شبیه سازی یک شبکه ۹ باسه برای انواع فالتهای سری و شنت با نرم افزار MATLAB

نویسنده: مریم فریور- farivar.maryam@yahoo.com - استادمدعو دانشگاه صنعتی اصفهان
سیدپرویز موسوی – ip.adrapana2@gmail.com –مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای – همدان
روح الله محمدی - mohammadi@yahoo.com – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای - همدان

چکیده: باس بار یا شینه عبارت است از یک هادی به شکل لوله ای یا سیمی و یا تسمه ای که انرژی الکتریکی از نیروگاهها, ترانسفورماتورها و یا خطوط انتقال و از طریق آن به مراکز مصرف منتقل می شود بعبارت ساده تر شینه یک هادی است که بوسیلهٔ انشعابات متعدد به منابع تولید و مراکز مصرف متصل است. دراین مقاله به شبیه سازی یک شبکه ۹ باسه پرداخته ایم و فالیت های سری و شنت را به مدار داده و عملکرد مدار در حضور فالت ها را بررسی نموده ایم.

کلیدواژه: ضربان‌ساز قلبی، تصویربرداری تشدید مغناطیسی قلبی‌عروقی، ***ICD***، دفیبریلاتور قلبی قابل‌کاشت، دستگاه‌های ***MRI*** مشروط، ایمنی ***MRI***

۱ - مقدمه

باس بار یا شینه عبارت است از یک هادی به شکل لوله ای یا سیمی و یا تسمه ای که انرژی الکتریکی از نیروگاهها, ترانسفورماتورها و یا خطوط انتقال و از طریق آن به مراکز مصرف منتقل می شود بعبارت ساده تر شینه یک هادی است که بوسیلهٔ انشعابات متعدد به منابع تولید و مراکز مصرف متصل است.

در شین تمام انرژی ژنراتورها و یا ترانسفورماتورها و یا هر دو بهم می‌پیوندند و از آن جا به طور مستقیم با همان ولتاژ و یا به کمک ترانسفورماتور افزاینده و یا کاهنده با ولتاژ دیگر به مصرف کننده ها و یا شین‌های دیگر هدایت می‌گردند . پس می‌توان گفت که شین وسیلهٔ جمع و پخش انرژی در آن واحد است.

۱-۱- عوامل موثر بر شینه بندی

- قابلیت اطمینان و تداوم سرویس دهی
- موقعیت پست در شبکه
- ولتاژ و ظرفیت پست
- اهمیت مصرف کننده
- وضعیت پست از نظر توسعهٔ و تعمیردر حالت کار عادی شبکه Switching

۲- مقایسه انواع شینه بندی از جنبه های مختلف :

انواع شینه بندی های مختلف در جدول شماره ۱ آمده است:

جدول ۱: مقایسه انواع شینه بندی

رتبه آرایش	کیفیت سیستمهای حفاظتی	کمترین هزینه پست	کمترین سطح زیربنا	وقوع خطا در کار عادی	وقوع خطا در زمان تعمیرات
۱	دو بریکری	ساده	ساده	دو بریکری	یک و نیم بریکری
۲	یک و نیم بریکری	نوع π	یک و نیم بریکری	دوبل با شین فرعی	دو بریکری

۳	نوع H	حلقوی	حلقوی	یک و نیم بریکری	دوبل با شین فرعی
۴	دوبل	نوع H	نوع π	دوبل	اصلی - فرعی
۵	دوبل با شین فرعی	دوبل	دو بریکری	نوع H	دوبل
۶	ساده	یک و نیم بریکری	دوبل	اصلی - فرعی	حلقوی
۷	حلقوی	اصلی - فرعی	نوع H	حلقوی	ساده
۸	اصلی- فرعی	دو بریکری	اصلی - فرعی	نوع π	نوع H
۹	نوع π	دوبل با شین فرعی	دوبل با شین فرعی	ساده	نوع π

برای یافتن مناسب ترین آرایش شینه بندی جهت یک بخش مشخص لازم است که یک بررسی مقایسه ای بین انواع مختلف این آرایش ها انجام گیرد، در اصل چنین تجربه و تحلیلی باید در ارتباط با معیارهای طراحی یک سیستم قدرت مجتمع، شامل خطوط ارتباطی به پست و مسائلی از قبیل حفاظت و کنترل صورت بگیرد، اما در عمل از تعدادی از فرضیات جهت ساده سازی استفاده خواهد شد.

