

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LÊ HOÀNH SÂM

***Khảo sát và thiết kế thiết bị bù công suất
phản kháng tĩnh cho trạm truyền tải điện
220kV***

Chuyên ngành:

Mã số:

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Người hướng dẫn khoa học: TS. VÕ QUANG VINH

THÁI NGUYÊN, 2010

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin trân trọng gửi lời cảm ơn tới Khoa Đào tạo sau đại học, Bộ môn Tự động hoá XNCN thuộc trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình tôi thực hiện luận văn này.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới TS. Võ Quang Vinh, người đã định hướng và tận tình chỉ bảo, hướng dẫn tôi để tôi có thể hoàn thành bản luận văn này.

Cuối cùng tôi xin được nói lời cảm ơn sâu sắc tới gia đình, bạn bè, đồng nghiệp, lãnh đạo Công ty Điện lực Thái Nguyên đã động viên, giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong suốt quá trình tôi học tập và nghiên cứu.

Thái Nguyên, *tháng 9 năm 2010*

Lê Hoàng Sấm

LỜI CAM ĐOAN

*Tôi xin cam đoan luận văn này là do tôi nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của thầy giáo.TS. **Võ Quang Vinh**. Các nội dung, thông số và số liệu trong đề tài là hoàn toàn trung thực và chưa từng công bố trong bất kì công trình nào khác.*

Tác giả luận văn

Lê Hoàn Sấm

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ BÙ CÔNG SUẤT TRONG

LƯỚI ĐIỆN	1
1.1. Đặt vấn đề	1
1.2. Khái niệm hệ thống điện và phụ tải điện	
1.2.1. Hệ thống điện	
1.2.2. Phụ tải điện	
1.3. Chế độ làm việc và cân bằng công suất trong hệ thống điện	
1.3.1. Chế độ làm việc	
1.3.2. Cân bằng công suất tác dụng và công suất phản kháng	
1.4. Tổn thất điện áp trên đường dây truyền tải điện	
1.4.1. Tổn thất điện áp tính theo dòng điện, vectơ điện áp	
1.4.2. Tính toán tổn thất điện áp theo công suất	
1.5. Khái niệm chung về điều chỉnh điện áp	
1.5.1. Ảnh hưởng của điện áp đến hoạt động của hệ thống điện.....	
1.5.2. Nhiệm vụ của điều chỉnh điện áp	
1.5.3. Quan hệ giữa công suất phản kháng và điện áp	
1.6. Tổng quan về bù công suất phản kháng khi truyền tải	
1.6.1. Công suất phản kháng trên đường dây truyền tải	
1.6.2. Bù công suất phản kháng trên đường dây truyền tải	
1.7. Bù dọc và bù ngang đường dây	
1.7.1. Bù dọc	
1.7.2. Bù ngang	

CHƯƠNG 2: CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG VÀ ĐẶC TÍNH

LÀM VIỆC CỦA THIẾT BỊ BÙ TÍNH CÓ ĐIỀU KHIỂN SVC ...

2.1. Đặt vấn đề	
2.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các thiết bị bù tính SVC	

