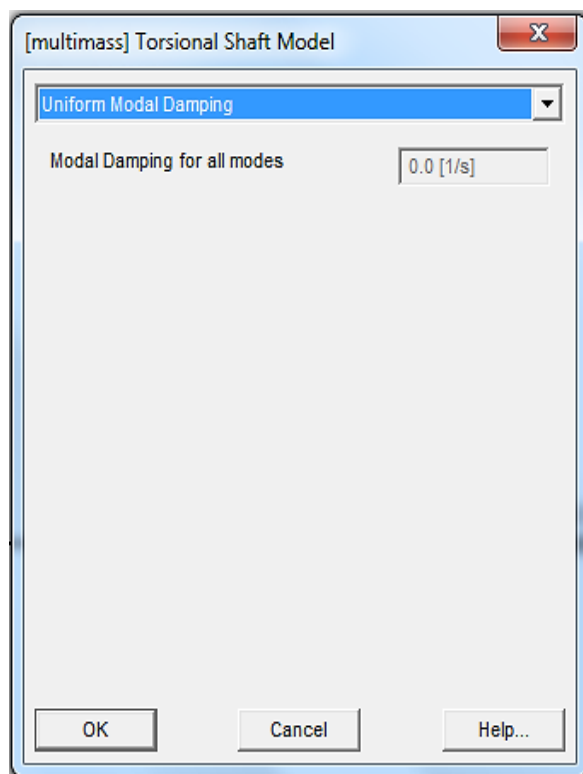
(شکل ۶.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقداره

در پنجره زبانه Shaft spring constant ثابت گردشی شفت‌ها را برای موارد خواسته شده وارد می‌کنیم. البته در این مورد و مورد قبلی باید توجه نمود که مقادیر وارد شده باید دارای واحدهای مشخص شده در پارامتر ورودی باشد که در پنجره Configuration در گزینه Unit System Number داشتیم.



(شکل ۷.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقدره

در پنجره Turbin Torque Share، کل گشتاور مکانیکی مورد استفاده برای سیستم مولتی‌مس ممکن است بین قطعات توربین توزیع گردد. هر توربین، سهمی از گشتاور مکانیکی کل را دریافت می‌نماید و این مفهوم تقسیم گشتاور می‌باشد. جمع این گشتاورهای تقسیم شده برای مجموع توربین‌ها باید به عدد 1 pu برسد.

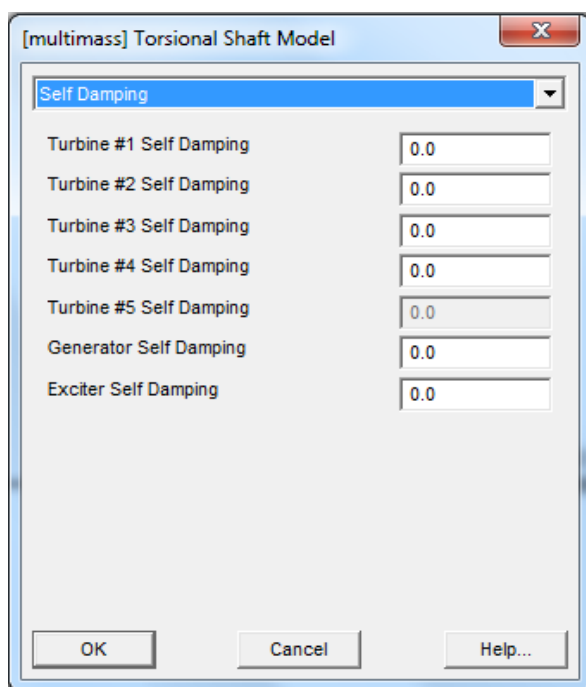


(شکل ۸.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقدره

در پنجره بالا یک فاکتور میراکننده یکسان را برای تمام حالت‌ها داریم. این ورودی تنها زمانی که گزینه Unit System Number در زبانه Configuration بین ۵-۱ باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. ثابت زمانی برای تمام این نوسانات مدل‌ها، معکوس این می‌باشد (1/sec).

