

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

---

**TRIỆU ĐỨC TỤNG**

**TÍNH TOÁN VỊ TRÍ VÀ DUNG LƯỢNG BÙ TỐI ƯU  
TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG ÁP BẮC KẠN  
XÉT ĐẾN XÁC SUẤT CỦA PHỤ TẢI**

**Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**Mã ngành: 8 52 02 01**

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

**Người hướng dẫn khoa học: TS. Vũ Văn Thắng**

**Thái Nguyên, 2019**

## **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**

**Triệu Đức Tụng**

## 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**

**Triệu Đức Tụng**

## 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.....	ix
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
1. Lý do chọn đề tài.....	1
2. Mục đích nghiên cứu.....	2
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	2
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	2
<b>CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU VỀ LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI VÀ BÙ TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG ÁP</b> .....	<b>3</b>
1.1. Tổng quan về lưới điện phân phối trung áp .....	3
1.1.1. Định nghĩa lưới điện phân phối trung áp .....	3
1.1.2. Đặc điểm của lưới điện trung áp .....	3
1.1.3. Hiện trạng lưới điện trung áp tại Việt Nam .....	12
1.2. Đặc tính tải của LDPP .....	13
1.2.1. Phụ tải và đồ thị phụ tải .....	13
1.2.2. Tính ngẫu nhiên của phụ tải điện .....	14
1.3. Chất lượng điện năng của LDPPTA .....	15
1.3.1. Điện áp .....	15
1.3.2. Hệ số công suất .....	16
1.3.3. Tần số .....	17
1.3.4. Sóng hài.....	17
1.3.5. Sự nhấp nháy điện áp .....	18

1.3.6. Dòng ngắn mạch và thời gian loại trừ sự cố .....	18
1.4. Tổn thất và vấn đề giảm tổn thất trong LDPPTA .....	19
1.4.1. Các nguyên nhân gây ra tổn thất trong LDPP.....	19
1.4.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tổn thất và khả năng giảm thiểu tổn thất	21
1.5. Hiệu quả của biện pháp bù CSPK trong giảm tổn thất của LDPPTA	24
1.5.1. Khái niệm về CSPK .....	24
1.5.2. Bù CSPK trong hệ thống điện.....	25
1.5.3. Hệ số công suất và quan hệ với bù CSPK.....	26
1.6. Thiết bị bù CSPK .....	28
1.6.1. Máy phát và máy bù đồng bộ.....	28
1.6.2. Tụ bù tĩnh .....	28
1.6.3. Thiết bị bù điều chỉnh vô cấp SVC (Static Var Compensater).....	29
1.6.4. Động cơ điện .....	30
1.6.5. Nhận xét .....	31
1.7. Kết luận chương 1 .....	31
<b>CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN BÙ TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG ÁP XÉT ĐẾN XÁC SUẤT CỦA TẢI</b>	<b>32</b>
2.1. Đặt vấn đề.....	32
2.2. Phương thức bù trong LDPP .....	32
2.3. Các phương pháp tính toán bù trong LDPP .....	34
2.3.1. Bù CSPK nâng cao hệ số $\cos \varphi$ .....	34
2.3.2. Cực tiểu tổn thất công suất.....	36
2.3.3. Theo điều kiện chỉnh điện áp .....	37
2.3.4. Phương pháp bù kinh tế .....	38
2.3.5. Nhận xét .....	41
2.4. Xây dựng mô hình toán xác định vị trí và dung lượng bù tối ưu của tụ điện trong LDPPTA xét đến tải ngẫu nhiên.....	42