2.2.1. Cấu tạo chung	
2.2.2. Nguyên lý hoạt động	
2.2.3. Đặc tính tĩnh V-I của SVC	
2.3. Kháng điều chỉnh bằng Thyristor TCR (Thyristor Controlled Reactor)	
2.3.1 Sơ đồ nguyên lý	
2.3.2. Đặc tính làm việc của TCR	
2.4. Thiết bị bù tĩnh FC-TCR (Fix capacitor and Thyristor control reactor).....	
2.4.1. Sơ đồ nguyên lý	
2.4.2. Đặc tính làm việc	
2.5. Tự đóng mở bằng Thyristor TSC (Thyristor Switched Capacitor).....	
2.5.1. Sơ đồ nguyên lý	
2.5.2. Nguyên lý hoạt động của TSC	
2.6. Một số ứng dụng của SVC trong hệ thống điện	
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG BÙ CÔNG SUẤT 100MVar	
CHO HỆ THỐNG ĐIỆN	
3.1.Chọn sơ đồ mạch lực SVC	
3.1.1. Sơ đồ mắc kiểu hình sao	
3.1.2. Sơ đồ mắc kiểu hình tam giác	
3.2. Tính toán thông số của SVC	
3.2.1. Tính toán thông số cuộn kháng L của TCR	
3.2.2. Tính toán thông số bộ lọc	
3.2.3. Tính toán giá trị bộ tụ điện C	
3.2.4. Tính toán thông số của thyristor	
3.2.5. Tính toán bảo vệ thyristor	
3.3. Thiết kế hệ thống điều khiển	
3.3.1. Khối lượng đo	
3.3.2. Khối điều khiển điện áp	
3.3.3. Khối tính toán góc mở Thyristor	

3.3.4	Khởi phát xung điều khiển .....	.....
3.3.5	Tín hiệu điều khiển bổ sung .....	.....
CHƯƠNG 4: THỰC HIỆN MÔ PHỎNG HỆ THỐNG VỚI CÔNG CỤ		
MATLAB SIMULINK		
4.1	Mô hình bài toán cần mô phỏng .....	.....
4.2	Sơ đồ mô phỏng trong simulink .....	.....
4.2.1	Sơ đồ mạch công suất .....	.....
4.2.2	Sơ đồ mạch điều khiển .....	.....
4.3	Kết quả mô phỏng khi dùng bộ PI thông thường .....	.....
4.3.1	Kết quả mô phỏng trường hợp 1 .....	.....
4.3.2	Kết quả mô phỏng trường hợp 2 .....	.....
4.3.3	Kết quả mô phỏng trường hợp 3 .....	.....
4.4	Sử dụng luật mờ để nâng cao chất lượng điều khiển SVC .....	.....
4.4.1	Đặt vấn đề .....	.....
4.4.2	Cơ sở thuật toán điều khiển .....	.....
4.4.3	Thiết kế bộ điều khiển mờ và luật mờ .....	.....
4.4.4	Kết quả mô phỏng so sánh bộ PI thường và điều khiển mờ .....	.....

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Mạch RLC nối tiếp và đồ thị vectơ điện áp	
Hình 1.2. Đồ thị quan hệ giữa P và Q	
Hình 1.3. Mô hình truyền tải điện.....	
Hình 1.4. Sơ đồ tổn thất điện áp	
Hình 2.1. Mô hình SVC	
Hình 2.2. Sơ đồ thay thế tương đương của SVC	
Hình 2.3. Đặc tính V-I của SVC	
Hình 2.4. Đặc tính điều chỉnh của SVC	
Hình 2.5. Sơ đồ cấu tạo của TCR	
Hình 2.6. Dạng sóng điện áp và dòng điện của TCR một pha với các góc mở . (a) $\alpha = 90^0$; (b) $\alpha = 100^0$; (c) $\alpha = 130^0$; (d) $\alpha = 150^0$	
Hình 2.7. Đồ thị điện áp và dòng điện TCR	
Hình 2.8. Quan hệ giữa điện dẫn B_L và góc dẫn σ	
Hình 2.9. Đặc tính bù V- I của TCR	
Hình 2.10. Các sóng hài bậc cao trong phần tử TCR	
Hình 2.11. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo FC - TCR	
Hình 2.12. Đặc tính làm việc	
Hình 2.13. Sơ đồ cấu tạo của TSC	
Hình 2.14. Nguyên lý hoạt động của TSC	
Hình 2.15. Sơ đồ kết nối của TSC	
Hình 2.16. Mối quan hệ giữa B_{TSC} và số lượng các TSC dẫn	
Hình 2.17. Điều chỉnh điện áp tại nút phụ tải bằng SVC	
Hình 2.18. Sự thay đổi điện áp tại thanh cái phụ tải khi có và không có SVC ..	
Hình 3.1. Sơ đồ mắc FC- TCR kiểu hình sao	
Hình 3.2. Sơ đồ mắc FC - TCR kiểu tam giác	

