

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



NGUYỄN TIẾN QUÝ

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN
ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA
SCIAM**

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ

Ngành : Kỹ thuật điện

Mã số : 8520201

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



NGUYỄN TIẾN QUÝ

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN
ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA
SCIAM**

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ

Ngành : Kỹ thuật điện

Mã số : 8520201

NGƯỜI HƯỚNG DẪN: TS. LƯU HOÀNG MINH

TS. NGUYỄN VĂN TIẾN

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2025

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
Số: 250227-11/QĐ-UTH-SĐH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 02 năm 2025

QUYẾT ĐỊNH

Về việc thành lập Hội đồng đánh giá đề án tốt nghiệp thạc sĩ

HIỆU TRƯỞNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Căn cứ Quyết định số 66/2001/QĐ-TTg ngày 26/4/2001 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quy chế Tổ chức và hoạt động của Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ban hành theo Nghị quyết số 14/NQ-HĐTĐHGTVT ngày 11/01/2021 của Hội đồng Trường;

Căn cứ Quy chế tuyển sinh và đào tạo trình độ thạc sĩ ban hành kèm theo Quyết định số 33/QĐ-ĐHGTVT ngày 12/01/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quyết định số 821/QĐ-ĐHGTVT ngày 16/8/2023 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh về việc giao đề tài tốt nghiệp đối với các lớp chương trình đào tạo thạc sĩ;

Theo đề nghị của Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Thành lập Hội đồng đánh giá đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kỹ thuật điện (mã số 8520201) đối với học viên **Nguyễn Tiến Quý** với đề tài: “Thiết kế mô hình giám sát và chuẩn đoán hệ thống điện sử dụng Scada sciam”, người hướng dẫn: TS. Lưu Hoàng Minh; TS. Nguyễn Văn Tiến, gồm các ông (bà) có tên sau:

- | | | |
|------------------------------|------------------------|---------------------|
| 1. PGS.TS. Đồng Văn Hường | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. PGS.TS. Đặng Xuân Kiên | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. Đỗ Việt Dũng | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Lê Văn Quốc Anh | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên; |
| 5. TS. Nguyễn Thị Khánh Tiên | Trường ĐH GTVT TP. HCM | Ủy viên, thư ký. |

Điều 2. Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký. Các ông (bà) Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học, Trưởng phòng Kế hoạch - Tài vụ và ông (bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /

Nơi nhận:

- Như Điều 2;
- Hiệu trưởng (để b/c);
- Lưu: VT, VĐTSDH (Tú: 05b).



**LUẬN VĂN/ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Đại diện người hướng dẫn: 1. TS. Lưu Hoàng Minh

2. TS. Nguyễn Văn Tiến


Lưu Hoàng Minh

Luận văn/đề án tốt nghiệp thạc sĩ được bảo vệ tại Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ngày 07 tháng 03 năm 2025.

Thành phần Hội đồng đánh giá luận văn/đề án tốt nghiệp thạc sĩ gồm:

- | | | |
|----|---------------------------|---------------------|
| 1. | PGS.TS. Đồng Văn Hương | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. | PGS.TS. Đặng Xuân Kiên | Ủy viên, phản biện; |
| 3. | TS. Đỗ Việt Dũng | Ủy viên, phản biện; |
| 4. | TS. Lê Văn Quốc Anh | Ủy viên; |
| 5. | TS. Nguyễn Thị Khánh Tiên | Ủy viên, thư ký. |

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan:

Đề án tốt nghiệp “**THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA SCIAM**”

1. Là công trình nghiên cứu của bản thân tôi được đúc kết từ quá trình học tập và nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của **TS. LƯU HOÀNG MINH, TS. NGUYỄN VĂN TIẾN**

2. Số liệu và kết quả trong Đề án tốt nghiệp nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tôi cũng xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện Đề án tốt nghiệp này đã được cảm ơn và các thông tin trích dẫn trong Đề án tốt nghiệp đã được chỉ rõ nguồn gốc.

Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm về nghiên cứu của mình.

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2025

Học viên



NGUYỄN TIẾN QUÝ

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn tới toàn thể Quý Thầy Cô Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh.

Em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy **TS. LƯU HOÀNG MINH, TS. NGUYỄN VĂN TIẾN** đã tận tình hướng dẫn em hoàn thành Đề án tốt nghiệp này đúng thời hạn quy định.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, tuy nhiên do điều kiện thời gian và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn ít, cho nên Đề án tốt nghiệp không thể tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, tác giả mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy giáo, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp cho Đề án tốt nghiệp của tôi được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, em xin chúc toàn thể Quý Thầy, Cô cùng các Anh Chị bạn bè dồi dào sức khỏe và công tác tốt!

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 01 năm 2025

Học viên



NGUYỄN TIẾN QUÝ

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH SÁCH BẢNG BIỂU	vi
DANH SÁCH HÌNH ẢNH.....	vii
DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT.....	ix
MỞ ĐẦU.....	1
1. Sự cần thiết của Đề án tốt nghiệp	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	2
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
4. Phương pháp nghiên cứu khoa học.....	2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG SCADA.....	3
1.1. Tổng quan chung về SCADA.....	3
1.1.1. Định nghĩa.	3
1.1.2. Chức năng và vai trò.....	3
1.1.3. Các ứng dụng vào thực tế và so sánh lợi thế với hệ cũ.	4
1.2. Kết cấu của một hệ SCADA.....	5
1.2.1. SCADA Server.	6
1.2.2. SCADA Client.	7
1.2.3. PLC- RTU.....	7
1.2.4. Phần cứng của hệ SCADA.	8
1.2.5. Phần mềm hệ SCADA	8
1.3. Truyền tin trong hệ SCADA.....	8
1.3.1. Các dạng truyền tin trong hệ SCADA.	8
1.3.2. Truyền tin số.	10
1.3.3. Truyền tin hiện trường.	10
1.4. Những yêu cầu chung về một hệ SCADA.....	10
1.5. Nguyên lý làm việc của hệ thống SCADA.....	11
1.6. Ứng dụng SCADA trên lưới điện.....	12
1.6.1. Ứng dụng trong công tác điều độ hệ thống điện Việt Nam.....	12
1.6.2. Nguyên lí làm việc.....	13

1.6.3. Các chức năng SCADA.	14
1.6.4. Các chức năng EMS trong lưới truyền tải.	15
1.6.5. Các Chức năng DMS trong lưới phân phối.	16
1.7. Cơ sở lý thuyết và luật về thiết kế	17
1.8. Kết luận chương 1.	19
CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG SCADA SICAM A8000 TRONG GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN.	20
2.1. Tổng quan giao tiếp truyền thông tại trạm.	20
2.2. Giao thức trong truyền thông giao tiếp ngăn LBS trong trạm biến áp 22kV.	21
2.2.1. Modbus.	21
2.2.2. IEC 60870-5.	26
2.2.3. IEC 60870-5-101.	27
2.2.4. IEC 60870-5-104.	35
2.2.5. IEC 60870-5-103.	35
2.2.6. IEC 61850.	37
2.2.7. DNP3.	43
2.3. Tổng quan về SCADA SICAM A8000.	46
2.3.1. Giới thiệu về SCADA SICAM A8000.	46
2.3.2. Thông số kỹ thuật của các thiết bị chính	48
2.4. Nguyên lý hoạt động.	61
2.4.1. Cơ chế hoạt động chung.	61
2.4.2. Phân tích vai trò của các thiết bị.	61
2.4.3. Quy trình hoạt động của hệ thống trong tủ RMU.	63
2.5. Kết luận chương 2.	63
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA SCIAM CHO DỰ ÁN Z2	65
3.1. Tổng quan dự án.	65
3.2. Lắp đặt mạch ứng dụng thực tiễn.	65
3.2.1. Sơ đồ bố trí.	65
3.2.2. Sơ đồ thuật toán	66
3.2.3. Xây dựng mạch thiết kế.	72
3.2.4. Tính chọn thiết bị đóng cắt, dây dẫn và trị số chỉnh định cảnh báo sự cố.	89

3.3. Kiểm tra thử nghiệm hệ thống	91
3.3.1. Yêu cầu về danh sách tín hiệu Scada theo quy định của điện lực (EVN). ...	91
3.3.2. Một số hình ảnh thí nghiệm hệ thống Scada sử dụng SICAM của Điện lực thành phố Hồ Chí Minh (EVN HCM).	93
3.3.3. Kết quả thí nghiệm.....	95
3.4. Vai trò giám sát và truyền thông của hệ thống.....	100
3.4.1. Vai trò giám sát.....	100
3.4.2. Vai trò truyền thông.....	101
3.4.3. Chuẩn truyền thông được sử dụng.....	102
3.5. Kết luận chương 3	103
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	105
1. Kết luận.....	105
2. Kiến nghị.....	106
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	107

DANH SÁCH BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1. Bảng tổng kết lại các dạng truyền tin thường dùng trong hệ SCADA:	9
Bảng 2. 1. Các mã chức năng Modbus.	24
Bảng 2. 2. Tốc độ truyền dữ liệu	29
Bảng 2. 3. Kiểu chức năng bảo vệ trong T103.	36
Bảng 2. 4. Thông số bảo vệ trong T103.	36
Bảng 2. 5. Khối ứng dụng dữ liệu ASDU trong T103	37
Bảng 3. 1 Chuẩn Truyền Thông Sử Dụng Trong Hệ Thống.....	103

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. 1. Cấu trúc hệ SCADA cơ bản	5
Hình 1. 2. Kiến trúc phần mềm Client/Server của hệ SCADA	6
Hình 1. 3. Hình ảnh PLC và RTU	7
Hình 1. 4. Ảnh minh họa ứng dụng của bộ Scada	12
Hình 2. 1. Modbus RS 485	22
Hình 2. 2. Chu trình yêu cầu-đáp ứng của Modbus.....	25
Hình 2. 3. Giao thức mạng trong trạm.....	27
Hình 2. 4. Cấu tạo của lớp T101.....	27
Hình 2. 5. Cấu hình mạng hình sao truyền qua vô tuyến	28
Hình 2. 6. Cấu hình mạng trong truyền thông.....	30
Hình 2. 7. Mạng truyền thông giữa một trạm chủ và nhiều trạm thứ.....	32
Hình 2. 8. Mạng truyền thông truyền thông peer-to-peer.	32
Hình 2. 9. Truyền bất cân bằng Trạm/ khởi tạo đường truyền, chế độ cân bằng:.....	34
Hình 2. 10. Truyền cân bằng	35
Hình 2. 11. Cấu tạo lớp T104	35
Hình 2. 12. Các khả năng của tiêu chuẩn IEC61850 trong ứng dụng tự động hoá.....	39
Hình 2. 13. Ứng dụng 61850 trong điều khiển phân tán.	39
Hình 2. 14. Ví dụ về mô hình dữ liệu của một Role bảo vệ đường dây: PD, LDs, LNs.	40
Hình 2. 15. Cấu hình truyền thông cơ bản hệ thống tự động hoá trạm với giao thức IEC61850.....	41
Hình 2. 16. Sơ đồ cấu hình 61850 dành cho các IED.	43
Hình 2. 17. Các chức năng kết nối của giao thức truyền thông DNP3	44
Hình 2. 18. Các lớp DNP3 trong OSI.....	45
Hình 2. 19. Giao thức DNP3	45
Hình 2. 20. Thiết bị tự động trạm biến áp SCADA SICAM A8000	46
Hình 2. 21. Hình ảnh Module chính CP-8021	48
Hình 2. 22. Hình ảnh Module nguồn PS-8620	50
Hình 2. 23. Module đầu vào số DI-8110	52

Hình 2. 24. Module đầu ra số DO-8212	53
Hình 2. 25. Thiết bị phát hiện ngắn mạch có hướng và sự cố chạm đất	55
Hình 2. 26. Hình ảnh Cảm biến dòng.....	57
Hình 2. 27. Hình ảnh Bộ lưu điện DC (UPS) 24VDC – 960W (40A)	59
Hình 2. 28. Hình ảnh Bộ nguồn PSU 24VDC – 240W (10A)	60
Hình 3. 1. Sơ đồ bố trí bộ SCADA SICAM A8000	65
Hình 3. 2. Lưu đồ thuật toán.....	67
Hình 3. 3. Bản vẽ bố trí thiết bị và vỏ tủ	72
Hình 3. 4. Bản vẽ sơ đồ kết nối các thiết bị.....	73
Hình 3. 5. Bản vẽ sơ cung cấp điện cho SCADA SICAM A8000	75
Hình 3. 6. Bản vẽ sơ đồ đấu dây điều khiển Mimic Control.....	76
Hình 3. 7. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của CP-8021	78
Hình 3. 8 Bản vẽ sơ đồ đấu dây của PS-8620	79
Hình 3. 9. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của DO -8212	80
Hình 3. 10. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của DI -8110	81
Hình 3. 11. Sơ đồ đấu dây vào motorized ngăn LBS1 tủ RMU	82
Hình 3. 12. Sơ đồ kết nối CP-8021 với (SICAM FCM)	84
Hình 3. 13. Bảng thống kê thiết bị SICAM dùng cho tủ RMU 2 ngăn LBS.....	85
Hình 3. 14. Bản vẽ đấu nối cho tủ RMU 2 ngăn LBS.....	86
Hình 3. 15. Sơ đồ nguyên lý trung thế cấp nguồn cho dự án Chung cư Z2.....	88
Hình 3. 16. Trị số chỉnh định sự cố ngăn LBS1 dự án Chung cư Z2	90
Hình 3. 17. Hình ảnh thí nghiệm hệ thống SICAM A800 tại dự án Z2	93
Hình 3. 18. Hình ảnh tem kết quả thí nghiệm	93
Hình 3. 19. Hình ảnh thông số điện áp, dòng điện trên FCM khi trạm biến áp đang hoạt động	94
Hình 3. 20. Hình ảnh hiển thị P, Q, S trên FCM khi trạm biến áp hoạt động	94
Hình 3. 21. Biên bản kết quả thí nghiệm hệ thống Sicam A8000 tại dự án Z2.....	97

DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

STT	CHỮ VIẾT TẮT	DIỄN GIẢI
	UPS	Uninterruptible Power Supply
	SoH	State Of Health
	LCD	Liquid-Crystal Display
	DAC	Digital-to-Analog Converter
	BMS	Battery Management System
	EMS	Energy Management System
	SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
	DOD	Depth of discharge
	OC	Open Circuit

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của Đề án tốt nghiệp

Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ và nhu cầu ngày càng tăng về hệ thống điện an toàn, hiệu quả, các giải pháp giám sát và quản lý năng lượng thông minh đang trở thành xu hướng tất yếu. Trong bối cảnh đó, hệ thống SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) đã khẳng định vai trò quan trọng trong việc giám sát, điều khiển và quản lý các thông số điện năng trong nhiều lĩnh vực, từ công nghiệp, năng lượng tái tạo, đến các tòa nhà và cơ sở hạ tầng lớn. Đặc biệt, trong lĩnh vực phân phối và vận hành hệ thống điện, việc tích hợp các giải pháp giám sát thông minh dựa trên SCADA ngày càng được chú trọng.

Hệ thống SCADA SICAM A8000 + FCM, với khả năng thu thập và hiển thị dữ liệu trực tiếp tại nơi lắp đặt, đã được ứng dụng trong nhiều dự án quan trọng. Tuy nhiên, hệ thống hiện tại còn tồn tại một số hạn chế, đáng chú ý là việc thiếu các giải pháp giám sát từ xa và dự đoán sự cố. Điều này không chỉ gây khó khăn trong vận hành mà còn làm tăng nguy cơ gián đoạn dịch vụ và chi phí bảo trì.

Bên cạnh đó, nhu cầu giám sát, chuẩn đoán và dự báo trạng thái của các hệ thống điện hiện đại đã trở thành yêu cầu cấp thiết. Các thông số điện năng như dòng điện, điện áp, nhiệt độ và công suất không chỉ cần được ghi nhận chính xác mà còn phải được phân tích để đưa ra cảnh báo kịp thời nhằm ngăn ngừa các sự cố tiềm ẩn. Việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như trí tuệ nhân tạo (AI), học máy (Machine Learning), và các giao thức truyền thông hiện đại hứa hẹn mang lại những bước đột phá trong việc giám sát và quản lý hệ thống điện.

Từ những nhu cầu thực tế và thách thức trên, việc nghiên cứu và thiết kế một hệ thống giám sát và chuẩn đoán từ xa cho SCADA SICAM A8000 + FCM là cần thiết. Hệ thống này không chỉ giúp tối ưu hóa việc giám sát và vận hành, mà còn đảm bảo độ tin cậy và an toàn cao hơn cho hệ thống điện. Bằng cách kết hợp giữa thu thập dữ liệu, phân tích trạng thái và đưa ra cảnh báo, hệ thống mới có thể giảm thiểu rủi ro sự cố, tiết kiệm chi phí và nâng cao hiệu quả vận hành.

Nghiên cứu này không chỉ đóng góp vào sự phát triển của ngành công nghiệp điện mà còn tạo tiền đề cho các ứng dụng đào tạo, hướng dẫn và phát triển giải pháp năng

lượng thông minh trong tương lai. Việc triển khai một hệ thống giám sát và chuẩn đoán hiện đại là một bước quan trọng để đảm bảo sự phát triển bền vững của các hệ thống năng lượng trong thời đại công nghệ 4.0.