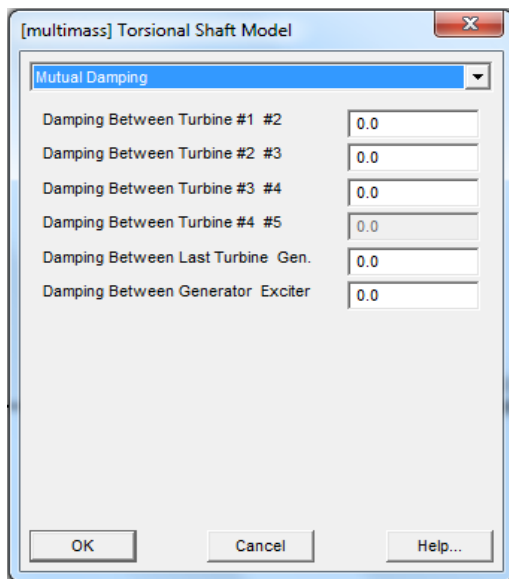
در زبانه Self Damping میراکننده خودی روی قطعه مناسب تولید گشتاور می‌کند که متناسب با سرعت قطعه می‌باشد. این برای تولید سایش و اصطکاک قطعه به

کار می‌رود. برای هر مورد این ضریب را وارد می‌کنیم. در ضمن باید توجه داشت که این ضریب باید در واحدهای مشخص شده در Unit System Number باشد.



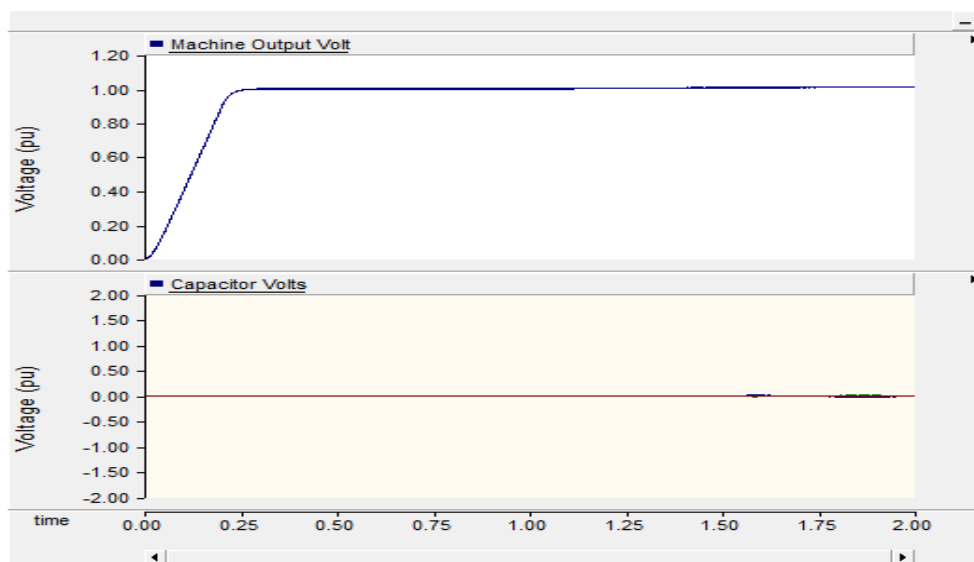
(شکل ۹.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقدره

