



دانشگاه زنجان

پایان نامه ی کارشناسی

کارشناسی برق قدرت

عنوان: بهینه سازی پارامترهای PSS در سیستم قدرت چهار ماشینه با استفاده از الگوریتم CSA

با در نظر گرفتن عدم قطعیت بار در شبکه

دانشجو

سجاد علی پور

استاد راهنما

دکتر عباس ربیعی

مرداد ۱۳۹۵

چکیده

در این پروژه، الگوریتمی برای بهینه سازی پارامترهای پایدارساز سیستم قدرت (PSS) Stabilizer ارائه شده است. الگوریتم بهینه سازی CSA الگوریتم الهام گرفته از زندگی کلاغ است. این

الگوریتم دارای همگرایی بسیار سریعی بوده و در یافتن نقاط بهینه بسیار دقیق است. پایدارساز سیستم قدرت یکی از تجهیزات مهم و اصلی نیروگاه ها برای میرا کردن نوسانات مکانیکی فرکانس پایین است.

در این پروژه بنا داریم که پارامترهای PSS های یک سیستم قدرت دو ناحیه ای و ۴ ماشینه را با استفاده از

الگوریتم CSA بهینه سازی نماییم. همچنین یکی از مهم ترین عوامل موثر در طراحی و توسعه شبکه در

نظر گرفتن عدم قطعیت بار است که باعث بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه می شود. بعد از انجام شبیه سازی

بهترین پارامترهای PSS را با قابلیت اطمینان بالا بدست می آوریم.

فهرست:

- فصل اول معرفی سیستم قدرت ۷
- ۱-۱- مقدمه ۷
- ۱-۲- برخی مفاهیم ۸
- ۱-۲-۱- سیستم قدرت ۸
- ۱-۲-۲- کنترل سیستم قدرت ۸
- ۱-۲-۳- خطاهای سیستم ۹
- ۱-۲-۴- سیستم تحریک ژنراتور سنکرون ۹
- ۱-۲-۵- کنترل کننده ها ۹
- ۱-۲-۶- پایداری و ناپایداری سیستم ۱۰
- ۱-۲-۷- پایدارساز سیستم قدرت (PSS) ۱۱
- فصل دوم حالت‌های گذرا و پایداری ماشین سنکرون ۱۲
- ۱-۲-۱- حالت گذرای ماشین سنکرون: ۱۲
- ۱-۲-۲- بررسی اتصال کوتاه در ژنراتور: ۱۲
- ۱-۲-۳- جریان های اتصال کوتاه ژنراتور سه فاز در حالت بی باری ۱۳
- ۱-۲-۴- مدار معادل ژنراتور سنکرون در حالت‌های اتصال کوتاه و بارداری ۱۴
- ۱-۲-۵- رابطه‌ی جریان اتصال کوتاه ۱۵
- ۱-۲-۶- بررسی پایداری ماشین سنکرون ۱۵
- ۱-۲-۷- پایداری حالت دائم (استاتیک و مانا) ۱۵
- ۱-۲-۸- پایداری گذرا (دینامیکی) ۱۶
- ۱-۲-۹- بررسی پایداری سیستم با وجود تغییرات کوچک ۱۷
- ۱-۲-۱۰- معادله ی نوسان (swing equation) ۱۸
- ۱-۲-۱۱- حل سیگنال کوچک معادله ی نوسان ۱۸
- ۱-۲-۱۲- بررسی پایداری دینامیکی ماشین سنکرون در حضور تغییرات بزرگ (معیار سطوح برابر) ۲۱

۲۲	۱۳-۲ - مفهوم رابطه‌ی ۲-۱۵
۲۳	فصل سوم الگوریتم CSA
۲۳	۳-۱ - خلاصه
۲۳	۳-۲ - مقدمه
۲۴	۳-۳ - الگوریتم جستجوی کلاغ
۲۶	۳-۴ - پیاده سازی CSA برای بهینه سازی
۳۲	۳-۵ - فلوجارت CSA
۳۳	فصل چهارم عدم قطعیت بار
۳۵	فصل پنجم
۳۵	۵-۱ - سیستم مورد مطالعه
۳۹	۵-۲ - ساختار درونی ماشین M1
۴۰	۵-۳ - ساختار بلوک Excitation
۴۰	۵-۴ - ساختار بلوک PSS
۴۱	۵-۵ - شبیه سازی و پیاده سازی در نرم افزار
۴۲	۵-۶ - پیاده سازی الگوریتم
۴۳	۵-۷ - نتایج شبیه سازی و نمودارها
۵۸	نتیجه گیری