Trong Đề án tốt nghiệp sẽ trình bày về “MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA SCIAM” pin trên cơ sở kết quả thực nghiệm tại hiện trường.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu các phương pháp giám sát, chuẩn đoán cho hệ thống điện sử dụng Scada Sciam.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng: Hệ thống giám sát, chuẩn đoán sử dụng SCADA SICAM

Phạm vi nghiên cứu: Thiết kế mô hình giám sát và chuẩn đoán hệ thống điện sử dụng SCADA SICAM cho dự án Khu chung cư cao tầng kết hợp thương mại dịch vụ tại phường Thanh Mỹ Lợi, TP Thủ Đức.

4. Phương pháp nghiên cứu khoa học

Phương pháp tổng hợp tài liệu: Thu thập, phân tích các tài liệu khoa học, tiêu chuẩn kỹ thuật, và các nghiên cứu trước đây về SCADA SICAM và hệ thống giám sát điện.

Phương pháp phân tích và đánh giá lý thuyết: Xác định các nguyên lý hoạt động của hệ SCADA, đánh giá ưu nhược điểm của các công nghệ hiện có để chọn phương án tối ưu cho mô hình nghiên cứu.

Phương pháp thực nghiệm: Lắp đặt, thử nghiệm hệ thống giám sát và chuẩn đoán trong môi trường thực tế để đánh giá hiệu quả hoạt động, tính chính xác của dữ liệu thu thập.

Phương pháp mô phỏng: Sử dụng phần mềm để kiểm tra khả năng hoạt động, tối ưu hóa hiệu suất của hệ thống SCADA trong các điều kiện khác nhau.

Phương pháp so sánh và đánh giá: So sánh các kết quả thu được với các mô hình tương tự nhằm xác định mức độ chính xác, độ tin cậy của hệ thống.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG SCADA

1.1. Tổng quan chung về SCADA.

1.1.1. Định nghĩa.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) là một hệ thống chuyên thu thập dữ liệu, giám sát và điều khiển các quy trình từ xa. Hệ thống này cho phép người vận hành theo dõi và kiểm soát hoạt động của các thiết bị thông qua máy tính và mạng truyền thông. Nói cách khác, SCADA thường được hiểu là tập hợp các hệ thống máy tính thực hiện các chức năng sau:

- + Thu thập dữ liệu từ các thiết bị công nghiệp hoặc cảm biến.
- + Xử lý và tính toán trên các dữ liệu thu thập được.
- + Hiển thị thông tin và kết quả xử lý từ dữ liệu thu thập.
- + Nhận lệnh từ người điều hành và gửi đến các thiết bị trong nhà máy.
- + Xử lý các lệnh điều khiển tự động hoặc thủ công một cách kịp thời và chính xác.

1.1.2. Chức năng và vai trò.

Hệ thống sản xuất công nghiệp thường được tổ chức theo nhiều cấp quản lý, trong đó mỗi cấp có nhiệm vụ riêng về đo lường, thu thập và giám sát từng đối tượng cụ thể. Vì vậy, hệ thống SCADA cũng được phân chia theo từng cấp, với quy mô và yêu cầu khác nhau. Tuy nhiên, SCADA ở mỗi cấp độ đều phải đảm bảo thực hiện các nhiệm vụ sau:

- + Thu thập dữ liệu từ xa thông qua đường truyền số liệu, lưu trữ dữ liệu trong các cơ sở như lịch sử sản xuất, sự kiện thao tác, hoặc báo động.
- + Giám sát và điều khiển hệ thống sản xuất dựa trên dữ liệu thu thập được.
- + Thực hiện truyền thông dữ liệu trong và ngoài hệ thống, bao gồm đọc/ghi dữ liệu từ PLC/RTU và trả lời các yêu cầu từ cấp trên.

+ SCADA là sự kết hợp giữa phần cứng và phần mềm thông qua các phương thức truyền thông để tự động hóa việc quản lý, giám sát, và điều khiển trong các hệ thống công nghiệp. Xu hướng tự động hóa là tất yếu trong sản xuất hiện đại, và việc triển khai hệ thống SCADA giúp tránh nguy cơ tụt hậu.

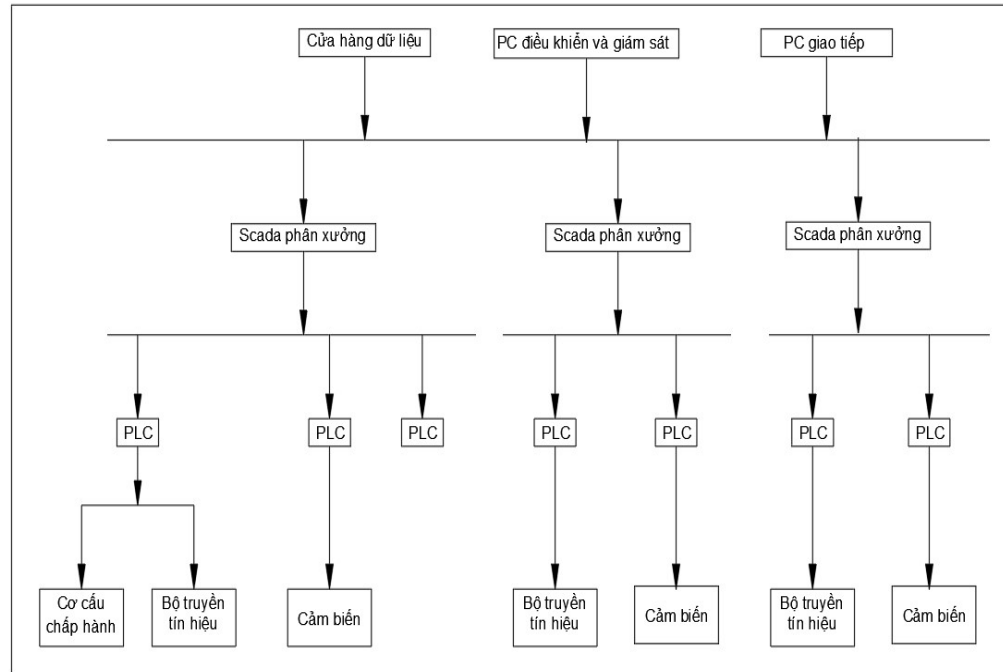
Vai trò của SCADA là không thể phủ nhận. Hệ thống này cung cấp dữ liệu chính xác về trạng thái của hệ thống, hỗ trợ người vận hành đưa ra quyết định đúng đắn và hiệu quả hơn. Đồng thời, SCADA giảm đáng kể chi phí nhân lực và vận hành, góp phần hạ giá thành sản phẩm, nâng cao khả năng cạnh tranh trên thị trường.

1.1.3. Các ứng dụng vào thực tế và so sánh lợi thế với hệ cũ.

Các hệ thống SCADA được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như điện, xe lửa, nhà máy nước sạch, trạm xử lý nước, hàng hải, v.v. Tại Việt Nam, hệ thống SCADA ngành điện hiện nay được chia thành ba cấp: cấp quốc gia, cấp Bắc Trung Nam và cấp tỉnh. Khi hệ thống phức tạp hơn, có thể có cấp huyện. Trung tâm điều độ quốc gia giám sát các nhà máy phát điện và các trạm 500kV, 220kV lớn; ba trung tâm điều độ miền quản lý các trạm 220kV và 110kV lớn; và các trung tâm điều độ tỉnh giám sát hệ thống phân phối điện.

SCADA dùng RTU đang dần được thay thế bởi PLC trong hệ thống điều độ điện, đặc biệt ở cấp quốc gia và miền. Việc sử dụng PLC trong SCADA mang lại nhiều lợi ích như:

- + Chi phí thấp hơn nhiều so với các hệ thống cũ.
- + Hệ thống cũ công kênh và khó bảo trì, trong khi hệ SCADA dùng PLC đơn giản hơn, dễ lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng.
- + Các kỹ sư Việt Nam dễ tiếp cận và làm chủ công nghệ PLC, hỗ trợ việc thiết kế và nâng cấp.
- + Mua sắm thiết bị và bảo dưỡng dễ dàng hơn.
- + Việc thu thập, lưu trữ, báo cáo và phân tích dữ liệu trong SCADA trở nên thuận tiện hơn.
- + Tương lai, hệ thống SCADA sẽ trở nên đơn giản và phổ biến hơn nhờ sự phát triển mạnh mẽ của các thiết bị tự động hóa.



Hình 1. 1. Cấu trúc hệ SCADA cơ bản

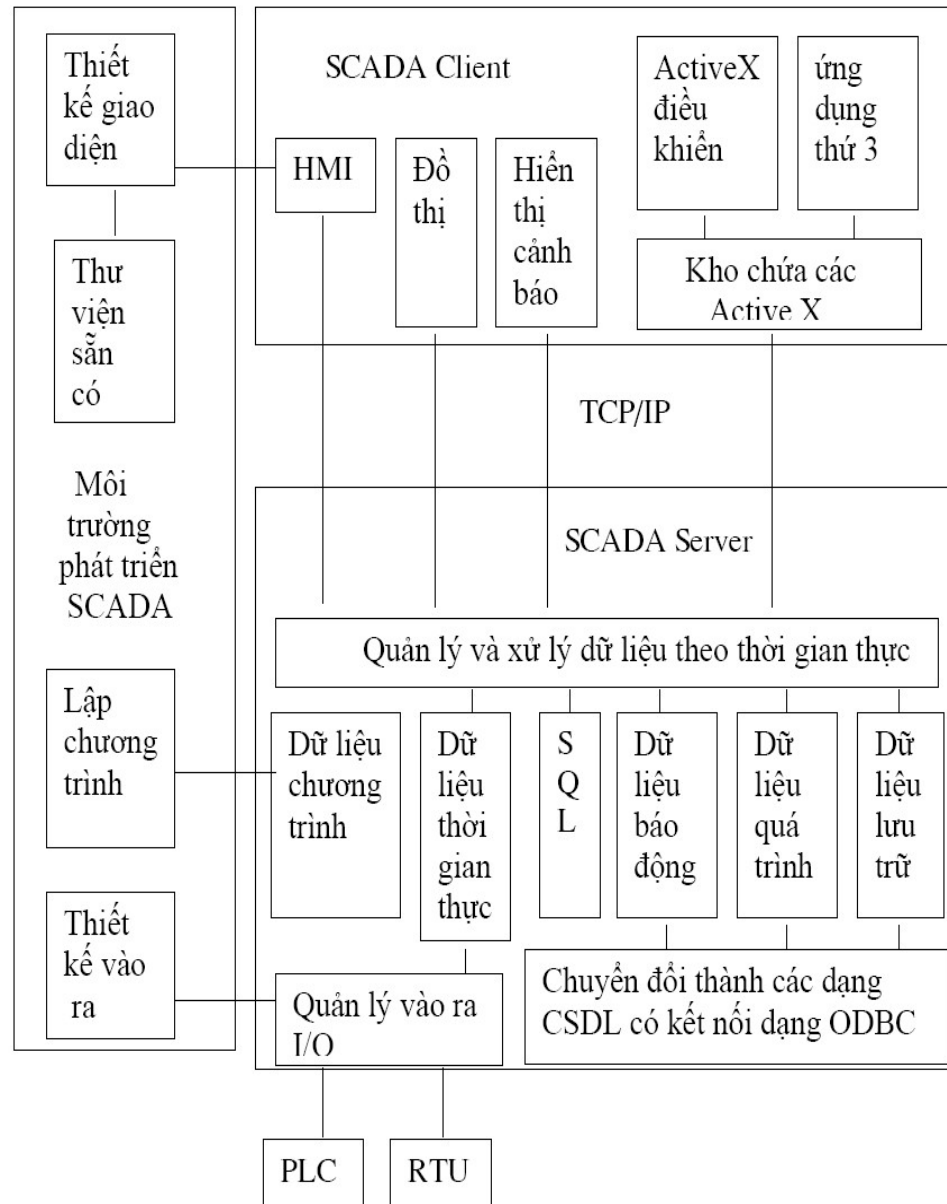
1.2. Kết cấu của một hệ SCADA.

Nói một cách đơn giản, hệ thống SCADA gồm ba phần chính: các máy tính (PC) ở phòng điều khiển trung tâm, các RTU (Remote Terminal Unit) hoặc PLC (Programmable Logic Controller) tại các trạm xa, và thiết bị thông tin kết nối hai phần này với nhau.

Kết cấu phần mềm của các PC ở phòng điều khiển trung tâm có các chức năng tương tự như phần HMI (Human-Machine Interface) trong hệ thống DCS (Distributed Control System), bao gồm:

- + Hiển thị thông tin
- + Điều khiển từ xa
- + Thu thập và quản lý dữ liệu
- + Quản lý báo động
- + Báo cáo hệ thống

Các hệ thống SCADA cũ thường chạy trên nền tảng DOS, VMS hoặc UNIX, trong khi các hệ thống mới hiện nay chạy trên nền Windows hoặc Linux.



Hình 1. 2. Kiến trúc phần mềm Client/Server của hệ SCADA

1.2.1. SCADA Server.

SCADA Server là máy chủ trung tâm trong hệ thống SCADA, kết nối với các RTU hoặc PLC. Trong cấu trúc phần mềm của máy chủ này, nó có nhiệm vụ thu thập và chia sẻ dữ liệu với các máy Client qua mạng Ethernet, đồng thời gửi mệnh lệnh từ các Client đến các bộ điều khiển. Do đó, máy Server thường được cài đặt các phần mềm phát triển và thiết lập cấu hình truyền thông để kết nối với các thiết bị tại hiện trường.

1.2.2. SCADA Client.

SCADA Client bao gồm các máy tính công nghiệp được kết nối với máy Server qua mạng Ethernet. Các máy tính này cài đặt phần mềm giao diện người-máy (HMI), giúp kết nối với dữ liệu của máy Server để hiển thị thông tin hoặc thực hiện điều khiển. Các máy Client thu thập trạng thái và điều khiển các bộ điều khiển gián tiếp thông qua máy Server. Mọi quan hệ giữa các Client và Server được thiết lập bởi các kỹ sư lập trình, tùy thuộc vào phần mềm công nghiệp sử dụng trong hệ thống SCADA.

1.2.3. PLC- RTU.



Hình 1. 3. Hình ảnh PLC và RTU

RTU (Remote Terminal Unit) là thiết bị điều khiển bằng bộ vi xử lý, có khả năng xử lý các đầu vào và đầu ra theo thời gian thực, thu thập dữ liệu, báo động và báo cáo về SCADA Server, đồng thời thi hành các lệnh từ SCADA Server. Trước đây, các hệ thống SCADA thường sử dụng RTU, nhưng hiện nay, với sự phát triển của PLC (Programmable Logic Controller), nhiều nhà tích hợp hệ thống ưu tiên sử dụng PLC thay vì RTU trong thiết kế các hệ thống SCADA.

Cả RTU và PLC đều được kết nối với các I/O tại các trạm. Các đầu vào từ RTU hoặc PLC cung cấp thông tin về trạng thái của hệ thống cho thiết bị SCADA ở phòng điều khiển trung tâm. Các thiết bị SCADA có thể thực hiện điều khiển bằng cách thao tác đầu ra qua các RTU hoặc PLC.

Tóm lại, RTU và PLC là thiết bị kết nối trực tiếp với I/O và trung tâm điều khiển tín hiệu trong hệ thống SCADA.

1.2.4. Phần cứng của hệ SCADA.

Phần cứng của hệ SCADA có thể khác nhau tùy thuộc vào từng nhà chế tạo, nhưng thường bao gồm các thành phần chính sau:

- + Máy tính PC với các dịch vụ truyền thông chuẩn và các chương trình giao diện đồ họa được thiết kế sẵn.
- + Bộ điều khiển logic có khả năng lập trình PLC (Programmable Logic Controller).
- + Transmitter/RTU số thông minh, giúp thu thập và xử lý dữ liệu.
- + Card mạng và hệ thống cáp nối, hỗ trợ quá trình thu thập và điều khiển dữ liệu trong hệ thống.

1.2.5. Phần mềm hệ SCADA

Phần mềm SCADA là một chương trình thực hiện các chức năng cần thiết của hệ thống SCADA. Phần mềm này cần có khả năng thu thập dữ liệu theo thời gian thực và điều khiển hệ thống sao cho đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật. Ngoài ra, phần mềm SCADA cũng phải hỗ trợ kết nối mạng (như Internet hoặc Ethernet) để có thể chuyển báo cáo dưới các hình thức khác nhau, như bảng thống kê, biểu đồ hoặc đồ thị.

1.3. Truyền tin trong hệ SCADA.

1.3.1. Các dạng truyền tin trong hệ SCADA.

Hệ thống truyền tin là một phần quan trọng không thể thiếu trong hệ thống SCADA, ảnh hưởng trực tiếp đến tính ổn định và độ chính xác của toàn hệ thống. Một hệ truyền tin được chọn phải đáp ứng các tiêu chuẩn như tốc độ truyền dữ liệu, giao thức truyền thông, phương thức truyền (đồng bộ hoặc dị bộ), và khả năng hoạt động trên khoảng cách địa lý lớn. Đồng thời, hệ thống truyền tin phải tương thích với thiết bị hiện trường và máy chủ Server.

