

XÂY DỰNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG MÁY PHÁT ĐIỆN NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN DUYÊN HẢI 1 KẾT NỐI LƯỚI 220 KV Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

● LÊ THANH TÙNG

TÓM TẮT:

Phân tích ổn định của một hệ thống điện chủ yếu đề cập đến phân tích độ ổn định góc quay của rotor máy phát điện, một nghiên cứu về các đặc tính hoạt động liên quan đến dao động của hệ thống điện khi hệ thống chịu sự tác động của sự thay đổi phụ tải điện, khả năng của hệ thống điện duy trì tính đồng bộ dưới những nhiễu động. Đã có nhiều giải pháp thực hiện công việc này, nhưng chưa có được giải pháp phân tích tối ưu. Tác giả đề xuất xây dựng mô hình phân tích ổn định hệ thống máy phát điện Nhà máy Nhiệt điện Duyên Hải 1 kết nối lưới 220 kV ở Đồng bằng sông Cửu Long trên phần mềm Matlab và Simulink.

Từ khóa: góc quay rotor, ổn định động, nhiễu động, máy phát điện đồng bộ.

1. Đặt vấn đề

Phân tích độ ổn định góc quay của rotor máy phát điện là chủ yếu đề cập đến một nghiên cứu về các đặc tính hoạt động liên quan đến dao động của hệ thống điện khi hệ thống chịu sự tác động của sự thay đổi phụ tải điện. Vì vậy, nghiên cứu này chủ yếu liên quan đến khả năng của hệ thống điện duy trì tính đồng bộ dưới những nhiễu động. Các nhiễu động này được coi là tuyến tính có thể áp dụng cho các mục đích phân tích. Điều này cho phép lý thuyết hệ thống tuyến tính áp dụng cho phân tích hệ thống ngay cả khi hệ thống vốn đã không tuyến tính [1].

Một hệ thống điện ở một điều kiện hoạt động nhất định có thể có những dao động lớn làm mất ổn định, nhưng hệ thống này vẫn có thể vận hành được mặc dù không an toàn. Tuy nhiên, có những hệ

thống có nhiễu động làm mất ổn định tại một điều kiện hoạt động nhất định, nó không thể hoạt động được. Vì vậy, sự ổn định là một yêu cầu cơ bản cho hoạt động của hệ thống điện. Một nghiên cứu như vậy chủ yếu liên quan đến việc kiểm soát được sự tắt dần các chế độ liên quan đến một hệ thống sao cho truyền tải điện không bị hạn chế.

Khi một hệ thống biến động như là bị nhiễu loạn từ trạng thái ổn định của nó, các biến hệ thống vẽ ra một đường đi và được gọi là đường đặc tính. Những đường đặc tính này có thể hiện chế độ dao động. Để hệ thống ổn định, các đường đặc tính này phải được giới hạn và hội tụ đến một điểm vận hành chấp nhận được [2].

Nghiên cứu về dao động của hệ thống điện là quan tâm đến một hệ thống có nhiều hơn một máy

phát điện đang hoạt động song song để cung cấp cho phụ tải chung. Trong các hệ thống nhỏ, có thể chỉ có hàng chục máy phát điện và trong các hệ thống lớn hơn có thể có hàng ngàn máy phát điện hoạt động song song. Trong trường hợp như vậy, các máy sản xuất đồng bộ tạo ra moment quay phụ thuộc vào sự dịch chuyển tương đối của các góc rotor của chúng.

Moment quay giữ cho máy phát điện đồng bộ (moment quay đồng bộ), do đó nếu sự dịch chuyển góc giữa các máy phát điện tăng lên, một moment điện được sinh ra để làm giảm sự dịch chuyển này. Các máy phát điện được nối cơ học với nhau và cũng giống như trong một hệ thống lò xo. Khi có lực tác động vào lò xo, dẫn đến lò xo dao động, thời điểm quán tính của rotor và moment quay đồng bộ tạo ra sự dịch chuyển góc của các máy phát dao động sau sự xuất hiện của sự nhiễu loạn khi hoạt động ở trạng thái ổn định. Dưới những điều kiện này, máy phát điện hoạt động cứng nhắc và dao động thông qua hệ thống truyền tải và trao đổi năng lượng. Nếu một hệ thống không ổn định, dao động có thể xảy ra trong khoảng nhiều giây, cuối cùng có thể gây mất điện trong hệ thống [3].

Một hệ thống điện phải liên tục chịu những tác động ngẫu nhiên dưới hình thức là thay đổi phụ tải, thay đổi công suất phát hoặc thay đổi bộ điều khiển

kích từ máy phát. Do đó, nó không bao có một trạng thái ổn định tại bất kỳ một thời điểm nào nhất định. Vì thế, có một làm giảm dao động của hệ thống là rất quan trọng để ổn định hệ thống, an toàn hệ thống và tăng độ tin cậy.