2.4.1. Hàm mục tiêu .....	42
2.4.2. Các ràng buộc.....	43
2.5. Công cụ tính toán .....	44
2.5.1. Đặt vấn đề.....	44
2.5.2. Giới thiệu phần mềm PSS/Adept .....	45
2.5.3. Lập chương trình tính toán vị trí và dung lượng bù tối ưu .....	50
2.5.4. Giới thiệu ngôn ngữ lập trình GAMS .....	50
2.5.5. Thuật toán và solver BONMIN trong chương trình GAMS .....	52
2.6. Ví dụ.....	52
2.7. Kết luận chương 2 .....	55
<b>CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG BÙ TỐI ƯU CHO LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI TRUNG ÁP CHỢ ĐỒN .....</b>	<b>56</b>
3.1. Hiện trạng LDPPTA huyện Chợ Đồn.....	56
3.1.1. Hiện trạng nguồn cung cấp điện .....	56
3.1.2. Hiện trạng LDPPTA và các trạm biến áp .....	56
3.1.3. Hiện trạng bù của LDPPTA.....	65
3.2. Hiện trạng tổn thất và thông số chế độ của lộ 375-E26.2 Chợ Đồn ..	66
3.2.1. Sơ đồ và thông số của lộ 375-E26.2 Chợ Đồn.....	66
3.2.2. Kết quả tính toán .....	70
3.2.3. Nhận xét .....	71
3.3. Tính toán vị trí và dung lượng bù tối ưu cho lộ 375-E26.2 Chợ Đồn xét đến tính ngẫu nhiên của phụ tải.....	73
3.3.1. Sơ đồ và thông số của LDPPTA Chợ Đồn .....	73
3.3.2. Kết quả tính toán, lựa chọn vị trí và dung lượng bù tối ưu.....	74
3.3.3. Đánh giá tổn thất điện năng và độ lệch điện áp .....	76
3.3.4. Nhận xét .....	80
3.4. Kết luận chương 3 .....	81
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>	<b>82</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>83</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>86</b>



## 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 .....	17
Bảng 1.2: Giới hạn độ nhấp nháy điện áp.....	18
Bảng 1.3: Dòng ngắn mạch lớn nhất cho phép và thời gian loại trừ sự cố .....	18
Bảng 2.1: Giá trị của $k_{kt}$ theo phương thức cấp điện. ....	35
Bảng 2.2: Modul các thuật toán giải trong GAMS .....	51
Bảng 2.3: So sánh các chỉ tiêu của LDPPTA.....	54
Bảng 3.1: Hiện trạng nguồn cấp.....	56
Bảng 3.2: Bảng kê tổng số MBA .....	56
Bảng 3.3: Bảng thống kê chủng loại MBA.....	57
Bảng 3.4: Bảng thông số hiện trạng tải của MBA phân phối .....	57
Bảng 3.5: Bảng thống kê dung lượng bù của tụ điện.....	65
Bảng 3.6: Thông số phụ tải .....	68
Bảng 3.7: Thông số đường dây lộ 375-E26.2 .....	69
Bảng 3.8: Xác suất của tải.....	73
Bảng 3.9: Vị trí và dung lượng bù tối ưu .....	76
Bảng 3.10: Tổn thất điện năng trong thời gian tính toán .....	76
Bảng 3.11: Công suất cực đại trên các đường dây trong thời gian tính toán .....	79

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1: Sơ đồ lưới phân phối hình tia.....	8
Hình 1.2: Sơ đồ lưới phân phối hình tia có phân đoạn. ....	8
Hình 1.3: Sơ đồ lưới kín vận hành hở do một nguồn cung cấp. ....	9
Hình 1.4: Sơ đồ lưới kín vận hành hở do 2 nguồn cung cấp độc lập.....	9
Hình 1.5: Sơ đồ lưới điện kiểu đường trục. ....	9
Hình 1.6: Sơ đồ lưới điện có đường dây dự phòng chung. ....	11
Hình 1.7: Sơ đồ hệ thống phân phối điện. ....	11
Hình 1.8: Đồ thị phụ tải.....	14
Hình 1.9: Biến thiên của điện áp trong lưới điện.....	16
Hình 1.10: Sơ đồ và tham số của mạch điện.....	24
Hình 1.11: Tam giác công suất .....	25
Hình 1.12: Giảm đồ vectơ dòng điện .....	26
Hình 1.13: Sơ đồ nguyên lý của SVC.....	30
Hình 2.1: Sơ đồ LDPP.....	33
Hình 2.2: Sơ đồ các bước thực hiện tính toán bằng PSS/Adept .....	46
Hình 2.3: Giao diện xác định thư viện dây dẫn .....	47
Hình 2.4: Giao diện xác định các thuộc tính của lưới điện.....	47
Hình 2.5: Giao diện thiết lập thông số từng phần tử của lưới điện.....	48
Hình 2.6: Giao diện hộp tùy chọn chương trình tính toán .....	48
Hình 2.7: Hiển thị kết quả tính toán trên sơ đồ.....	49
Hình 2.8: Hiển thị kết quả tính toán trên cửa sổ progress view .....	49
Hình 2.9: Hiển thị kết quả tính toán trên cửa sổ report.....	49
Hình 2.10: Sơ đồ LDPP 33 nút .....	53
Hình 2.11: Phân bố xác suất của tải .....	53
Hình 2.12: Điện áp nút cực đại và cực tiểu.....	55
Hình 3.2: Sơ đồ nguyên lý lộ 375-E26.2 .....	67