Một số thiết bị phổ biến được sử dụng để truyền dữ liệu trong SCADA bao gồm:

Modem RDT (Radio Data Technology) từ Anh, với khả năng truyền sóng radio và vô tuyến.

Thiết bị thu phát sóng của Motorola.

Các bộ RTU và GPS.

Tùy thuộc vào quy mô và phạm vi của hệ SCADA, từng loại thiết bị sẽ được sử dụng để tối ưu hóa hiệu quả truyền thông.

Hệ thống SCADA cấp quốc gia và miền thường sử dụng các RTU được thiết kế đặc biệt cho ngành điện, tuân theo tiêu chuẩn IEEE và IEC, với khả năng chống nhiễu điện từ. Các RTU thông minh này giao tiếp với trung tâm điều độ qua giao thức truyền tin IEC-870-5-101. Đối với các hệ SCADA sử dụng PLC, giao thức truyền thông phổ biến là Profibus.

Bảng 1. 1. Bảng tổng kết lại các dạng truyền tin thường dùng trong hệ SCADA:

Truyền tin	Kiểu truyền tin	Tiêu chuẩn thường dùng
Máy chủ với IDE hiện trường	Không đồng bộ kiểu Multidrop	RS-485
PLC thu thập với IDE hiện trường	Không đồng bộ kiểu Multidrop	RS-485
Máy chủ với máy dự phòng DMS, EMS, DTS	Đồng bộ kiểu Multidrop	Ethernet
Máy chủ với Scada cấp trên	Không đồng bộ kiểu Singledrop	RS-232 + tải ba, modem hay Raito 450Hz
Scada với các ứng dụng khác	Bản tin qua bộ nhớ	DDE (Dynamic Data Exchange)
Scada với các thư viện	Đọc/ viết thư viện	DLL (Dynamic Link Library)

Scada với các hệ điều hành	Quản lý các cửa sổ	Windows
Scada với máy in	Song song, nối tiếp	RS-232, ASII

1.3.2. Truyền tin số.

Truyền tin số là việc gửi các bản tin dưới dạng mã số (bit, byte,...) từ nơi phát đến nơi thu, đảm bảo truyền dữ liệu chính xác. Trong công nghiệp, truyền tin số thường diễn ra giữa các ứng dụng chủ (master) và slave, hoặc giữa khách hàng (client) và máy chủ (server), cũng như giữa các master với nhau.

1.3.3. Truyền tin hiện trường.

Truyền tin hiện trường đảm bảo máy chủ liên lạc thường xuyên với PLC hoặc RTU. Quy trình truyền thông tin gồm:

- + Máy chủ gửi các lệnh từ bảng tin đến PLC hoặc RTU qua bus multidrop.
- + PLC hoặc RTU thực hiện lệnh và gửi lại kết quả.
- + Các lệnh phổ biến gồm lệnh đọc dữ liệu từ PLC hoặc RTU, hoặc lệnh ghi các giá trị tham số. Bản tin phản hồi thường chứa dữ liệu trạng thái hoặc thông báo lỗi.

1.4. Những yêu cầu chung về một hệ SCADA.

Hệ thống SCADA cần đáp ứng các yêu cầu:

- + Thu thập và xử lý dữ liệu chính xác: Đảm bảo thông tin từ cảm biến kịp thời, chính xác và được lưu trữ để phân tích.
- + Điều khiển từ xa và tự động: Hỗ trợ điều khiển từ xa và tự động hóa theo kịch bản lập trình.
- + Hiển thị trực quan: Cung cấp giao diện thân thiện, biểu đồ và báo cáo thời gian thực.
- + Cảnh báo và báo động: Gửi thông báo nhanh khi có sự cố, hỗ trợ xử lý kịp thời.
- + Khả năng kết nối và tương thích: Hỗ trợ giao thức phổ biến, tương thích với nhiều thiết bị.

+ An toàn và bảo mật: Ngăn chặn truy cập trái phép, mã hóa dữ liệu và lưu lịch sử hoạt động.

+ Tính ổn định và đáng tin cậy: Hoạt động liên tục, có cơ chế dự phòng.

+ Dễ vận hành và bảo trì: Giao diện đơn giản, hỗ trợ chẩn đoán và nâng cấp.

+ Phân tích và dự báo: Phát hiện xu hướng, dự báo sự cố, hỗ trợ quyết định.

+ Linh hoạt và mở rộng: Dễ tích hợp công nghệ mới.

1.5. Nguyên lý làm việc của hệ thống SCADA.

Khi thiết bị vận hành vượt ngưỡng thông số hoặc gặp sự cố, SCADA phát tín hiệu cảnh báo qua chuông, còi hoặc lệnh hiển thị nhấp nháy. Điều này giúp kỹ sư xử lý nhanh chóng, đưa thiết bị về trạng thái bình thường hoặc kích hoạt thiết bị dự phòng để duy trì hệ thống ổn định và tiết kiệm.

Các sự kiện và trạng thái thiết bị được lưu trữ tự động với độ chính xác đến mili giây, hỗ trợ truy xuất, phân tích và lập báo cáo. Hệ thống cho phép điều khiển từ xa các thiết bị như khởi động/ngừng tổ máy phát, điều chỉnh công suất, đóng cắt thiết bị, hoặc thay đổi điện áp máy biến áp, giảm nhân lực và tiến tới tự động hóa hoàn toàn.

Phần mềm ứng dụng đi kèm hệ SCADA

Hệ thống SCADA hiện đại tích hợp nhiều phần mềm hỗ trợ, bao gồm:

+ AGC (Automatic Generation Control): Điều khiển phát điện tự động.

+ ED (Economic Dispatch): Điều độ kinh tế.

+ CA (Contingency Analysis): Phân tích chế độ đột biến.

+ SE (State Estimation): Đánh giá trạng thái.

+ DLF (Dispatch Load Flow): Tính toán trào lưu công suất.

+ OPF (Optimal Power Flow): Tối ưu hóa trào lưu công suất.

+ LF (Load Forecast): Dự báo phụ tải.

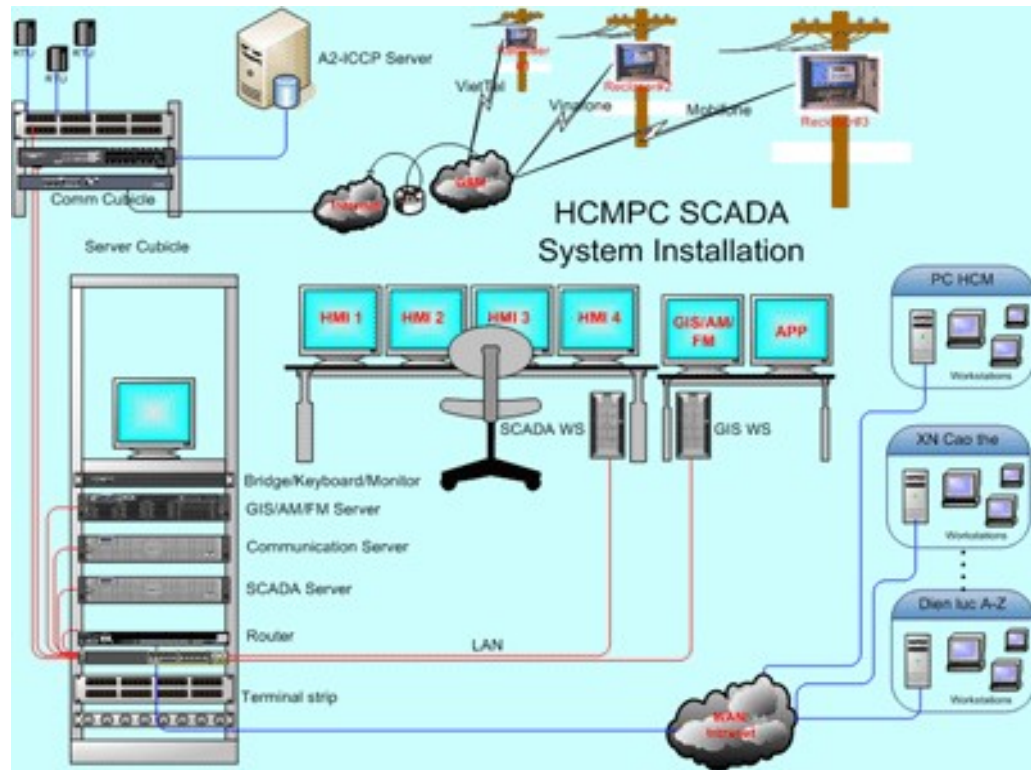
+ GP (Generation Planning): Lập kế hoạch vận hành.

Hệ thống SCADA không chỉ hỗ trợ vận hành an toàn và ổn định mà còn tối ưu hóa hiệu quả kinh tế trong quản lý hệ thống điện.

1.6. Ứng dụng SCADA trên lưới điện.

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các hệ thống thông tin đo lường và điều khiển từ xa ngày càng được ứng dụng rộng rãi. Trong nhà máy điện, hệ thống tự động hóa đảm nhận vai trò quan trọng, còn tại các trạm biến áp, đó là hệ thống tự động hóa trạm (Substation Automation System - SAS).

Từ năm 1994, với việc xây dựng hệ thống tải điện 500 kV, Trung tâm Điều độ Hệ thống Điện (HTĐ) Quốc gia được thành lập, trong đó SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) đóng vai trò là phần trung tâm. Sau đó, các lưới điện phân phối của các công ty Điện lực cũng dần áp dụng hệ thống SCADA/EMS (Energy Management System), mang lại triển vọng vận hành hệ thống điện an toàn, liên tục và kinh tế.



Hình 1. 4. Ảnh minh họa ứng dụng của bộ Scada

1.6.1. Ứng dụng trong công tác điều độ hệ thống điện Việt Nam.

Từ những năm 1970, máy tính đã được ứng dụng rộng rãi trong các trung tâm điều độ hệ thống điện lớn trên thế giới. Ban đầu, máy tính được sử dụng để quản lý dữ liệu, thiết bị và thực hiện các bài toán kỹ thuật rời rạc, đơn lẻ. Theo thời gian, các phần mềm

chuyên dụng phục vụ quản lý và điều hành hệ thống điện đã ra đời, giúp nâng cao hiệu quả quản lý.

Đến đầu những năm 1980, hầu hết các trung tâm điều khiển hệ thống điện lớn đã được trang bị Hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát điều khiển (SCADA). SCADA có chức năng chính là:

- + Tự động thu thập, xử lý dữ liệu và hiển thị tín hiệu thời gian thực từ các phần tử trong hệ thống điện, như:

- + Tần số, điện áp tại các điểm nút.

- + Thông số vận hành (công suất tác dụng, công suất phản kháng, dòng điện, nhiệt độ, áp lực dầu,...).

- + Trạng thái làm việc của thiết bị như máy phát điện, máy biến áp, đường dây điện, thiết bị đóng cắt.

- + Hiển thị thông tin trên màn hình bảng sơ đồ, hỗ trợ các kỹ sư điều hành theo dõi và kiểm soát toàn bộ hệ thống điện.

- + Điều khiển từ xa, giúp giám sát và quản lý vận hành hệ thống một cách hiệu quả và chính xác.

Sự ra đời của SCADA đã mang lại bước tiến lớn trong việc tự động hóa và hiện đại hóa hệ thống điều khiển điện, góp phần đảm bảo sự ổn định và an toàn cho hệ thống điện.

1.6.2. Nguyên lí làm việc.

Thu thập dữ liệu:

- + Dữ liệu từ các trạm biến áp và nhà máy điện được phân thành ba loại chính:

- + Dữ liệu trạng thái: Bao gồm trạng thái máy cắt, dao cách ly, dao tiếp địa, khóa điều khiển từ xa/tại chỗ, cảnh báo từ các thiết bị bảo vệ.

- + Dữ liệu tương tự: Công suất tác dụng (MW), công suất phản kháng (MVar), điện áp, dòng điện, vị trí nấc biến áp,...

- + Dữ liệu tích lũy theo thời gian: Điện năng tiêu thụ (kWh), năng lượng phản kháng (kVarh),...

Quy trình:

- + Dữ liệu trạng thái: Thu thập từ các rơ le trung gian qua đầu vào số của RTU.
- + Dữ liệu tương tự: Thu thập từ cuộn thứ cấp của máy biến dòng và máy biến áp qua bộ biến đổi (transducer), sau đó đưa vào đầu vào tương tự của RTU.

Tại RTU, dữ liệu được số hóa và truyền về trung tâm điều độ qua kênh truyền thông theo giao thức quy định.

Điều khiển: Trung tâm điều độ SCADA gửi lệnh điều khiển qua kênh truyền thông đến RTU (hoặc SAS), với các lệnh phổ biến:

- + Lệnh đóng/cắt: Điều khiển máy cắt, dao cách ly, dao tiếp địa (open/close).
- + Lệnh tăng/giảm: Điều chỉnh tăng hoặc giảm (Raise/Lower).
- + Lệnh đặt giá trị: Thay đổi giá trị đặt (Setpoint).

Giám sát: Dữ liệu thu thập từ các trạm được xử lý tại trung tâm điều khiển và cung cấp cho người vận hành:

Hiển thị: Thông tin được hiển thị qua sơ đồ, bảng biểu hoặc đồ thị xu hướng.

Cảnh báo: Đối với dữ liệu trạng thái, khi phát hiện thay đổi (máy cắt, dao cách ly, cảnh báo...), SCADA sẽ phát âm thanh và hiển thị thông báo để thu hút sự chú ý của người vận hành. Đối với dữ liệu đo xa, giá trị nhận được sẽ so sánh với ngưỡng đã định. Nếu vi phạm ngưỡng trên hoặc dưới, hệ thống sẽ phát cảnh báo ngay. Hệ thống SCADA đảm bảo giám sát toàn diện, cảnh báo kịp thời và điều khiển chính xác, giúp vận hành hệ thống điện ổn định và hiệu quả.

1.6.3. Các chức năng SCADA.

Hệ thống SCADA được thiết kế để tối ưu hóa quản lý và vận hành hệ thống điện thông qua các chức năng chính. SCADA thu thập dữ liệu từ các thiết bị tại hiện trường, bao gồm dữ liệu trạng thái, dữ liệu tương tự và dữ liệu tích lũy, sau đó xử lý và truyền về trung tâm điều khiển. Hệ thống hỗ trợ điều khiển và giám sát từ xa, cho phép thực hiện các lệnh như đóng/cắt thiết bị, điều chỉnh thông số vận hành, và thay đổi giá trị đặt. Giao diện người-máy đồ họa cung cấp thông tin trực quan dưới dạng sơ đồ, biểu đồ, giúp người vận hành dễ dàng theo dõi và kiểm soát. SCADA cũng quản lý cảnh báo và sự kiện theo thời gian thực, ghi nhận trình tự các sự kiện với độ chính xác cao để hỗ

trợ phân tích sự cố. Dữ liệu lịch sử được lưu trữ và khôi phục khi cần, phục vụ cho việc phân tích xu hướng, đánh giá kết nối, trạng thái hệ thống, và đưa ra các dự báo vận hành. Hệ thống tự động tạo báo cáo thường lệ và đặc biệt, quản lý biến cố thiết bị đóng cắt, và duy trì liên lạc hiệu quả với các trung tâm điều độ khác, đảm bảo vận hành liên tục và ổn định.

1.6.4. Các chức năng EMS trong lưới truyền tải.

Hệ thống Quản lý Năng lượng (EMS - Energy Management System) đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ Trung tâm Điều độ điều khiển và vận hành Hệ thống Điện (HTĐ) một cách tối ưu, đáp ứng các yêu cầu về vận hành an toàn và kinh tế. Các chức năng chính của EMS bao gồm:

- + Thiết lập trạng thái kết dây và đánh giá trạng thái để phân tích và tối ưu hóa cấu hình lưới điện.

- + Phân tích đột biến, bao gồm khả năng tự động lựa chọn các trường hợp đột biến để đánh giá rủi ro và kịch bản ứng phó.

- + Trào lưu công suất, cung cấp thông tin dòng công suất chi tiết cho kỹ sư điều hành.

- + Vận hành kinh tế trong điều kiện có ràng buộc, tối ưu hóa phân bổ tài nguyên để giảm chi phí.

Phần mềm huy động thủy điện và tự động điều khiển phát điện (AGC - Automatic Generation Control) để cân bằng cung-cầu.

- + Trào lưu công suất tối ưu, dự báo phụ tải và phối hợp hiệu quả giữa các nguồn thủy - nhiệt điện.

- + Huy động tổ máy, hỗ trợ lập kế hoạch và phân bổ nguồn lực vận hành.

Các chương trình này được thiết kế để hoạt động cả trong chế độ thời gian thực và chế độ nghiên cứu, đảm bảo tính linh hoạt và khả năng đáp ứng cao. Với tầm quan trọng của hệ thống SCADA/EMS, hầu hết các thiết bị được cấu hình kép nhằm đảm bảo độ tin cậy.