فصل اول معرفی سیستم قدرت

۱-۱ - مقدمه

ژنراتورهای سنکرون یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین بخش‌های نیروگاه‌ها به شمار رفته و از دست رفتن سنکرونیسم و به تبع آن خروج نیروگاه از شبکه و پیامدهای ناگوار دیگری را که در پی دارد، سبب آن شده که حساسیت و دقت فراوانی جهت کنترل و حفاظت از آن در نظر گرفته شود. ژنراتورها نه تنها باید در برابر خطاهای داخلی حفاظت شوند بلکه بایستی در مقابل خطاهای خارجی و خطاهایی که در خط انتقال رخ داده و سبب نوسانات شدید فرکانس، همچنین سرعت چرخش روتور می‌شود، حفاظت لازم را مبذول نمود. اگر وسایل میرایی مناسب تدارک دیده نشوند، ممکن است منجر به ناپایداری سیستم و حتی فقدان همگامی (Synchronism) شود. همواره در کنار ژنراتورها تجهیزاتی قرار دارد که وظیفه محافظت و پشتیبانی ژنراتورها و میرا کردن نوسانات را بر عهده می‌گیرند. یکی از این تجهیزات PSS (Power System Stabilizer) می‌باشد که در مورد آن و نحوه عملکردش مفصلاً صحبت خواهد شد. این سیستم وظیفه میرا کردن نوسانات روتور و جلوگیری از ناپایداری ژنراتورها را بر عهده می‌گیرد. هر چه این سیستم توانایی آن را داشته باشد که این نوسانات را سریع‌تر و بهتر میرا کند، فوایدی زیادی عاید نیروگاه می‌شود. PSS دارای پارامترهایی می‌باشد که توسط آن به میرا کردن این نوسانات می‌پردازد. ما در این پروژه بر آن شدیم که با استفاده از یک الگوریتم خاص به بهبود و بهینه‌سازی این پارامترها و در نتیجه بهبود عملکرد و تسریع در میرا نمودن این نوسانات پردازیم. الگوریتم که در این جا معرفی خواهد شد یکی از سریع‌ترین و بهبود یافته‌ترین الگوریتم‌ها می‌باشد و سرعت و دقت قابل قبولی نسبت سایر الگوریتم‌ها در این حوزه دارد.

۱-۲-۱- برخی مفاهیم

۱-۲-۱- سیستم قدرت

تمامی سیستم‌های قدرت در سیستم سه فاز جریان متناوب و با ولتاژ تقریباً ثابت بهره برداری می شوند. در بخش‌های تولید و انتقال از تجهیزات سه فاز استفاده می‌شود. حال آنکه بارهای خانگی و تجاری تکفاز نیز وجود دارند. همگی از ژنراتورهای سنکرون جهت تولید برق و چرخاننده‌ها و منابع اولیه انرژی (فسیلی، هسته ای و آبی) را به انرژی مکانیکی تبدیل و به کمک ژنراتورهای سنکرون به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. وظیفه سیستم قدرت این است که انرژی را از یکی از صورتهای طبیعی موجود به انرژی الکتریکی درآورده و آنرا به نقاط مصرف منتقل نماید. سیستم قدرت مجموعه‌ای از تجهیزات تشکیل شده که عملکرد دینامیکی آن تحت تاثیر این تجهیزات است و که هر کدام پارامترهای مخصوص به خود را دارد. این پارامترها در پایداری سیستم نقش بسزایی دارند بدین سان که پایداری و ناپایداری هر یک از این تجهیزات منتهی به پایداری و ناپایداری کل سیستم می‌شود. فهم جامع این پارامترها در پایداری الزامی است. پایداری زمانی مطرح می‌گردد که سیستم تحت یک اغتشاش (خطا) قرار بگیرد و رفتار ارزیابی شود. این خطا بسته به حالت‌های موجود ممکن است رخ بدهد از قبیل اینکه بار تغییرات مداومی داشته باشد یا اینکه اتصال کوتاهی در خطوط رخ دهد. سیستم قدرت بایستی در برابر تغییرات بار خود را هماهنگ کند و یا در برابر شرایط بد اتصال کوتاه کارکرد عادی خود را حفظ کند و عملکرد قابل قبولی داشته باشد. وقتی یک خطای اتصال کوتاه رخ می‌دهد رله‌ها و سیستم‌های حفاظتی در برابر آن واکنش می‌دهند. تغییراتی که به سبب اتصال کوتاه در توان انتقالی شبکه رخ می‌دهد ژنراتور و تجهیزات آن را وادار به واکنش می‌کند که خود را با این تغییرات وفق دهد. ولتاژ، فرکانس، سرعت چرخش روتور، توان تولیدی و .. تماما ملزم به تطبیق خود با محدوده مجاز تعیین شده می‌باشند در غیر اینصورت و تجاوز از این محدوده دیگر سیستم پایداری نخواهیم داشت.

