

NGUYỄN ĐỨC NINH LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT TỰ ĐỘNG HÓA TN 2011	ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT NGÀNH: TỰ ĐỘNG HÓA NGHIÊN CỨU VÀ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG NGUỒN CÔNG SUẤT – PSS NGUYỄN ĐỨC NINH THÁI NGUYÊN 2011
--	---

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGHIÊN CỨU VÀ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ
THỐNG NGUỒN CÔNG SUẤT - PSS

Ngành: TỰ ĐỘNG HÓA

Học Viên: NGUYỄN ĐỨC NINH

Người HD Khoa học: TS. PHẠM QUANG ĐĂNG

THÁI NGUYÊN – 2011

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC
KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

----------

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Họ và tên học viên : Nguyễn Đức Ninh
Ngày tháng năm sinh : Ngày 12 tháng 03 năm 1984
Nơi sinh : Lâm Thao - Phú Thọ
Nơi công tác :
Cơ sở đào tạo : Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên
Chuyên ngành : Tự động hóa
Khóa học : K12- TĐH
Ngày giao đề tài :
Ngày hoàn thành đề tài :

TÊN ĐỀ TÀI:

**NGHIÊN CỨU VÀ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG
NGUỒN CÔNG SUẤT - PSS**

Người hướng dẫn khoa học: TS. Phạm Quang Đăng
Trung tâm Nghiên cứu Triển khai công nghệ cao –
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

NGƯỜI HƯỚNG DẪN

HỌC VIÊN

TS. Phạm Quang Đăng

Nguyễn Đức Ninh

BAN GIÁM HIỆU

KHOA SAU ĐẠI HỌC

MỤC LỤC

MỤC LỤC	1
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	4
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ	5
MỞ ĐẦU	7
1. Tính cấp thiết của đề tài	7
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	7
3. Phương pháp nghiên cứu	7
4. Phạm vi nghiên cứu	8
5. Kết cấu luận văn	8
CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN VÀ MÁY PHÁT ĐIỆN TRONG ĐIỀU KIỆN HÒA LƯỚI	9
1.1. Máy phát điện đồng bộ	9
1.1.1. Giới thiệu chung	9
1.1.2. Kết cấu máy phát điện đồng bộ 3 pha	9
1.1.3. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ	9
1.2. Các đặc tính của máy phát điện đồng bộ	10
1.2.1. Phương trình điện áp của máy phát điện đồng bộ	10
1.2.2. Đặc tính không tải của máy phát điện đồng bộ	12
1.2.3. Đặc tính ngắn mạch và tỷ số ngắn mạch K	12
1.2.4. Đặc tính ngoài	13
1.2.5. Đặc tính điều chỉnh	14
1.2.6. Đặc tính tải	15
1.3. Điều chỉnh công suất trong máy phát	16
1.3.1. Điều chỉnh công suất tác dụng P	17
1.3.2. Điều chỉnh công suất phản kháng Q	20
1.4. Mô hình toán máy phát điện đồng bộ	21
1.4.1. Phương trình máy phát điện đồng bộ trong hệ trục 3 pha	21
1.4.2. Phương trình máy phát điện đồng bộ viết ở hệ trục vuông góc	23
1.4.2.1. Phương trình stato	24
1.4.2.2. Phương trình rôto	25
1.4.2.3. Phương trình từ thông	26
1.4.2.4. Phương trình mômen	29
1.4.3. Phương trình máy phát điện đồng bộ viết ở đại lượng tương đối	30
1.4.3.1. Các đại lượng so sánh cơ bản	30
1.4.3.2. Phương trình máy phát điện đồng bộ trong hệ đơn vị tương đối	31
1.5. Máy điện đồng bộ trong hệ thống điện	33
CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU VỀ HỆ THỐNG KÍCH TỪ CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN VÀ THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG NGUỒN CÔNG SUẤT	36
2.1. Hệ thống kích từ máy phát điện	36
2.1.1. Khái niệm	36
2.1.2. Các thành phần của hệ thống kích từ	36
2.1.3. Bộ tự động điều chỉnh điện áp máy phát	37
2.1.4. Bộ chỉnh lưu kích từ thyristor	38
2.1.5. Một số hệ thống kích từ cho máy phát điện đồng bộ	38
2.1.5.1. Hệ thống kích từ dùng máy phát điện một chiều	38
2.1.5.2. Hệ thống kích từ dùng máy phát điện xoay chiều tần số cao	39
2.1.5.3. Hệ thống kích từ không chổi than	40