جنبه های مختلف زیر جهت انتخاب آرایش مناسب یک پست نمونه در نظر گرفته می شود:

- تغذیه مصرف کننده

- عملکرد مطلوب

- قابلیت انعطاف نسبت به مسائلی از قبیل تعمیرات، توسعه و آزمایش تجهیزات

- حفاظت

- سطح زیربنا

- هزینه

در فاز اول برای کلیه آرایش ها دو فیدر خط و دو فیدر ترانس در نظر گرفته شده اند.

در فاز دوم و برای توسعه دو فیدر خط و دو فیدر ترانس دیگر اضافه می شود.

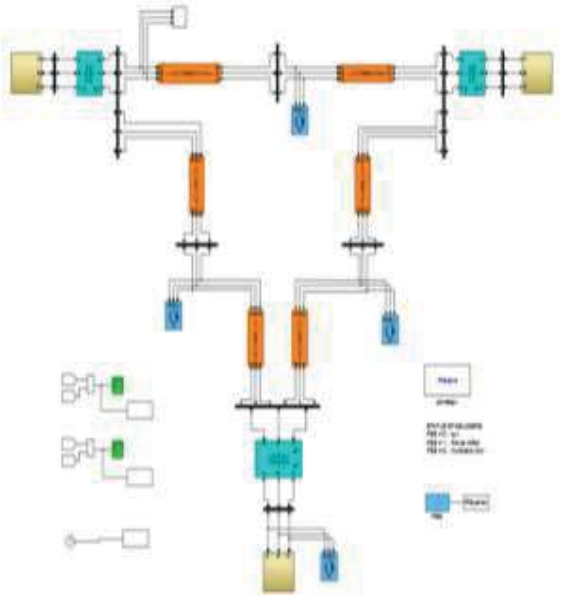
در بررسی اثر خطا روی شینه باید بین «خروج موقت» و «خروج دایمی» یک فیدر تفاوتی را قائل شد. خروج موقت زمانی حاصل می شود که بعد از وقوع یک خطا و خروج یک فیدر، با عملیات کلیدزنی و مانور روی کلیدها این فیدر فوراً به مدار باز گردد. اما در خروج دائمی حتی با عملیات کلیدزنی نیز فیدر وارد مدار نخواهد شد.

نتایج هر کدام از جنبه های مختلف بررسی مقایسه ای در یک جدول نشان داده است که ترتیب مطلوب بودن آن نوع آرایش از آن جنبه به خصوص از بالا به پایین لیست می شود.

این بررسی تنها به تجهیزات اساسی پست (کلیدها و سکسیونرها و شینه) محدود شده و اثرات دیگر تجهیزات شامل ترانس های جریان ولتاژ، سکسیونرهای زمین، برفگیرا و غیره در نظر گرفته نشده است.

۲-شبیه سازی شبکه ۹ باسه

سیستم شبیه سازی یک شبکه ۹ باسه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

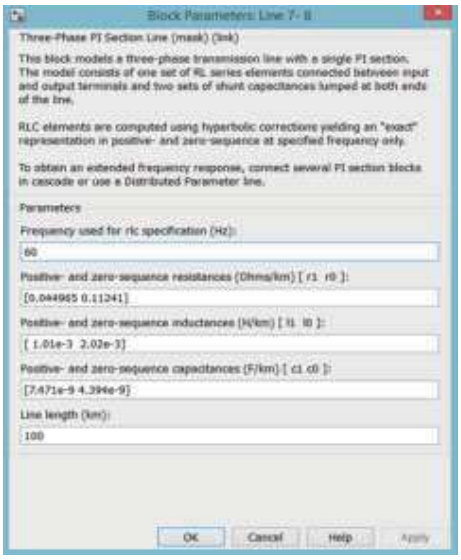


شکل۱: شبیه سازی شبکه ۹ باسه

این سیستم قدرت بیشتر در مطالعات دینامیکی استفاده می شود و اولین بار در کتاب اندرسون این سیستم معرفی شده است. این سیستم در محیط سیمولینک شبیه سازی شده و اطلاعات آن بر اساس مقالات و کتاب سیستم قدرت اندرسون می باشد. بخش های مختلف این شبیه سازی را در ادامه شرح می دهیم.

