

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



ĐỖ DUY THANH

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN 374 - E17.1
MỘC CHÂU-SƠN LA CÓ SỰ THAM GIA CÁC THỦY ĐIỆN NHỎ

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

Thái Nguyên - 2020

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

Đỗ Duy Thanh

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN 374 - E17.1
MỘC CHÂU-SƠN LA CÓ SỰ THAM GIA CÁC THỦY ĐIỆN NHỎ**

Ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: 8.52.02.01

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. Nguyễn Hiền Trung

Thái Nguyên – 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, luận văn này là công trình nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, được thực hiện trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu tham khảo khác nhau. Qua số liệu thu thập thực tế, tổng hợp tại Công ty Điện lực Sơn La - nơi tôi làm việc, không sao chép bất kỳ luận văn nào trước đó và dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Nguyễn Hiền Trung - giảng viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Các số liệu và những kết quả trong luận văn là trung thực, các đánh giá, kiến nghị đưa ra xuất phát từ thực tiễn và kinh nghiệm làm việc trong Công ty Điện lực Sơn La; kết quả nghiên cứu này chưa từng được công bố dưới bất cứ hình thức nào trước khi trình, bảo vệ và công nhận bởi “Hội Đồng đánh giá luận văn tốt nghiệp Thạc sỹ kỹ thuật”.

Một lần nữa, tôi xin khẳng định về sự trung thực của lời cam đoan trên.

Thái Nguyên, ngày 15 tháng 8 năm 2020

Học viên

Đỗ Duy Thanh

LỜI CẢM ƠN

Qua thời gian học tập, nghiên cứu chương trình cao học kỹ thuật điện của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đã giúp tác giả nhận thức sâu sắc về cách thức nghiên cứu, phương pháp tiếp cận các đối tượng nghiên cứu và lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp cao học; đồng thời góp phần nâng cao kiến thức chuyên môn vững vàng, nâng cao năng lực thực hành, khả năng thích ứng cao trước sự phát triển của khoa học, kỹ thuật và kinh tế; có khả năng phát hiện, giải quyết độc lập những vấn đề thuộc chuyên ngành được đào tạo và phục vụ cho công tác được tốt hơn. Việc thực hiện nhiều bài tập nhóm trong thời gian học đã giúp tác giả sớm tiếp cận được cách làm, phương pháp nghiên cứu, tạo tiền đề cho việc độc lập trong nghiên cứu và hoàn thành luận văn tốt nghiệp này.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Giáo viên hướng dẫn TS. Nguyễn Hiền Trung đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện đề tài tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này;

Các CBCNV trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình tiến hành thực nghiệm đề tài và bảo vệ luận văn thạc sĩ;

Các đồng chí lãnh đạo và tập thể cán bộ công nhân viên của Điện lực Mộc Châu - Công ty Điện lực Sơn La đã giúp đỡ tác giả thực hiện việc nghiên cứu, thu thập các số liệu để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này; các đồng nghiệp là những người đã hoàn thành chương trình cao học, đã dành thời gian đọc, đóng góp, chỉnh sửa cho luận văn thạc sĩ này hoàn thiện tốt hơn;

Những người thân trong gia đình, bạn bè của tác giả đã giúp đỡ, tạo điều kiện về thời gian, động viên tác giả trong quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn này;

Tác giả mong muốn tiếp tục nhận được sự chia sẻ, hỗ trợ và tạo điều kiện của Hội đồng Chấm luận văn thạc sĩ, các bạn bè, đồng nghiệp, gia đình và người thân.

