

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

---



**TRẦN HUY HOÀNG**

**NGHIÊN CỨU TỐI ƯU ĐIỆN ÁP LƯỚI ĐIỆN  
PHÂN PHỐI THÁI NGUYÊN**

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

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**TS. NGUYỄN MINH Ý**

**PHÒNG ĐÀO TẠO**

Thái Nguyên - Năm 2019

## LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: Trần Huy Hoàng.

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

Nơi công tác: Công ty Điện lực Thái Nguyên.

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: “Nghiên cứu tối ưu điện áp lưới điện phân phối Thái Nguyên”.

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 TS. Nguyễn Minh Ý 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 25 tháng 10 năm

2019

**Học viên thực hiện**

**Trần Huy Hoàng**

## 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 TS. Nguyễn Minh Ý, 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 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 25 tháng 10 năm

2019

**Học viên**

**Trần Huy Hoàng**

## MỤC LỤC

Mục lục.....	iii
Danh mục hình vẽ .....	vi
Danh mục bảng biểu.....	vii
Danh mục các viết tắt.....	viii
Mở đầu .....	1
1. Đặt vấn đề.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	1
Các mục tiêu cụ thể: .....	2
3. Nội dung nghiên cứu .....	2
4. Kết quả dự kiến .....	2
5. Phương pháp nghiên cứu:.....	3
5.1. Phương pháp tiếp cận .....	3
5.2. Phương pháp nghiên cứu: .....	3
6. Các công cụ, thiết bị nghiên cứu.....	3
7. Kế hoạch thực hiện.....	3
Chương 1 .....	5
Giới thiệu chung.....	5
1.1. Giới thiệu bài toán.....	5
1.1.1. Chất lượng điện năng .....	5
1.1.2. Ảnh hưởng của điện áp nút đến phụ tải .....	7
1.2. Tổng quan tài liệu.....	9
1.2.1. Những giải pháp điều chỉnh điện áp .....	9
1.2.2. Những nghiên cứu điều chỉnh điện áp .....	10
1.3. Đóng góp của đề tài.....	13
Chương 2 .....	15
Cơ sở lý thuyết .....	15

2.1. Lưới điện phân phối .....	15
2.2. Bộ điều áp dưới tải (OLTC) .....	17
2.3. Tự bù .....	21
2.4. Thiết bị ổn định điện áp .....	23
2.5. Ứng dụng trong lưới điện phân phối .....	25
2.6. Kết luận .....	26
Chương 3 .....	27
Bài toán tối ưu điện áp .....	27
3.1. Hàm mục tiêu .....	27
3.2. Điều kiện ràng buộc .....	28
3.3. Kết luận .....	30
Chương 4 .....	31
Phương pháp toán học .....	31
4.1. Phương pháp newton-raphson .....	31
4.1.1. Cơ sở lý thuyết .....	31
4.1.2. Phân tích lưới điện .....	33
4.1.3. Thuật toán Newton-Raphson: .....	39
4.2. Phương pháp tối ưu bầy đàn (PSO) .....	40
4.2.1. Cơ sở lý thuyết .....	41
4.2.2. Mô hình toán học .....	43
4.2.3. Thuật toán PSO .....	44
4.3. Kết luận .....	46
Chương 5 .....	47
Ứng dụng lưới điện phân phối Thái Nguyên .....	47
5.1. Lưới điện phân phối Thái Nguyên .....	47
5.2. Thông số cài đặt định mức .....	51
5.3. Thông số cài đặt tối ưu .....	55
5.4. Kết luận .....	58

Kết luận và hướng phát triển.....	59
1. Kết luận .....	59
2. Hướng phát triển .....	59
Phụ lục.....	60
P.1. Thông số lưới điện .....	60
P.2. Thông số phụ tải.....	62
P.3. Lập trình thuật toán .....	64
P.3.1. Thuật toán chính PSO .....	64
P.3.2. Thuật toán Newton-Raphson .....	66
P.3.3. Tính ma trận tổng dẫn .....	70
P4. Bài báo khoa học.....	72
Tài liệu tham khảo.....	73
Tài liệu tiếng Việt.....	73
Tài liệu tiếng Anh.....	73

