

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN SỸ TÙNG

**NGHIÊN CỨU BÙ TỐI ƯU CHO LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG
ÁP XÉT ĐẾN XÁC SUẤT CỦA PHỤ TẢI**

LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT
Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

THÁI NGUYÊN – 2020

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN SỸ TÙNG

**NGHIÊN CỨU BÙ TỐI ƯU CHO LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG
ÁP XÉT ĐẾN XÁC SUẤT CỦA PHỤ TẢI**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: **852 02 01**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. VŨ VĂN THẮNG

PHÒNG ĐÀO TẠO

THÁI NGUYÊN – 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các nghiên cứu và kết quả được trình bày trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ một bản luận văn nào trước đây.

Tác giả luận văn

Nguyễn Sỹ Tùng

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ, hướng dẫn chỉ bảo tận tình của thầy giáo TS. Vũ Văn Thắng cùng các thầy giáo, cô giáo trong bộ môn Hệ thống điện, Khoa điện, trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, sự giúp đỡ chân tình của các bạn đồng nghiệp, gia đình đã tạo điều kiện giúp tôi hoàn thành luận văn này.

Trong quá trình thực hiện, do thời gian hạn hẹp nên luận văn có thể có những thiếu sót. Tôi mong muốn nhận được những ý kiến đóng góp để luận văn được hoàn thiện thêm và kết quả nghiên cứu thực sự có ý nghĩa góp phần nâng cao chất lượng điện năng của hệ thống điện Việt Nam.

Tôi xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả luận văn

Nguyễn Sỹ Tùng

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ.....	viii
MỞ ĐẦU.....	x
I. Lý do chọn đề tài.....	x
II. Mục đích nghiên cứu	x
III. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	xi
VI. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	xi
CHƯƠNG 1. LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI VÀ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG TRONG LDPPTA	1
1.1 Lưới điện phân phối trung áp	1
1.1.1 Giới thiệu lưới điện phân phối trung áp	1
1.1.2 Đặc điểm của lưới điện phân phối trung áp.....	1
1.1.2.1 Phân loại lưới điện trung áp	1
1.1.2.2 Vai trò của lưới điện trung áp.....	2
1.1.2.3 Các phần tử chính của lưới điện trung áp	2
1.1.2.4 Cấu trúc của lưới điện trung áp	3
1.1.3 Hiện trạng lưới điện trung áp tại Việt Nam	7
1.1.3.1 Tình hình phát triển lưới điện trung áp của nước ta	7
1.1.3.2 Tình hình phát triển phụ tải điện.....	8
1.2 Đặc tính tải của LDPP	9
1.2.1 Đồ thị phụ tải ngày	9
1.2.2 Tính ngẫu nhiên của phụ tải điện	11
1.3 Chất lượng điện năng của LDPPTA	11
1.3.1 Điện áp.....	11
1.3.2 Hệ số công suất	12
1.3.3 Tần số.....	13
1.3.4 Sóng hài	13

1.3.5	Sự nhấp nháy điện áp	13
1.3.6	Dòng ngắn mạch và thời gian loại trừ sự cố.....	14
1.4	Tổn thất và vấn đề giảm tổn thất trong LDPPTA.....	14
1.4.1	Các nguyên nhân gây ra tổn thất trong LDPP	14
1.4.1.1	<i>Tổn thất kỹ thuật.....</i>	<i>15</i>
1.4.1.2	<i>Tổn thất phi kỹ thuật.....</i>	<i>15</i>
1.4.2	Các yếu tố ảnh hưởng đến tổn thất và khả năng giảm thiểu tổn thất	16
1.4.2.1	<i>Điện áp làm việc của trang thiết bị.....</i>	<i>16</i>
1.4.2.2	<i>Truyền tải CSPK.....</i>	<i>16</i>
1.4.2.3	<i>Các biện pháp giảm thiểu tổn thất trong LDPPTA</i>	<i>18</i>
1.5	Hiệu quả của biện pháp bù CSPK trong giảm tổn thất của LDPPTA	18
1.5.1	Khái niệm về CSPK	18
1.5.2	Bù CSPK trong hệ thống điện.....	19
1.5.3	Hệ số công suất và quan hệ với bù CSPK	20
1.6	Kết luận chương 1.....	22
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN BÙ TRONG LDPPTA		23
2.1	Đặt vấn đề.....	23
2.2	Thiết bị bù CSPK.....	23
2.2.1	Máy phát và máy bù đồng bộ.....	23
2.2.2	Tụ bù tĩnh.....	24
2.2.2.1	<i>Tụ bù tĩnh cố định.....</i>	<i>24</i>
2.2.2.2	<i>Tụ bù tĩnh điều chỉnh có cấp</i>	<i>24</i>
2.2.3	Thiết bị bù điều chỉnh vô cấp SVC (Static Var Compensater).....	25
2.2.4	Động cơ điện	25
2.2.5	Nhận xét.....	26
2.3	Phương thức bù trong LDPP.....	26
2.4	Các phương pháp tính toán bù trong LDPP.....	27
2.4.1	Bù CSPK nâng cao hệ số $\cos \varphi$	27
2.4.2	Cực tiểu tổn thất công suất	29
2.4.3	Theo điều kiện chỉnh điện áp.....	30
2.4.4	Phương pháp bù kinh tế.....	31
2.4.4.1	<i>Cực đại hóa lợi nhuận.....</i>	<i>32</i>
2.4.4.2	<i>Cực tiểu chi phí tính toán Z_{min}.....</i>	<i>33</i>

