

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

-----o0o-----

**Dương Trường Sa**

**NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO HỆ THỐNG GIÁM SÁT  
ĐIỀU KHIỂN CHO TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử**

**Mã số: 60520203**

**KHOA CHUYÊN MÔN**

**CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**

**PHÒNG ĐÀO TẠO**

**TS. Đào Huy Du**

**THÁI NGUYÊN – 2017**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Dương Trường Sa.**

Sinh ngày: 14 tháng 7 năm 1990

Học viên lớp cao học khóa 18 Trường đại học kỹ thuật Công nghiệp.

Hiện đang công tác tại: Phòng kỹ thuật công ty điện lực Thái nguyên.

Xin cam đoan luận văn: **“NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO HỆ THỐNG GIÁM SÁT ĐIỀU KHIỂN CHO TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI”** do thầy giáo **TS. Đào Huy Du** hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tôi xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu có vấn đề gì trong nội dung của luận văn, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

*Thái Nguyên, ngày 22 tháng 12 năm 2017*

Học viên

**Dương Trường Sa**

## LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương và được sự hướng dẫn tận tình giúp đỡ của thầy giáo **TS.Đào Huy Du**, luận văn với luận văn “**NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO HỆ THỐNG GIÁM SÁT ĐIỀU KHIỂN CHO TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI**” đã được hoàn thành.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới:

Thầy giáo hướng dẫn **TS. Đào Huy Du** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn.

Các thầy cô giáo Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên và một số đồng nghiệp, đã quan tâm động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập để hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, song do điều kiện thời gian và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn ít, cho nên luận văn không thể tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, tôi mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy giáo, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp.

**Tôi xin chân thành cảm ơn!**

*Thái Nguyên, ngày 22 tháng 12 năm 2017*

Học viên

**Dương Trường Sa**

## LỜI NÓI ĐẦU

Trạm điện phân phối đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống truyền tải điện năng đến người sử dụng. Do sự phát triển mạnh mẽ của hệ thống năng lượng điện quốc gia và nhu cầu sử dụng điện trong xã hội ngày càng lớn đi cùng với sự phát triển về kinh tế. Dẫn đến ngày càng xuất hiện nhiều nhà máy điện và trạm biến áp có công suất lớn cùng với mạng lưới phân phối điện phức tạp. Việc giải quyết đồng đấn các vấn đề kinh tế – kỹ thuật trong thiết kế, xây dựng và vận hành chúng sẽ mang lại lợi ích không nhỏ đối với nền kinh tế quốc dân nói chung và đối với ngành điện công nghiệp nói riêng. Để đảm bảo cho việc cung cấp điện được tốt đòi hỏi phải xây dựng được một hệ thống điện gồm các khâu sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng hoạt động một cách thống nhất với nhau. Trong đó trạm phân phối với biến áp trung gian đóng vai trò rất quan trọng vì muốn truyền tải điện năng đi xa hoặc giảm điện áp xuống thấp cho phù hợp nơi tiêu thụ ta dùng biến áp là kinh tế và thuận tiện nhất.

Việc điều hành và giám sát các trạm điện phân phối yêu cầu số lượng nhân công rất lớn. Với sự phát triển mạnh mẽ của hệ thống tự động hóa, giám sát quá trình đã ứng dụng vào rất nhiều lĩnh vực trong công nghiệp, đời sống xã hội. Luận văn: “**NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG CHO TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI SỬ DỤNG SCADA**”. Luận văn tập trung nghiên cứu ứng dụng mạng SCADA thực hiện điều khiển giám sát các thông số của trạm điện phân phối. Nâng cao tính tự động hóa trong hoạt động vận hành, giám sát trạm điện phân phối. Giám nhân công trong quá trình vận hành hoạt động trạm. Nội dung của bản thuyết minh được chia thành 04 chương:

- **Chương 1: Tổng quan về trạm điện phân phối**
- **Chương 2: Mạng SCADA ứng dụng trong trạm điện phân phối**
- **Chương 3: Thiết bị logic khả trình PLC Siemen ứng dụng trong hệ SCADA**
- **Chương 4. Thiết kế - thi công tủ SCADA cho trạm phân phối**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>I</b>
<b>LỜI CẢM ƠN .....</b>	<b>II</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>III</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>IV</b>
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI.....</b>	<b>1</b>
1.1. Giới thiệu về hệ thống điện Việt Nam.....	1
1.2. Tổng quan về trạm biến áp .....	3
1.3. Trạm biến áp phân phối.....	4
1.3.1. Đặc điểm của trạm phân phối.....	4
1.3.2. Cấu trúc của trạm phân phối.....	6
1.3.3. Hệ thống điều khiển trạm phân phối .....	13
1.4. SCADA và tự động hóa trạm biến áp.....	14
1.4.1. Các yêu cầu với hệ thống tự động hóa trạm biến áp .....	15
1.4.2. Một số ưu điểm của hệ thống TĐH và SCADA.....	16
1.4.3. Hiện trạng về tự động hoá trạm biến áp .....	18
1.5. Kết luận chương 1 .....	19
<b>CHƯƠNG 2: CƠ BẢN VỀ SCADA VÀ ỨNG DỤNG .....</b>	<b>20</b>
2.1. Khái niệm chung.....	20
2.1.1. Cấu trúc hệ thống SCADA .....	21
2.1.2. Phân cấp chức năng trong hệ SCADA .....	22
2.1.3. Hệ thống quản lý năng lượng EMS .....	24
2.1.4. Hệ thống DMS.....	24
2.2. Sơ đồ khối hệ thống SCADA .....	25
2.3. Thiết bị đầu cuối ở xa RTU .....	26
2.3.1. Các thành phần trong RTU.....	28
2.3.2. Phân hệ truyền thông .....	29
2.3.3. Phân hệ logic .....	30

2.3.4. Phân hệ đầu cuối.....	32
2.3.5. Phân hệ kiểm tra và giao diện người máy .....	32
2.3.6. Các tính năng khác của RTU .....	33
2.4. Thiết bị điện tử thông minh IED .....	34
2.4.1. Sơ đồ chức năng IED.....	35
2.4.2. Cấu trúc của IED .....	36
2.4.3. Phân hệ truyền thông .....	37
2.4.4. Các tính năng nâng cao của IED .....	37
2.5. Hệ thống truyền thông SCADA .....	37
2.6. Giao diện người máy HMI .....	39
2.7. Các chức năng của SCADA trạm biến áp .....	39
2.8. Kết luận chương 2 .....	41
<b>CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CHO</b>	
<b>TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI.....</b>	<b>42</b>
3.1. Bài toán công nghệ .....	42
3.2. Các thiết bị đo lường trong trạm .....	43
3.2.1. Máy biến dòng điện.....	43
3.2.2. Đồng hồ đa năng Selec MFM – 384.....	44
3.3. Ứng dụng bộ điều khiển PLC trong hệ SCADA.....	47
3.3.1. Khái niệm về PLC .....	47
3.3.2. Các module của PLC S7-300 .....	48
3.3.3. Kiểu dữ liệu và phân chia bộ nhớ.....	50
3.3.4. Vòng quét chương trình.....	53
3.3.5. Cấu trúc chương trình.....	54
3.3.6. Tổ chức bộ nhớ CPU .....	56
3.3.7. Trao đổi dữ liệu giữa CPU và các module mở rộng.....	57
3.3.8. Cấu trúc lệnh và trạng thái kết quả.....	58
3.4. Mô hình tủ điều khiển giám sát cho trạm phân phối .....	62
3.4.1. Mục tiêu đề ra đối với thiết kế hệ thống SCADA .....	62

3.4.2. Thiết kế tủ điều khiển giám sát SCADA cho trạm điện.....	63
3.5. Kết luận chương 3 .....	66
<b>CHƯƠNG 4: LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CHO TRẠM PHÂN PHỐI.....</b>	<b>67</b>
4.1. Giới thiệu phần mềm TIA Portal:.....	67
4.2. Lập trình cho bộ điều khiển PLC .....	73
Thuật toán chương trình .....	73
4.3. Lập trình giao diện điều khiển giám sát .....	74
4.3.1. Màn hình chính.....	74
4.3.2. Giao diện điều khiển, giám sát .....	74
4.3.3. Giám sát các thông số theo thời gian.....	77
4.3.4. Bản ghi nhật ký sự cố .....	78
4.3.5. Cài đặt thông số .....	78
4.4. Kết luận chương .....	79
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>80</b>
1. Kết luận.....	80
2. Hướng phát triển của luận văn.....	80
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>81</b>