Một hệ thống được thiết kế và vận hành tốt, những dao động của góc rotor được làm giảm đi và ổn định khả năng truyền tải công suất lớn của hệ thống. Trong những trường hợp sau đây, hệ thống có thể mất ổn định:

- Sử dụng bộ kích từ hoạt động nhanh.
- Truyền tải công suất lớn qua đường dây dài từ các nhà máy sản xuất điện.
- Truyền tải công suất giữa các hệ thống kém ổn định, xảy ra cúp điện.
- Không thích hợp điều chỉnh các thiết bị như hệ thống kích từ máy phát, bộ chuyển đổi HVDC, bộ bù tĩnh,...
- Gặp phải tương tác bất lợi phần Cơ - Điện gây mất ổn định và chế độ dao động.

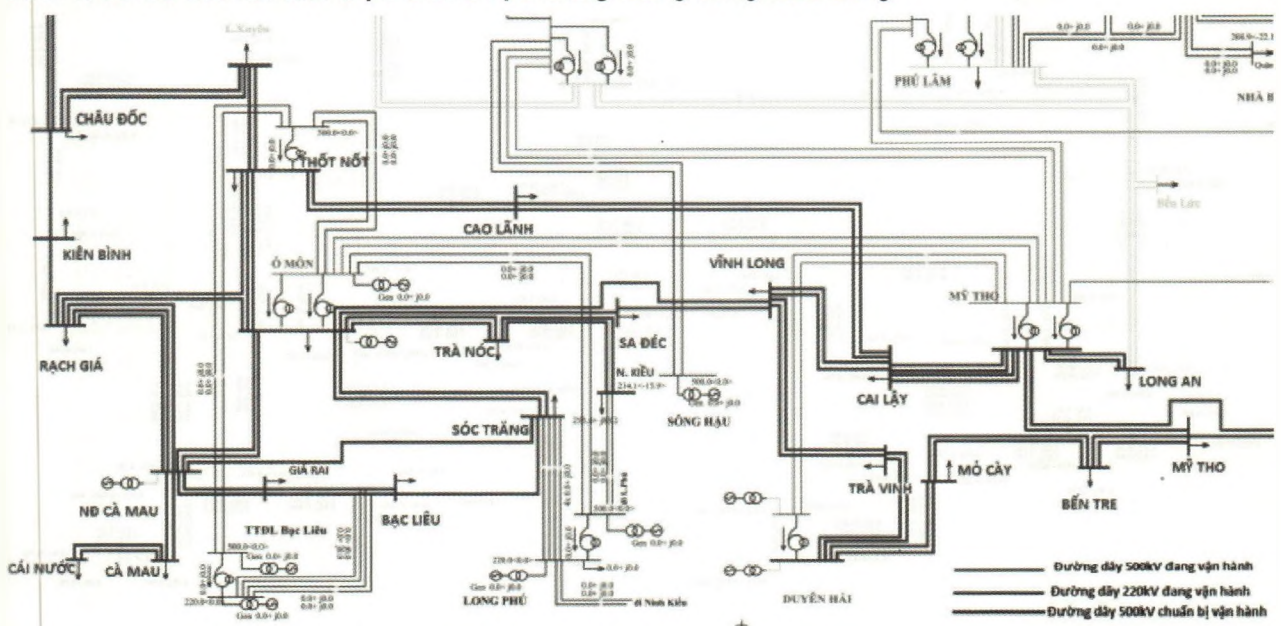
2. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

2.1. Các thông số của hệ thống

Mô hình hệ thống được xây dựng dựa trên sơ đồ kết nối lưới đang được vận hành như trên Sơ đồ Hình 1.

Trên sơ đồ hệ thống có các nhóm máy phát của Nhiệt điện Duyên Hải 1 (2x622,5 MW) và hệ thống máy phát của Nhiệt điện Cà Mau (6x250

Hình 1: Sơ đồ kết nối lưới điện ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long



MW) và được đấu vào hệ thống 220 kV. Riêng nhóm máy phát của Nhiệt điện Duyên Hải 3 (2x622,5 MW) được đấu nối vào hệ thống 500 kV. Trung tâm Nhiệt điện Long Phú, Nhiệt điện Sông Hậu và Trung tâm điện lực Bạc Liêu chưa vận

hành. Hệ thống còn được nhận công suất từ hệ thống 500 kV thông qua các máy biến áp tự ngẫu 220/500 kV ở Duyên Hải, Mỹ Tho và Ô Môn. Cụ thể, các thông số của hệ thống được thể hiện trong Bảng 1, 2 và 3. [4]

Bảng 1. Thông số máy phát của hệ thống

STT	Máy phát	xd	xdd	xddd	xq	xqq	xqqq
1	Duyên Hải 1(S1)	0.256	0.0436	0.0436	0.2580	0.2580	0.258
2	Duyên Hải 1 (S2)	0.256	0.0436	0.0436	0.2580	0.2580	0.258
3	Cà Mau (S1)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190
4	Cà Mau (S2)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190
5	Cà Mau (S3)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190
6	Cà Mau (G1)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190
7	Cà Mau (G2)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190
8	Cà Mau (G3)	0.200	0.0040	0.0040	0.1900	0.1900	0.190