۳- نحوه عملکرد

این سیستم قدرت از ۳ ژنراتور تشکیل شده است که ۴ بار دارد بارها بصورت محلی و بین نواحی مختلف قرار دارند و این ۳ ژنراتور توان مورد نیاز ۴ بار را تامین می کنند. از طریق خطوط ارتباطی که خطوط آنها بر اساس مدل پی هست به یکدیگر وصل شده اند. و از طریق شین ها مشخصات وارد شده است روی هر کدام از خطها line که کلیک کنیم پنجره ای باز می شود که مشخصات خط شامل فرکانس، مقاومت در حالت توالی مثبت و توالی منفی و توالی صفر و همچنین مقاومت، سلف ، خازن خط و طول خط را از آن می توان تنظیم کرد.



شکل۲: تنظیمات line

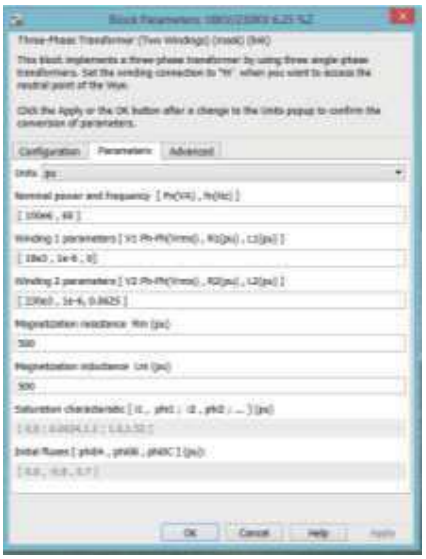
مدلی که در محاسبات در نظر گرفته شده بصورت مدل پی است.

المان های busbar هم همان اندازه گیری هایی هستند که ما بصورت busbar در نظر گرفته ایم. و ولتاژها و جریان ها را به یکدیگر متصل می کنند و تقریبا به عنوان آمپرمتری هست که ما در سیمولینک simpower system داریم استفاده می کنیم و ولتاژ و جریان های خط قدرتی که به آن متصل است را اندازه می گیرد. ما رنگ آن را به صورت مشکی در آورده ایم که شبیه bus باشد.



شکل۳: تنظیمات bus

ترانسفورماتورهایی که در اینجا داریم به صورت yground است یعنی اتصال ستاره آنها ground شده است . با دبل کلیک روی هر کدام می توان به مشخصات آن شامل مگاولت آمپر، فرکانس، ولتاژ اولیه ۱۸ کیلو ولت و ولتاژ ثانویه ۲۳۰ کیلو ولت دست یافت .



شکل۴: تنظیمات ترانسفورماتور

ترانسفورماتور دوم ولتاژ اولیه ۱۳,۸ کیلو ولت و ولتاژ ثانویه ۲۳۰ کیلو ولت دارد یعنی خطوط ارتباطی و ولتاژ کاری بارها ۲۳ کیلو ولت می باشد. ترانسفورماتور سوم ولتاژ اولیه ۱۶,۵ کیلو ولت و ولتاژ ثانویه ۲۳۰ کیلو ولت دارد. همانطور که مشاهده می شود ۳ تاژنراتور داریم که هر کدام یک ولتاژ خاص تولید می کنند. یعنی سه تا نیروگاه مختلف که ولتاژهای مختلف تولید می کنند و از طریق ترانسفورماتور به شبکه سیستم قدرت ۲۳۰ کیلو ولت متصل هستند.

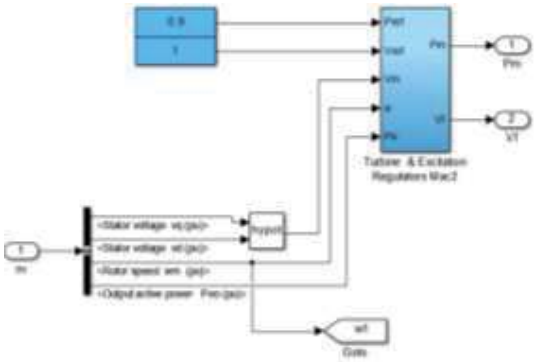
۳- ۱- بخش ژنراتور

اکنون وارد ژنراتورها می شویم:

یک ژنراتور سنکرون دارد که پارامترهای آن شامل ولتاژ ، فرکانس، توان نامی و بر خی از دیگر پارامارها را با دبل کلیک روی آن می توان مشاهده کرد. این ژنراتور دو ورودی دارد یکی مربوط به pm و دیگری مربوط به vf .

pm مربوط به توان مکانیکی است که از طریق شفت به توربین وارد می شود و vf همان ولتاژ تحریک روی سیم پیچ های موجود بر روی روتور ژنراتور سنکرون هست که برای ایجاد میدان در نظر گرفته شده اند. با این دو عامل ورودی می توان ولتاژ خروجی ژنراتور سنکرون و توان اکتیو و راکتیو آن را کنترل کرد. با تغییر pm می توان توان اکتیو و با تغییر vf می توان توان راکتیو را کنترل نمود که در بحث پایداری مورد استفاده قرار می گیرند.

M مربوط به پارامترهای اندازه گیری ژنراتور هست که نیاز داریم استفاده کینم و اگر وارد آن شویم بصورت زیر شبیه سازی شده است:

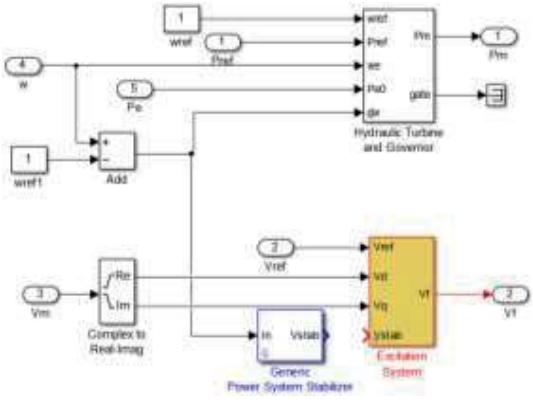


شکل۵: شبیه سازی بخش ژنراتور

در این شبیه سازی Pref برابر ۰,۹ و ولتاژ Vref برابر ۱ ولت در نظر گرفته شده است. پارامترهایی که برای آن در نظر گرفته شده که شامل ولتاژ و جریان استاتور و توان الکتریکی استاتور می باشند.

۳-۲- بخش توربین

وارد بخش توربین می شویم.

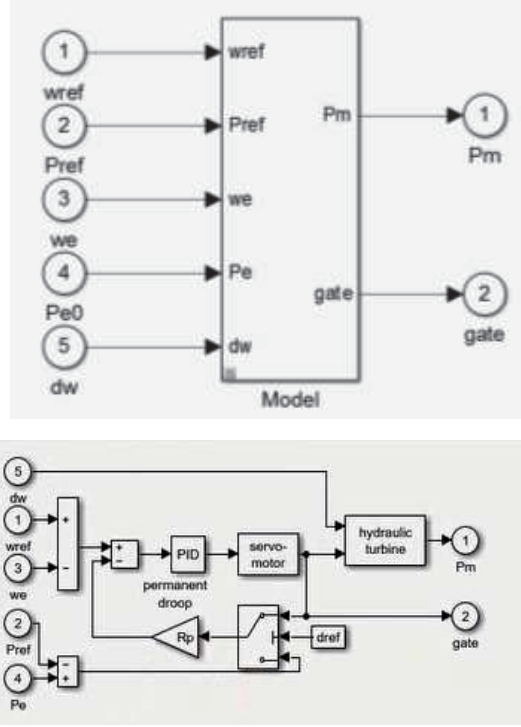


شکل۶: شبیه سازی بخش توربین

توربین از نوع هیدرولیک بوده که بصورت نیروگاه های آبی می باشد که شامل توربین و گاورنر است. ورودی آن Wref است مقدار آن در اینجا ۱ در نظر گرفته شده است. همانطور که می دانیم $Wref=2\pi f$ می باشد و ما فرکانس ۵۰ هرتز را در نظر گرفته ایم. ما Wref را ۱ در نظر گرفته ایم . اگر متناسب با W که خود سیستم در نظر میگیرد تغییراتی روی ژنراتور اتفاق بیفتد، با توجه به تغییراتی که در سیستم اتفاق می افتد توان الکتریکی ژنراتور را تغییر می دهد و باعث پایداری سیستم می شود. که این موضوع در بحث low frequency control کاربرد دارد. ما با توجه به نوسانات فرکانس روی توان تولیدی ژنراتور بحث می کنیم که ببینیم آیا به ازای تغییرات بارهای مختلف چه اتفاقی می افتد و ژنراتور باید چطور در تامین این بار کمک کند .

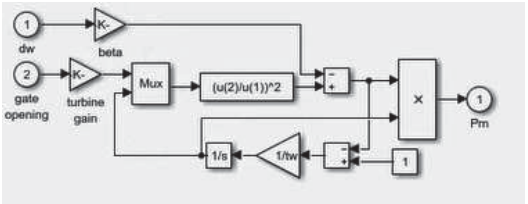
این مجموعه توان الکتریکی ورودی ها را دارد و خروجی های آن همان توان مکانیکی است .

وارد این توربین هیدرولیک می شویم



شکل۷: توربین هیدرولیک

Dw تغییرات فرکانسی یا سرعت ژنراتور ما هست . Wref مقدار در نظر گرفته شده است . مقدار Rp بعنوان control droop که در نظر گرفتیم از طریق یک PID controller کنترل را روی گاورنر هیدرولیک انجام می دهد که وارد این بخش می شویم و مداری مشابه زیر شبیه سازی شده است



شکل۸: گاورنر هیدرولیک

بلوک hydraulic turbine and governer بصورت یک بلوک از پیش آماده در مجموعه sympower system در نرم افزار matlab موجود می باشد. این بلوک را وارد می کنیم و سپس پارامترهای آن را تنظیم می کنیم .



شکل۸: تنظیمات بلوک hydraulic turbine and governer

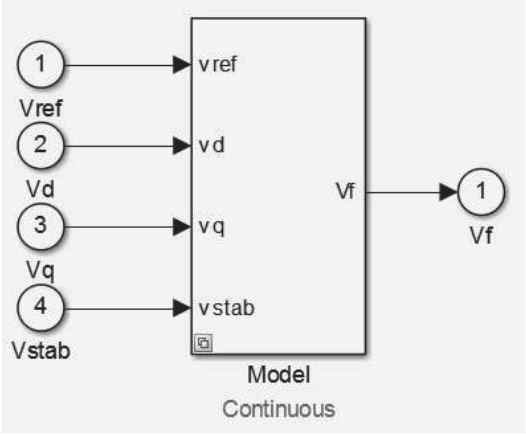
به سراغ بخش excitation system می رویم که همان سیستم تحریک ما است برای تحریک ولتاژ مرجعی داریم که ولتاژی است که از استاتور می گیریم و آن را اندازه گیری می کنیم. قسمتی مربوط به Vstab داریم . از سرعت نمونه می گیریم و آن را به یک سیستم پایدار ساز می دهیم که در ساختار آن از یک فیلتر wash-out استفاده شده است که در حالت پایدار سیگنال رو فیلتر می کند و فرکانس های بالا را فیلتر می کند و دو تا جبران ساز lag و lead داریم . تنظیمات این بخش بصورت زیر است

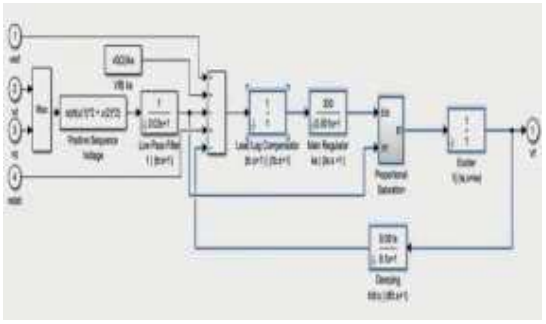


شکل۹: تنظیمات بخش Generic Power System Stabilizer

این پایدارساز در مطالعات دینامیکی استفاده شده وقتی نوسانی در سیستم رخ می دهد و یا اتصال کوتاهی بصورت کوتاه مدت و یا بلند مدت در سیستم اتفاق می افتد باعث ایجاد نوسان می شود که بلوک stabilizer با ایجاد یک سیگنال مدوله شده یک پایداری به قسمت avr ژنراتور سنکرون اضافه می کند و باعث تولید توان راکتیو بیشتر و در نتیجه میرایی نوسانات می شود که به این میراسازی نوسانات فرکانس پایین.

