

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN HUY KHƯƠNG

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ THIẾT BỊ BÙ HẠ THỂ
ỔN ĐỊNH ĐIỆN ÁP LƯỚI ĐIỆN

Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN
Mã ngành: 8520201

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. NGUYỄN DUY CƯỜNG

Thái Nguyên - 2019

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 Bắc Kạn - nơi tôi làm việc, không sao chép bất kỳ luận văn nào trước đó và dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Nguyễn Duy Cương - 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 Bắc Kạn; 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 sĩ kỹ thuật”.

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

Tác giả luận văn

Nguyễn Huy Khương

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 này.

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

PGS.TS. Nguyễn Duy Cương đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện để 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 Công ty Điện lực Bắc Kạn 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;

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, để bản luận văn này hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn.

Bắc Kạn, ngày 15 tháng 04 năm 2019

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC CÁC BẢNG	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH	vii
MỞ ĐẦU	1
- Mục tiêu chung	2
- Mục tiêu cụ thể	2
- Ý nghĩa khoa học	2
- Ý nghĩa thực tiễn	3
- Nghiên cứu lý thuyết	3
- Nghiên cứu thực tiễn	3
CHƯƠNG 1: HIỆN TRẠNG LƯỚI ĐIỆN TỈNH BẮC KẠN CÁC TỒN TẠI TRONG VẬN HÀNH	5
1.1. Nguồn điện cấp điện cho tỉnh Bắc Kạn	5
1.1.1. Các nguồn thủy điện vừa và nhỏ	5
1.1.2. Nguồn trạm 110kV	5
1.2. Lưới điện	6
1.2.1. Thống kê lưới điện hiện trạng	6
1.2.2. Tình hình vận hành hệ thống lưới phân phối	9
1.2.3. Tình hình vận hành lưới phân phối lộ 371, trạm E26.1	10
1.3. Một số tồn tại và các phương pháp nâng cao chất lượng điện năng cho lưới phân phối lộ 371, trạm E26.1 đã thực hiện	11
1.3.1. Các tồn tại trong việc nâng cao chất lượng điện năng	11
1.3.2. Các phương pháp bù công suất phản kháng nâng cao hệ số công suất đã thực hiện	11
Kết luận chương 1	16

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT LIÊN QUAN ĐẾN NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	17
2.1. Công suất & hệ số công suất.....	17
2.1.1. Giới thiệu về các loại công suất.....	17
2.1.2. Hệ số công suất.....	18
2.1.3. Ý nghĩa của hệ số công suất.....	18
2.1.4. Các yếu tố ảnh hưởng tới hệ số công suất.....	19
2.1.5. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất.....	20
2.1.6. Giảm tổn thất công suất trong mạng điện.....	21
2.1.7. Giảm tổn thất điện áp trong mạng điện.....	21
2.1.8. Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp.....	21
2.1.9. Hệ thống bù công suất phản kháng.....	22
2.1.10. Bù CSPK sử dụng cấu trúc FC-TCR.....	22
2.1.11. Vị trí đặt thiết bị bù.....	24
2.1.12. Xác định dung lượng bù.....	25
Kết luận chương 2.....	28
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG BÙ CSPK.....	29
3.1. Hệ thống bù CSPK FC-TCR.....	29
3.1.1. Sơ đồ tổng quan.....	29
3.1.2. Tính toán giá trị tụ bù cố định FC.....	32
3.1.3. Tính toán giá trị điện cảm (L) tại nhánh TCR.....	33
3.1.4. Mối liên hệ giữa điện cảm (L) ở nhánh TCR, góc kích mở thyristor (α), và việc bù CSPK.....	34
3.2. Hệ thống điều khiển.....	34
3.2.1. Bộ tạo xung điều khiển Thyristor.....	35
3.2.2. Bộ điều khiển phản hồi $\cos\varphi$ (Khởi TH-KĐTĐG).....	39
Kết luận chương 3.....	56
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	56

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ĐB	:	Đồng bộ
CSPK	:	Công suất phản kháng
CSTT	:	Công suất tiêu thụ
CS	:	Công suất
DVC	:	Dynamic Var Compensation
DSVC	:	Dynamic – Static Var compensation
SSSC	:	Static Synchronous Series Controllers
SVC:	:	Static Var Compensation
TSC:	:	Thyristor Switched Capacitor
FC:	:	Fixed Capacitor
TCR:	:	Thyristor controller Reactor
STATCOM:	:	Static Synchronous Compensator
KĐB	:	Không đồng bộ

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Công suất các NMTĐ hiện có tỉnh Bắc Kạn	5
Bảng 1.2. Hiện trạng mang tải trạm biến áp 110kV trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.....	6
Bảng 1.3. Thống kê khối lượng lưới hiện có trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.....	7
Bảng 1.4. Mang tải các tuyến đường dây trung áp	9
Bảng 1.5. Tổng hợp khối lượng vận hành đường dây trung áp lộ 371, E26.1 10	
Bảng 3.1. Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất	44
Bảng 3.2. Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ 2	45