Bảng 2. Thông số máy biến áp của hệ thống

STT	MBA	R (pu)	X (pu)	Charging (pu)	Rate A (MVA)	Rate B (MVA)	Rate C (MVA)
1	DH S1	0,00302	0,0235	0,07727	321	321	321
2	DH S2	0,00302	0,0235	0,07727	321	321	321
3	CM S1	0,00095	0,00496	0,00747	321	321	321
4	CM G1	0,00095	0,00496	0,00747	321	321	321

Bảng 3. Thông số đường dây của hệ thống

STT	Từ Bus	Đến Bus	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	Duyên Hải	Bến Tre	0,56385	0,25138	0,07455
2	Duyên Hải	Trà Vinh	0,02927	0,10806	0,02675
3	Trà Vinh	Vĩnh Long	0,05298	0,19224	0,04732
4	Bến Tre	Mỹ Tho 22	0,00659	0,02817	0,01456
5	Mỹ Tho 22	Mỹ Tho 52	0,01126	0,03506	0,00722
6	Mỹ Tho 52	Cai Lậy	0,01126	0,03566	0,00722
7	Cai Lậy	Vĩnh Long	0,02663	0,08345	0,02132
8	Cai Lậy	Cao Lãnh	0,04317	0,13286	0,03376
9	Vĩnh Long	KCN Sa Đéc	0,02238	0,06889	0,0175
10	Vĩnh Long	Ô Môn	0,03219	0,11773	0,02357
11	Ô Môn	KCN Sa Đéc	0,02238	0,06889	0,0175
12	Thốt Nốt	Cao Lãnh	0,0234	0,07281	0,015
13	Thốt Nốt	Rạch Giá	0,4873	0,17821	0,03569

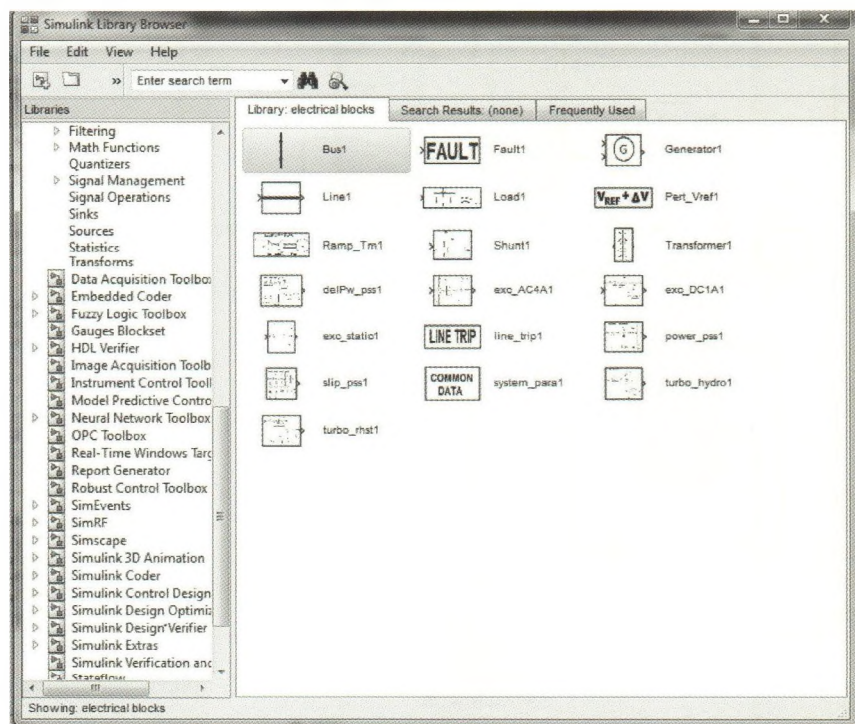
STT	Từ Bus	Đến Bus	R (pu)	X (pu)	B (pu)
14	Ô Môn	Thốt Nốt	0,02146	0,06658	0,01831
15	Ô Môn	NĐ Cà Mau	0,10423	0,38114	0,07632
16	Sóc Trăng	NĐ Cà Mau	0,09826	0,30581	0,06299
17	Bạc Liêu	Sóc Trăng	0,03899	0,12135	0,025
18	Cà Mau	NĐ Cà Mau	0,00494	0,01537	0,00317
19	Bạc Liêu	NĐ Cà Mau	0,06586	0,20495	0,04222
20	NĐ Cà Mau	Rạch Giá	0,09038	0,28127	0,05794
21	Rạch Giá	Kiên Bình	0,05736	0,17852	0,03677
22	Kiên Bình	Châu Đốc	0,06499	0,20225	0,04166
23	Châu Đốc	Long Xuyên	0,04073	0,12674	0,02611
24	Thốt Nốt	Long Xuyên	0,02166	0,06742	0,01389
25	Trà Nóc	Ô Môn	0,00805	0,02443	0,00589
26	Trà Nóc	Ninh Kiều	0,01359	0,04183	0,01063
27	Ô Môn	Ninh Kiều	0,02254	0,08241	0,0165
28	Ô Môn	Sóc Trăng	0,02905	0,13931	0,01476
29	Ô Môn	Rạch Giá	0,0569	0,20808	0,04167
30	Mỹ Tho	Long An	0,02558	0,07873	0,02

