

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



NGUYỄN TRƯỜNG DU

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ BÙ $\text{COS}\varphi$ TÍNH SỬ DỤNG
BỘ BIẾN ĐỔI BÁN DẪN CÔNG SUẤT

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN

THÁI NGUYÊN - 2019

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

NGUYỄN TRƯỜNG DU

**NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ BÙ $\cos\phi$ TĨNH SỬ DỤNG
BỘ BIẾN ĐỔI BÁN DẪN CÔNG SUẤT**

Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN

Mã ngành: 8 52 02 01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. TRẦN XUÂN MINH

THÁI NGUYÊN - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: Nguyễn Trường Du

Học viên: Lớp cao học K20, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Điện lực Ngân Sơn - Công ty Điện lực Bắc Kạn.

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: “*Nghiên cứu, thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị bù cos ϕ tĩnh sử dụng bộ biến đổi bán dẫn công suất*”.

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Tôi xin cam đoan những vấn đề được trình bày trong bản luận văn này là những nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Trần Xuân Minh và sự giúp đỡ của các cán bộ Khoa Điện, Trường Đại học Kỹ thuật Công Nghiệp - Đại học Thái Nguyên. Mọi thông tin trích dẫn trong luận văn này đã được ghi rõ nguồn gốc.

Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về những số liệu trong luận văn này.

Thái Nguyên, ngày 15 tháng 4 năm 2019

Học viên thực hiện

Nguyễn Trường Du

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt thời gian nghiên cứu thực hiện luận văn này tôi luôn nhận được sự hướng dẫn, chỉ bảo tận tình của PGS.TS. Trần Xuân Minh, người trực tiếp hướng dẫn luận văn cho tôi. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới thầy.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo, cán bộ, kỹ thuật viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên đã tạo điều kiện giúp đỡ tốt nhất để tôi có thể hoàn thành đề tài nghiên cứu này. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn những đóng góp quý báu của các bạn cùng lớp đồng viên và giúp đỡ tôi trong quá trình thực hiện đề tài. Xin gửi lời chân thành cảm ơn đến các cơ quan, xí nghiệp, Công ty Điện lực Bắc Kạn đã giúp tôi khảo sát tìm hiểu thực tế và lấy số liệu phục vụ cho luận văn.

Cuối cùng, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới gia đình, đồng nghiệp và bạn bè đã luôn đồng viên, khích lệ, chia sẻ khó khăn cùng tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu hoàn thiện luận văn này.

Thái Nguyên, ngày 15 tháng 4 năm 2019

Học viên

Nguyễn Trường Du

MỤC LỤC

Lời cam đoan.....	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục.....	iii
Danh mục viết tắt	v
Danh mục các bảng	vi
Danh mục các hình.....	vii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\varphi$	3
1.1. Công suất & hệ số công suất $\cos\varphi$	3
1.1.1. Các loại công suất trong hệ thống điện.....	3
1.1.2. Hệ số công suất $\cos\varphi$	4
1.2. Ý nghĩa của hệ số công suất $\cos\varphi$	4
1.3. Các yếu tố ảnh hưởng tới hệ số công suất.....	5
1.4. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$	7
1.4.1. Giảm tổn thất công suất trong hệ thống cung cấp điện.....	7
1.4.2. Giảm tổn thất điện áp trên đường dây truyền tải điện	7
1.4.3. Tăng năng lực truyền tải của đường dây và máy biến áp	8
1.5. Kết luận chương 1	8
CHƯƠNG 2: CÁC PHƯƠNG PHÁP BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT	9
2.1. Các phương pháp bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất truyền thống.....	9
2.1.1. Phương pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ tự nhiên.....	9
2.1.2. Phương pháp nâng cao hệ số $\cos\varphi$ nhân tạo	12
2.1.3. Vị trí đặt thiết bị bù	20