Tương tự, để quản lý vận hành lưới điện phân phối cao áp, hệ thống SCADA/DMS (Distribution Management System) được sử dụng, cung cấp các ứng dụng hỗ trợ quản

lý lưới phân phối. Đối với lưới trung thế, hệ thống DAS (Distribution Automation System) được triển khai để tự động hóa và nâng cao hiệu quả quản lý vận hành lưới điện phân phối.

1.6.5. Các Chức năng DMS trong lưới phân phối.

Hệ thống DMS (Distribution Management System) được thiết kế để hỗ trợ vận hành lưới điện phân phối một cách an toàn và hiệu quả, với các chức năng tiêu biểu như:

- + Tô màu động: Phân cấp điện áp, phân loại thiết bị, hoặc theo mức mang tải để hiển thị trạng thái lưới điện một cách trực quan.

- + Tính toán trào lưu công suất: Phân tích và đánh giá luồng công suất trong lưới để tối ưu hóa vận hành.

- + Tính toán ngắn mạch: Xác định các thông số ngắn mạch, hỗ trợ xử lý sự cố và bảo vệ lưới điện.

- + Cân bằng phụ tải: Tối ưu phân bổ phụ tải cho các xuất tuyến hoặc máy biến áp.

- + Tối thiểu hóa tổn thất công suất: Thực hiện tối ưu hóa vận hành để giảm thiểu tổn thất, đảm bảo các ràng buộc lưới.

- + Định vị sự cố: Xác định nhanh vị trí xảy ra sự cố trên lưới điện.

- + Cô lập điểm sự cố và khôi phục lưới: Nhanh chóng cô lập sự cố và tái cấu trúc lưới để khôi phục cung cấp điện.

- + Lập kế hoạch sửa chữa: Hỗ trợ lập lịch trình và kế hoạch sửa chữa lưới điện hiệu quả.

- + Sa thải phụ tải: Quản lý và thực hiện các biện pháp giảm phụ tải khi cần thiết.

- + Mô phỏng đào tạo: Cung cấp môi trường mô phỏng cho việc đào tạo điều độ viên, nâng cao kỹ năng vận hành.

❖ Triển khai hệ thống SCADA/DMS tại Việt Nam

Tại Việt Nam, nhiều đơn vị thuộc Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) đã triển khai và đưa hệ thống SCADA/DMS vào vận hành. Một số điển hình:

- + Hệ thống cũ: Vận hành tại Công ty Điện lực TP. Hồ Chí Minh.

+ Hệ thống mới: Vận hành tại Công ty Điện lực Hà Nội, Công ty Điện lực Đồng Nai, cùng các Điện lực Cần Thơ, Lâm Đồng thuộc Công ty Điện lực 2.

Dự án SCADA/DMS của ABB: Đang được triển khai tại các thành phố Đà Nẵng, Huế, Quy Nhơn và Buôn Ma Thuột thuộc Công ty Điện lực 3.

Những ứng dụng này đã góp phần hiện đại hóa và nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối trên toàn quốc, đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục và tối ưu.

1.7. Cơ sở lý thuyết và luật về thiết kế

Căn cứ Luật xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18/6/2014;

Căn cứ nghị định 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng;

Căn cứ nghị định 15/2015/NĐ-CP ngày 25/03/2015 của Chính Phủ về việc quản lý chi phí đầu tư xây dựng Dự án;

Căn cứ Nghị định số 15/2001/NĐ-CP ngày 03/01/2021 của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình và Nghị định số 42/2017/NĐ-CP ngày 05/4/2017 về việc sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 59/2015/NĐ-CP ngày 18/6/2015 của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình;

Nghị định số 15/2021/NĐ-CP ngày 03/3/2021 về việc quy định chi tiết một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng;

Căn cứ Nghị định số 10/2021/NĐ-CP ngày 09/02/2021 của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng;

Căn cứ Nghị định số 137/2013/NĐ-CP ngày 12/10/2013 của Chính phủ về việc quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật Điện lực;

Căn cứ Nghị định số 14/2014/NĐ-CP ngày 26/02/2014 của Chính phủ về việc quy định chi tiết thi hành Luật Điện lực về an toàn điện;

Căn cứ Nghị định 51/2020/NĐ-CP ngày 21/4/2020 về việc sửa đổi một số điều của nghị định số 14/2014/NĐ-CP ngày 26/02/2014 của chính phủ qui định chi tiết thi hành luật điện lực về an toàn điện;

Căn cứ Thông tư số 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 của Bộ Công Thương ban hành “Quy định hệ thống điện phân phối;

Căn cứ Thông tư số 06/2001/TT-BXD ngày 30/6/2021 của Bộ Xây dựng Quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng;

Căn cứ Quyết định số 50/QĐ-HĐTV ngày 18/4/2022 của Hội đồng thành viên Tập đoàn Điện lực Việt Nam về việc ban hành Suất vốn đầu tư xây dựng công trình lưới điện phân phối cấp điện áp đến 35kV;

Căn cứ Quyết định số 143/QĐ-HĐTV ngày 26/11/2021 của Hội đồng thành viên Tập đoàn Điện lực Việt Nam về việc ban hành Quy chế về công tác đầu tư xây dựng áp dụng trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam;

Căn cứ hợp đồng thiết kế thi công công trình số 10/2022-HĐ-CEE-P.E ngày 01 tháng 11 năm 2022 của Công ty Cổ phần Thương Mại và Kỹ Thuật Điện Miền Trung và Công ty Cổ phần Điện P.E;

Căn cứ thỏa thuận cấp điện số 3133/PCTĐ-KTAT ngày 21 tháng 07 năm 2022 của Công ty Điện lực Thủ Đức cho công trình “Xây dựng mới đường dây trung, hạ thế và trạm biến áp công suất 1x2500kVA – 22/0,4kV cấp điện cho dự án Khu chung cư cao tầng kết hợp thương mại dịch vụ tại phường Thạnh Mỹ Lợi, TP Thủ Đức”.

Căn cứ kết quả khảo sát hiện trường do Công ty Cổ phần Điện P.E;

Căn cứ tiêu chuẩn thiết kế hiện hành của Tổng Công ty Điện Lực Thành Phố Hồ Chí Minh, theo các quyết định số:

+ Căn cứ Quyết định số 4688/QĐ-ĐLHCM-KT ngày 14/6/2007 của Công ty Điện lực TP.HCM về việc Ban hành tiêu chuẩn thiết kế lưới phân phối hiệu chỉnh;

+ Thông số kỹ thuật vật tư – thiết bị phải đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật và thử nghiệm theo đúng yêu cầu tại văn bản số 10716/CV-ĐLHCM-KT ngày 25/12/2007 của Công ty Điện Lực TP.HCM;

+ Căn cứ Quyết định số 10373/QĐ-EVNHCMMC ngày 28/12/2012 của Tổng Công ty Điện lực TP.HCM về việc Ban hành qui định tiêu chuẩn cơ sở vật tư thiết bị sử dụng cho lưới điện ngầm cấp điện từ 0,4kV đến 24kV;

+ Quyết định số 4206/QĐ-EVNHCMC ngày 21/06/2013 về việc ban hành quy định tiêu chuẩn cơ sở vật cách điện sử dụng cho lưới điện 22(24) kV;

+ Căn cứ Quyết định số 5511/EVNHCMC-KT ngày 03/11/2016 của Công ty Điện lực TP.HCM về việc cập nhật Quy cách kỹ thuật vật tư thiết bị;

+ Căn cứ quyết định số 3370/EVNHCMC-KT ngày 04/09/2018 về việc phổ biến và áp dụng quy cách kỹ thuật máy biến áp phân phối, máy cắt tự đóng lại, dao cắt tải, cột bê tông ly tâm, chi ống và máy cắt hạ thế;

+ Căn cứ quyết định số 3391/QĐ-EVNHCMC ngày 24/08/2016 về việc ban hành Sổ tay hướng dẫn thi công, lắp đặt vật tư thiết bị lưới điện phân phối;

+ Căn cứ Thiết trí số 943/EVNHCMC-KT ngày 10/03/2017 về việc áp dụng thiết trí lưới điện trung hạ áp;

+ Căn cứ quyết định số 4553/EVNHCMC-KT ngày 20/10/2021 về việc phổ biến Tiêu chuẩn cơ sở (TCCS) và Quy cách kỹ thuật (QCKT) tương ứng với TCCS;

Các qui định, tiêu chuẩn hiện hành.

1.8. Kết luận chương 1.

Chương 1 của Đề án tốt nghiệp đã giới thiệu tổng quan về hệ thống giám sát và điều khiển SCADA, một công nghệ then chốt trong quản lý và vận hành các hệ thống điện hiện đại. SCADA không chỉ đảm nhận vai trò thu thập dữ liệu, giám sát và điều khiển từ xa mà còn đóng góp quan trọng vào việc đảm bảo sự ổn định, hiệu quả và độ tin cậy trong vận hành hệ thống. Các yêu cầu cơ bản của hệ thống SCADA, từ thu thập và hiển thị thông tin đến bảo mật và dự đoán sự cố, đã được trình bày chi tiết.

Những kiến thức nền tảng về SCADA, bao gồm nguyên lý hoạt động, vai trò và các yêu cầu chung, là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo. Điều này giúp định hướng phát triển các giải pháp cải tiến nhằm xây dựng hệ thống SCADA hiện đại hơn, với khả năng giám sát từ xa, dự đoán và ngăn ngừa sự cố hiệu quả trong hệ thống điện, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của ngành năng lượng.

CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG SCADA SICAM A8000 TRONG GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN.

2.1. Tổng quan giao tiếp truyền thông tại trạm.

Giao thức truyền thông (Communication Protocol) là tập hợp các quy tắc tiêu chuẩn hóa để đảm bảo việc biểu diễn dữ liệu, phát tín hiệu, chứng thực và phát hiện lỗi dữ liệu. Đây là những yếu tố cần thiết để gửi và nhận thông tin qua các kênh truyền thông, giúp các thiết bị và hệ thống, như máy tính hoặc thiết bị công nghiệp, có thể kết nối và trao đổi thông tin một cách hiệu quả. Giao thức đóng vai trò như một "ngôn ngữ chung," giúp các thiết bị từ các hệ thống khác nhau hiểu và tương tác với nhau.

Giao thức là nền tảng của mọi hoạt động giao tiếp trong hệ thống thông tin. Nó không chỉ đảm bảo việc truyền tải dữ liệu mà còn giúp duy trì tính toàn vẹn của thông tin trong quá trình truyền dẫn. Giao thức cũng đảm bảo rằng dữ liệu được gửi đến đúng nơi và được hiểu đúng cách bởi các thiết bị nhận. Sự phát triển của các giao thức tiêu chuẩn hóa giúp mở rộng khả năng kết nối giữa các thiết bị từ nhiều nhà sản xuất khác nhau, góp phần xây dựng các hệ thống mở và linh hoạt hơn.

Giao thức có thể được hiểu đơn giản như một "ngôn ngữ" để các thiết bị giao tiếp với nhau. Trong giai đoạn đầu, mỗi hãng sản xuất thiết bị thường sử dụng giao thức độc quyền, chỉ cho phép các thiết bị cùng hãng tương tác và trao đổi dữ liệu. Mặc dù cách tiếp cận này mang lại sự đơn giản trong việc triển khai nội bộ, nó dẫn đến các vấn đề lớn:

- + Tính độc quyền cao: Người dùng bị phụ thuộc vào nhà sản xuất, hạn chế khả năng lựa chọn thiết bị.

- + Hạn chế tính mở: Không thể kết nối hoặc tích hợp các thiết bị từ các hãng khác nhau, gây khó khăn khi mở rộng hệ thống hoặc tối ưu chi phí.

Nhằm khắc phục những vấn đề này, các giao thức tiêu chuẩn hóa đã được phát triển. Hai chuẩn giao thức chính xuất hiện và được áp dụng rộng rãi:

- + Bắc Mỹ: Sử dụng chuẩn DNP (Distributed Network Protocol).

- + Châu Âu: Áp dụng chuẩn IEC (International Electrotechnical Commission).

Gần đây, chuẩn IEC 61850 đã được phát triển để đáp ứng nhu cầu hiện đại hơn, nhưng hiện tại nó chỉ mới được áp dụng trong phạm vi trạm (station bus) và vẫn đang trong quá trình hoàn thiện.

Việc phát triển các giao thức tiêu chuẩn hóa đã giải quyết bài toán độc quyền và tăng cường khả năng mở của hệ thống. Nó cho phép các thiết bị từ nhiều nhà sản xuất khác nhau kết nối và làm việc cùng nhau, mở rộng khả năng tương tác và tối ưu hóa chi phí hệ thống. Sự ra đời của các chuẩn như IEC 61850 đánh dấu một bước tiến lớn trong việc hỗ trợ tự động hóa và tích hợp các trạm điện hiện đại, mang lại hiệu quả cao trong vận hành và bảo trì. Tuy nhiên, việc áp dụng các chuẩn mới cần thời gian để hoàn thiện và phổ biến, nhằm đảm bảo tính tương thích và ổn định trong các ứng dụng thực tiễn.

2.2. Giao thức trong truyền thông giao tiếp ngăn LBS trong trạm biến áp 22kV.

2.2.1. Modbus.

Modbus là một giao thức truyền thông rất phổ biến, được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống công nghiệp nhờ tính đơn giản, chi phí thấp, phổ biến và dễ sử dụng. Được phát triển bởi Modicon (nay thuộc Schneider Electric) vào năm 1979, Modbus ban đầu được thiết kế để giao tiếp giữa các thiết bị thông qua cặp dây xoắn đơn, hoạt động trên chuẩn RS232, sau đó chuyển sang RS485 để hỗ trợ tốc độ truyền cao hơn, khoảng cách xa hơn và mạng đa điểm (multi-drop). Với tính mở và khả năng sử dụng linh hoạt, Modbus đã trở thành giao thức tiêu chuẩn trong ngành tự động hóa, và Modicon đã phát hành giao thức này như một tiêu chuẩn miễn phí.

Modbus được hỗ trợ bởi hầu hết các nhà cung cấp thiết bị đo lường và tự động hóa, từ các thiết bị thế hệ cũ đến hiện đại. Dù các thiết bị mới hiện nay tích hợp giao diện không dây, Ethernet hay fieldbus, Modbus vẫn là lựa chọn phổ biến nhờ tính ổn định và dễ triển khai.

Modbus có thể hoạt động trên nhiều loại phương tiện truyền thông khác nhau như dây xoắn, không dây, sợi quang, Ethernet, modem điện thoại, điện thoại di động và vi sóng. Điều này cho phép Modbus được triển khai dễ dàng trong các nhà máy hiện tại và nhà máy thế hệ mới.

Modbus hỗ trợ cấu hình mạng dạng "chủ-tớ" (master-slave). Trong đó, "chủ" thường là PLC, PC, DCS, hoặc RTU, và "tớ" là các thiết bị hiện trường như cảm biến, thiết bị đo hoặc bộ điều khiển. Các thiết bị được kết nối qua cấu hình multi-drop, cho phép một "chủ" giao tiếp với nhiều "tớ" trên cùng một mạng.

Modbus vẫn được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống có thiết bị đo lường như bộ phân tích, lưu lượng kế, hoặc PLC. Dù giao thức này đã ra đời gần 30 năm, nó vẫn là sự lựa chọn hàng đầu trong các ứng dụng công nghiệp hiện đại và cổ điển.

❖ Nguyên lý hoạt động của Modbus

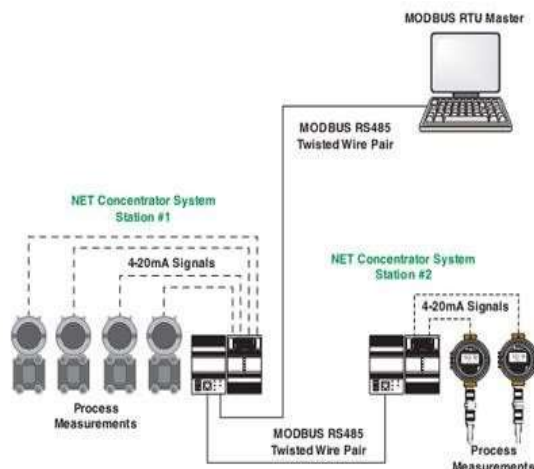
Hệ thống Modbus hoạt động dựa trên mô hình "chủ-tớ":

"Chủ" gửi thông điệp chứa dữ liệu cần lấy, tóm tắt dò lỗi, và địa chỉ của thiết bị mục tiêu qua mạng.

Tất cả các thiết bị trong mạng sẽ nhận thông điệp, nhưng chỉ thiết bị có địa chỉ được chỉ định sẽ phản hồi.

Điều này giúp giao thức đảm bảo hiệu quả, tránh xung đột dữ liệu và đảm bảo tính chính xác trong truyền thông.

Modbus đã trở thành giao thức nền tảng cho nhiều hệ thống tự động hóa, nhờ khả năng kết nối rộng rãi và hỗ trợ truyền thông ổn định trong các môi trường công nghiệp phức tạp. Dù công nghệ mới không ngừng phát triển, MODBUS vẫn giữ vai trò quan trọng trong việc kết nối các thiết bị tự động hóa và là lựa chọn hàng đầu trong nhiều ứng dụng công nghiệp hiện nay.