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Bộ bù tĩnh sử dụng các tụ điện mắc song song với nhau và các bộ đóng ngắt contactor, rơ le.....	15
Hình 2.1. Tam giác công suất.....	17
Hình 2.2. Cấu trúc FC-TCR	23
Hình 2.3. Sơ đồ mạng lưới bù CSPK.....	25
Hình 2.4. Dung lượng bù CSPK	25
Hình 2.5. Sơ đồ bù CSPK	27
Hình 2.6. Xác định dung lượng bù.....	27
Hình 3.1. Hệ thống bù CSPK FC-TCR.....	29
Hình 3.2. Sơ đồ mạch FC-TCR.....	30
Hình 3.3. Sơ đồ tương đương khi lưới và tải mang tính chất dung	31
Hình 3.4. Sơ đồ tương đương khi lưới và tải mang tính chất cảm.....	32
Hình 3.5. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển pha đứng.....	36
Hình 3.6. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển phản hồi $\cos\varphi$	39
Hình 3.7. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_p	40
Hình 3.8. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_i	41
Hình 3.9. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_d	43
Hình 3.10. Đáp ứng nấc của hệ hở có dạng S.....	44
Hình 3.11. Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	45
Hình 3.12. Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$	45
Hình 3.13. Mắc song song các Thyristor để phân dòng.....	47
Hình 3.14. Sử dụng BAX cho mạch khuếch đại và truyền xung.....	48
Hình 3.15. Sơ đồ mô phỏng hệ thống bù công suất phản kháng	48
Hình 3.16. Đường dây tải điện.....	49

Hình 3.17. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn khi chưa tải hoặc non tải.	50
Hình 3.18. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn khi có tải.	51
Hình 3.19. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn có tụ bù.	51
Hình 3.20. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn có cả tụ bù và kháng bù.	52
Hình 3.21. Sơ đồ mạch tạo xung điều khiển Thyristor xây dựng trên Simulink	52
Hình 3.22. Điện áp răng cưa, điện áp điều khiển, và điện áp sau khối so sánh	53
Hình 3.23. Phân chia xung	54
Hình 3.24. Xây dựng bộ điều khiển PID điều khiển hệ số Cos Phi trên Matlab/Simulink.....	54
Hình 3.25. Đo công suất tác dụng và công suất phản kháng.	55
Hình 3.26. Hệ số cos phi.	56

MỞ ĐẦU

Lý do thực hiện đề tài

Sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng được xác định là nhiệm vụ trọng yếu có vai trò cực kỳ quan trọng đảm bảo an ninh năng lượng, thúc đẩy phát triển tăng trưởng kinh tế. Hiện tại Công ty Điện lực Bắc Kạn đang quản lý vận hành 1.766,37 km đường dây trung thế và 1.063 TBA phân phối. Là tỉnh miền núi phụ tải thường không tập trung xuất tuyến các đường dây trung thế sau trạm 110kV dài (có đường dây trục chính lên đến 180km không kể các nhánh rẽ), việc đầu tư các trạm 110kV đến gần trung tâm phụ tải là rất tốn kém. Do đường dây truyền tải dài dẫn đến phát sinh lượng công suất phản kháng Q gọi là công suất vô công gây ra. Khi thành phần công suất vô công lớn làm cho công suất toàn phần tăng, dẫn đến dòng điện trên đường dây truyền tải tăng, làm tăng tổn hao năng lượng trên đường dây. Mặc dù thành phần công suất vô công gây ra tổn thất điện năng không đáng có thành nhiệt trên dây dẫn và phụ tải trong truyền tải và tiêu thụ, nhưng nó là thành phần cần thiết trong quá trình biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác. Tuy nhiên, thành phần công suất vô công mà nguồn cấp cho tải có thể điều chỉnh bằng cách thêm hoặc bớt các thành phần cảm kháng hoặc dung kháng khác trong lưới trung thế hoặc nơi tiêu thụ.

Như chúng ta đã biết Công suất truyền từ nguồn đến tải luôn tồn tại 2 thành phần: Công suất tác dụng và công suất phản kháng. Công suất tác dụng đặc trưng cho khả năng sinh ra công hữu ích của thiết bị, đơn vị W hoặc kW. Công suất phản kháng không sinh ra công hữu ích nhưng nó lại cần thiết cho quá trình biến đổi năng lượng, đơn vị VAR hoặc kVAR. Công suất tổng hợp cho 2 loại công suất trên được gọi là công suất biểu kiến, đơn vị VA hoặc KVA. Tỷ lệ giữa Công suất tác dụng và Công suất biểu kiến gọi là Hệ số Công suất Cos phi ($\cos\phi$). Chúng ta cần nâng cao hệ số Cos phi này nhằm giảm tổn hao