2.2. Xây dựng mô hình hệ thống dùng công cụ phần mềm Matlab và Simulink

Matlab là một bộ chương trình phần mềm lớn của lĩnh vực toán số. Tên bộ chương trình chính là chữ viết tắt từ MATrix LABoratory, thể hiện định hướng chính của chương trình là cho phép tính vector và ma trận. Phần cốt lõi của chương trình bao gồm một số hàm toán, các chức năng nhập/xuất cũng như các khả năng điều khiển chu trình mà nhờ đó ta có thể dựng lên các Scripts.

Simulink là một Toolbox có vai trò đặc biệt quan trọng: Vai trò của một công cụ mạnh phục vụ mô hình hóa và mô phỏng các hệ thống Kỹ thuật - Vật lý

Hình 2: Giao diện khối electrical blocks



trên cơ sở sơ đồ cấu trúc dạng khối. Cùng với Simulink, Stateflow Blockset tạo cho ta khả năng mô hình hóa và mô phỏng các automat trạng thái hữu hạn [5].

Các thư viện thường sử dụng trong Matlab & Simulink. (Hình 2)

Sử dụng các khối electrical blocks trong Simulink library browser thực hiện mô hình mô phỏng như Hình 3.

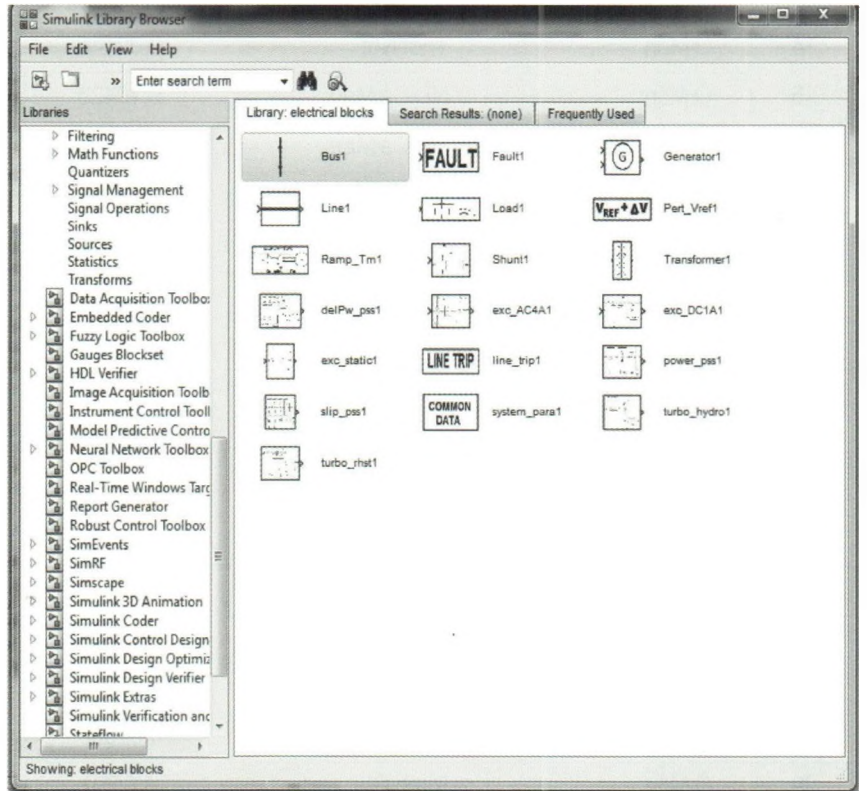
2.3. Mô hình phân tích ổn định hệ thống máy phát trên phần mềm Simulink (Hình 4)