۱-۲-۲- کنترل سیستم قدرت

سیستم باید بتواند تقاضای بار حقیقی و راکتیو را که مرتباً در حال تغییر است را تأمین کند. بر خلاف سایر انرژی‌ها انرژی الکتریکی را نمی‌توان براحتی در مقادیر زیاد ذخیره کرد، از این رو باید همواره میزان کافی

از تان اکتیو و راکتیو را حفظ و به طور مناسب کنترل کرد. تثبیت فرکانس و تثبیت ولتاژ نیز از جمله مواردی است که سیستم قدرت بایستی قادر به کنترل آن باشد.

۱-۲-۳- خطاهای سیستم

بروز خطا در شبکه های برق (داخل نیروگاه ها، پست های برق، خطوط انتقال و شبکه های) اجتناب ناپذیری است ولی احتمال رخداد آن خیلی کم است و به ندرت رخ می دهد. ولی شاید همین خطا سبب بروز ناپایداری و از دست رفتن سیستم قدرت شود. این خطاها ممکن است در اثر عوامل جوی مانند رعد و برق، طوفان، زلزله، شرایط نامساعد جوی، برف و کولاک و... رخ دهد. یا ممکن است در اثر عملکرد ناصحیح تجهیزات، خطاهای انسانی و سرانجام طراحی نامناسب و ناکافی با یکدیگر ترکیب شوند و سیستم قدرتی را تضعیف سازند به گونه ای که سرانجام به فروپاشی آن منجر شوند. اکثر خطاهای شبکه گذرا هستند و اغلب ناشی از صاعقه، پرنده زدگی، سویچینگ و... اتفاق بیفتند. پس بایستی سیستم های قدرت بگونه ای طراحی و ارزیابی شوند که در مقابل اینگونه خطاهایی که حتی به ندرت رخ می دهند شبکه را مصون بدارند.

۱-۲-۴- سیستم تحریک ژنراتور سنکرون

وظیفه اصلی سیستم تحریک، تأمین جریان مستقیم سیم پیچ تحریک ماشین سنکرون است. به علاوه، سیستم تحریک با کنترل ولتاژ تحریک (و در نتیجه جریان تحریک)، وظایف کنترل و حفاظت را که در عملکرد مناسب یک سیستم قدرت مهم است، اجرا می کند. وظایف کنترل، شامل کنترل ولتاژ و توان انتقالی راکتیو و تقویت پایداری سیستم است. توابع حفاظتی این اطمینان را فراهم می آورند که از حدود توانایی ماشین سنکرون، سیستم تحریک و دیگر تجهیزات تجاوز نشده باشد.

۱-۲-۵- کنترل کننده ها

در ساختار کلی کنترل کننده های وجود دارد که مستقیماً بر اجزای سیستم قدرت عمل می نمایند. در یک واحد تولید، این کنترل کننده ها شامل کنترل های چرخاننده اصلی (محرک) و سیستم تحریک است. کنترل

کننده محرک (چرخاننده)، وظیفه تنظیم سرعت و کنترل متغیرهای سیستم تغذیه انرژی از قبیل: فشار، درجه حرارت و جریان سیال در دیگ بخار را به عهده دارد. وظیفه کنترل در سیستم تحریک، تنظیم ولتاژ ژنراتور و توان راکتیو خروجی آن است. تضمین توان حقیقی خروجی مطلوب هر واحد به کمک سیستم کنترل تولید انجام می‌پذیرد. وظیفه اصلی سیستم کنترل تولید آن است که تعادل بین کل تولید سیستم از یک طرف و بار و تلفات از طرف دیگر را تأمین نماید به طوری که فرکانس مطلوب و سطح مورد نیاز تبادل توان با سیستم های مجاور از طریق خطوط ارتباطی را حفظ نماید.