2.1.5.4. Hệ thống kích từ tĩnh (Static Exciter).....	41
2.1.6. Thiết lập hệ phương trình của hệ thống điều chỉnh kích từ.....	42
2.1.6.1. Hệ thống tự động điều chỉnh kích từ (Automatic Voltage Regulator)	42
2.1.6.2. Thiết lập hệ phương trình của hệ thống điều chỉnh kích từ	43
2.2. Hệ thống ổn định công suất	45
2.2.1. Trạng thái ổn định	45
2.2.2. Trạng thái ổn định tức thời	46
2.2.3. Tác động của hệ thống kích từ đối với sự ổn định	47
2.2.4. Ổn định các kích động nhỏ	48
2.2.4.1. Dao động máy phát khi làm việc song song với lưới điện	48
2.2.4.2. Dao động cường bức của máy phát điện đồng bộ khi làm việc ở chế độ ốc đảo (dao động nội tại của máy phát điện)	51
2.2.4.3. Dao động liên khu vực.....	51
2.2.5. Thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất (PSS)	52
2.2.6. Triệt tiêu các dao động cơ điện.....	53
2.3. Phân loại các thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất	54
2.3.1. Các thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất dựa trên tín hiệu tốc độ	54
2.3.2. Thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất đầu vào kép	55
2.3.2.1. Thiết bị ổn định công suất đầu vào kép PSS2A	56
2.3.2.2. Thiết bị ổn định công suất đầu vào kép PSS2B.....	57
2.3.2.3. Thiết bị ổn định công suất đầu vào kép PSS3B.....	58
2.3.2.4. Thiết bị ổn định công suất đầu vào kép PSS4B.....	58
2.3.3. Lựa chọn thiết bị ổn định công suất	59
2.3.3.1. Tín hiệu tốc độ.....	59
2.3.3.2. Bộ lọc xoắn.....	59
2.3.3.3. Bù pha và lựa chọn tín hiệu ổn định.....	60
2.4. Hệ thống tự động điều chỉnh điện áp máy phát có PSS	60
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG NGUỒN CÔNG SUẤT.....	62
3.1. Phương pháp thiết kế PSS	62
3.1.1. Phương pháp tiếp cận mômen tắt dần.....	62
3.1.2. Phương pháp tiếp cận đáp ứng tần số	63
3.1.3. Phương pháp tiếp cận giá trị riêng và biến trạng thái.....	63
3.2. Mô hình máy phát điện cổ điển	66
3.3. Ảnh hưởng của động học mạch từ máy phát điện đồng bộ	68
3.4. Xây dựng ma trận trạng thái	74
3.5. Ảnh hưởng của hệ thống kích từ	78
3.6. Thiết kế bộ điều khiển PSS	80
3.6.1. Thiết kế bộ điều khiển	80
3.6.2. Tính toán các thông số phục vụ cho mô phỏng	87
CHƯƠNG 4: MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG THIẾT BỊ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG NGUỒN CÔNG SUẤT.....	93
4.1. Mục đích của mô phỏng	93
4.2. Các thành phần chính và tham số của hệ thống mô phỏng.....	93
4.2.1. Máy phát điện đồng bộ	93
4.2.2. Hệ thống kích từ	93
4.2.3. Bộ điều khiển PSS.....	94
4.2.4. Hệ thống điều tốc governor	94
4.2.5. Máy biến áp	94

4.2.6. Các phần tử khác	95
4.3. Mô hình mô phỏng hệ thống	95
4.4. Kết quả mô phỏng	95
4.4.1. Dạng đáp ứng đầu ra PSS	95
4.4.2. Dạng đáp ứng đầu ra của hệ thống kích từ	96
4.4.3. Sai lệch góc phụ tải.....	96
4.4.4. Dạng điện áp đầu cực máy phát.....	97
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	98
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	99

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa
PSS	Thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất, viết tắt của <u>P</u> ower <u>S</u> ystem <u>S</u> tabilizer.
AVR	Bộ tự động điều chỉnh điện áp, viết tắt của <u>A</u> utomatic <u>V</u> oltage <u>R</u> egulator.
CSPK	Công suất phản kháng.
HTĐ	Hệ thống điện.
VAC	Điện áp xoay chiều, viết tắt của <u>V</u> oltage <u>A</u> lternating <u>C</u> urrent.
TĐK	Thiết bị tự động điều chỉnh kích từ.
CLK	Chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển.
CĐXL	Chế độ xác lập.
QTQĐ	Quá trình quá độ.
VP	Kênh điều chỉnh theo tín hiệu đạo hàm.
CH	Bộ phận kích thích cường hành.
ĐL	Máy biến áp đo lường.
BĐ	Thiết bị biến đổi(chỉnh lưu và lọc).
SS	Khởi so sánh.
TCL	Chỉnh lưu thyristor.
MBA	Máy biến áp.
MF	Máy phát.