2.4. Kết quả mô phỏng

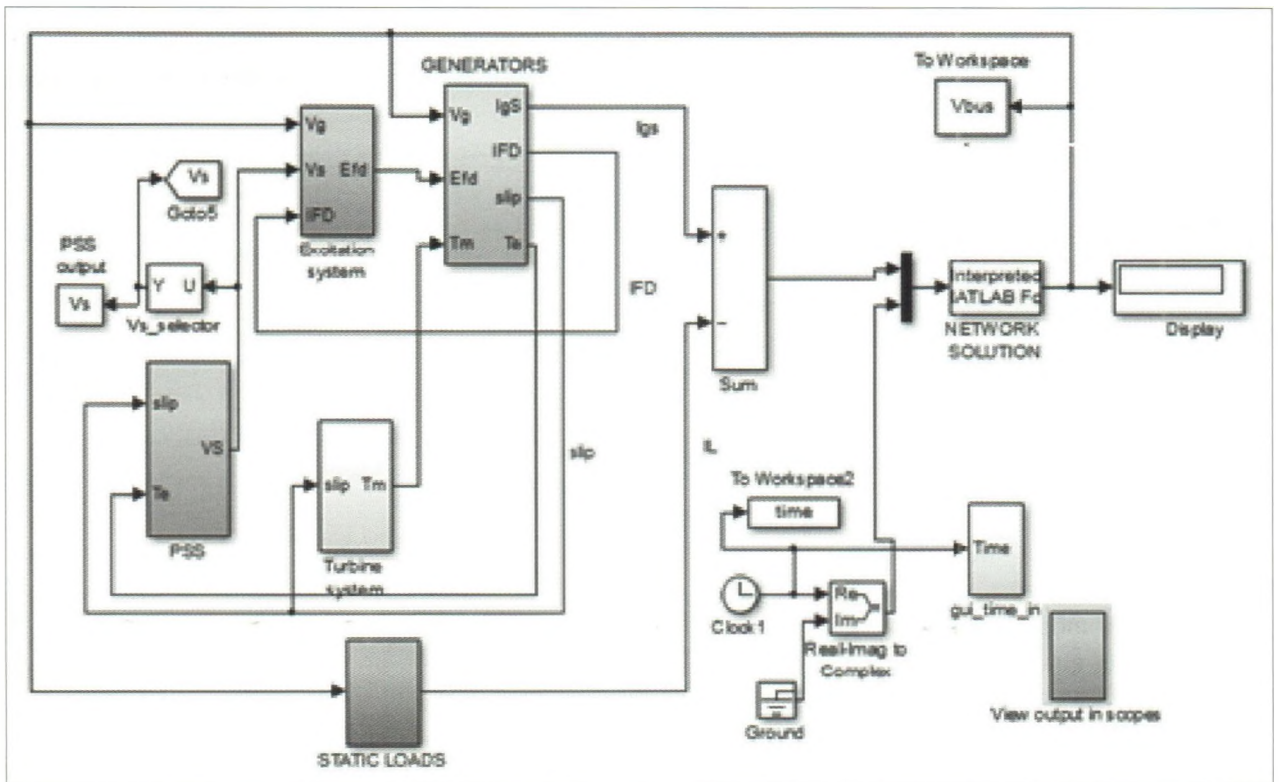
2.4.1. Mô phỏng ổn định hệ thống khi xảy ra ngắn mạch tại một bus với thời gian loại trừ sự cố ở 0,05s

Với mô phỏng hệ thống khi xảy ra sự cố tại bus Vĩnh Long

Hình 3: Mô hình mô phỏng hệ thống máy phát kết nối lưới 220 kV



Hình 4: Sơ đồ Simulink mô phỏng ổn định hệ thống



với thời gian loại trừ sự cố là 0,05s. (Hình 5, Hình 6, Hình 7)

2.4.2. Mô phỏng ổn định hệ thống khi xảy ra ngắn mạch tại một bus với thời gian loại trừ sự cố ở 0,25s

Với mô phỏng hệ thống khi xảy ra sự cố tại bus Vĩnh Long, với thời gian loại trừ sự cố là 0,25s. (Hình 8, Hình 9, Hình 10)

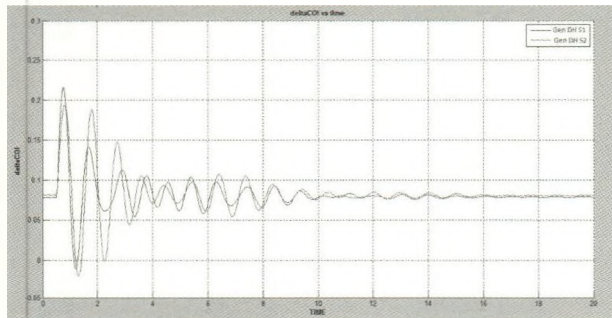
2.4.3. Mô phỏng ổn định hệ thống khi xảy ra ngắn mạch tại một bus với thời gian loại trừ sự cố ở 0,4s

Với mô phỏng tương tự, hệ thống khi xảy ra sự cố tại bus Vĩnh Long với thời gian loại trừ sự cố là 0,4s. Kết quả thực hiện mô phỏng cho thấy hệ thống có dao động và mất ổn định. (Hình 11, Hình 12, Hình 13)

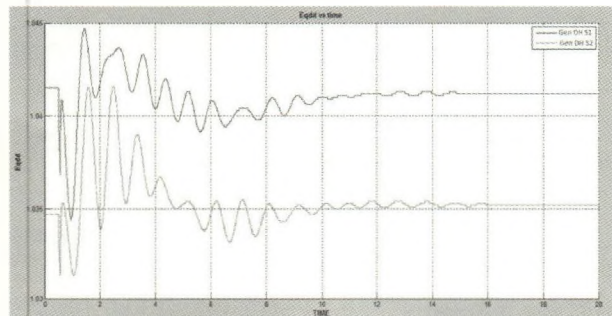
2.4.4. Mô phỏng ổn định hệ thống khi dao động một turbine máy phát điện

Với mô phỏng ổn định hệ thống khi xảy ra dao động turbine của máy phát S1 Nhà máy Nhiệt điện Duyên Hải với thời gian dao động trong 5s. Kết quả thực hiện mô phỏng cho thấy hệ thống có dao động và ổn định.