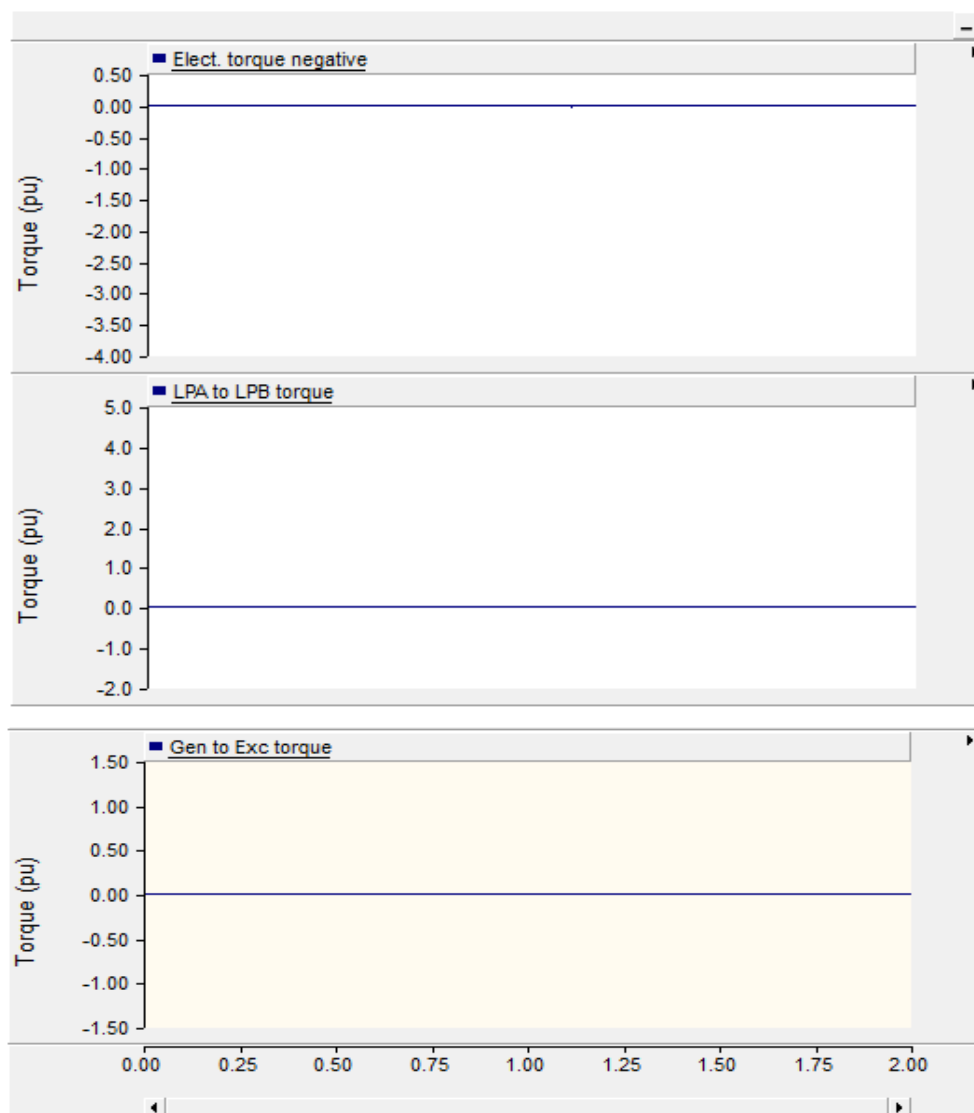
پنجره تنظیمات زبانه Mutual Damping: ضریب میرایی متقابل تولید یک گشتاور می‌کند که با اختلاف سرعت یک قطعه و قطعه بعدی متناسب است. به این ترتیب این نوع گشتاور در حالت ماندگار قابل استفاده نیست ولی نوسانات بین قطعات را میرا خواهد نمود. برای هر مورد می‌توان این ضریب را وارد نمود. همچنین باید توجه شود که این ضریب باید در واحدهای مشخص شده در Unit System Number باشد.



(شکل ۱۰.۲۰): تنظیم مدل شفت گردان چند مقداره

۲۰-۳- شبیه‌سازی





(شکل ۱۱.۲۰): نتایج شبیه‌سازی

شبیه‌سازی رزونانس زیرسنکرون برای یک موتور سنکرون مورد بررسی قرار گرفت. برای اطلاعات بیشتر از عملکرد مدار می‌توانید به کتاب‌های الکترونیک قدرت رجوع کنید.

- ۱- الکترونیک قدرت - دکتر رشید
- ۲- الکترونیک قدرت - دکتر اریکسون
- ۳- الکترونیک قدرت - دکتر هارت
- ۴- الکترونیک قدرت - دکتر موهان
- ۵- ماشین‌های الکتریکی - دکتر پی‌س‌سن
- ۶- ماشین‌های الکتریکی - دکتر بیم‌بهارا
- ۷- ماشین‌های الکتریکی - دکتر چاپمن
- ۸- ماشین‌های الکتریکی با کاربردهایی از الکترونیک قدرت - دکتر هاواری
- ۹- مبانی الکترونیک جلد ۱ و ۲ - دکتر میرعشقی
- ۱۰- مدارهای الکترونیک - دکتر گری‌می