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Tên hình vẽ	Trang
Hình 1.1: Nguyên lý quá trình sản xuất điện năng.....	9
Hình 1.2: Đồ thị sức điện động của máy phát điện cực lõi.....	11
Hình 1.3: Đặc tính không tải máy phát: Tuabin hơi(1), máy phát tuabin nước(2).....	12
Hình 1.4: Đặc tính ngắn mạch của máy phát đồng bộ.....	13
Hình 1.5: Đặc tính ngoài của máy phát điện đồng bộ.....	14
Hình 1.6: Đặc tính điều chỉnh của máy phát điện đồng bộ.....	15
Hình 1.7: Xác định đặc tính tải thuần cảm từ đặc tính không tải và tam giác điện kháng.....	15
Hình 1.8: Công suất tác dụng và công suất chỉnh bộ của máy phát điện.....	17
Hình 1.9: Đồ thị véc tơ suất điện động.....	20
Hình 1.10: Họ các đặc tính hình V của máy phát điện đồng bộ.....	21
Hình 1.11: Biểu diễn hệ số tự cảm cuộn dây pha a stato.....	27
Hình 1.12: Biểu diễn hệ số hổ cảm giữa các pha stato.....	28
Hình 2.1: Hệ thống kích từ dùng máy phát điện một chiều.....	39
Hình 2.2: Hệ thống kích từ dùng máy phát điện xoay chiều tần số cao.....	40
Hình 2.3: Hệ thống kích từ không chổi than.....	41
Hình 2.4: Hệ thống kích từ tĩnh.....	42
Hình 2.5: Sơ đồ cấu trúc TĐK tác động mạnh.....	42
Hình 2.6: Sơ đồ khối cấu trúc và hàm truyền hệ TĐK tác động mạnh.....	44
Hình 2.7: Trạng thái ổn định tức thời.....	46
Hình 2.8: Ảnh hưởng của tác động nhanh đến hệ thống kích từ.....	47
Hình 2.9: Thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất dựa vào tín hiệu tốc độ PSS1A.....	54
Hình 2.10: Sơ đồ khối thiết bị ổn định công suất PSS2A.....	57
Hình 2.11: Sơ đồ khối thiết bị ổn định công suất PSS2B.....	57
Hình 2.12: Mô tả PSS2A và PSS2B kết nối với hệ thống tuabin – máy phát	58
Hình 2.13: Sơ đồ khối của thiết bị ổn định công suất PSS3B.....	58
Hình 2.14: Sơ đồ khối của thiết bị ổn định công suất PSS4B.....	58
Hình 2.15: Khâu lọc thông cao.....	59
Hình 2.16: Bộ lọc các thành phần xoắn.....	60
Hình 2.17: Khâu khuếch đại và bù pha.....	60
Hình 2.18: Sơ đồ khối hệ thống tự động điều chỉnh điện áp và ổn định công suất máy phát đồng bộ.....	61
Hình 3.1: Mô hình hệ thống máy phát điện cổ điển.....	66
Hình 3.2: Sơ đồ khối máy phát cổ điển.....	67
Hình 3.3: Sơ đồ khối biểu diễn véc tơ điện áp máy phát và điện áp cuối đường dây lên hệ trục dq.....	69

Hình 3.4: Sơ đồ mạch thay thế tương đương máy phát điện.....	69
Hình 3.5: Hệ thống lưới với nhiều máy phát đồng bộ.....	71
Hình 3.6: Sơ đồ tương đương với máy phát.....	76
Hình 3.7: Hệ thống kích từ thyristor với AVR.....	79
Hình 3.8: Mô hình sơ đồ khối hệ thống kích từ và máy phát đồng bộ với AVR.....	80
Hình 3.9: Mô hình sơ đồ khối đã tuyến tính của máy phát đồng bộ bao gồm AVR và PSS.....	81
Hình 3.10: Sơ đồ khối hệ thống kích từ thyristor AVR và PSS.....	83
Hình 3.11: Sơ đồ cấu trúc của mô hình hệ thống kích từ yêu cầu cao.....	86
Hình 4.1: Mô hình máy phát điện đồng bộ.....	93
Hình 4.2: Hệ thống kích từ.....	93
Hình 4.3: Bộ điều khiển PSS.....	94
Hình 4.4: Hệ thống điều tốc governor.....	94
Hình 4.5: Máy biến áp ba pha.....	95
Hình 4.6: Sơ đồ mô phỏng hệ thống trong Matlab – Simulink.....	95
Hình 4.7: Đáp ứng điện áp đầu ra PSS.....	96
Hình 4.8: Đáp ứng đầu ra của hệ thống kích từ.....	96
Hình 4.9: Sai lệch góc phụ tải.....	97
Hình 4.10: Đáp ứng điện áp đầu cực máy phát.....	97

