



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه ی کارشناسی

کارشناسی برق کنترل

عنوان:

تحلیل پایداری سیگنال کوچک در سیستم تک ماشین متصل به شین بی نهایت

به روش مونت کارلو

دانشجو:

فرزاد میرزایی

استاد راهنما:

دکتر عباس ربیعی

اردیبهشت ۱۳۹۶

قدردانی

با سپاس فراوان از پدر و مادر عزیزم که همیشه در کنارم بودند و در تمام مراحل زندگی برای

پیشرفت من از هیچ تلاشی دریغ نکردند.

همچنین از تمام اساتید که ما را در راه کسب علم و دانش یاری کردند به ویژه از آقای دکتر ربیعی

کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

پایان نامه کارشناسی



چکیده

در این پروژه بنا داریم که پایداری سیگنال کوچک سیستم تک ماشین متصل به شین بی نهایت را با استفاده از رهیافت تصادفی شبیه سازی مونت کارلو انجام دهیم.

پارامتر غیر قطعی تاثیر گذار، بار سیستم است که با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو، اثر غیر قطعی بودن آن را بر روی مقادیر ویژه سیستم تحلیل خواهیم نمود.



فهرست

فصل اول: مقدمه..... ۷

۷

۱-۱- برخی مفاهیم..... ۸

۸

۱-۱-۱- شین بی نهایت..... ۸

۸

۱-۱-۲- ژنراتور..... ۸

۸

۱-۱-۳- مفهوم پایداری..... ۸

۸

۱-۱-۴- حالت گذرا..... ۸

۸

۱-۱-۵- پایداری حالت گذرا..... ۹

۹

۱-۱-۶- پایداری سیگنال کوچک..... ۹

۹

۱-۱-۷- روش مونت کارلو..... ۹

۹

۲-۱- شبکه مورد مطالعه..... ۱۰

۱۰

۱-۲-۱- شماتیک شبکه..... ۱۰

۱۰

۱-۲-۲- ویژگی های شبکه..... ۱۱

۱۱

فصل دوم: فرمولاسیون و الگوریتم حل..... ۱۲

۱۲

۱-۲-۱- فهرست اصطلاحات بیان شده در فصل..... ۱۳

۱۳

۲-۲- معادلات ماشین..... ۱۵

۱۵

۲-۳- مقادیر اولیه..... ۱۷

۱۷

۲-۴- روند تشکیل ماتریس مودال..... ۲۰

۲۰

۲-۵- الگوریتم تحلیل..... ۲۳

۲۳

فصل اول:

مقدمه

۱-۱-۱- برخی مفاهیم:

۱-۱-۱- **شین بی نهایت:** شین بینهایت قسمتی از شبکه قدرت است که بسیار بزرگ و دارای

تولیدکنندگان و مصرف کنندگان های فراوانی است به طوری که هر چقدر از آن توان دریافت کنید

ولتاژ و فرکانس آن تغییر نمی کند. بطور مثال اگر منزل شما را قسمت کوچکی از شبکه برق ایران

در نظر بگیریم این قسمت از شبکه به شین بینهایت که سایر قسمت های شبکه برق ایران میباشد

متصل هست.

۱-۱-۲- **ژنراتور:** ژنراتور وسیله ای است که انرژی مکانیکی به دست آمده راز منبع بیرونی را به

انرژی الکتریکی بعنوان خروجی تبدیل می کند. این مهم است که درک کنیم که ژنراتور واقعا انرژی

الکتریکی خلق نمی کند. در عوض، با استفاده از انرژی مکانیکی عرضه شده و با ایجاد حرکت و

تولید بار الکتریکی در سیم سیم پیچ ها در مدار الکتریکی، برق را به عنوان خروجی سیستم تولید

خواهد کرد. این جریان، شارژ الکتریکی جریان الکتریکی عرضه شده توسط ژنراتور است. مکانیسم

ژنراتور را می توان با درک کار پمپ آب فهمید که باعث جریان آب می شود اما واقعا آبی ایجاد نمی

کند و فقط آب جریان می یابد.

۱-۱-۳- **مفهوم پایداری:** از دید مهندسی برق سیستمی پایدار میباشد که سیستم های کنترلی از

عده ی اغتشاش برآیندو سیستم های حفاظتی برای حفاظتی برای حفظ سلامت سیستم وارد عمل

میشوند .

۱-۱-۴- **حالت گذرا:** منظور از حالت گذرا رفتاری است که خروجی پس از اعمال یک تغییر جدید در

ورودی یا اغتشاش از خود بروز می دهد تا زمانی که به یک حالت ماندگار برسد .

برای بررسی حالت گذرا ابتدا حالت گذرای سیستم های درجه یک و دو و سپس حالت کلی بررسی

می شود.

۱-۱-۵- پایداری حالت گذرا (سیگنال بزرگ): در سیستم های قدرت: در یک سیستم قدرت

پایداری گذرا یعنی توانایی سیستم در حفظ پایداری و میرا کردن نوسانات از یک اغتشاش شدید.

یک سیستم موقعی در صورت اعمال خطا پایدار است که متغیرهای آن وقتی زمان به سمت بی نهایت میل کند به مقادیر حالات مانا نزدیک شود. بررسی پایداری بعد از یک اغتشاش شدید مطالعه پایداری حالت گذرا نامیده می شود. در مطالعات پایداری گذرا برای شبیه سازی یک اغتشاش بزرگ، معمولاً از خطای اتصال کوتاه استفاده می شود.

معادلات حالت را قبل از خطا، حین خطا و پس از خطای سیستم حل شده و تغییرات زاویه بار واحدهای مختلف به دست می آیند به طوری که اگر تمام زوایای بار پایدار باشند، سیستم پایدار است.

از آنجا که در بررسی این نوع پایداری معمولاً اغتشاش وارد شده به سیستم بزرگ است، ممکن است رفع خطا با عملکرد رله های حفاظتی همراه باشد.

۱-۱-۶- پایداری سیگنال کوچک: توانایی سیستم قدرت در نگهداری سنکرونیزم است هنگامی

که اغتشاش های کوچک قرار گیرد. در این مفهوم اغتشاش کوچک در نظر گرفته می شود، اگر بتوان به منظور تحلیل سیستم، معادلاتی که پاسخ حاصل از سیستم توصیف می کنند، خطی سازی کرد. ناپایداری نیز می تواند به دو صورت ظاهر شود افزایش ماندگار در زاویه روتور ناشی از فقدان گشتاور سنکرون کننده و نوسان روتور با دامنه افزایشی ناشی از فقدان گشتاور میرا کننده کافی.

در سیستم های قدرت موجود، مساله ناپایداری سیگنال کوچک، ناشی از میرایی ناکافی نوسانهای سیستم می باشد.

۱-۱-۷- روش مونت کارلو: روش مونت- کارلو به انگلیسی (Monte Carlo method) یک

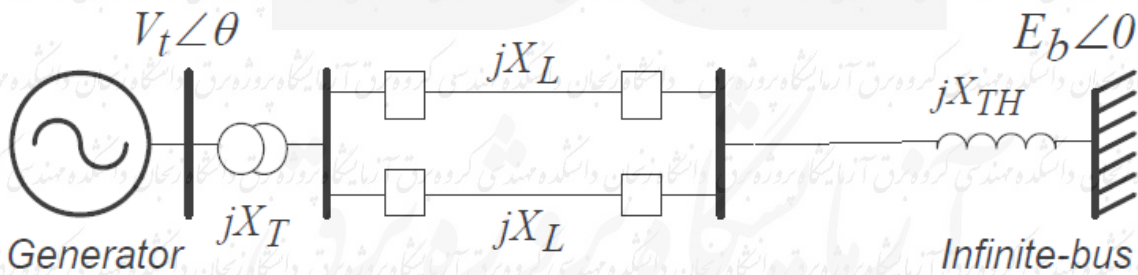
الگوریتم محاسباتی است که از نمونه گیری تصادفی برای محاسبه نتایج استفاده می کند. روش های مونت- کارلو معمولاً برای شبیه سازی سیستم های فیزیکی، ریاضیاتی و اقتصادی استفاده می شوند.

از طرف دیگر روش مونت کارلو یک طبقه از الگوریتم های محاسبه گر هستند که برای محاسبه نتایج خود بر نمونه گیری های تکرار شونده تصادفی اتکاء می کنند. روش های مونت کارلو اغلب زمان

انجام شبیه‌سازی یک سامانه ریاضیاتی یا فیزیکی استفاده می‌شوند. به دلیل اتکای آنها بر محاسبات تکراری و اعداد تصادفی یا تصادفی کاذب، روش‌های مونت کارلو اغلب به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که توسط رایانه اجرا شوند. گرایش به استفاده از روش‌های مونت کارلو زمانی بیش‌تر می‌شود که محاسبه پاسخ دقیق با کمک الگوریتم‌های قطعی ناممکن یا ناموجه باشد. روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو مخصوصاً در مطالعه سیستم‌هایی که در آن تعداد زیادی متغیر با درجه آزادی‌های دو به دو مرتبط وجود دارد مفید است، از جمله این سیستم‌ها می‌توان به سیالات، جامداتی که به شدت کوپل شده‌اند، مواد بی‌نظم و ساختارهای سلولی اشاره نمود. از آن گذشته، روش‌های مونت کارلو برای شبیه‌سازی پدیده‌هایی که عدم قطعیت زیادی در ورودی‌های آنها وجود دارد نیز مفید هستند، مثلاً محاسبه ریسک در تجارت. همچنین این روش‌ها به طور گسترده‌ای در ریاضیات مورد استفاده قرار می‌گیرند: یک نمونه استفاده سنتی کاربرد این روش‌ها در برآورد انتگرال‌های معین است، به خصوص انتگرال‌های چند بعدی با محدوده‌های مرزی پیچیده. واژه مونت کارلو در دهه ۱۹۴۰ (دهه ۱۳۱۰ شمسی) به وسیله فیزیکدانانی که روی پروژه ساخت یک سلاح اتمی در آزمایشگاه ملی لوس آلamos آمریکا کار می‌کردند، رایج شده است.

۱-۲- شبکه مورد مطالعه:

۱-۲-۱- شماتیک شبکه:



۱-۲-۲- ویژگی های شبکه: شبکه متشکل از یک ژنراتور دارای معادلات مشخصه ای با المان های

موجود در آن میباشد که این المانها شامل زاویه روتور ژنراتور بر حسب رادیان، سرعت زاویه ای

روتور بر حسب رادیان بر ثانیه، ولتاژ گذرای آن که در دو راستای محور d و q تجزیه شده است که

بر حسب پریونیت میباشد و دیگر المان آن ولتاژ تحریک سیستم بر حسب پریونیت میباشد که از

طریق یک خط انتقال شامل المانهای سلفی به یک شبکه شین بی نهایت متصل شده است. مبنای

تحلیل پایداری ما معادلات ژنراتور سنکرون میباشد که معادلات موجود در آن را داریم که با در نظر

گرفتن همین موضوع شرایط تشکیل ماتریس مدال را داریم و تحلیل پایداری سیستم مورد نظر

تسهیل میشود.

در ادامه روند انجام پروژه فرمولاسیون و الگوریتم حل مسئله را دنبال خواهیم کرد و خواهیم دید که

با به دست آوردن ماتریس مورد نظر وبا سایر اطلاعاتی که از شبکه داریم پایداری حول توان الکتريکال

اولیه به چه صورت خواهد بود و با تغییراتی ک در مقدار آن انجام میدهیم، که به تبع آن مقادیر

سایر المان های وابسته به بار نیز تغییر میکنند، پایداری سیستم به چه سمت و سویی خواهد رفت و

با شبیه سازی های انجام گرفته و نتایج عددی که به دست می آیند تغییرات را به صورت عینی

مشاهده خواهیم کرد و با مشاهده این نتایج میتوانیم در مورد پایداری سیستم مورد نظر جمع بندی

و نتیجه گیری کنیم که با اعمال تغییرات ریز و کلان پایداری حول مبدا محور موهومی و حقیقی به

چه سمت و سویی خواهد رفت.

از آنچه که در مجموع مباحث ذکر شده گذشت و طبق محاسبات انجام شده که توانستیم از معادلات مربوط به ژنراتور که شامل معادلاتی مستقل و وابسته بود که با تفکیک معادلات مستقل و پنجگانه ماشین توانستیم ماتریس ژاکوبین را که همان ماتریس مودال ما بود را به دست آوریم و با به دست آوردن مقادیر ویژه ماتریس مودال در مورد پایداری سیستم اظهار نظر کنیم و با تشکیل نمودار مقادیر ویژه بر اساس مقدار حقیقی و موهومی آن، مقداری را که به مبدا محور حقیقی نزدیک بود را مورد تفحص و بررسی قرار دادیم و بر اساس نمونه تصادفی که داشتیم فراوانی های مقدار ویژه را در قالب نمودار هیستوگرام نشان دادیم و توانستیم به نتایجی در مورد پایداری سیستم برسیم.

کاملاً مشخص است که با افزایش بار که به تبع آن توان سیستم نیز افزایش میابد، سیستم به سمت ناپایداری سوق داده می شود چنانچه که هرچه مقدار σ را زیاد کردیم و به تبع آن بار سیستم بیشتر شد مقادیر ویژه به سمت راست محور حقیقی متمایل شدند که علت وجود این رخ داد به عدم قدرت تامین بار ژنراتور بر می گردد که می توان با تامین δ متناسب با توان شبکه، آن را پایدار نگاه داشت و از فروپاشی سیستم متصل به شین بی نهایت جلوگیری نمود.

پایان نامه کارشناسی

پیوست

ژرنتور: $X'_q = 1.04, X'_d = 0.4245, X_q = 1.5845, X_d = 1.7572, D = 0, H = 3.542$

$\delta_0 = 44.37^\circ, Q_e = 0.02224, P_e = 0.6, R_a = 0, T'_{qo} = 0.44, T'_{do} = 6.66, B = 0,$

انتقال خط: $G=0, X_{TH} = 0.13636, X_T = 0.1364, X_L = 0.8125, R = 0,$

تحریک سیستم: $T_R = 0.025s, K_R = 400$

منابع و مراجع:

- [1] احد کاظمی، بررسی سیستم های قدرت ۲، چاپ اول، تهران، مرکز انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۸
- [2] جی. دی. گلور- م. سارما، بررسی و طراحی سیستم های قدرت، چاپ دوم، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۸۳
- [3] Sidhartha Panda and Narayana Prasad Padhy, "*MATLAB/SIMULINK Based Model of Single- Machine Infinite-Bus with TCSC for Stability Studies and Tuning Employing GA*", International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering Vol:1, No:3, 2007
- [4] W.G. Hefron and R.A. Phillips, "*Effect of modem amplidyne voltage regulator characteristics*", IEEE Transactions, PAS-71, pp. 692-697, 1952.
- [5] F.P. Demello and C. Concordia, "*Concepts of synchronous machine stability as affected by excitation control*", IEEE Transactions, PAS-88, (4), pp. 189-202, 1969.
- [6] N. G. Hingorani and L. Gyugyi, "*Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission System*". IEEE Press. 2000
- [7] H.F.Wang and F.J.Swift, "*A unified model for the analysis of FACTS devices in damping power system oscillations part I: single-machine infinite-bus power systems*", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 12, No. 2, pp. 941-946, 1997.

[8] H.F.Wang "Phillips-Heffron model of power systems installed with STATCOM and applications" IEE Proc-Gener. Transm. Distrib., Vol. 146, No. 5, pp. 521-527, 1999.

[9] H.F.Wang "A Unified Model for the Analysis of FACTS Devices in Damping Power System Oscillations—Part III: Unified Power Flow Controller", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 15, No. 3, pp. 978-983, 2000.
48

[10] S. Panda, N.P.Padhy and R.N.Patel, "Modelling, simulation and optimal tuning of TCSC controller", International Journal of Simulation Modelling, Vol. 6, No. 1, pp. 37-48, 2007.

[11] Available: <http://www.control-innovation.com/>

[12] Y.L. Abdel-Magid and M.A. Abido, "Coordinated design of a PSS and a SVC-based controller to enhance power system stability", Electrical Power & Energy Syst, Vol. 25, pp. 695-704, 2003.

[13] S. Panda, N.P.Padhy "Thyristor Controlled Series Compensator-based Controller Design Employing Genetic Algorithm: A Comparative Study", International Journal of Electronics Circuits and Systems, Vol. 1, No. 1, pp. 38-47, 2007.

[14] Y.L. Abdel-Magid and M.A. Abido, "Robust coordinated design of excitation and TCSC-based stabilizers using genetic algorithms", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 69, No. 2-3, pp. 129-141, 2004.

[15] K. R. Padiyar, "Power System Dynamics Stability and Control", BS Publications, 2nd Edition, Hyderabad, India, 2002.

[16] P. Kundur, "Power System Stability and Control". New York: McGraw- Hill, 1994.

[17] R. M Mathur and R. K. Verma, "Thyristor-based FACTS Controllers for Electrical Transmission Systems", IEEE press, Piscataway, 2002.