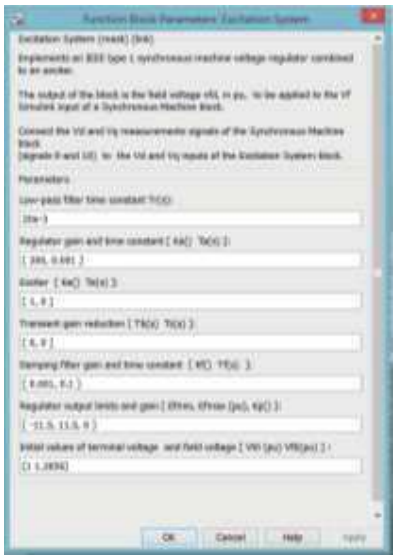
وارد بخش نوسان ساز می شویم





شکل۱۰: بخش نوسان ساز

در اینجا یک قسمت avr داریم و یک قسمت Vstab که با آن جمع می شود. قسمت سمت چپ مدار avr می باشد و بلوک های سمت راست که در شکل با خطوط آبی مشخص شده است بخش مربوط به مدلسازی ecitation می باشد. که همان سیستم تحریک را مدل کرده است . مشخصات بخش تحریک را هم می توان با دبل کلیک روی بلوک ecitation system تنظیم نمود.

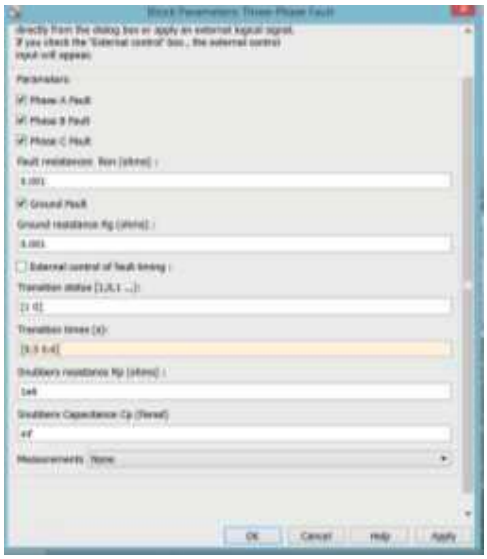


شکل۱۱: تنظیمات بخش excitation system

بلوک excitation system نیز در نرم افزار matlab موجود می باشد و ما فقط آن را فراخوانی کرده ایم.

تا اینجا توضیحات مربوط به بلوک توربین را ارائه دادیم. برای همه ژنراتورها این قسمت ها را داریم. با توجه به اینکه ما شبیه سازی را برای مطالعات سیستم های دینامیکی انجام داده ایم باید این بخش ها را حتما داشته باشیم ولی در موارد دیگر می توان بای آنها مقادیر ثابت در نظر گرفت.

برای اینکه بتوانیم مطالعات دینامیکی فرکانس پایین داشته باشیم یک خطای سه فاز با مشخصات زیر را به سیستم اعمال می کنیم.



شکل۱۲: تنظیمات بخش three phase fault

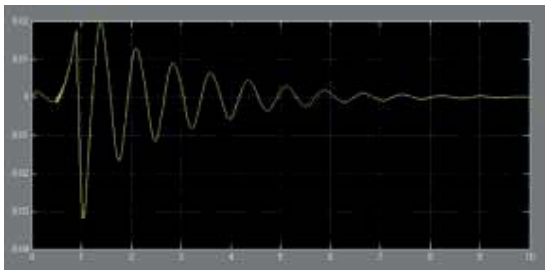
در اینجا تعیین می کنیم از چه زمانی تا چه زمانی این خطا اتفاق بیفتد که در اینجا از ۰,۵ تا ۰,۶ یعنی ۱۰۰ میلی ثانیه تعیین شده است در زمان ۱۰۰ میلی ثانیه خطایی اعمال می شود و پش از آن خطا رفع می شود. خطا هم بصورت سه فاز به زمین هست یعنی در این بازه زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه سه تا فاز به زمین متصل می شود. این خطا هر اتفاقی می تواند باشد و محل خطا را نیز می توان در قسمت های مختلف جابجا کرد.

نکته ای که باید به آن اشاره کنیم این است که نحوه حل این سیمولینک بصورت فازور هست. ما سه روش حل برای مسائل داریم بصورت گسسته ، پیوسته و فازور که در این شبیه سازی از روش فازور استفاده کرده ایم. روش فازور برای مطالعات دینامیکی گذرا مناسب می باشد.