Hình 3.3. Sơ đồ bảo vệ quá điện áp	
Hình 3.4. Sơ đồ mắc điện trở phân áp	
Hình 3.5. Sơ đồ mạch lực TCR	
Hình 3.6. Sơ đồ tổng quát hệ thống điều khiển thiết bị bù tĩnh SVC	
Hình 3.7. Khối đo lường	
Hình 3.8. Sơ đồ khối mạch điều chỉnh điện áp	
Hình 3.9. Quan hệ giữa điện dẫn và góc mở α	
Hình 3.10. Sơ đồ tín hiệu bổ sung	
Hình 4.1. Sơ đồ hệ thống điện	
Hình 4.2. Sơ đồ mô phỏng hệ thống trên Matlab simulink	
Hình 4.3. Sơ đồ mô phỏng khối TCR	
Hình 4.4. Sơ đồ khối điều khiển	
Hình 4.5. Sơ đồ mô phỏng khối đo lường	
Hình 4.6. Sơ đồ mô phỏng khối điều chỉnh điện áp	
Hình 4.7. Sơ đồ mô phỏng tính góc mở Thyristor	
Hình 4.8. Sơ đồ mô phỏng mạch phát xung điều khiển TCR	
Hình 4.9. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện	
Hình 4.10. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện	
Hình 4.11. Công suất phản kháng phát của SVC	
Hình 4.12. Đồ thị góc mở α cấp cho TCR	
Hình 4.13. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện	
Hình 4.14. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện.	
Hình 4.15. Công suất phản kháng phát của SVC	

Hình 4.16. Đồ thị góc mở α cấp cho TCR	
Hình 4.17. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện	
Hình 4.18. Đồ thị điện áp hiệu dụng 3 pha tại nút phụ tải và công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện	
Hình 4.19. Công suất phản kháng phát của SVC	
Hình 4.20. Đồ thị góc mở α cấp cho TCR	
Hình 4.21. Cấu trúc điều khiển mờ	
Hình 4.22. Biểu diễn luật mờ Ki trên không gian	
Hình 4.23. Biểu diễn luật mờ Kp trong không gian	
Hình 4.24. Sơ đồ cấu trúc điều khiển luật PI động	
Hình 4.25. Điện áp tại thanh cái đặt SVC	
Hình 4.26. Công suất phản kháng tại thanh cái đặt SVC	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

FACTS: (Flexible AC Transmission System) Hệ thống truyền tải điện xoay chiều linh hoạt

SVC (Static Var Compensator) : Máy bù tĩnh

TCR (Thyristor Controlled Reactor) : Kháng điều khiển bằng thyristor

TSC (Thyristor Switched Capacitor) : Tụ đóng cắt bằng thyristor

TSR (Thyristor Switched Reactor) : Kháng đóng cắt bằng thyristor

FC (Fixed Capacitor) : Tụ điện cố định

α : Góc mở của thyristor

σ : Góc dẫn của thyristor

I_L : Dòng điện qua cuộn kháng

I_{Lft} : Biên độ của dòng điện cơ bản qua cuộn kháng TCR

$B_{L(\sigma)}$: Điện dẫn tương đương của TCR theo góc dẫn σ

X_L : Điện kháng của TCR ở tần số cơ bản

X_{sl} : Điện kháng đặc trưng cho độ dốc đường đặc tính tĩnh V-I của TCR

V_{ref} : Điện áp của SVC

I_{SVC} : Dòng điện chạy qua SVC

B_{SVC} : Điện dẫn tương đương của SVC

B_{TCR} : Điện dẫn tương đương của TCR

U_{norm} : Điện áp định mức của hệ thống

$S_{short\ circuit}$: Cấp công suất ngắn mạch tương đương của hệ thống