Xin trân trọng cảm ơn.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN.....	iii
LỜI CẢM ƠN.....	iv
MỤC LỤC.....	v
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	viii
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3. Phương pháp nghiên cứu.....	2
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	2
5. Cấu trúc của luận văn.....	3
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ LƯỚI ĐIỆN 374-E17.1 MỘC CHÂU-SƠN LA VÀ VẤN ĐỀ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG ĐIỆN.....	4
1.1. Đặc điểm hiện trạng lưới điện 35kV Mộc Châu – Sơn La.....	4
1.1.1. Cấu trúc lưới.....	4
1.1.2. Đặc điểm vận hành.....	6
1.1.3. Thông số kỹ thuật các nhà máy thủy điện đầu nối vào lưới điện 374-E17.1 [4].....	6
1.1.2. Hệ thống kích từ.....	10
1.2. Vấn đề điều khiển hệ thống điện.....	10
1.2.1. Nhiệm vụ điều khiển HTĐ.....	10
1.2.2. Cấu trúc điều khiển HTĐ.....	12
1.3. Ổn định góc tải (góc rotor).....	16
1.3.1. Góc tải (góc rotor).....	16
1.3.2. Ổn định các tín hiệu nhỏ.....	18
1.4. Bộ ổn định HTĐ – PSS.....	20
1.5. Kết luận chương 1.....	22
Chương 2. MÔ HÌNH HÓA LƯỚI ĐIỆN 374-E17.1 MỘC CHÂU –SƠN LA.....	23
2.1. Giới thiệu chung về ETAP [16].....	23
2.2. Giải tích lưới bằng phần mềm ETAP.....	27
2.2.1. Phương pháp Newton-Rapshson.....	27
2.2.2. Phương pháp Adaptive Newton-Rapshson.....	28
2.2.3. Phương pháp Fast-Decoupled.....	28
2.2.4. Phương pháp Accelerated Gauss-Seidel.....	28
2.3. Áp dụng ETAP mô hình hóa mô phỏng lưới điện 374-E17.1.....	29
2.3.1. Mô hình hóa mô phỏng lưới điện 374-E17.1 Mộc Châu – Sơn La.....	29
2.3.2. Ứng dụng chức năng phân tích ổn định quá độ trong ETAP.....	38

2.4. Đánh giá hiện trạng ổn định lưới điện 374-E17.1 xét đến các thủy điện nhỏ.....	42
2.4.1. Kết quả mô phỏng nhà máy Suối Tân 1	42
2.4.2. Kết quả mô phỏng nhà máy Suối Tân 2	44
2.4.3. Kết quả mô phỏng nhà máy SơVin	46
2.5. Kết luận chương 2	48
Chương 3. NÂNG CAO ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN 374-E17.1 MỘC CHÂU-SƠN LA	49
3.1. Mô hình máy phát điện kinh điển	49
3.2. Mô hình kích từ và bộ điều chỉnh điện áp.....	52
3.3. Mô hình turbine và bộ điều chỉnh tốc độ	55
3.3.1. Mô hình turbine.....	55
3.3.2. Mô hình bộ điều tốc	56
3.4. Xây dựng mô hình tín hiệu nhỏ của hệ máy phát kết nối với HTĐ	57
3.5. Phân tích ảnh hưởng của PSS đối với ổn định tín hiệu nhỏ	63
3.6. Phân tích cấu trúc PSS	68
3.3.1. PSS đầu vào đơn – PSS1A	68
3.3.2. PSS đầu vào kép.....	69
3.7. Kết quả mô phỏng	71
3.7.1. Ổn định tĩnh hệ thống điện khi sử dụng hệ thống kích từ AC1A và PSS	71
3.7.2. Ổn định tĩnh hệ thống điện khi dùng hệ thống kích từ ST1 và PSS	73
3.7.3. Ổn định động của hệ thống điện khi xảy ra ngắn mạch 3 pha.....	84
3.8. Kết luận chương 3	87
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	88
TÀI LIỆU THAM KHẢO	89
PHỤ LỤC	90

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Biểu diễn	Ghi chú tiếng anh
PSS	Bộ ổn định HTĐ	Power System Stabilizer
AVR	Tự động điều chỉnh điện áp	Automatic Voltage Regulator
LFO	Dao động tần số thấp	Low Frequency Oscillation
LFC	Điều khiển tần số–tải	Load–frequency Control
AGC		Automatic Generation Control
HTKT	Hệ thống kích từ	Excitation Systems
CSTD	Công suất tác dụng	Active Power
CSPK	Công suất phản kháng	Reactive Power
HTĐ	Hệ thống điện	Power System
MBA	Máy biến áp	Transformer
AC	Xoay chiều	
DC	Một chiều	
p.u	Đơn vị tương đối	Per unit

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1-1. Danh mục các thủy điện nhỏ đầu nối vào lưới điện 35 kV.....	5
Bảng 1-2. Số liệu kỹ thuật nhà máy thủy điện Suối Tân 1	7
Bảng 1-3. Số liệu kỹ thuật nhà máy thủy điện Suối Tân 2	8
Bảng 1-4. Số liệu kỹ thuật nhà máy thủy điện SơVin	9
Bảng 2-1. Trở kháng ngắn mạch tại thanh cái 110 kV Sơn La	30
Bảng 2-2. Dữ liệu đầu vào kích từ AC1A các tổ máy trong ETAP	42
Bảng 3-1. Dữ liệu đầu vào kích từ ST1A các tổ máy trong ETAP	73
Bảng 3-2. Giá trị góc rotor các tổ máy ở các chế độ	74