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ở Việt Nam, sự khởi sắc của nền kinh tế sau đổi mới, làm nhu cầu về điện gia tăng đột biến. Để đáp ứng được sự gia tăng đó, chúng ta đang xây dựng rất nhiều các nhà máy điện như: thủy điện Sơn La, nhiệt điện Vĩnh Tân 2, nhiệt điện Vũng Áng... đồng thời mở rộng các nhà máy nhiệt điện đang có: Phả Lại 2, Uông Bí, Cẩm Phả, trung tâm nhiệt điện Phú Mỹ... Đặc biệt là việc phát triển các nhà máy thủy điện nhỏ: thủy điện Nho Quế 3 hay thủy điện Nậm Ly..., phần lớn thiết bị của chúng là ngoại nhập.

Trong các nhà máy điện thì máy phát điện đồng bộ là thiết bị quan trọng, mà hệ thống kích từ là một trong các hệ thống thiết bị quan trọng nhất quyết định đến sự làm việc an toàn của máy phát điện. Nên khi vận hành cần quan tâm đến các vấn đề:

Một là khi hệ thống bị tác động bởi sự cố hoặc khi phụ tải thay đổi nhanh, dẫn đến công suất phát ra sẽ thay đổi xuất hiện sự mất đồng bộ của máy phát điện đồng bộ, thời gian kéo dài có thể gây phá hủy máy.

Hai là khi vận hành các tổ máy phát điện đồng bộ làm việc song song trong một nhà máy hay quá trình hòa vào lưới điện, làm xuất hiện các dao động, ảnh hưởng đến chế độ làm việc của hệ thống điện, nếu thời gian kéo dài làm cho chất lượng điện năng giảm.

Để đảm bảo cho hệ thống làm việc tốt thì cần phải loại bỏ được hoặc làm suy giảm tới mức tối thiểu những nhiễu loạn trên hệ thống, thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất (PSS) đã được sử dụng cho mục đích này [7, 8, 9].

Cho đến nay thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất (PSS) đã được rất nhiều các tác giả nước ngoài quan tâm, tuy nhiên trong nước thì rất ít tác giả hay tài liệu nói đến PSS. Do đó trong quá trình xây dựng, cũng như để hòa lưới cho các nhà máy gặp nhiều khó khăn như: thiết bị ngoại nhập có giá cao làm tăng chi phí đầu tư ban đầu, tài liệu viết bằng tiếng anh...

Đề tài này, nhằm nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển cho thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất (PSS), góp phần giải quyết được những khó khăn trên.

Với những lý do nêu trên, tác giả mạnh dạn tìm hiểu nghiên cứu, thiết kế bộ điều khiển PSS với hy vọng sẽ được ứng dụng rộng rãi trong thực tế, làm giảm chi phí đầu tư, tăng tỷ lệ nội địa hóa cho các trạm phát điện mới và nâng cao hiệu quả hoạt động của các trạm phát điện hiện có.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa khoa học: Ứng dụng kỹ thuật điều khiển mới xây dựng bộ điều khiển để ổn định hệ thống công suất, nhằm nâng cao chất lượng hoạt động của các thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất PSS.

Ý nghĩa thực tiễn: Làm chủ được công nghệ thiết kế và chế tạo thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất, ứng dụng cho các trạm phát điện vừa và nhỏ.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết:

– Tham khảo sách giáo khoa, giáo trình, tài liệu... về hệ thống điện, máy phát điện, hệ thống kích từ máy phát.

– Tìm hiểu nghiên cứu tài liệu trên thế giới về thiết bị ổn định hệ thống nguồn công suất (PSS – Power System Stabilizer).

– Xây dựng mô hình toán học: Cho hệ thống máy phát, bộ điều khiển, máy biến áp, đường dây truyền tải,...