Hình 2. 1. Modbus RS 485

Modbus là một giao thức truyền thông hoạt động theo mô hình "chủ-tớ", trong đó các thiết bị tớ chỉ phản ứng khi nhận được yêu cầu từ thiết bị chủ. Các thiết bị trên mạng Modbus không thể tự tạo kết nối, mà chỉ "lên tiếng" khi được "hỏi tới". Gần đây, một số nhà sản xuất đã phát triển các thiết bị lai ghép, đóng vai trò như tớ MODBUS nhưng có khả năng ghi dữ liệu, biến chúng thành các thiết bị chủ ảo, mang lại tính linh hoạt cao hơn.

❖ Ba phiên bản phổ biến của Modbus:

+ Modbus ASCII: Mọi thông điệp được mã hóa dưới dạng hexadecimal, sử dụng đặc tính ASCII 4 bit. Với mỗi byte dữ liệu, cần 2 byte để truyền thông, gấp đôi so với Modbus RTU hoặc Modbus /TCP. Modbus ASCII có tốc độ chậm nhất trong ba phiên bản, nhưng phù hợp với các kết nối có tín hiệu yếu như modem điện thoại hoặc sóng radio. Tính năng phân định thông điệp của Modbus ASCII đảm bảo thiết bị nhận không bị dịch sai dữ liệu, ngay cả trong các môi trường truyền thông nhiễu cao.

+ Modbus RTU: Dữ liệu được mã hóa theo hệ nhị phân, với mỗi byte dữ liệu chỉ cần một byte truyền thông. Phù hợp với các mạng RS232 hoặc RS485 đa điểm. Tốc độ truyền thông phổ biến từ 9600 baud đến 19200 baud. Đây là giao thức công nghiệp được sử dụng rộng rãi nhất nhờ tính ổn định và hiệu quả cao.

+ Modbus /TCP: Là phiên bản Modbus hoạt động trên mạng Ethernet, thay thế địa chỉ thiết bị bằng địa chỉ IP. Dữ liệu Modbus được đóng gói trong gói TCP/IP, giúp giao thức này dễ dàng tích hợp với bất kỳ hệ thống Ethernet nào hỗ trợ Modbus /IP. Modbus /TCP đơn giản hóa việc kết nối và truyền thông trên các mạng hiện đại.

Nguyên tắc hoạt động của Modbus RTU: Để giao tiếp với thiết bị tớ, thiết bị chủ gửi một thông điệp gồm: Địa chỉ thiết bị (Device Address): Xác định thiết bị tớ cần giao tiếp, từ 0 đến 247. Địa chỉ 0 được sử dụng để truyền thông điệp đến tất cả thiết bị tớ, trong khi các địa chỉ từ 1-247 dành riêng cho từng thiết bị cụ thể. Mã chức năng (Function Code): Xác định loại hoạt động cần thực hiện (ví dụ: đọc dữ liệu, ghi dữ liệu). Dữ liệu (Data): Chứa thông tin chi tiết về yêu cầu hoặc giá trị cần ghi. Kiểm tra lỗi (Error Check): Đảm bảo tính toàn vẹn của thông điệp, phát hiện lỗi trong quá trình truyền. Khi nhận được thông điệp, thiết bị tớ phản hồi với thiết bị chủ, xác nhận rằng

thông điệp đã được nhận và thực hiện. Điều này giúp thiết bị chủ biết rằng kết nối đã thành công.

Modbus hỗ trợ nhiều phương tiện truyền thông và nền tảng, từ các kết nối truyền thống như RS485 đến mạng Ethernet hiện đại: MODBUS là một giao thức miễn phí, được chấp nhận rộng rãi, tạo điều kiện dễ dàng cho việc tích hợp các thiết bị từ nhiều nhà sản xuất.

Tính linh hoạt: Khả năng hỗ trợ nhiều phương tiện truyền thông, từ dây xoắn đến Ethernet và không dây, giúp Modbus dễ dàng triển khai trong các hệ thống công nghiệp phức tạp. Độ tin cậy: Các phiên bản như Modbus RTU và Modbus ASCII đảm bảo truyền thông ổn định, ngay cả trong môi trường nhiễu cao.

Modbus, với các phiên bản ASCII, RTU và TCP, tiếp tục là một giao thức hàng đầu trong ngành công nghiệp nhờ tính đơn giản, hiệu quả và khả năng mở rộng. Từ các thiết bị thế hệ cũ đến hiện đại, Modbus không chỉ đảm bảo khả năng giao tiếp mà còn thúc đẩy tính linh hoạt và tiết kiệm trong thiết kế hệ thống tự động hóa.

Bảng 2. 1. Các mã chức năng Modbus.

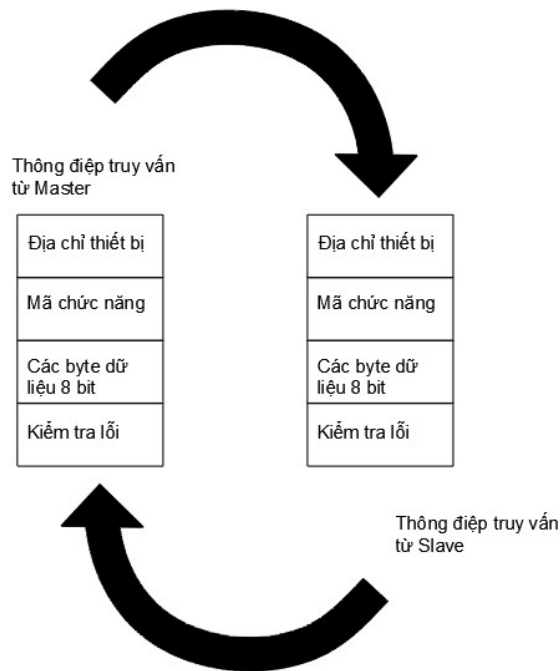
Yêu cầu	Mã chức năng
01	Đọc cuộn cảm
02	Đọc đầu ra rời rạc
03	Đọc bộ ghi phần
04	Đọc bộ ghi đầu vào
05	Viết cuộn cảm đơn
06	Viết bộ ghi đơn
07	Đọc trạng thái ngoại lệ
08	Chẩn đoán

.....	
xxx	255 mã chức năng phụ thuộc vào thiết bị

Mã chức năng: xác định yêu cầu thiết bị thực hiện hoạt động như đọc dữ liệu, chấp nhận dữ liệu, thông báo trạng thái (hình 2.2). Mã chức năng là từ 1 – 255. Một số mã chức năng còn có các mã chức năng phụ.

Dữ liệu: xác định địa chỉ trong bộ nhớ thiết bị hay chứa các giá trị dữ liệu được viết trong bộ nhớ thiết bị, hay chứa các thông tin cần thiết khác mang chức năng như yêu cầu.

Kiểm tra lỗi: là một giá trị bằng số 16 bit biểu diễn kiểm tra dự phòng tuần hoàn (CRC). CRC được thiết bị chủ tạo ra và thiết bị tiếp nhận kiểm tra. Nếu giá trị CRC không thỏa mãn, thiết bị đòi hỏi truyền lại thông điệp này.



Hình 2. 2. Chu trình yêu cầu-đáp ứng của Modbus

Modbus/TCP thường được coi là một “Modbus qua Ethernet” (Modbus over Ethernet: Modbus có sự hỗ trợ của Ethernet). Đối với hầu hết bộ phận, Modbus/TCP đơn giản chỉ là các gói Modbus được gói gọn trong các gói TCP/IP tiêu chuẩn. Điều

này làm cho các thiết bị Modbus kết nối, truyền thông nhanh chóng và dễ dàng qua Ethernet và mạng quang học. Modbus/TCP cũng chấp nhận nhiều địa chỉ hơn RS485, thiết bị sử dụng nhiều chủ, tốc độ hàng gigabit. Trong khi đó, Modbus RTU có một giới hạn 247 nút trong mỗi mạng, mạng Modbus/TCP có nhiều tổ như lớp vật lý có thể sử dụng. Thông thường, con số này khoảng 1024. Sự tiếp nhận nhanh chóng của Ethernet trong ngành điều khiển và tự động hóa quá trình làm cho Modbus/TCP trở nên được sử dụng rộng rãi nhất, tăng trưởng nhanh nhất, và được hỗ trợ protocol công nghiệp thông qua Ethernet.

Mặc dù các nhà cung cấp PLC mọi kích cỡ đã tiếp nhận các protocol độc quyền qua Ethernet của họ, hầu hết cung cấp Modbus/TCP. Và đối với các nhà cung cấp hiện không cung cấp Modbus/TCP, có nhiều công ty như Prosoft Technologies và SST cung cấp các phiên bản kiểu khung trong card truyền thông Modbus/TCP và các cổng đơn.

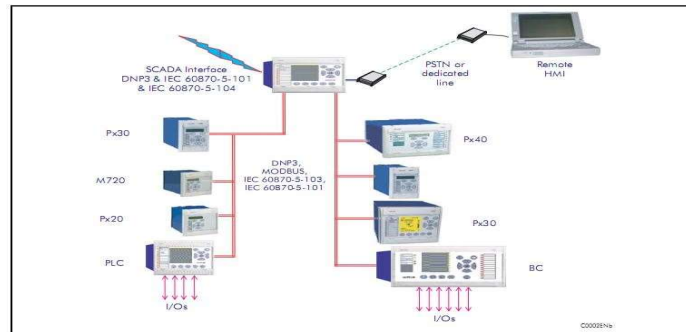
Không giống Modbus RTU và Modbus ASCII, Modbus/TCP sẽ cho phép nhiều chủ thu được thiết bị tổ tương tự bằng cách mô phỏng. Điều này có thể xảy ra, thông qua Ethernet sử dụng TCP/IP, nhiều thông điệp có thể được gửi đi, đệm, truyền, đây thường là trong trường hợp có nhiều protocol RS485 và RS422.

2.2.2. IEC 60870-5.

IEC 60870-5 liên quan đến tập hợp chuẩn được đưa ra bởi International electrotechnical commission (IEC) để cung cấp chuẩn mở cho việc truyền điều khiển và thông tin từ xa SCADA.

Chuẩn này cung cấp mô tả chi tiết chức năng cho thiết bị từ xa và hệ thống để điều khiển xử lý diện rộng, theo cách hiểu khác cho hệ thống SCADA. Chuẩn này nhằm cho các ứng dụng trong điện công nghiệp, và có đối tượng dữ liệu phục vụ cho những ứng dụng kiểu này, dù vậy nó cũng hạn chế với một số ứng dụng có đối tượng dữ liệu mà ứng với SCADA tổng quát trong công nghiệp bất kỳ. Giao thức IEC 60870-5 được sử dụng chính trong điện công nghiệp của các nước châu Âu.

Giao thức IEC 61850-5 cho phép ứng dụng điều khiển thiết bị từ hệ thống, giám sát hệ thống từ thiết bị và hệ thống điều khiển được sử dụng cho thiết bị chủ của hệ thống mạng để điều khiển các trạm sơ cấp.

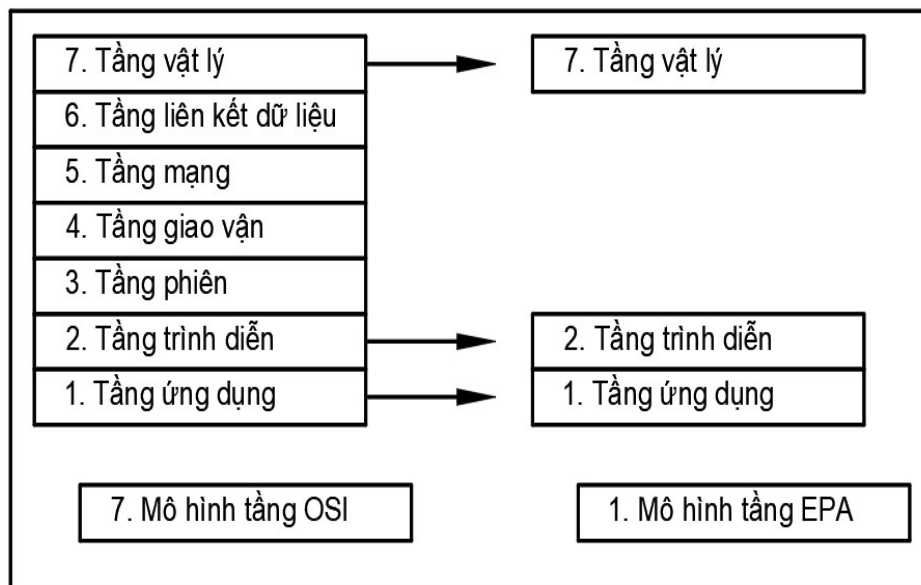


Hình 2. 3. Giao thức mạng trong trạm

Khi IEC 60870-5 được hoàn tất vào 1995 với việc phát hành IEC 60870-5-101, nó chỉ bao gồm việc truyền dẫn trên bit-serial băng thông thấp. Với sự phát triển của mạng lưới truyền thông, IEC 60870-5 cung cấp việc truyền dẫn trên mạng sử dụng TCP/IP (IEC 60870-5-104). Quá trình phát triển tương tự DNP3.

2.2.3. IEC 60870-5-101.

Được cấu tạo từ 3 lớp cải tiến của cấu trúc 7 lớp OSI: lớp ứng dụng, liên kết, vật lý. Ngoài ra có thêm lớp người dùng.



Hình 2. 4. Cấu tạo của lớp T101

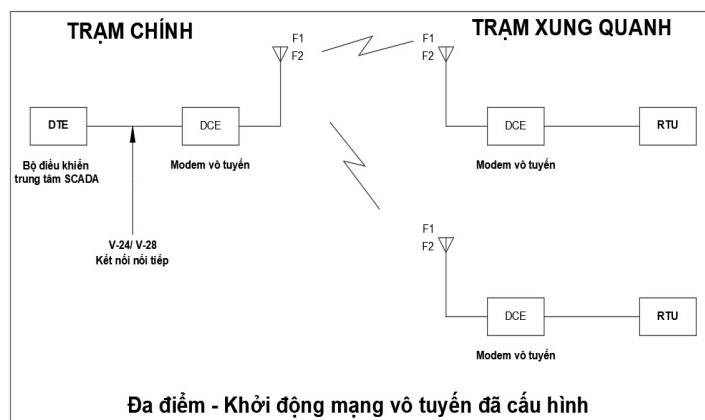
❖ Lớp vật lý

Trong hệ thống công nghiệp và tự động hóa, lớp vật lý đóng vai trò quyết định hiệu quả và độ tin cậy của truyền thông.

Với IEC 60870-5, lớp vật lý định nghĩa các thông số cần thiết để giao tiếp hiệu quả giữa các thiết bị điều khiển và giám sát trong hệ thống năng lượng.

Ứng dụng trong SCADA/DMS: Lớp vật lý đảm bảo tín hiệu từ các cảm biến và thiết bị hiện trường được truyền chính xác đến trung tâm điều khiển.

Lớp vật lý là nền tảng cơ bản của hệ thống truyền thông, định nghĩa cách dữ liệu được truyền qua môi trường vật lý. Với vai trò quan trọng trong giao tiếp công nghiệp, lớp vật lý không chỉ đảm bảo tính ổn định và hiệu quả của mạng mà còn tạo điều kiện cho các lớp trên xử lý và sử dụng dữ liệu một cách chính xác.



Hình 2. 5. Cấu hình mạng hình sao truyền qua vô tuyến

❖ Cổng truyền thông

Cổng truyền thông đóng vai trò quan trọng trong việc kết nối và trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị trong hệ thống truyền thông công nghiệp. Để đảm bảo khả năng tương thích và sử dụng hiệu quả các thiết bị truyền dữ liệu, các chuẩn giao tiếp phổ biến như RS-232 và RS-485 được áp dụng.

❖ Chuẩn giao tiếp RS-232 và RS-485

RS-232: Là chuẩn giao tiếp nối tiếp song công bất cân bằng. Phổ biến trong các ứng dụng kết nối thiết bị như máy tính và modem. RS-232 hỗ trợ kết nối đơn giản qua một dây dẫn giữa thiết bị đầu cuối dữ liệu (DTE) và thiết bị giao tiếp dữ liệu (DCE), ví dụ giữa cổng nối tiếp của máy tính và thiết bị radio modem.

RS-485: Là chuẩn giao tiếp nối tiếp cân bằng, phù hợp cho truyền dữ liệu ở khoảng cách xa và trong môi trường nhiễu. Thường được sử dụng để kết nối các thiết bị như

RTUs (Remote Terminal Units) và radio modem, cho phép truyền dữ liệu ổn định và hiệu quả giữa nhiều thiết bị trên cùng một mạng.

❖ Ứng dụng của cổng truyền thông DTE-DCE

Cấu hình kết nối cơ bản: Cổng giao tiếp giữa DTE và DCE thường sử dụng sợi RS-232, giúp kết nối đơn giản và tiết kiệm chi phí. Điển hình trong các hệ thống SCADA, cổng này kết nối RTUs với radio modem để truyền dữ liệu từ thiết bị hiện trường về trung tâm điều khiển.