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Sơ đồ một sợi lưới điện 35 kV Điện lực Mộc Châu	5
Hình 1.2. Sơ đồ lưới điện 374-E17.1 Mộc Châu – Sơn La	6
Hình 1.3. Các thành phần điều khiển liên quan trong một trạm phát điện [10]	11
Hình 1.4. Cấu trúc điều khiển HTĐ	12
Hình 1.5. Mô hình kích từ AC	14
Hình 1.6. Mô hình kích từ một chiều DC1A	15
Hình 1.7. Mô hình kích từ ST1A đầy đủ	15
Hình 1.8. Điều khiển tần số và phân phối CSTD trong HTĐ.....	16
Hình 1.9. Đặc tính công suất của máy phát	17
Hình 1.10. Dao động cục bộ.....	19
Hình 1.11. Dao động liên khu vực.....	19
Hình 1.12. Sơ đồ khối điều khiển HTKT có PSS	20
Hình 1.13. Cấu trúc cơ bản của PSS	22
Hình 2.1. Các cửa sổ chính trong ETAP 16.....	24
Hình 2.2. Các chức năng tính toán cơ bản trong ETAP 16	25
Hình 2.3. Thanh công cụ tính toán thông dụng	25
Hình 2.4. Các phần tử AC	26
Hình 2.5. Các thiết bị đo lường, bảo vệ.....	27
Hình 2.6. Sơ đồ mô phỏng lưới điện 374-E17.1 trong ETAP	29
Hình 2.7. Cửa sổ Info cài đặt thông số số nguồn.....	30
Hình 2.8. Cửa sổ cài đặt thông số số nguồn.....	31
Hình 2.9. Trang Rating cài đặt thông số MBA 3 cuộn dây	31
Hình 2.10. Cửa sổ cài đặt tổng trở máy biến áp 3 cuộn dây	32

Hình 2.11. Cửa sổ Info cài đặt thông số đường dây trên không-----	32
Hình 2.12. Cửa sổ cài đặt cấu hình đường dây trên không-----	33
Hình 2.13. Trang Rating cài đặt thông số MBA 2 cuộn dây-----	33
Hình 2.14. Cửa sổ cài đặt tổng trở máy biến áp 2 cuộn dây -----	34
Hình 2.15. Cửa sổ Info của tải Lump Load -----	34
Hình 2.16. Cửa sổ cài đặt tải Lump Load -----	35
Hình 2.17. Trang Rating cài đặt thông số máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện Suối Tân 1 --	35
Hình 2.18. Trang Imp/Model cài đặt mô hình động học máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện Suối Tân 1. -----	36
Hình 2.19. Trang Rating cài đặt thông số máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện Suối Tân 2 --	36
Hình 2.20. Trang Imp/Model cài đặt mô hình động học máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện Suối Tân 2. -----	37
Hình 2.21. Trang Rating cài đặt thông số máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện SơVin-----	37
Hình 2.22. Trang Imp/Model cài đặt mô hình động học máy phát H1/H2 nhà máy thủy điện SơVin.-----	38
Hình 2.23. Cửa sổ Info lựa chọn phương pháp tính phân bố công suất ban đầu-----	39
Hình 2.24. Cửa sổ thiết lập sự kiện (kích động) phân tích ổn định -----	39
Hình 2.25. Cửa sổ lựa chọn tổ máy (Device ID) và các tham số cần vẽ đồ thị (Plot Type)---	40
Hình 2.26. Cửa sổ lựa chọn tổ máy (Device ID) và các tham số cần vẽ đồ thị (Plot Type)---	41
Hình 2.27. Cửa sổ cài đặt thông số kỹ thuật cho hệ thống kích từ AC1A -----	41
Hình 2.28. Góc rotor của máy phát-----	43
Hình 2.29. Dòng điện kích từ máy phát-----	43
Hình 2.30. Điện áp kích từ máy phát-----	43
Hình 2.31. Công suất điện máy phát điện -----	44
Hình 2.32. Dòng điện đầu cực máy phát-----	44
Hình 2.33. Góc rotor của máy phát-----	44
Hình 2.34. Dòng điện kích từ máy phát-----	45
Hình 2.35. Điện áp kích từ máy phát-----	45
Hình 2.36. Công suất điện máy phát điện -----	45
Hình 2.37. Dòng điện đầu cực máy phát-----	46
Hình 2.38. Góc rotor của máy phát-----	46
Hình 2.39. Dòng điện kích từ máy phát-----	46
Hình 2.40. Điện áp kích từ máy phát-----	47
Hình 2.41. Công suất điện máy phát điện -----	47
Hình 2.42. Dòng điện đầu cực máy phát-----	47
Hình 3.1. Mô hình hệ thống máy phát điện kinh điển nối lưới-----	49
Hình 3.2. Sơ đồ khối máy phát điện kinh điển-----	51
Hình 3.3. Sơ đồ mạch máy kích từ một chiều độc lập-----	52
Hình 3.4. Sơ đồ mạch máy kích từ một chiều tự kích thích-----	53

Hình 3.5. Mô hình HTKT IEEE loại 1	55
Hình 3.6. Sơ đồ khối của hệ thống điều tốc cơ khí - thủy lực	56
Hình 3.7. Sơ đồ khối của hệ thống điều tốc điện tử - thủy lực	56
Hình 3.8. Mô hình hệ thống turbine và điều tốc đơn giản	57
Hình 3.9. Sơ đồ khối điều chỉnh kích từ máy phát nối lưới	58
Hình 3.10. Mô hình HTKT IEEE loại 1 với tín hiệu nhỏ	62
Hình 3.11. HTKT thyristor ST1 với AVR	62
Hình 3.12. Sơ đồ khối đã tuyến tính của máy phát bao gồm kích từ & AVR	63
Hình 3.13. Đáp ứng tự nhiên của góc tải δ với các nhiễu nhỏ	64
Hình 3.14. Đồ thị vector các thành phần mô men với AVR	65
Hình 3.15. Sơ đồ khối đã tuyến tính hệ máy phát nối lưới với kích từ, AVR và PSS	66
Hình 3.16. Đồ thị vector các thành phần mô men với kích từ, AVR & PSS	68
Hình 3.17. Sơ đồ khối của PSS1A – loại đầu vào đơn	69
Hình 3.18. Sơ đồ khối PSS2A	71
Hình 3.19. Góc rotor của 7 tổ máy có PSS	72
Hình 3.20. Dòng điện kích từ của 7 tổ máy có PSS	72
Hình 3.21. Điện áp kích từ của 7 tổ máy có PSS	72
Hình 3.22. Công suất điện của 7 tổ máy có PSS	73
Hình 3.23. Cài đặt thông số kích từ ST1	75
Hình 3.24. Cửa sổ cài đặt thông số PSS1A	75
Hình 3.25. Kết quả hiển thị trên màn hình tính toán ổn định trong ETAP ở chế độ ban đầu.	76
Hình 3.26. Kết quả hiển thị trên màn hình tính toán ổn định trong ETAP ở thời điểm 20s	77
Hình 3.27. Góc rotor của máy phát khi ST1 và PSS1A	78
Hình 3.28. Dòng điện kích từ máy phát ST1 và PSS1A	78
Hình 3.29. Điện áp kích từ máy phát ST1 và PSS1A	78
Hình 3.30. Công suất điện máy phát điện ST1 và PSS1A	79
Hình 3.31. Dòng điện đầu cực máy phát ST1 và PSS1A	79
Hình 3.32. Góc rotor của máy phát ST1 và PSS1A	79
Hình 3.33. Dòng điện kích từ máy phát ST1 và PSS1A	80
Hình 3.34. Điện áp kích từ máy phát ST1 và PSS1A	80
Hình 3.35. Công suất điện máy phát điện ST1 và PSS1A	80
Hình 3.36. Dòng điện đầu cực máy phát ST1 và PSS1A	81
Hình 3.37. Góc rotor của máy phát ST1 và PSS1A	81
Hình 3.38. Dòng điện kích từ máy phát ST1 và PSS1A	81
Hình 3.39. Điện áp kích từ máy phát ST1 và PSS1A	82
Hình 3.40. Công suất điện máy phát điện ST1 và PSS1A	82
Hình 3.41. Dòng điện đầu cực máy phát ST1 và PSS1A	82
Hình 3.42. Góc rotor của 7 máy phát có PSS1A	83
Hình 3.43. Dòng điện kích từ của 7 máy phát ST1 và PSS1A	83