کنترل کننده‌های بخش انتقال سیستم، شامل ابزاری است که توان و ولتاژ را کنترل می‌کنند که از آن جمله می‌توان از جبرانگرهای استاتیکی توان راکتیو، کندانسورهای سنکرون، خازن‌ها و راکتورهای قابل کلید زنی، ترانسفورمرهای با تپ قابل تنظیم، ترانس‌های تغییر دهنده فاز و سرانجام از کنترل کننده های از کنترل کننده‌های HVDC نام برد.

کنترل کننده‌های نام برده با حفظ ولتاژ، فرکانس و سایر متغیرهای سیستم را در محدوده مجاز، بهره برداری از آن را عملی می‌سازند. همچنین این کنترل کننده‌ها، تأثیر زیادی بر عملکرد دینامیکی سیستم و قدرت مقابله‌ی آن با اغتشاش‌ها دارند. اهداف کنترل کننده‌ها بستگی به شرایط کاری و بهره برداری از سیستم قدرت دارد. در حالت عادی، هدف این است که در عین اینکه ولتاژ و فرکانس نزدیک به مقادیر اسمی باشند، سیستم را با بازده هر چه بهتر مورد بهره برداری قرار داد. زمانی که وضعی غیرعادی اتفاق می‌افتد، اهداف جدیدی را باید مدنظر قرار داد تا بتوان هر چه سریع‌تر، سیستم را به حالت عادی بازگرداند.

۱-۲-۶- پایداری و ناپایداری سیستم

پایداری سیستم قدرت را می‌توان به طور کلی آن ویژگی از سیستم قدرت دانست که آن را قادر می‌سازد تا تحت وضع عادی، در حالت تعادل باقی بماند و در صورتی که تحت تاثیر اغتشاشی قرار گیرد، مجدداً حالت قابل قبول متاوتی را به دست آورد.

ناپایداری در یک سیستم قدرت ممکن است بستگی به ترکیب سیستم و حالت کاری آن به شکل‌های مختلفی بروز کند. معمول بوده که مسأله پایداری را به عنوان مسأله حفظ عملکرد سنکرون ژنراتورها بشناسند.

۱-۲-۷- پایدارساز سیستم قدرت (PSS)

پایدارساز سیستم قدرت وسیله‌ای است که با افزودن سیگنال‌های کمکی به سیستم تحریک، عملکرد دینامیکی سیستم قدرت را بهبود می‌بخشد. این پایدارساز معمولاً از سیگنال‌هایی از قبیل سرعت محور، فرکانس و توان پایانه ژنراتور تغذیه می‌شود و بر دینامیک سیستم قدرت با میرا کردن نوسان‌های آن، تأثیر مطلوب می‌گذارد. به عبارت دیگر وظیفه PSS افزودن میرایی به نوسان‌های روتور ژنراتور است که این کار با مدوله کردن تحریک ژنراتور برای ایجاد یک مؤلفه گشتاور الکتریکی همفاز با تغییرات سرعت روتور انجام می‌پذیرد.

پایان نامه کارشناسی

نتیجه گیری :

همان طور که در شکل های بالا واضح و مشخص است، در صورتی که در سیستم از هیچ گونه PSS یا پایدارسازی استفاده نشود مشخصات و وضعیت سیستم به شدت ناپایدار می گردد. ولی در صورتی که از پایدارسازها برای کاهش نوسانات استفاده شود عملکرد سیستم بهتر خواهد شد و اثرات ناشی از ناپایداری و مضرات آن کاملاً حذف خواهد شد. همچنین مشاهده شد که می توان پارامترها را به گونه ای انتخاب کرد که در صورت تغییرات بار در شبکه باز هم پایدارسازی در شبکه در هنگام اتصال کوتاه به طور قابل قبولی صورت گیرد. همچنین هر چه بر تعداد تکرارها در روش جستجوی CSA افزوده شود، نتایج مطلوب تر شده و بهبود می یابند.

پایان نامه کارشناسی

[1] Power System Analysis and Design, Fifth Edition by J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma and Thomas

J. Overbye

[2] A novel metaheuristic method for solving constrained engineering optimization problems: Crow search algorithm by Alireza Askarzadeh Department of Energy Management and Optimization, Institute of Science

and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran