



دانشگاه زنگن

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

قدرت

عنوان:

شبیه سازی دینامیکی سیستم قدرت تک ماشین - شین بینهایت در

حضور TCSC

استاد راهنما: جناب آقای دکتر ربیعی

نگارش: فرزانه قاسمی

شماره دانشجویی: ۹۰۴۴۲۲۳۹

زمستان ۹۴

## چکیده

هدف ما در این پروژه مطالعه پایداری سیستم قدرت تک ماشین-شین بی نهایت<sup>۱</sup> (SMIB) در صورت وقوع

اختلال (خطا) در شبکه می باشد. با پیدایش سیستم انتقال AC انعطاف پذیر<sup>۲</sup> (FACTS) نظیر TCSC<sup>۳</sup> در شبکه

مدل به هم پیوسته از سیستم قدرت تک ماشین-شین بی نهایت مجهز به FACTS گسترش داده شده اند. مندی گروه برق

ما مدلی از سیستم قدرت تک ماشین شین بی نهایت که به آن یک TCSC متصل است را در نظر گرفته و آن را با

تاثیر TCSC را بر روی پایداری شبکه در محیط متلب/سیمولینک<sup>۴</sup> مطالعه خواهیم کرد. برای مدلسازی

دینامیکی ماشین، از مدل دو محوری گذرا که در آن دینامیک سیستم تحریک نیز در نظر گرفته شده است،

استفاده شده است. همچنین از مشخصه راکتانسی غیر خطی برای TCSC استفاده شده است و با استفاده از

یک کنترل کننده خطی در مدار TCSC، مقدار بهینه راکتانس آن محاسبه شده است.

**کلمات کلیدی:** ماشین سنکرون، سیستم قدرت تک ماشین-شین بینهایت، خازن سری کنترل شده با تریستور

(TCSC)، مدل دو محوری گذرا.

<sup>1</sup> - Single Machine Infinit Bus

<sup>2</sup> - Flexible AC Transmission System

<sup>3</sup> - Thyristor controlled series compensator

<sup>4</sup> - MATLAB/SIMULINK





## فصل اول

### ۱-۱ مقدمه

پایداری یک سیستم قدرت خاصیتی از سیستم است که باعث می شود ماشین های الکتریکی سیستم بر اثر اختلالات<sup>۵</sup> به وجود آمده بتوانند سنکرونیزم<sup>۶</sup> خود را با شبکه حفظ نمایند. یک سیستم قدرت را در نظر بگیرید که تحت شرایط عادی<sup>۷</sup> کار میکند. اگر اختلالی در سیستم به وجود آید و ماشین های الکتریکی موجود در سیستم به این اختلال طوری پاسخ دهند که شرایط عادی جدیدی حاصل شود، در این صورت میگوییم سیستم پایدار<sup>۸</sup> است. مطالعه پایداری سیستم قدرت با توجه به نوع و دامنه اختلال به سه دسته تقسیم بندی می شود:

پایداری ماندگار<sup>۹</sup>، پایداری دینامیکی<sup>۱۰</sup> و پایداری گذرا<sup>۱۱</sup>

پایداری شبکه تحت اغتشاشات بسیار کوچک را پایداری ماندگار، پایداری شبکه تحت اغتشاشاتی که توسط برق آزمایشگاه کنترل کننده های نیروگاه ها، مثل کنترل کننده ولتاژ و گاورنرها برطرف می شود را پایداری دینامیکی می گویند.

مطلب مورد بررسی پایداری شبکه تحت اغتشاشات بسیار شدید یعنی پایداری گذراست.

<sup>5</sup> - Disturbances

<sup>2</sup> - Synchronism

<sup>3</sup> - Normal Operating Condition

<sup>4</sup> - Stable

<sup>5</sup> - Steady State Stability

<sup>6</sup> - Dyanmic Stability

<sup>7</sup> - Transient Stability

## ۱-۲ پایداری گذرا در سیستم های قدرت

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

شدید. بر اثر اختلال ناگهانی و شدید در سیستم ( نظیر اتصال کوتاه، خروج بار، باز شدن ناگهانی خط انتقال،

خروج ژنراتور و... ) سرعت ماشین ها، قدرت الکتریکی در نقاط مختلف سیستم و زاویه قدرت ماشین ها تغییرات

شدیدی می نماید. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه

یک سیستم موقعی در صورت اعمال خطا پایدار است که متغیرهای آن وقتی زمان به سمت بی نهایت میل

میکنند، به مقادیر حالت مانا نزدیک شود. بررسی پایداری بعد از یک اغتشاش شدید مطالعه پایداری گذرا نامیده

می شود. در مطالعات پایداری گذرا برای شیب سازی یک اغتشاش بزرگ، معمولا از خطای اتصال کوتاه (سه فاز)

استفاده می شود.

معادلات حالت قبل از خطا (حالت مانا)<sup>۱۲</sup>، حین خطا<sup>۱۳</sup> و پس از خطای<sup>۱۴</sup> 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 معمولا اغتشاش وارد شده به سیستم بزرگ است، ممکن است رفع خطا با

عملکرد رله های حفاظتی همراه باشد. ممکن است شکل شبکه پس از رفع خطا یا قبل از خطا متفاوت باشد که

این امر موجب می شود که نقطه تعادل ناپایدار<sup>۱۵</sup> سیستم، پس از رفع خطا با قبل از خطا متفاوت باشد.

یکی از مهمترین عوامل در بحث پایداری گذرا، زمان رفع خطای بحرانی  $t_{cr}$  زمانی که اگر رله ها در آن عمل

نکنند سیستم حالت سنکرونیزم خود را از دست می دهد، است. تعیین زمان بحرانی از دو نظر مهم است: مهندسی گروه برق

پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه

برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه

12- Pre fault

13- During the fault

14- Post fault

15- Unstable

زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان









دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.





## مراجع

- [1] احد کاظمی، بررسی سیستم های قدرت ۲، چاپ اول، تهران، مرکز انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۸
- [2] جی. دی. گلاور- 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. Heffron 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.

[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.