Tích hợp với hệ thống truyền thông: RS-232 và RS-485 được dùng rộng rãi để kết nối các thiết bị khác nhau trong môi trường công nghiệp. Các chuẩn này hỗ trợ truyền dữ liệu nối tiếp song công, giúp đảm bảo luồng thông tin liên tục giữa các thành phần trong hệ thống.

RS-232 và RS-485 là các chuẩn giao tiếp được sử dụng rộng rãi, hỗ trợ tương thích với nhiều thiết bị và hệ thống.

Cổng giao tiếp DTE-DCE thông qua RS-232 cung cấp giải pháp kết nối đơn giản, tiết kiệm cho các ứng dụng truyền dữ liệu ở khoảng cách ngắn.

RS-485 hỗ trợ truyền dữ liệu trên mạng đa điểm (multi-drop), cho phép kết nối nhiều thiết bị trên cùng một đường truyền.

Với RS-485, dữ liệu được truyền theo cơ chế cân bằng, giảm thiểu tác động của nhiễu điện từ, đặc biệt hữu ích trong môi trường công nghiệp.

Cổng truyền thông, thông qua các chuẩn như RS-232 và RS-485, đóng vai trò quan trọng trong việc kết nối các thiết bị dữ liệu và thiết bị giao tiếp. Với khả năng hỗ trợ nhiều cấu hình và tính ổn định cao, các chuẩn này đáp ứng tốt yêu cầu của các hệ thống truyền thông công nghiệp hiện đại, đảm bảo truyền dữ liệu chính xác, ổn định và hiệu quả.

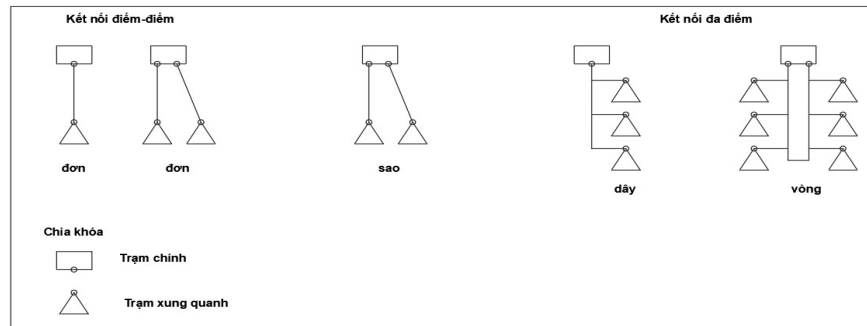
Bảng 2. 2. Tốc độ truyền dữ liệu

Interface Type	Transmission Speed (bít/sec)
V.24/V.28 FSK Interface	100, 200, 300, 600, 1200

V.24/V.28 Modem Interface	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600
X.24/ X.27 Synchronous	2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 56000, 64000

❖ Cấu hình mạng

T101 xác định hỗ trợ cho cấu hình mạng: Điểm – Điểm, Đa điểm, Sao, Dây, Vòng



Hình 2. 6. Cấu hình mạng trong truyền thông

Lớp liên kết dữ liệu chịu trách nhiệm truyền và nhận dữ liệu một cách chính xác qua các kênh truyền thông. Chức năng chính của lớp này là đảm bảo rằng dữ liệu được truyền đi không bị lỗi và được nhận đầy đủ. Điều này được thực hiện thông qua việc sử dụng khung dữ liệu kết hợp với các phương thức quản lý truyền và nhận dữ liệu.

Quản lý truyền thông: Đưa dữ liệu qua các kênh truyền một cách hiệu quả và an toàn. Đảm bảo rằng dữ liệu được nhận không bị mất mát hoặc sai lệch.

Sử dụng khung dữ liệu: Dữ liệu được tổ chức thành các khung, chứa các thông tin như:

Địa chỉ nơi đến: Xác định thiết bị nhận dữ liệu.

Thông tin kiểm tra lỗi: Phát hiện và sửa lỗi trong quá trình truyền.

Lượng dữ liệu: Giới hạn kích thước để tránh mất đồng bộ hoặc giảm thiểu dữ liệu bị mất khi xảy ra lỗi.

Truyền dữ liệu an toàn: Kích thước khung được điều chỉnh hợp lý để đảm bảo rằng việc truyền dữ liệu sai không gây tổn thất lớn. Đồng bộ hóa quá trình truyền dữ liệu giữa nơi phát và nơi nhận. Dạng khung trong lớp liên kết dữ liệu

Khung có chiều dài cố định: Chỉ được sử dụng cho các khung không mang thông tin người dùng. Thường áp dụng cho lệnh điều khiển lớp liên kết dữ liệu và khung xác nhận.

Khung có chiều dài thay đổi: Sử dụng để mang dữ liệu người dùng, linh hoạt với lượng dữ liệu khác nhau.

Khung một ký tự điều khiển: Chỉ chứa một byte, được sử dụng duy nhất cho việc xác nhận dữ liệu. Khái niệm trong lớp liên kết dữ liệu

❖ Sơ cấp và thứ cấp:

Trạm sơ cấp: Có quyền khởi tạo truyền thông trên kênh truyền.

Điều khiển và gọi trạm thứ cấp để truyền dữ liệu. Chỉ được phép truyền dữ liệu sau khi được gọi bởi trạm sơ cấp. Phụ thuộc vào lệnh từ trạm sơ cấp để thực hiện truyền thông.

Lưu ý: Khái niệm này chỉ áp dụng cho các kênh truyền thông đơn lẻ, nơi mà một trạm có thể đóng vai trò vừa điều khiển vừa bị điều khiển.

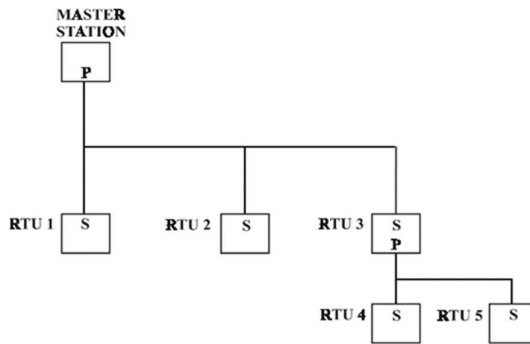
❖ Truyền bất cân bằng và cân bằng:

Truyền bất cân bằng: Chỉ có trạm sơ cấp khởi tạo và điều khiển truyền thông. Phù hợp với các hệ thống đơn giản, nơi quyền kiểm soát tập trung.

Truyền cân bằng: Cho phép cả hai bên trong hệ thống khởi tạo và kiểm soát truyền thông. Thích hợp cho các hệ thống phức tạp với yêu cầu linh hoạt cao.

❖ Các dịch vụ truyền thông: Cung cấp các dịch vụ xác nhận, đồng bộ hóa, và phát hiện lỗi trong quá trình truyền dữ liệu. Tối ưu hóa hiệu suất truyền dữ liệu giữa các thiết bị.

Lớp liên kết dữ liệu là tầng quan trọng trong hệ thống truyền thông, đảm bảo dữ liệu được truyền tải chính xác và an toàn giữa các thiết bị. Với các dạng khung dữ liệu linh hoạt và khái niệm sơ cấp - thứ cấp, lớp này cung cấp một cơ chế hiệu quả để quản lý truyền thông, đáp ứng nhu cầu của các hệ thống đơn giản và phức tạp. Nhờ lớp liên kết dữ liệu, quá trình truyền tải trở nên đồng bộ và đáng tin cậy hơn.



Hình 2. 7. Mạng truyền thông giữa một trạm chủ và nhiều trạm thứ

Như hình trên RTU3 đóng vai trò vừa là trạm điều khiển và trạm được điều khiển.

❖ Bất cân bằng và cân bằng:

Khái niệm bất cân bằng và cân bằng trong truyền thông liên quan đến thuật ngữ: sơ cấp và thứ cấp. Truyền bất cân bằng liên quan đến cấu hình mà ở đó trạm điều khiển đóng vai trò như là sơ cấp trên đường truyền, và một hoặc nhiều trạm được điều khiển khác như là thứ cấp.

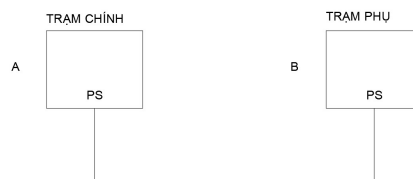
Cân bằng liên quan đến cấu hình mà bất cứ trạm nào trên đường truyền đều có thể là trạm sơ cấp, có nghĩa là có khả năng khởi tạo đường truyền. Cấu hình này được biết đến là truyền thông peer-to-peer.

Hai mô hình truyền thông bất cân bằng và cân bằng được áp dụng tùy thuộc vào yêu cầu của hệ thống:

Mô hình bất cân bằng phù hợp với các hệ thống tập trung, nơi một trạm điều khiển các thiết bị còn lại.

Mô hình cân bằng phù hợp với các hệ thống phức tạp, cần tính linh hoạt cao và khả năng mở rộng mạnh mẽ.

Việc lựa chọn mô hình phù hợp đóng vai trò quan trọng trong hiệu quả và độ tin cậy của hệ thống truyền thông.



Hình 2. 8. Mạng truyền thông truyền thông peer-to-peer.

Lớp liên kết dữ liệu cung cấp các dịch vụ cần thiết để đảm bảo truyền thông hiệu quả giữa các thiết bị, đồng thời quản lý trạng thái và khởi tạo lại đường truyền trong trường hợp xảy ra sự cố.

❖ Dịch vụ trong lớp liên kết dữ liệu

Lớp liên kết dữ liệu cung cấp các dịch vụ chính để hỗ trợ truyền dữ liệu và tương tác giữa các thiết bị. Các dịch vụ này liên quan trực tiếp đến các yêu cầu của lớp ứng dụng, bao gồm: Send/No Reply (Gửi/Không phản hồi):

Dịch vụ này được sử dụng để gửi lệnh hoặc thông điệp mà không cần phản hồi từ thiết bị nhận.

Thường áp dụng khi việc xác nhận không quan trọng, ví dụ: gửi thông điệp quảng bá đến tất cả các thiết bị trong mạng.

Send/Confirm (Gửi/Xác nhận):

Dịch vụ này đảm bảo rằng dữ liệu hoặc lệnh được gửi đi một cách tin cậy. Thiết bị nhận sẽ phản hồi để xác nhận rằng dữ liệu đã được nhận thành công. Thích hợp trong các trường hợp yêu cầu độ tin cậy cao.

Request/Respond (Yêu cầu/Phản hồi): Được sử dụng để lấy dữ liệu từ thiết bị nhận. Thiết bị được yêu cầu sẽ phản hồi với dữ liệu cần thiết nhưng không yêu cầu xác nhận thêm từ thiết bị gửi.

Khởi tạo đường truyền: Khởi tạo đường truyền là một chức năng quan trọng của lớp liên kết dữ liệu, được thực hiện khi một thiết bị hoặc đường truyền bị mất kết nối và cần khởi động lại.

Quy trình khởi tạo đường truyền: Trong trường hợp thiết bị bị mất tín hiệu và trở lại hoạt động bình thường:

- + Trạm chủ (master) gửi yêu cầu trạng thái đường truyền đến trạm tớ (slave) để xác nhận kết nối.

- + Nếu trạng thái đường truyền không được xác nhận, trạm chủ sẽ gửi yêu cầu khởi tạo lại đường truyền.

- + Đường truyền được khởi động lại sau khi trạm tớ gửi tín hiệu xác nhận (ACK) rằng đường truyền đã sẵn sàng.

+ Trạm tớ sẽ sinh toàn bộ sự kiện cần thiết để khởi tạo lại đường truyền và đảm bảo kết nối được thiết lập.

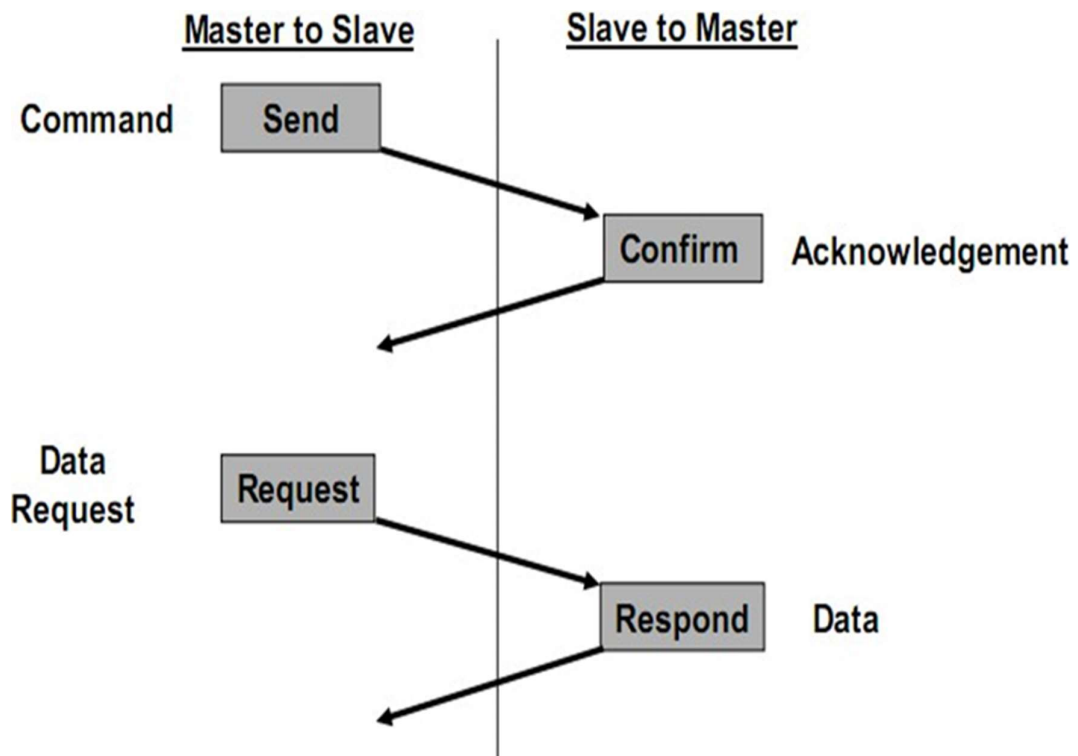
Chế độ bất cân bằng trong khởi tạo đường truyền

+ Trong cấu hình bất cân bằng: Trạm chủ: Gửi các yêu cầu trạng thái và yêu cầu khởi tạo lại đường truyền cho đến khi nhận được tín hiệu phản hồi từ trạm tớ. Trạm tớ: Phản hồi bằng cách gửi tín hiệu xác nhận (ACK) và xử lý các sự kiện cần thiết để thiết lập lại kết nối.

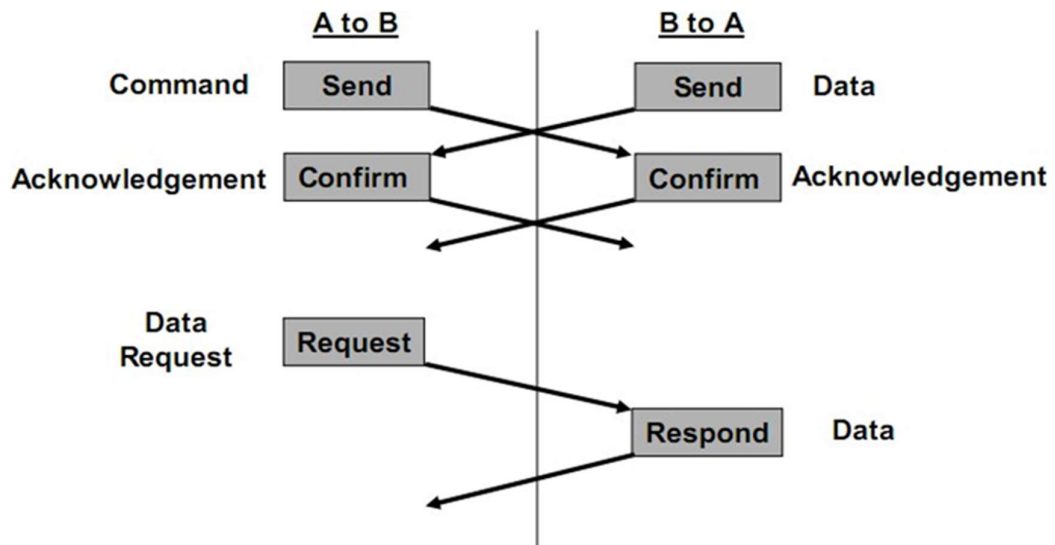
+ Dịch vụ: Lớp liên kết dữ liệu cung cấp các dịch vụ như gửi thông điệp không phản hồi, gửi yêu cầu cần xác nhận, và lấy dữ liệu từ thiết bị khác. Mỗi dịch vụ phù hợp với một loại yêu cầu truyền thông cụ thể.

+ Khởi tạo đường truyền: Đảm bảo kết nối được khôi phục khi xảy ra sự cố, với trạm chủ kiểm soát quá trình khởi tạo và trạm tớ phản hồi để thiết lập lại trạng thái đường truyền.

