

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

NGUYỄN HỒNG MẠNH

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

Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN

Mã ngành: 8520201

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

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

Thái Nguyên - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan Luận văn thạc sĩ này là công trình nghiên cứu khoa học độc lập của em. Các số liệu khoa học, kết quả nghiên cứu của Luận văn là trung thực và có nguồn gốc rõ ràng và chưa từng được công bố trong bất cứ công trình nghiên cứu nào khác.

Tác giả luận văn

Nguyễn Hồng Mạnh

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên tác giả xin chân thành cảm ơn tới các thầy giáo, cô giáo Phòng Đào tạo, Khoa Điện trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã giúp đỡ và đóng góp nhiều ý kiến quan trọng cho tác giả để tác giả có thể hoàn thành bản luận văn của mình.

Trong quá trình thực hiện đề tài tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình của các thầy, cô giáo trong khoa Điện của trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp thuộc ĐH Thái Nguyên và các bạn đồng nghiệp. Đặc biệt là dưới sự hướng dẫn và góp ý của thầy PGS-TS. Nguyễn Duy Cương đã giúp cho đề tài hoàn thành mang tính khoa học cao. Tôi xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của các thầy, cô.

Do thời gian, kiến thức, kinh nghiệm và tài liệu tham khảo còn hạn chế nên đề tài khó tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo và các bạn đồng nghiệp để tôi tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện hơn nữa trong quá trình công tác sau này.

Tác giả luận văn

Nguyễn Hồng Mạnh

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
1. Lý do thực hiện đề tài.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3. Ý nghĩa khoa học và tính thực tiễn của đề tài.....	2
4. Dự kiến các kết quả đạt được.....	2
5. Phương pháp nghiên cứu.....	3
6. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	3
7. Cấu trúc của luận văn.....	3
CHƯƠNG 1: HIỆN TRẠNG LƯỚI ĐIỆN TỈNH BẮC KẠN, CÁC TỒN TẠI TRONG VẬN HÀNH	4
1.1 Nguồn điện cấp điện cho tỉnh Bắc Kạn.....	4
1.1.1 Các nguồn thủy điện vừa và nhỏ.....	4
1.1.2 Nguồn trạm 110kV.....	4
1.2 Lưới điện	5
1.2.1 Thống kê lưới điện hiện trạng.....	5
1.2.2 Tình hình vận hành hệ thống lưới phân phối	7
1.2.3 Tình hình vận hành lưới phân phối lộ 371, trạm E26.1	8
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	9
1.3.1 Các tồn tại trong việc nâng cao chất lượng điện năng.....	9
1.3.2 Các phương pháp bù công suất phản kháng nâng cao hệ số công suất đã thực hiện.....	10

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT LIÊN QUAN ĐẾN NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	14
2.1 Công suất & hệ số công suất.....	14
2.1.1 Giới thiệu về các loại công suất.....	14
2.1.2 Hệ số công suất.....	15
2.2 Ý nghĩa của hệ số công suất.....	15
2.3 Các yếu tố ảnh hưởng tới hệ số công suất.....	16
2.4 Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất.....	17
2.4.1 Giảm tổn thất công suất trong mạng điện.....	18
2.4.2 Giảm tổn thất điện áp trong mạng điện.....	18
2.4.3 Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp.....	18
2.5 Hệ thống bù công suất phản kháng.....	18
2.5.1 Bù CSPK sử dụng cấu trúc FC-TCR.....	19
2.5.2 Vị trí đặt thiết bị bù.....	20
2.5.3 Xác định dung lượng bù.....	21
2.6 Kết luận chương 2.....	24
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG BÙ CSPK	25
3.1 Hệ thống bù công suất phản kháng FC-TCR.....	25
3.1.1 Sơ đồ tổng quan.....	25
3.1.2 Tính toán giá trị tụ bù cố định FC.....	28
3.1.3 Tính toán giá trị điện cảm (L) tại nhánh TCR.....	28
3.1.4 Mối liên hệ giữa điện cảm (L) ở nhánh TCR, góc kích mở thyristor (α), và việc bù CSPK.....	29
3.2.1 Bộ tạo xung điều khiển Thyristor.....	30
3.2.2 Bộ điều khiển phản hồi $\cos\varphi$ (Khởi TH-KĐTĐG).....	33
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ MÔ PHỎNG	41
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	48
TÀI LIỆU THAM KHẢO	51