2.1.4. Xác định dung lượng bù.....	20
2.2. Đề xuất phương pháp bù CSPK nâng cao hệ số công suất.....	23
2.3. Kết luận chương 2	25
CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG KIỂU BÙ TỤ ĐIỆN TÍNH	26
3.1. Bù công suất phản kháng sử dụng cấu trúc FC-TCR.....	26
3.2. Bù công suất phản kháng sử dụng cấu trúc đề xuất DSVC	28
3.2.1. Phương pháp bù CSPK sử dụng các chuyển mạch cơ khí (DVC)..	28
3.2.2. Phương pháp bù CSPK sử dụng Thyristors (SVC).....	30
3.2.3. Phương pháp bù lai DSVC.....	30
CHƯƠNG 4: XÂY DỰNG CẤU TRÚC HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BÙ COSϕ TÍNH	33
4.1. Thiết kế hệ thống điều khiển bù công suất phản kháng kiểu tĩnh FC-TCR.....	33
4.1.1. Mô hình hóa hệ thống bù công suất phản kháng FC-TCR	33
4.1.2. Tính toán giá trị tụ bù cố định FC.....	34
4.1.3. Tính toán giá trị điện cảm (L) tại nhánh TCR	35
4.1.4. Mối liên hệ giữa điện cảm (L) ở nhánh TCR, góc kích mở thyristor (α), và việc bù CSPK.....	36
4.1.5. Thiết kế bộ điều khiển PID theo phương pháp Ziegler-Nichols.....	37
4.2. Kết quả mô phỏng hệ thống trên phần mềm Matlab/Simulink.....	40
4.2.1. Sơ đồ mô phỏng	40
4.2.2. Kết quả mô phỏng	44
4.3. Kết luận chương 4	47
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ.....	48
TÀI LIỆU THAM KHẢO	48

DANH MỤC VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Thuật ngữ đầy đủ	Chú thích
CSPK	Công suất phản kháng	
CSTD	Công suất tác dụng	
DSVC	Dynamic - Static Var Compensation	
FACTS	Flexible alternating current transmission systems	
FC	Fixed Capacitor	
FC-TCR	Fixed Capacitor - Thyristor controller Reactor	
PF	Power factor	Hệ số công suất
SSSC	Static Synchronous Series Controllers	
SVC	Static Var Compensation	Bù công suất kiểu tĩnh
STATCOM	Static Synchronous Compensator	
TCR	Thyristor controller Reactor	
TCSC	Thyristor Controlled Series Compensation	
TSC	Thyristor Switched Capacitor	
VAr	Volt-ampere reactive	Đơn vị công suất phản kháng

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 4.1: Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất 38

Bảng 4.2: Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ 2 39

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Tam giác công suất.....	4
Hình 2.1. Bộ bù tĩnh sử dụng các tụ điện mắc song song với nhau và các bộ đóng ngắt contactor, rơ le.....	13
Hình 2.2. Tủ tụ bù tĩnh trong thực tế 1.....	15
Hình 2.3. Hệ thống tủ tụ bù tĩnh thực tế 2	15
Hình 2.4. Cấu trúc SSSC.....	16
Hình 2.5. Cấu trúc TCSC	17
Hình 2.6. Cấu trúc STATCOM.....	18
Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của STATCOM.....	19
Hình 2.8. Sơ đồ mạng lưới bù công suất phản kháng.....	20
Hình 2.9. Dung lượng bù CSPK	21
Hình 2.10. Sơ đồ bù CSPK	22
Hình 2.11. Đặc tính V-I của SVC	24
Hình 3.1. Cấu trúc FC-TCR.....	27
Hình 3.2. Cấu trúc bù CSPK sử dụng các chuyển mạch cơ khí	28
Hình 3.3. Nguyên lý hoạt động của bù CSPK sử dụng thiết bị chuyển mạch cơ khí.....	29
Hình 3.4. Sơ đồ cấu trúc bù lai DSV.....	31
Hình 4.1. Mô hình hóa của hệ thống bù CSPK FC-TCR.....	33
Hình 4.2. Sơ đồ mạch FC-TCR.....	34
Hình 4.3. Đáp ứng nấc của hệ hở có dạng S.....	38
Hình 4.4. Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	38
Hình 4.5. Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$	39
Hình 4.6. Cấu trúc điều khiển hệ thống bù CSPK FC-TCR	40
Hình 4.7. Khởi nguồn một pha cung cấp cho phụ tải	41

Hình 4.8. Khối Thyristor và thông số	41
Hình 4.9. Khối mô hình đối tượng điều khiển	42
Hình 4.10. Khối phát xung điều khiển	42
Hình 1.11. Khối tính toán công suất tác dụng, phản kháng P, Q.....	43
Hình 4.12. Sơ đồ mô phỏng toàn hệ thống	43
Hình 4.13. Đáp ứng $\cos\varphi$ của hệ thống.....	44
Hình 4.14. Đáp ứng điện áp điều khiển	45
Hình 4.15. Đáp ứng $\cos\varphi$ của hệ thống (khi tải thay đổi).....	45
Hình 4.16. Xung kích mở thyristors và điện áp trên điện cảm L thuộc nhánh TCR	46
Hình 4.17. Xung kích mở thyristors và điện áp trên điện cảm L thuộc nhánh TCR(Khi thay đổi tải)	46