+ Cả dịch vụ và khởi tạo đường truyền đều là những chức năng cốt lõi giúp duy trì tính ổn định và hiệu quả của hệ thống truyền thông.



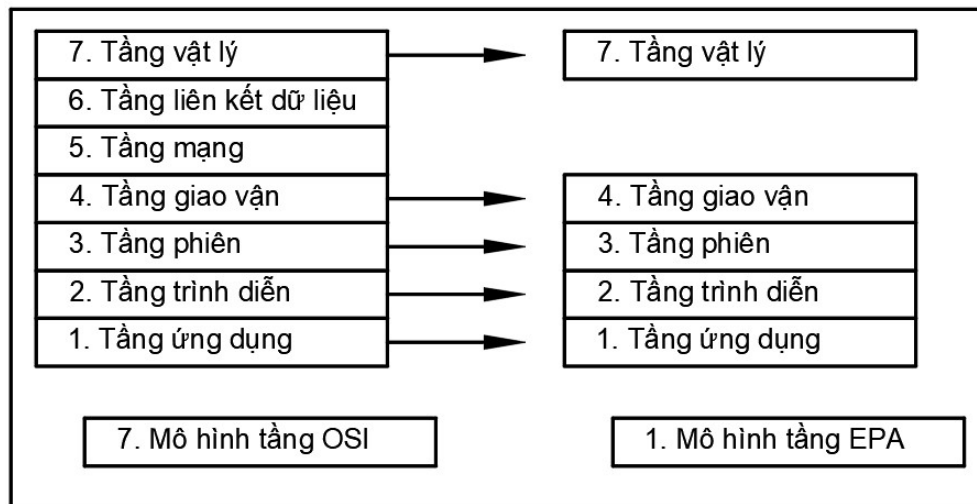
Hình 2. 9. Truyền bất cân bằng Trạm/ khởi tạo đường truyền, chế độ cân bằng:



Hình 2. 10. Truyền cân bằng

2.2.4. IEC 60870-5-104.

Được cấu tạo từ 5 lớp cải tiến của cấu trúc 7 lớp OSI: lớp ứng dụng, vận chuyển, mạng, liên kết, vật lý. Ngoài ra có thêm lớp người dùng.



Hình 2. 11. Cấu tạo lớp T104

Nói chung, giao thức IEC 60870-5-101 và 104 được ứng dụng trong mạng truyền xa hoặc truyền giữa các IED với nhau.

2.2.5. IEC 60870-5-103.

Giao thức này dành cho thiết bị bảo vệ với đường truyền dữ liệu nối tiếp (serial) để trao đổi thông tin với hệ thống điều khiển. Giao thức này được xác định tiêu chuẩn

chung trong trạm biến áp có khả năng giao tiếp giữa thiết bị bảo vệ với thiết bị của hệ thống.

Để kết nối với thiết bị IED cần những thông điệp:

+ Kiểu chức năng bảo vệ (function type)

Bảng 2. 3. Kiểu chức năng bảo vệ trong T103.

Mã số	Chức năng bảo vệ	Ghi chú
38	Bảo vệ khoảng cách	t(z)
160	Bảo vệ quá dòng	I>>
176	Bảo vệ so lệch MBA	ΔIT
192	Bảo vệ so lệch đường dây	ΔIL
254	Chức năng bảo vệ chung	GEN
255	Chức năng bảo vệ toàn bộ	GLB

+ Thông số bảo vệ (information number)

Bảng 2. 4. Thông số bảo vệ trong T103.

Hướng giám sát (0...255)		Hướng điều khiển (0...255)	
Mã số	Chức năng	Mã số	Chức năng
0..15	Chức năng hệ thống	0..15	Chức năng hệ thống
16..31	Trạng thái	16..31	Lệnh tổng
32..47	Giám sát	32..239	Không sử dụng
48..63	Sự cố chạm đất	240..255	Chức năng tổng quát
64..37	Ngắn mạch		
38..143	Tự đóng lại		
144..159	Đo lường		
160..239	Không sử dụng		
240..255	Chức năng tổng quát		

+ Địa chỉ thiết bị (network address): từ 0...254. Tuy nhiên chỉ có thể kết nối tối đa 32 thiết bị.

+ Khối ứng dụng dữ liệu (ASDU: Application service data unit).

Bảng 2. 5. Khối ứng dụng dữ liệu ASDU trong T103

ASDU	Mã số
Đối với tín hiệu đơn (SPS)	-1,2 (cho thiết bị điện tử IED) -65,67,68 (cho Px3x)
Đối với tín hiệu đôi (DPS)	-1,2 (cho tất cả thiết bị điện tử) -65,67,68 (cho Px3x)
Đối với tín hiệu đo lường (MV)	-3,4,9 (cho thiết bị điện tử IED) -21 (cho thu thập đo lường) -77 (cho Px2x) -73 (cho Px3x)
Đối với tín hiệu điều khiển đơn (SPC)	-20 (cho thiết bị điện tử IED) -45,46 (cho Px3x)
Đối với tín hiệu điều khiển đôi (SPC)	-20 (cho thiết bị điện tử IED) -45,46 (cho Px3x)

2.2.6. IEC 61850.

Tự động hóa trạm biến áp trên nền tảng giao thức IEC 61850. Tự động hóa trạm biến áp (Substation Automation - SA) là xu hướng hiện đại trong lĩnh vực truyền tải và phân phối điện, giúp giảm chi phí đầu tư và nâng cao độ tin cậy cung cấp điện. Hệ thống SA cho phép giám sát, điều khiển, và phối hợp các chức năng điện của trạm biến áp thông qua các thiết bị phân tán được lắp đặt trong trạm. Các thiết bị này bao gồm:

+ RTU (Remote Terminal Units): Bộ xử lý từ xa.

+ IEDs (Intelligent Electronic Devices): Các thiết bị điện tử thông minh.

Để giải quyết vấn đề tương thích tiêu chuẩn kết nối giữa thiết bị của các hãng khác nhau và đảm bảo khả năng mở rộng hệ thống, giao thức IEC 61850 đã được phát triển và áp dụng. Đây là tiêu chuẩn được Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) lựa chọn cho các hệ thống tự động hóa TBA nhằm: Tăng khả năng liên kết giữa các thiết bị từ nhiều

nhà cung cấp khác nhau. Nâng cao tính cạnh tranh và khả năng mở rộng hệ thống trong tương lai.

Trước khi áp dụng IEC 61850, các giao thức phổ biến như Modbus, DNP3, và IEC60870 đã được sử dụng trong giám sát và điều khiển trạm biến áp. Tuy nhiên, các giao thức này có một số hạn chế lớn: Tính tương thích: Không đảm bảo khả năng liên kết hoàn toàn giữa các thiết bị từ các nhà cung cấp khác nhau.

Hạn chế tốc độ xử lý: Không đáp ứng được các yêu cầu về thời gian thực trong tự động hóa trạm.

Khó khăn trong tự động hóa: Gây trở ngại khi triển khai các ứng dụng tự động hóa do sự khác biệt giữa các tiêu chuẩn.

IEC 61850 được xây dựng dựa trên kiến trúc truyền thông đa dụng UCA 2.0, và phiên bản đầu tiên được tổ chức kỹ thuật điện quốc tế IEC ban hành vào năm 2003.

Tính tương thích (Interoperability): Cho phép các thiết bị từ nhiều nhà cung cấp khác nhau giao tiếp và hoạt động thống nhất trong cùng một hệ thống.

Đáp ứng yêu cầu xử lý thời gian thực trong các ứng dụng tự động hóa trạm biến áp. Tạo điều kiện cho các thiết bị điện tử thông minh (IEDs) trao đổi dữ liệu hiệu quả và đáng tin cậy. Dễ dàng tích hợp các thiết bị mới và mở rộng hệ thống theo nhu cầu.

IEC 61850 không chỉ được sử dụng để quản lý và điều khiển các thiết bị trong trạm biến áp mà còn hỗ trợ chiến lược bảo vệ và tự động hóa: Thu thập, xử lý, và trao đổi dữ liệu giữa các IEDs và trung tâm điều khiển. Phối hợp giám sát và điều khiển xa hiệu quả trong hệ thống.

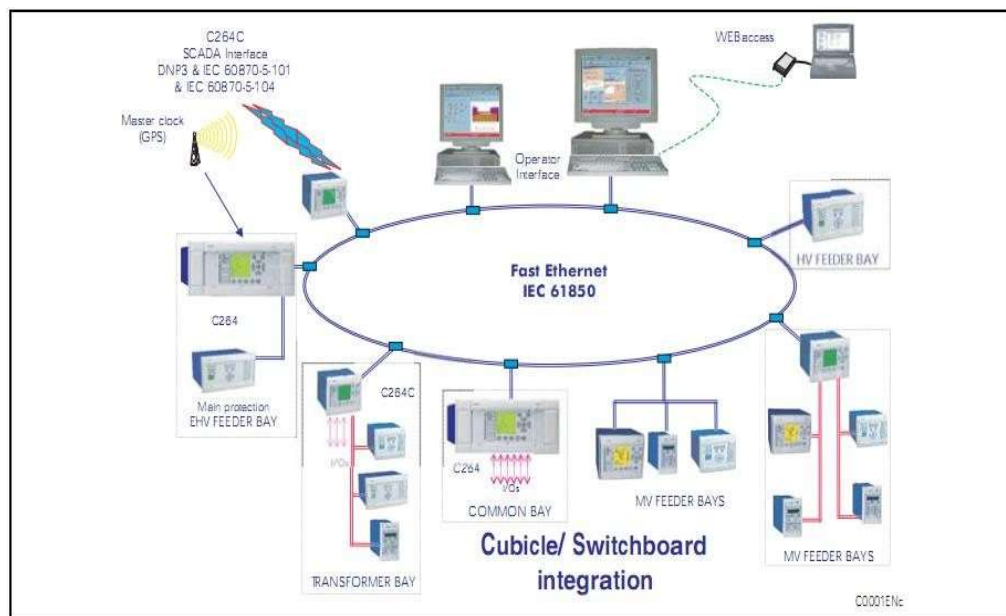
Tiêu chuẩn IEC 61850 đã mở ra một kỷ nguyên mới trong tự động hóa TBA, mang lại những cải tiến lớn trong khả năng tương thích, tốc độ xử lý, và tính linh hoạt của hệ thống. Việc áp dụng tiêu chuẩn này không chỉ giúp các trạm biến áp hoạt động hiệu quả hơn mà còn hỗ trợ phát triển hệ thống điện thông minh (Smart Grid) trong tương lai.

Tự động hóa trạm biến áp trên nền tảng IEC 61850 là giải pháp hiện đại, đáp ứng nhu cầu nâng cao hiệu quả vận hành và giảm chi phí đầu tư trong ngành điện. Với tính tương thích cao và khả năng hỗ trợ các ứng dụng thời gian thực, IEC 61850 đã trở thành

tiêu chuẩn hàng đầu trong tự động hóa TBA, đóng góp quan trọng vào sự phát triển của hệ thống điện trên toàn thế giới.

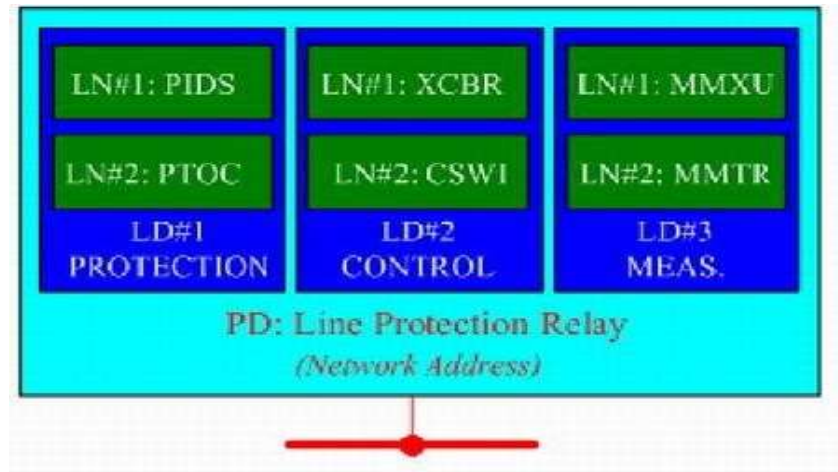


Hình 2. 12. Các khả năng của tiêu chuẩn IEC61850 trong ứng dụng tự động hoá



Hình 2. 13. Ứng dụng 61850 trong điều khiển phân tán.

Tiêu chuẩn IEC 61850 với cấu trúc mô hình dữ liệu gồm LNs, LDs, và PDs đã tạo ra một nền tảng giao tiếp mạnh mẽ và linh hoạt. Sự phân tách rõ ràng giữa các chức năng và khả năng tích hợp các thiết bị từ nhiều nhà sản xuất giúp nâng cao hiệu quả quản lý, vận hành, và mở rộng hệ thống tự động hóa trạm biến áp.



Hình 2. 14. Ví dụ về mô hình dữ liệu của một Role bảo vệ đường dây: PD, LDs, LNs.

Một rơ le bảo vệ đường dây có thể được xem như một thiết bị vật lý (PD) với các chức năng chính bao gồm: bảo vệ (LD#1 Protection), điều khiển máy cắt (LD#2 Control), và đo lường (LD#3 Meas). Chức năng bảo vệ của rơ le được chia thành các node logic (LNs) như: bảo vệ quá dòng (LN1: PTOC) và bảo vệ khoảng cách (LN2: PDIS). Tương tự, các chức năng điều khiển và đo lường cũng được phân chia thành các chức năng con riêng biệt.

Trong các trạm biến áp (TBA), thiết bị được phân loại thành hai nhóm chính: thiết bị sơ cấp và thiết bị thứ cấp.

Thiết bị sơ cấp: Gồm máy biến áp, máy cắt, dao cách ly.

Thiết bị thứ cấp: Bao gồm các thiết bị bảo vệ, điều khiển, đo lường, và thiết bị thông tin.

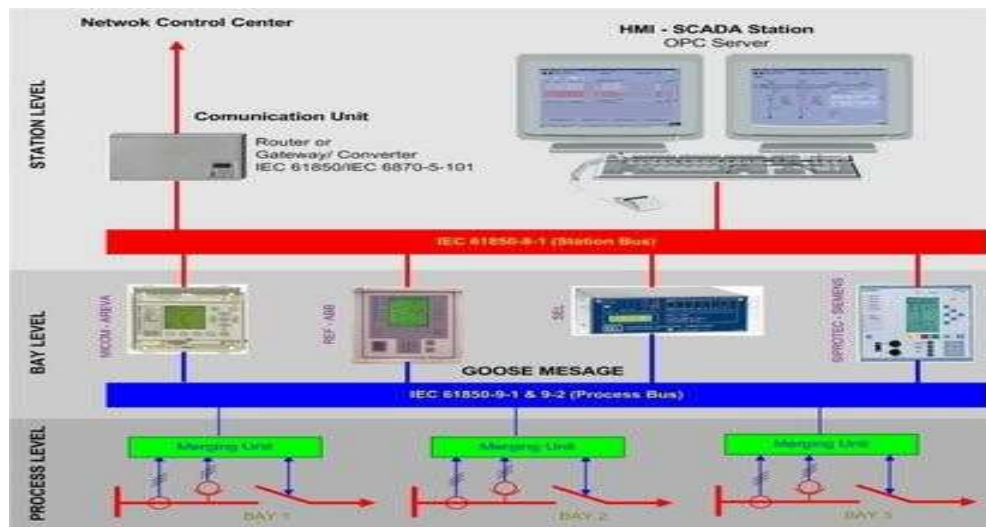
Theo tiêu chuẩn IEC 61850, các thiết bị thứ cấp trong TBA được tổ chức theo ba cấp độ: mức trạm (Station Level), mức ngăn lộ (Bay Level), và mức quá trình (Process Level). Sơ đồ phân cấp này được minh họa trong Hình 2.14.

Mức trạm: Bao gồm giao diện người máy (HMI) và thiết bị truyền thông (Communication Unit - ComU), kết nối với các thiết bị ở mức ngăn lộ thông qua Station Bus.

Hệ thống điều khiển trạm: Giao tiếp với các thiết bị bảo vệ và điều khiển qua hệ thống Station Bus, được định nghĩa trong tiêu chuẩn IEC 61850-8-1.

HMI: Là nhóm phần mềm SCADA có giao diện đồ họa trực quan, cho phép người vận hành giám sát và thao tác với các thiết bị ở mức ngăn lộ. Các hệ thống SCADA sử dụng OPC Server để trao đổi dữ liệu với các thiết bị IEDs. OPC (OLE for Process Control) cung cấp khả năng biên dịch dữ liệu từ các đối tượng điều khiển (IEDs, RTUs) thông qua các hàm của hệ điều hành.

Thiết bị ComU có thể được triển khai như một Router, dùng để kết nối với mạng diện rộng (WAN) của trung tâm điều khiển, hoặc như một Gateway/Converter, chuyển đổi giao thức phổ biến như IEC 61850/IEC 6870-5-101.



Hình 2. 15. Cấu hình truyền thông cơ bản hệ thống tự động hoá trạm với giao thức IEC61850.