---

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI

### 1.1. Giới thiệu về hệ thống điện Việt Nam

Hệ thống điện Việt Nam hiện nay được quản lý và điều hành bởi Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN). Mô hình hệ thống điện có thể chia thành ba khâu chính gồm: *Phát điện, truyền tải và phân phối*.

- **Khâu phát điện:** Bao gồm các nhà máy điện như thủy điện, nhiệt điện, phong điện, thực hiện biến đổi các dạng năng lượng khác thành điện năng. Các nhà máy điện thuộc quyền quản lý của Tổng công ty phát điện 1, 2, 3, một số thuộc EVN, một số khác thuộc các đơn vị ngoài ngành điện như Tập đoàn dầu khí Việt Nam, Tập đoàn than khoáng sản Việt Nam.
- **Khâu truyền tải:** Bao gồm các hệ thống trạm biến áp 500 kV, 220 kV và hệ thống lưới truyền tải, có chức năng truyền tải điện năng tới các vùng khác nhau.
- **Khâu phân phối:** Bao gồm các hệ thống điện các trạm 110 kV, 35 kV, 22 kV, các trạm điện phân phối, khách hàng và hệ thống lưới phân phối. Đây là khâu cuối cùng trong việc cung cấp điện tới người tiêu dùng. Các trạm phân phối thuộc quyền quản lý của các Tổng Công ty Điện lực miền Bắc, Trung, Nam...

#### ❖ Hệ thống truyền tải điện:

Hiện đang sử dụng 4 cấp điện áp đó là các cấp điện áp: 500kV, 220kV, 110kV và 66kV. Tuy nhiên chỉ còn một số nơi rất ít sử dụng cấp điện áp 66kV và trong tương lai gần cấp điện áp này sẽ không được sử dụng cho truyền tải điện ở Việt Nam. Công tác vận hành và bảo dưỡng hệ thống truyền tải điện chủ yếu do 4 Công ty truyền tải điện đảm nhiệm chủ yếu, tuy nhiên trong thực tế hiện nay vẫn có một số đường dây truyền tải điện và TBA 110kV, 66kV do các Điện lực quản lý vận hành và bảo dưỡng.

Công ty truyền tải điện 1 có trụ sở đóng tại Hà Nội, quản lý vận hành và bảo dưỡng toàn bộ lưới điện có cấp điện áp 500kV, 220kV và một số đường dây 110kV, TBA 110kV thuộc địa phận các tỉnh từ Hà Tĩnh trở ra. Các Điện lực ở Bắc Miền Trung và Miền Bắc quản lý các đường dây và TBA 110kV trở xuống.



Công ty truyền tải điện 2 có trụ sở đóng tại Đà Nẵng, quản lý toàn bộ các đường dây và TBA có cấp điện áp 500kV, 220kV và hầu hết các đường dây và TBA có cấp điện áp 110kV thuộc địa bàn các tỉnh từ Quảng Bình đến Quảng Ngãi và Kon Tum.

Công ty truyền tải điện 3 đóng tại Nha Trang, quản lý toàn bộ các đường dây và TBA có cấp điện áp 500kV, 220kV và đa số các đường dây và TBA có cấp điện áp 110kV từ Bình Định vào đến Cam Ranh và các tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông.

Công ty truyền tải điện 4 có trụ sở tại thành phố Hồ Chí Minh, quản lý toàn bộ các đường dây và TBA có cấp điện áp 500kV, 220kV khu vực Nam Trung bộ (Ninh Thuận trở vào), Miền Nam và Lâm Đồng. Các Điện lực từ các tỉnh Ninh Thuận trở vào đa số quản lý các đường dây và TBA 110kV trở xuống.