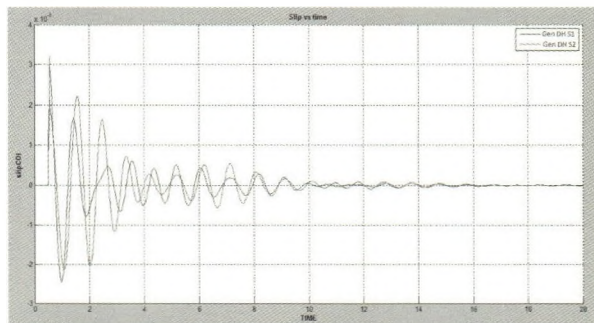
Hình 5: Góc rotor máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



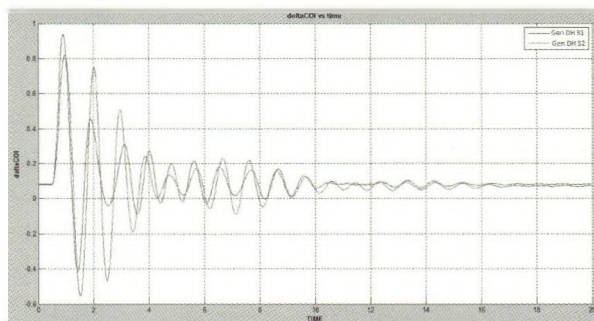
Hình 6: Suất điện động E_{qdd} của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



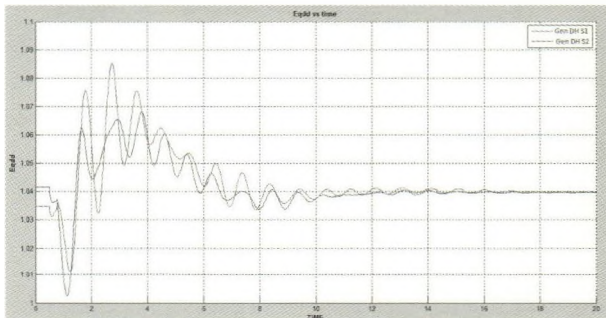
Hình 7: Độ trượt của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



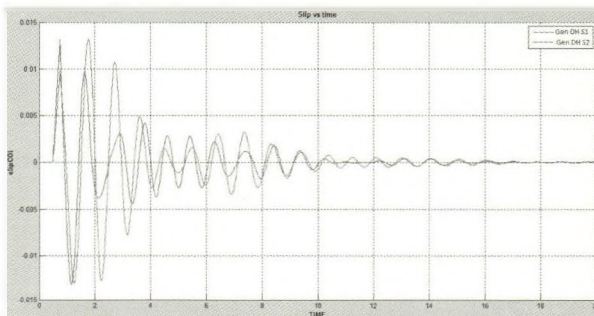
Hình 8: Góc rotor máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



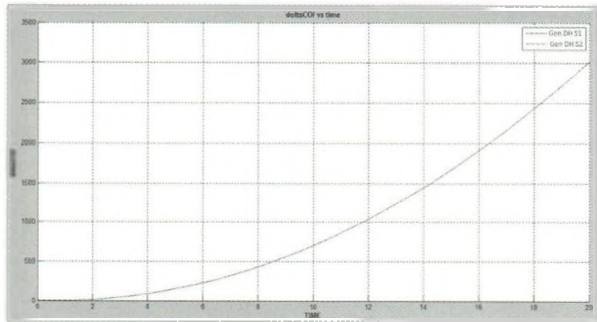
Hình 9: Suất điện động E_{qdd} của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



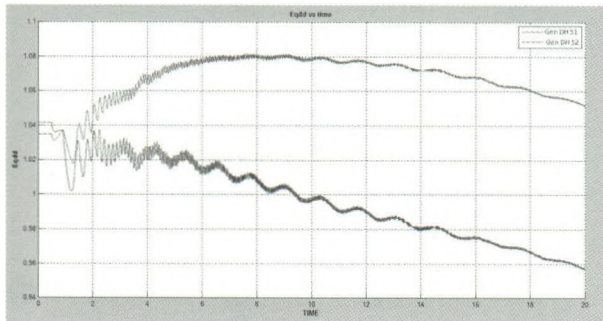
Hình 10: Độ trượt của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