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

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

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Công suất các NMTĐ hiện có tỉnh Bắc Kạn	4
Bảng 1.2. Hiện trạng mang tải trạm biến áp 110kV trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn	5
Bảng 1.3. Thống kê khối lượng lưới hiện có trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn	6
Bảng 1.4. Mang tải các tuyến đường dây trung áp	7
Bảng 1.5. Tổng hợp khối lượng vận hành đường dây trung áp lộ 371, E26.1	8
Bảng 3.1. Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất	37
Bảng 3.2. Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ 2	38
Bảng 4.1. Giá trị tham số trên đường dây tải điện	42

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	13
Hình 2.1. Tam giác công suất.....	15
Hình 2.2. Cấu trúc FC-TCR	20
Hình 2.3. Sơ đồ mạng lưới bù CSPK.....	21
Hình 2.4. Dung lượng bù CSPK	22
Hình 2.5. Sơ đồ bù CSPK	23
Hình 2.6. Xác định dung lượng bù.....	23
Hình 3.1. Hệ thống bù CSPK FC-TCR.....	25
Hình 3.2. Sơ đồ mạch FC-TCR.....	26
Hình 3.3. Sơ đồ tương đương khi lưới và tải mang tính chất dung	27
Hình 3.4. Sơ đồ tương đương khi lưới và tải mang tính chất cảm.....	27
Hình 3.5. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển pha đứng	31
Hình 3.6. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển phản hồi $\cos\varphi$	33
Hình 3.7. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_p	34
Hình 3.8. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_i	35
Hình 3.9. Đáp ứng của hệ thống khi thay đổi hệ số K_d	36
Hình 3.10. Đáp ứng nấc của hệ hờ có dạng S	37
Hình 3.11. Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	38
Hình 3.12. Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$	38
Hình 3.13. Mắc nối tiếp các Thyristor để phân áp.....	39
Hình 3.14. Sử dụng BAX cho mạch khuếch đại và truyền xung.....	40
Hình 4.1. Sơ đồ mô phỏng hệ thống bù công suất phản kháng	41
Hình 4.2. Đường dây tải điện.....	41
Hình 4.3. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn khi chưa tải hoặc non tải	42
Hình 4.4. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn khi có tải	43
Hình 4.5. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn có tụ bù	43

Hình 4.6. Điện áp đầu nguồn và điện áp cuối nguồn có cả tụ bù và kháng bù.....	44
Hình 4.7. Sơ đồ mạch tạo xung điều khiển Thyristor xây dựng trên Simulink	44
Hình 4.8. Điện áp răng cưa, điện áp điều khiển, và điện áp sau khối so sánh.....	45
Hình 4.9. Phân chia xung	45
Hình 4.10. Xây dựng bộ điều khiển PID điều khiển hệ số Cos Phi trên Matlab/Simulink	46
Hình 4.11. Đo công suất tác dụng và công suất phản kháng	46
Hình 4.12. Hệ số cos phi	47
Hình 5.1. Sơ đồ cấu trúc bù lai DSVC đề xuất	49
Hình 5.2. Sơ đồ cấu trúc của khối điều khiển trong hệ thống bù lai DSVC	49
Hình 5.3. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống bù lai DSVC	50

MỞ ĐẦU

1. 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 1.707,05 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 trực 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. Thành phần công suất vô công gây ra tổn thất điện năng 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. 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 công suất, tổn thất điện áp trên đường truyền. Việc nâng cao hệ số Cos phi thường được thực hiện bù ngang và bù dọc với các phương pháp bù tĩnh (bù trực tiếp, thường dùng bù trước 1 phần công suất phản kháng mà không xảy ra dư công suất phản kháng) hoặc bù ứng động (tự động điều chỉnh hệ số công suất phản kháng).