2.4.4.3	<i>Cực đại lợi nhuận</i>	34
2.4.5	Nhận xét.....	34
2.5	Kết luận chương 2	34
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN BÙ TRONG LDPPTA XÉT ĐẾN XÁC SUẤT CỦA PHỤ TẢI		
		35
3.1	Đặt vấn đề	35
3.2	Mô hình toán	35
3.2.1	Hàm mục tiêu	35
3.2.2	Các ràng buộc.....	36
3.3	Công cụ tính toán	37
3.3.1	Đặt vấn đề	37
3.3.2	Giới thiệu phần mềm PSS/Adept	37
3.3.2.1	<i>Chức năng của PSS/Adept</i>	38
3.3.2.2	<i>Các bước thực hiện</i>	38
3.3.3	Lập chương trình tính toán vị trí và dung lượng bù tối ưu bằng GAMS 42	
3.3.3.1	<i>Giới thiệu ngôn ngữ lập trình GAMS</i>	42
3.3.3.2	<i>Cấu trúc chương trình</i>	44
3.3.3.3	<i>Thuật toán và solver BONMIN trong chương trình GAMS</i>	45
3.4	Ví dụ	45
3.5	Kết luận chương 3	47
CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG BÙ TỐI ƯU CHO LDPPTA HUYỆN TIÊN DU		
		55
4.1	Giới thiệu LDPPTA huyện Tiên Du	55
4.1.1	Hiện trạng nguồn cung cấp điện	55
4.1.2	Hiện trạng LDPPTA và các trạm biến áp của lộ 478-E27.1	55
4.1.3	Hiện trạng bù của LDPPTA.....	58
4.1.4	Đồ thị phụ tải.....	58
4.2	Hiện trạng tổn thất và thông số chế độ của lộ 478-E27.1 Tiên Du	59
4.2.1	Sơ đồ và thông số của lộ 478-E27.1 Tiên Du.....	59
4.2.2	6 Kết quả tính toán	65
4.2.3	Nhận xét.....	66

4.3 Tính toán vị trí và dung lượng bù tối ưu của lộ 478-E27.1 xét đến xác suất phụ tải.	67
4.3.1 Sơ đồ và thông số của LDPPTA lộ 478-E27.1	67
4.3.2 Kết quả tính toán vị trí và dung lượng bù tối ưu.....	67
4.3.3 Đánh giá tổn thất điện năng và chất lượng điện áp.....	68
4.3.4 Nhận xét.....	73
4.4 Kết luận chương 4.....	73
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	80
PHỤ LỤC.....	82

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

CSTD	Công suất tác dụng
CSPK	Công suất phản kháng
ĐD	Đường dây.
HTĐ	Hệ thống điện.
GAMS	Ngôn ngữ lập trình (The General Algebraic Modeling System)
MC	Máy cắt.
MBA	Máy biến áp
LĐPP	Lưới điện phân phối.
LĐPPTA	Lưới điện phân phối trung áp.
SCADA	Điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition)
PSS/Adept	Phần mềm (Power System Simulator/Avancer Distribution Engineering Productivity tool).
TBPĐ	Thiết bị phân đoạn.

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1: Độ biến dạng sóng hài điện áp	13
Bảng 1.2: Giới hạn độ nhấp nháy điện áp	14
Bảng 1.3: Dòng ngắn mạch lớn nhất cho phép và thời gian loại trừ sự cố.....	14
Bảng 2.1: Giá trị của k_{kt} theo phương thức cấp điện.	28
Bảng 3.1: Modul các thuật toán giải trong GAMS.....	44
Bảng 4.1: Hiện trạng nguồn cấp	55
Bảng 4.2: Bảng thông số hiện trạng tải của MBA phân phối	56
Bảng 4.3: Bảng thống kê dung lượng bù của tụ điện	58
Bảng 4.4: Thông số phụ tải	59
Bảng 4.5: Thông số đường dây lộ 478-E27.1	63
Bảng 4.6: Xác suất của tải.....	67
Bảng 4.7: Thông số của tụ bù.....	67
Bảng 4.8: Vị trí và dung lượng bù tối ưu	68
Bảng 4.9: Tổn thất điện năng trong thời gian tính toán	68
Bảng 4.10: Công suất cực đại trên các đường dây trong thời gian tính toán...	72

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1: Sơ đồ lưới phân phối hình tia.....	5
Hình 1.2: Sơ đồ lưới phân phối hình tia có phân đoạn.	5
Hình 1.3: Sơ đồ lưới kín vận hành hở do một nguồn cung cấp.....	5
Hình 1.4: Sơ đồ lưới kín vận hành hở do 2 nguồn cung cấp độc lập.	6
Hình 1.5: Sơ đồ lưới điện kiểu đường trục.....	6
Hình 1.6: Sơ đồ lưới điện có đường dây dự phòng chung.	7
Hình 1.7: Sơ đồ hệ thống phân phối điện.....	7
Hình 1.8: Đồ thị phụ tải ngày	10
Hình 1.9: Đồ thị phụ tải ngày điển hình theo mùa	10
Hình 1.10: Biến thiên của điện áp trong lưới điện	12
Hình 1.11: Sơ đồ và tham số của mạch điện	18