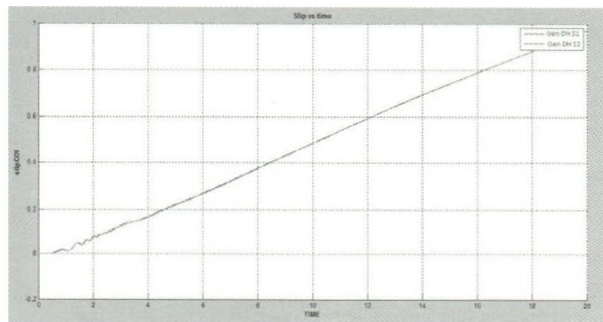
Hình 11: Góc rotor máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



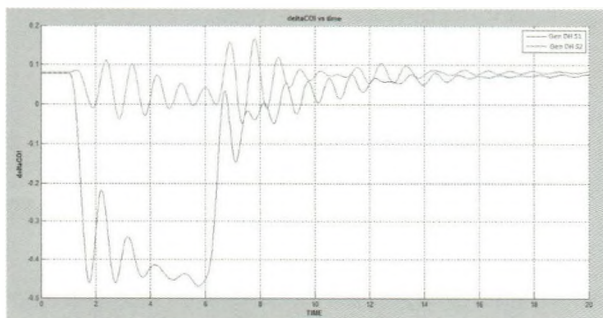
Hình 12: Suất điện động E_{qdd} của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



Hình 13: Độ trượt của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



Hình 14: Góc rotor máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



Công suất máy phát điện S1 cắt giảm khi xảy ra dao động ở turbine và dao động. Sau khoảng thời gian 5s sự cố ở turbine bị loại trừ, công suất turbine tăng lên, công suất máy phát dao động và dần ổn định sau khoảng thời gian 18s. Góc rotor, moment máy phát cũng xảy ra dao động và dần ổn định. (Hình 14, Hình 15, Hình 16)

2.4.5. Mô phỏng ổn định hệ thống khi cắt một đường dây

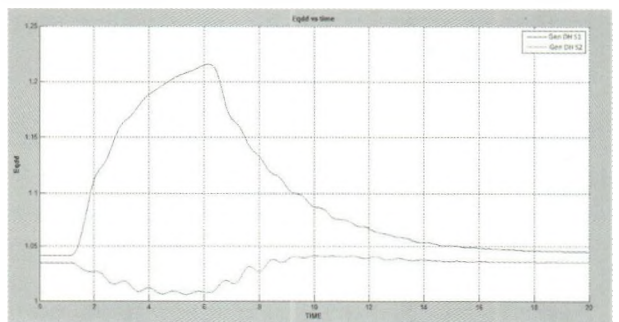
Với mô phỏng với hệ thống khi cắt đường dây Duyên Hải đi Vĩnh Long với thời gian khảo sát trong 20s, ta thấy hệ thống dao động và dần ổn định. (Hình 17, Hình 18, Hình 19)

3. Thảo luận

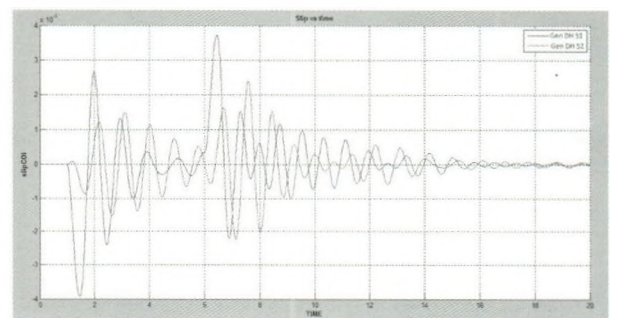
3.1. Hệ thống ổn định

Qua kết quả mô phỏng trên Matlab và Simulink cho thấy hệ thống có khả năng ổn định khi xảy ra ngắn mạch tại một bus với thời gian giải trừ lên đến 0,25s. Hệ thống sẽ dao động và dần ổn định sau khoảng thời gian ngắn. Những thay đổi công suất ở turbine máy phát điện ảnh hưởng đến ổn định của hệ thống nhưng không quá lớn.

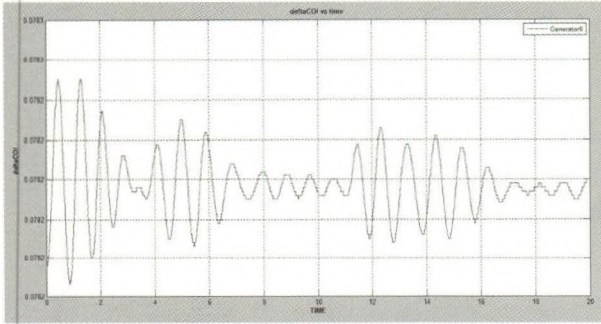
Hình 15: Suất điện động E_{qdd} của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