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 2.1. Lưới điện phân phối hình tia. ....	16
Hình 2.2. Mô hình đường dây phân phối. ....	16
Hình 2.3. Sơ đồ nguyên lý OLTC. ....	18
Hình 2.4. Mô hình máy biến áp OLTC. ....	19
Hình 2.5. Sơ đồ điều khiển máy biến áp OLTC. ....	20
Hình 2.6. Tụ bù SC tại nút j. ....	22
Hình 2.7. Thiết bị ổn định điện áp. ....	24
Hình 2.8. Thiết bị điều chỉnh điện áp (biên độ). ....	24
Hình 2.9. Thiết bị điều chỉnh góc pha (dịch pha). ....	25
Hình 2.10. Phối hợp các thiết bị điều chỉnh điện áp trong lưới điện. ....	25
Hình 4.1. Cơ sở toán học phương pháp Newton-Raphson. ....	32
Hình 4.2. Hình ảnh di chuyển của đàn chim. ....	41
Hình 4.3. Tương tác giữa cá thể và quần thể khi dịch chuyển. ....	42
Hình 5.1. Sơ đồ mạng điện 22kV Thịnh Đán, Thái Nguyên. ....	48
Hình 5.2. Công suất tác dụng phụ tải nút 1-48. ....	49
Hình 5.3. Công suất phản kháng phụ tải nút 1-48. ....	49
Hình 5.4. Điện áp lưới điện khi không có điều chỉnh. ....	50
Hình 5.5. Hiệu suất và hệ số công suất lưới điện khi không có điều chỉnh. ....	51
Hình 5.6. Điện áp lưới điện khi điều chỉnh theo thông số định mức. ....	52
Hình 5.7. Hoạt động tụ bù SSC và FSC khi điều chỉnh theo thông số định mức. ....	53
Hình 5.9. Hiệu suất và hệ số công suất khi điều chỉnh theo thông số định mức. ....	54
Hình 5.10. Điện áp lưới điện khi điều chỉnh tối ưu. ....	56
Hình 5.11. Hoạt động của SSC và FSC khi điều chỉnh tối ưu. ....	56
Hình 5.12. Hoạt động của OLTC khi điều chỉnh tối ưu. ....	57

Hình 5.13. Hiệu suất và hệ số công suất khi điều chỉnh tối ưu..... 58

### **DANH MỤC BẢNG BIỂU**

Bảng 4.1. Loại nút và thông số trong lưới điện. .... 35

Bảng P.1. Thông số đường dây: Điện trở, điện kháng, chiều dài. .... 60

Bảng P.2. Thông số phụ tải: Công suất tác dụng và phản kháng..... 62



## DANH MỤC CÁC VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Thuật ngữ đầy đủ	Chú thích
OLTC	On- load tap changer	Bộ điều áp dưới tải
SC	Shunt capacitor	Tụ điện
SVR	Step voltage regulator	Bộ ổn định điện áp
PV	Photovoltaic	Quang điện
WT	Wind turbine	Tuabin gió
DES	Distributed energy storage	Thiết bị tích trữ năng lượng phân tán
PF	Power factor	Hệ số công suất
HTĐ	Hệ thống điện	
PT	Potential transformer	Biến áp
CT	Curent transformer	Biến dòng
SSC	Station shunt capacitor	Bộ tụ trong trạm ở phía hạ áp
FSC	Feeder shunt capacitor	Bộ tụ đặt trên đường dây phân phối
DG	Distributed generation	Nguồn phân tán
LV	Low-voltage	Lưới hạ áp
PSO	Particle swarm optimization	Phương pháp tối ưu hóa bầy đàn

## MỞ ĐẦU

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, các thiết bị điện sử dụng trong sinh hoạt và sản xuất công nghiệp ngày càng đa dạng và phong phú về số lượng và chủng loại. Cùng với sự gia tăng về quy mô thì các vấn đề kỹ thuật cũng rất được quan tâm, đó là việc nâng cao chất lượng điện năng ở lưới điện phân phối. Điều này có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng điện năng và chỉ tiêu kinh tế chung của toàn hệ thống.

Với lưới điện phân phối việc đáp ứng những nhu cầu về chất lượng điện năng gặp không ít khó khăn, đặc biệt các đường dây sử dụng các cấp điện áp 6kV, 10kV, 22 kV, lấy qua các trạm trung gian 35/6 kV và 35/10kV không có hệ thống điều áp dưới tải. Sự phát triển mạnh mẽ của phụ tải điện ảnh hưởng chất lượng điện năng ở lưới điện phân phối thể hiện dễ nhận thấy là chất lượng điện áp. Cụ thể, nếu điện áp đặt vào phụ tải không hoàn toàn đúng với điện áp định mức do phụ tải yêu cầu thì ít hay nhiều tình trạng làm việc của phụ tải cũng trở nên không tốt. Nói cách khác, độ lệch điện áp hay dao động điện áp càng lớn thì chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của thiết bị dùng điện áp cũng thấp đi ảnh hưởng đến chất lượng điện năng của hệ thống. Vì vậy việc điều chỉnh điện áp trong lưới điện phân phối mang tính chất rất cần thiết trong hệ thống điện.

Trên đây là những vấn đề còn tồn tại trong mạng lưới hệ thống điện Việt Nam nói chung và lưới điện tỉnh Thái Nguyên nói riêng. Do đó, trong đề tài này chúng tôi tập trung nghiên cứu bài toán tối ưu điện áp của lưới điện phân phối nhằm nâng cao chất lượng điện năng và giảm tổn thất trên lưới điện.

### 2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Tính toán thông số cài đặt tối ưu cho các thiết bị điều chỉnh điện áp trên lưới điện phân phối như bộ điều áp dưới tải của máy biến áp, tụ bù trạm và tụ bù đường dây, v.v.