#### ❖ Hệ thống lưới điện phân phối:

Do điều kiện lịch sử để lại, hiện nay, hệ thống lưới điện phân phối của Việt Nam bao gồm nhiều cấp điện áp khác nhau, cả ở thành thị và nông thôn, do bảy công ty điện lực thuộc Tổng công ty điện lực Việt Nam quản lý. Nhằm nâng cao độ tin cậy trong việc cung cấp điện, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao về chất lượng của khách hàng và giảm tổn thất điện năng của toàn hệ thống, Tổng công ty điện lực Việt Nam thường xuyên đầu tư mở rộng, nâng cấp và cải tạo lưới điện phân phối trên phạm vi cả nước. Các công ty phân phối điện đã triển khai nhiều biện pháp quản lý nhằm giảm tối đa tổn thất điện năng khu vực cũng như nâng cao chất lượng trong việc cung cấp điện cho khách hàng.

Để nâng cao chất lượng và đảm bảo cung cấp điện, hệ thống điện Việt Nam đang được đầu tư xây dựng và phát triển ngày càng nhiều các đường dây và TBA, cũng như không ngừng mở rộng các TBA đã đầu tư xây dựng trước đây như đầu tư xây dựng các MBA số 2 và các xuất tuyến trung áp nhằm mục đích đảm bảo cung cấp điện đảm bảo sự tăng trưởng của phụ tải. Mặt khác hệ thống điện Việt Nam ngày càng được hiện đại hóa bằng các thiết bị hiện đại, các thiết bị lạc hậu trước đây dần được thay thế bằng các thiết bị hiện đại, được sản xuất theo công nghệ mới có chất lượng và độ tin cậy cao hơn.

## 1.2. Tổng quan về trạm biến áp

Trạm biến áp (TBA, Substation) là một thành phần đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống điện, được dùng để biến đổi điện năng từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác. Điện năng từ nhà máy điện tới các hộ tiêu thụ có thể đi qua nhiều TBA, biến đổi qua nhiều mức điện áp khác nhau. Thành phần chính trong TBA là các máy biến áp điện lực (MBA, Power Transformer).

### ❖ Phân loại trạm biến áp:

Các TBA có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau, theo cấp điện áp người ta phân thành:

- **Trạm biến áp tăng áp:** có điện áp phía thứ cấp lớn hơn điện áp phía sơ cấp. Thường dùng ở các nhà máy điện, cung cấp năng lượng cho hệ thống điện và phụ tải ở xa.
- **Trạm biến áp hạ áp:** có điện áp phía thứ cấp nhỏ hơn điện áp phía sơ cấp. Trạm thường nhận điện năng từ hệ thống điện để phân phối cho phụ tải.

Theo chức năng nhiệm vụ, người ta phân thành hai loại:

- **Trạm biến áp truyền tải:** kết nối hai hoặc nhiều đường dây truyền tải. Trạm thường có công suất lớn, cấp điện cho một vùng địa lý rộng ở nhiều mức điện áp khác nhau, với một số lượng lớn các máy cắt, thiết bị bảo vệ, điều khiển (BU, BI, rơ le, hệ thống SCADA, ...).
- **Trạm biến áp phân phối:** truyền năng lượng từ lưới truyền tải tới hệ thống phân phối. Trạm có nhiệm vụ phân phối trực tiếp cho các hộ sử dụng điện của xí nghiệp, khu dân cư trường học ... thường có cấp điện áp nhỏ (10, 6, 0.4 kV).

Theo hình thức và cấu trúc, người ta chia thành trạm ngoài trời và trạm trong nhà:

- **Trạm biến áp ngoài trời:** các thiết bị phía điện áp cao như: dao cách ly, máy cắt, máy biến áp, thanh góp ... đều đặt ngoài trời. Còn phần phân phối điện áp thấp thì đặt trong nhà, hoặc đặt trong các tủ sắt chế tạo sẵn chuyên dùng để phân phối phần hạ thế. Thích hợp cho trạm có công suất lớn, có đủ không gian cần thiết để đặt các thiết bị ngoài trời. Sử dụng loại trạm đặt ngoài trời sẽ tiết kiệm được khá lớn về kinh phí xây dựng hơn trạm đặt trong nhà.