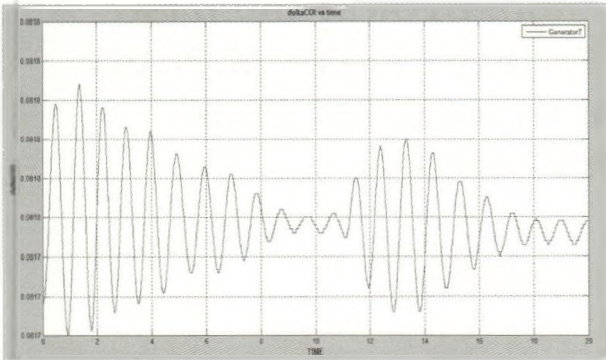
Hình 16: Độ trượt của máy phát nhiệt điện Duyên Hải 1



Hình 17: Góc rotor máy phát S1 nhiệt điện
Duyên Hải 1



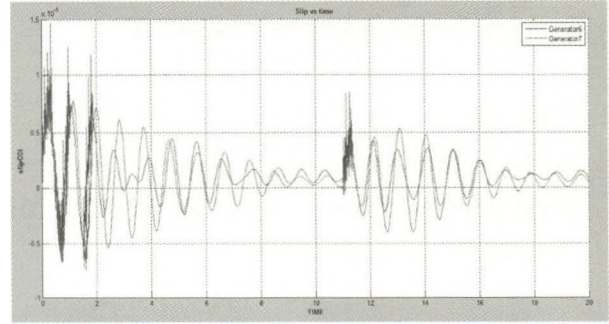
Hình 18: Góc rotor máy phát S2 nhiệt điện
Duyên Hải 1



Khảo sát với trường hợp khi cắt đột ngột đường dây sẽ tạo ra dao động cho hệ thống và hệ thống dần ổn định.

Hai yếu tố khác khá quan trọng góp phần trong ổn định hệ thống là hệ thống kích từ của máy phát và hệ thống điều chỉnh tốc độ của turbine. Nếu hai hệ thống này được thiết kế trong dãy điều chỉnh

Hình 19: Độ trượt của máy phát nhiệt điện
Duyên Hải 1



rộng hơn sẽ góp phần tăng khả năng ổn định cho hệ thống khi bị các tác động.

3.2. Hệ thống mất ổn định

Khi cho thay đổi thời gian giải trừ sự cố cho hệ thống đến 0.4s kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống mất ổn định. Góc rotor của 2 máy phát nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1 tăng nhanh, 2 máy phát có xu hướng vượt tốc, điều này rất nguy hiểm cho người vận hành và thiết bị của nhà máy

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày tổng quan các kết quả xây dựng mô hình và mô phỏng ổn định hệ thống khi có các nhiễu động bên ngoài như ngắn mạch tại một bus, chế độ dao động turbine hay cắt một đường dây trong hệ thống.

Tuy nhiên, do hệ thống lớn và phức tạp, kết quả tính toán trên cơ sở lý thuyết rất khó khăn cho nên kết quả sẽ được kiểm chứng trong quá trình vận hành hệ thống cũng như các kết quả nghiên cứu có liên quan sắp tới ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Hadi Saadat. (1999). *Power system analysis*. New York, the US: McGraw-Hill.
2. P. Kundur. (1994). *Power system stability and control*. New York, the US: McGraw-Hill.
3. Lã Văn Út (2000). *Phân tích và điều khiển ổn định hệ thống điện*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. Bộ Công Thương (2016). *Quyết định số 8054/QĐ-BCT ngày 27 tháng 12 năm 2016 về phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025*.
5. Nguyễn Phùng Quang (2004). *Matlab và Simulink*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 15/2/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 6/3/2022

Ngày chấp nhận đăng bài: 16/3/2022

Thông tin tác giả:

ThS. LÊ THANH TÙNG

Bộ môn Điện - Điện tử, Khoa Kỹ thuật và Công nghệ

Trường Đại học Trà Vinh

**DEVELOPING AN ANALYTICAL MODEL FOR STABILIZING
THE GENERATOR SYSTEM OF THE POWER THERMAL PLANT
DUYEN-HAI 1 CONNECTING TO THE 220 KV GRID
IN THE MEKONG RIVER DELTA**

● Master. **LE THANH TUNG**

Department of Electrical and Electronic Engineering,
School of Engineering & Technology, Tra Vinh University

ABSTRACT:

The stability analysis of an electrical system mainly focuses on the rotational stability of the generator rotor. It examines the operating characteristics related to the oscillations of the power system when the power system runs and the system is affected by changes in electrical load. It also investigates the ability of the power system to maintain synchronization under disturbances. There have been many solutions to do this analysis but there is not yet an optimal analytical solution. This study proposes a model to analyze the stability of the generator system of Duyen Hai 1 thermal power plant connected to the 220 kV grid in the Mekong Delta with the use of Matlab and Simulink software.

Keywords: rotating angle of rotor, dynamic stabilization, turbulence, synchronous generator.