قسمت زیر هم برای اختلاف سرعت بین ژنراتورهای مختلف است. این نشان می دهد که اگر اختلاف w1 و w3 و یا w1

و w2 بعد از اجرای سیستم و بعد از اینکه خطا اتفاق افتاد به حالت میرایی رسید یعنی اختلاف آن صفر شد می گوییم که سیستم حالت پایدار دارد . حالت پایدار آن به این شکل است که ژنراتورهای ما فرکانسشان با هم یکی هست . اگر wها با مقادیر مثبت یا منفی با هم اختلاف داشته باشند و یا بصورت متناوب باشد این یعنی اینکه سیستم دچار ناپایداری هست و ژنراتورها حالت سنکرون بودن خودشان را از دست می دهند و به این خاطر باید balck out شوند یعنی قسمت هایی از آنها از سیستم خارج شود و سیستم بی برق می شود به هیمن خاطر هست که ما از ادوات pssها استفاده می کنیم تا نوسان ها میرا شده و پایداری بهبود یابد.

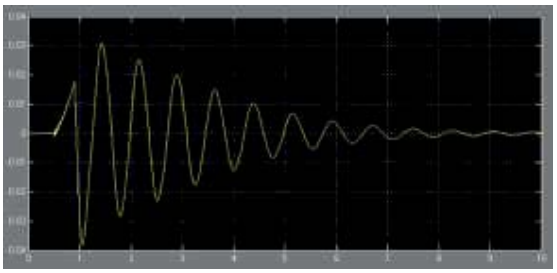
اکنون سیستم را اجرا می کنیم و شکل موج ها را بررسی می کنیم.



شکل۱۳: شکل موج خطای w13

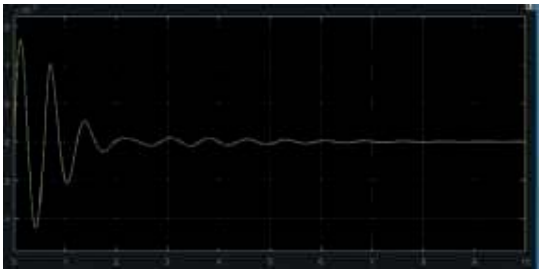
همانگونه که مشاهده می شود برای w13 خطا در زمان ۰,۵ اتفاق افتاده و سیستم حالت نوسانی پیدا کرده است و این شدت نوسانات بعد از چند ثانیه به سمت میرایی می رود.

در مورد بعدی یعنی w12 نیز به همین ترتیب بررسی می گردد



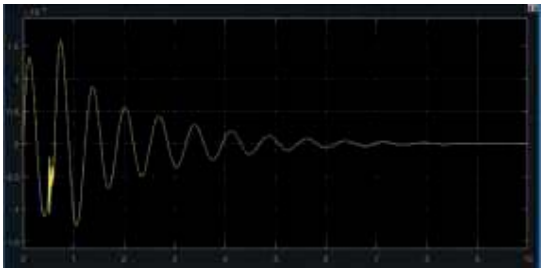
شکل۱۴: شکل موج خطای w12

حال خطا را جابجا کرده و به قسمت line 4-5 متصل می کنیم خروجی ها را بررسی می کنیم (به ترتیب w13 و w12)

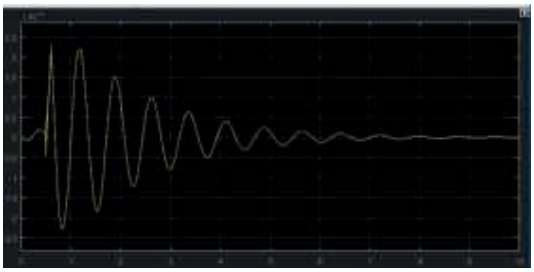


شکل۱۵: شکل موج خطای w13 در line4-5

حال خطا را جابجا کرده و به قسمت line 8-9 متصل می کنیم خروجی ها را بررسی می کنیم (به ترتیب w13 و w12)



شکل۱۶: شکل موج خطای w13 در line8-9



شکل۱۷: شکل موج خطای w12 در line8-9

مراجع

۱- کتاب دینامیک و کنترل سیستم های قدرت – گوران اندرسون