Trao đổi dữ liệu và cấu hình tự động hóa trạm theo tiêu chuẩn IEC 61850

Các thiết bị IEDs tại mức ngăn lộ và các thiết bị đo lường, chấp hành tại mức quá trình trao đổi thông tin thông qua hệ thống bus quá trình (Process Bus). Cơ chế truyền thông trên Process Bus được thực hiện dưới dạng bản tin sự kiện hướng đối tượng trạm thống nhất (Generic Object-Oriented Substation Event - GOOSE), được quy định trong các tiêu chuẩn IEC 61850-9-1 và IEC 61850-9-2. Trên Process Bus, bản tin GOOSE được sử dụng để truyền dữ liệu giữa các rơ le hoặc giữa rơ le và thiết bị trộn tín hiệu (Merging Unit). Thiết bị trộn tín hiệu, một loại IED, thực hiện chức năng chuyển đổi tín hiệu đo lường và trạng thái từ thiết bị giám sát để gửi đến các rơ le.

Các thiết bị đo lường hoặc máy cắt thế hệ mới hiện nay có khả năng kết nối trực tiếp với hệ thống Process Bus thông qua giao thức IEC 61850. Với khả năng xử lý tốc

độ cao, các IEDs không chỉ thực hiện các chức năng đơn giản mà còn có thể đảm nhiệm các nhiệm vụ phức tạp như:

- + Liên động (Interlocking).
- + Ghi nhiễu chéo (Cross-triggering).
- + Bảo vệ chống hư hỏng máy cắt.
- + Kiểm tra hướng công suất.
- + So sánh dòng điện vi sai.

+ Cơ chế trao đổi thông tin thông qua bản tin GOOSE giữa các IEDs đã tạo ra một sự thay đổi căn bản trong thiết kế nhị thức của trạm biến áp. Nhờ đó, việc sử dụng dây tín hiệu được giảm tối thiểu, đồng thời nâng cao khả năng thực hiện các ứng dụng bảo vệ và điều khiển phân tán.

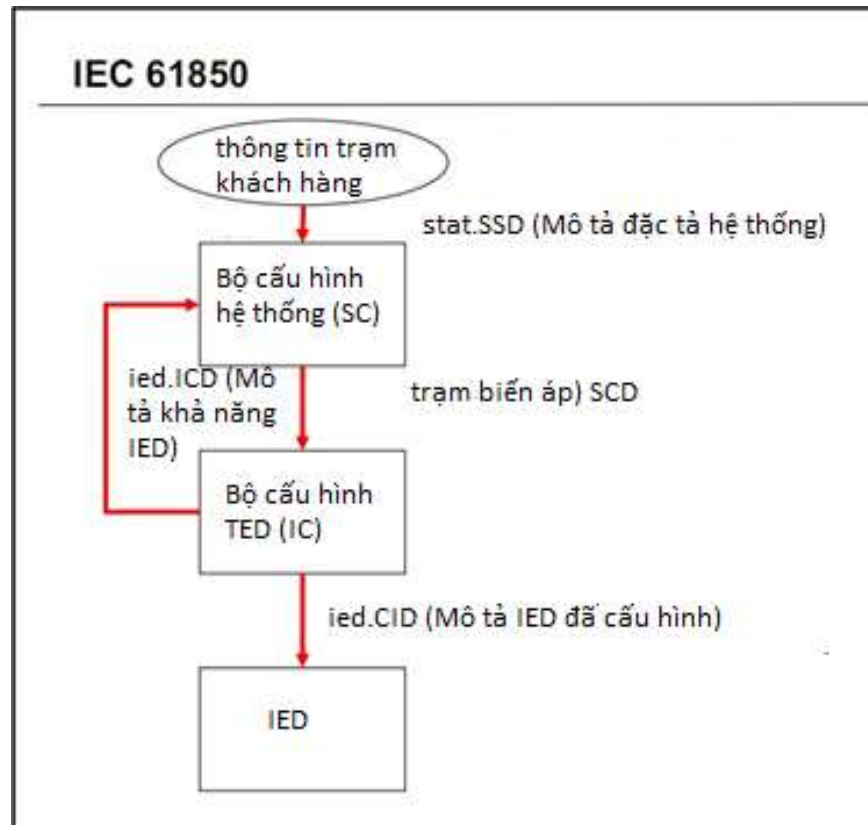
- + Cấu hình tự động hóa trạm với ngôn ngữ SCL

+ Cấu hình phần mềm cho các ứng dụng tự động hóa trạm được xây dựng bằng ngôn ngữ cấu hình trạm (Substation Configuration Language - SCL). Sử dụng SCL với mô hình dữ liệu đối tượng của tiêu chuẩn IEC 61850 cho phép các công cụ từ nhiều nhà sản xuất khác nhau biên dịch và hiểu được thông tin được lưu trữ trong các IEDs. Điều này giúp quá trình trao đổi dữ liệu giữa các IEDs diễn ra mượt mà, tránh tình trạng không tương thích hoặc không hiểu dữ liệu, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp các thiết bị từ nhiều nhà cung cấp.

Hiện nay, có nhiều công cụ hỗ trợ soạn thảo và biên dịch mã lệnh SCL, chẳng hạn như Visual SCL. File cấu hình SCL được sử dụng chung cho các ứng dụng tự động hóa trạm, bất kể nhà cung cấp. SCL files được phân thành bốn loại chính:

- + SCD (System Configuration Description): Mô tả cấu hình toàn hệ thống.
- + SSD (System Specification Description): Mô tả các đặc điểm kỹ thuật của hệ thống.
- + ICD (IED Capability Description): Mô tả khả năng của từng thiết bị IED.
- + CID (Configured IED Description): Mô tả cấu hình cụ thể của các IED.

Việc sử dụng ngôn ngữ SCL trong quá trình xây dựng mô hình dữ liệu là một phần không thể thiếu trong thiết kế tự động hóa trạm biến áp, dựa trên nền tảng tiêu chuẩn IEC 61850, nhằm đảm bảo tính nhất quán và hiệu quả trong vận hành.

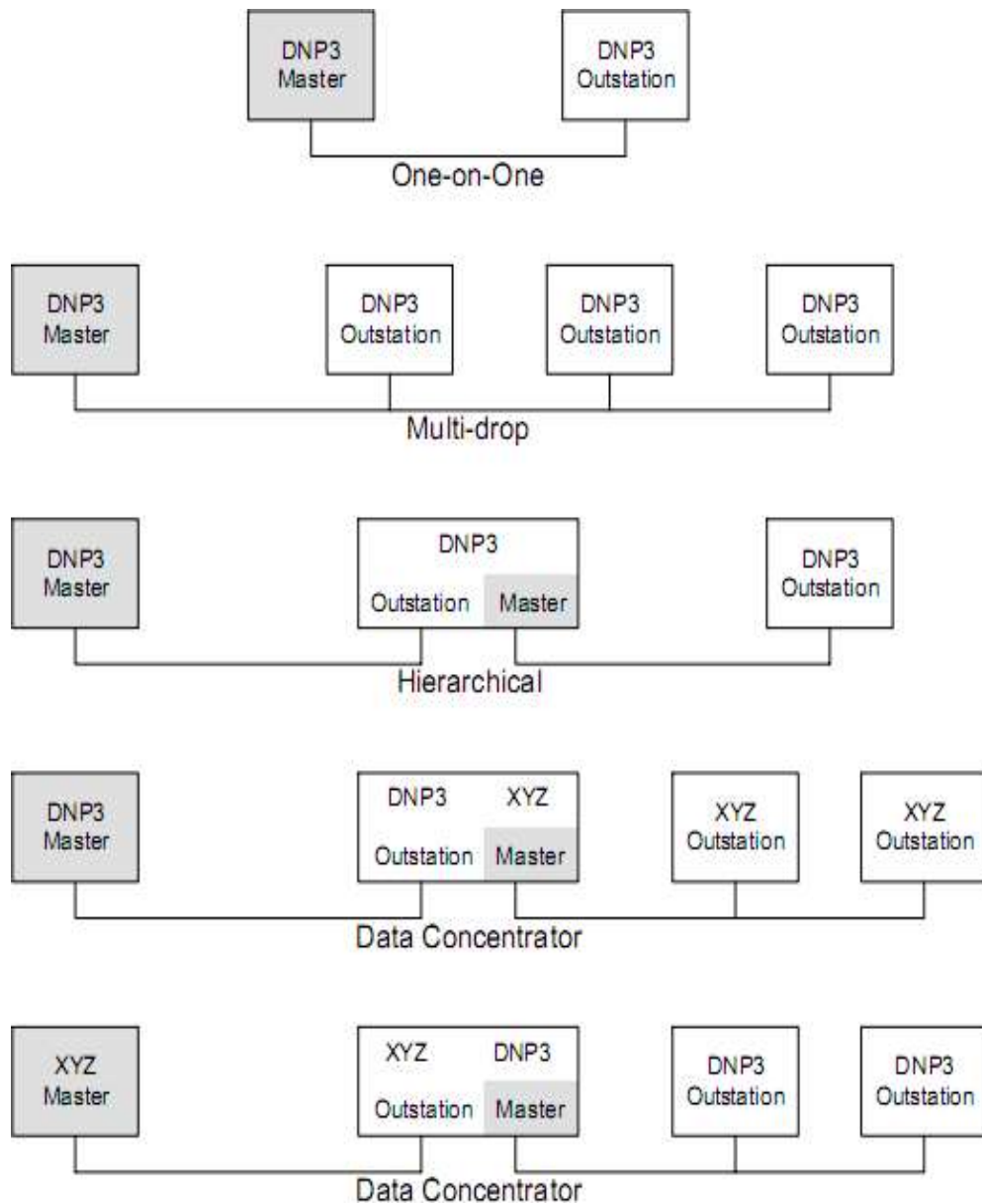


Hình 2. 16. Sơ đồ cấu hình 61850 dành cho các IED.

2.2.7. DNP3.

Sự phát triển của DNP3 là một nỗ lực toàn diện nhằm tạo ra một giao thức dựa trên các tiêu chuẩn mở, cho phép các thiết bị khác nhau từ nhiều nhà cung cấp có thể giao tiếp với nhau. Điều này đặc biệt quan trọng để đáp ứng các yêu cầu hiện tại trong khung thời gian cần thiết. Từ khi được giới thiệu, DNP3 đã được sử dụng rộng rãi không chỉ trong lĩnh vực điện mà còn trong các ngành công nghiệp khác như xử lý nước và nước thải, giao thông vận tải, cũng như ngành dầu khí.

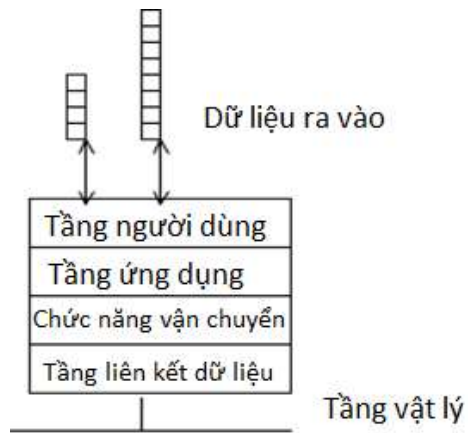
DNP3 được phát triển dựa trên các tiêu chuẩn của Ủy ban Kỹ thuật 57 thuộc Ủy ban Điện tử Quốc tế (IEC). Giao thức này được thiết kế để phù hợp tối đa với các tiêu chuẩn IEC hiện hành vào thời điểm phát triển, đồng thời bổ sung những chức năng chưa được định nghĩa trong các tiêu chuẩn IEC tại châu Âu nhưng cần thiết cho các ứng dụng hiện tại và tương lai ở Bắc Mỹ. DNP3 hỗ trợ nhiều chức năng kết nối khác nhau.



Hình 2. 17. Các chức năng kết nối của giao thức truyền thông DNP3

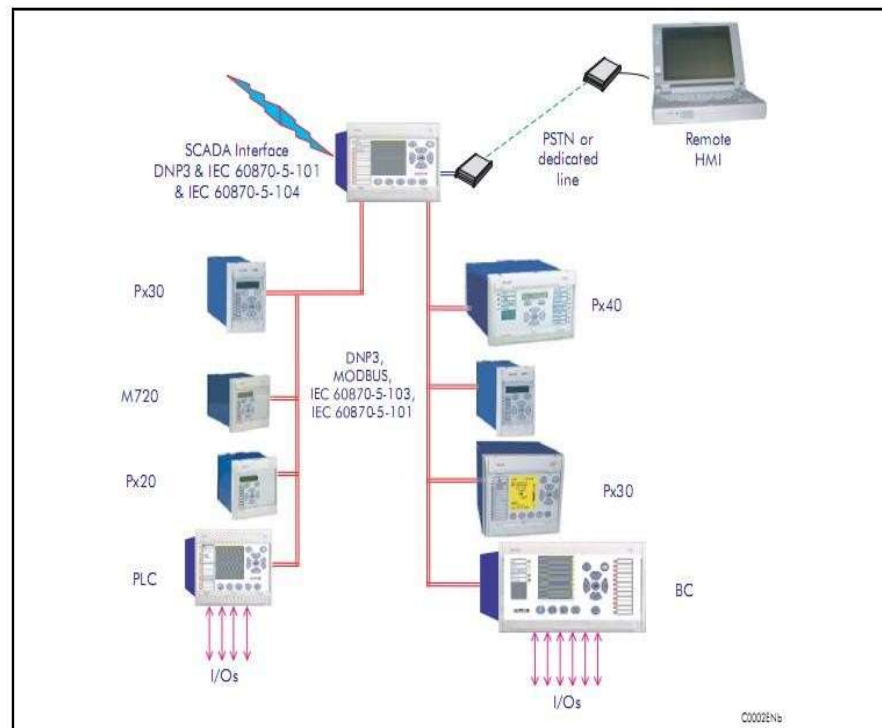
➤ DNP3 serial:

DNP3 được xây dựng dựa trên ba lớp của mô hình OSI: lớp ứng dụng, lớp liên kết dữ liệu và lớp vật lý. Lớp ứng dụng đóng vai trò nền tảng, chịu trách nhiệm cung cấp hầu hết các định dạng dữ liệu. Lớp liên kết dữ liệu cung cấp các phương thức truy xuất dữ liệu, hỗ trợ phân loại và định dạng các đối tượng. Lớp vật lý chủ yếu được triển khai thông qua các chuẩn kết nối phổ biến như RS 232 và RS 485. Giao thức DNP3 hoạt động rất hiệu quả trong cấu trúc phân lớp và đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu.



Hình 2. 18. Các lớp DNP3 trong OSI

DNP3 hỗ trợ nhiều phương tiện truyền thông khác nhau, bao gồm dữ liệu radio, đường dây thuê bao, kết nối dial-up, Ethernet, sợi quang và vệ tinh. Giao thức này cho phép sự cộng tác hiệu quả giữa các máy tính trạm, RTUs (bộ xử lý từ xa), IEDs (thiết bị điện tử thông minh), và HMI (giao diện người dùng).



Hình 2. 19. Giao thức DNP3

Để kết nối với thiết bị IED cần những thông điệp:

+ Địa chỉ chủ (master address): địa chỉ máy tính trên mạng con (từ 1...65519)

- + Địa chỉ thiết bị IED (network address): hỗ trợ 1...65519 giá trị
- + Địa chỉ của đối tượng (address): tra bảng địa chỉ của thiết bị IED

DNP3 TCP/IP: cũng giống như MODBUS TCP/IP là một bước phát triển chạy trên nền TCP/IP tiêu chuẩn được sử dụng rộng rãi trong mạng Ethernet.

2.3. Tổng quan về SCADA SICAM A8000.

2.3.1. Giới thiệu về SCADA SICAM A8000.



Hình 2. 20. Thiết bị tự động trạm biến áp SCADA SICAM A8000

SICAM A8000 là dòng thiết bị SCADA tiên tiến do Siemens phát triển, được thiết kế để phục vụ các ứng dụng điều khiển và tự động hóa trong ngành điện. Thiết bị cung cấp giải pháp toàn diện, linh hoạt, giúp giám sát, thu thập dữ liệu và điều khiển từ xa trong hệ thống điện, phù hợp với cả lưới truyền tải và phân phối.

Thiết kế module: SICAM A8000 có cấu trúc module, cho phép cấu hình linh hoạt theo nhu cầu sử dụng. Người dùng có thể dễ dàng bổ sung hoặc giảm bớt các module như đầu vào/ra kỹ thuật số (DI/DO), đầu vào/ra tương tự (AI/AO) hoặc các module truyền thông.

Hỗ trợ giao thức hiện đại: Thiết bị tích hợp nhiều giao thức truyền thông phổ biến như IEC 61850, IEC 60870-5-101/104, DNP3, Modbus và các giao thức IP, dễ dàng tích hợp với các hệ thống SCADA hiện đại.

Khả năng chịu đựng môi trường khắc nghiệt: SICAM A8000 được thiết kế để hoạt động bền bỉ trong điều kiện khắc nghiệt, phù hợp với các ứng dụng ngoài trời hoặc trạm biến áp không giám sát.

Bảo mật nâng cao: Hệ thống tích hợp các tính năng bảo mật tiên tiến như mã hóa dữ liệu và kiểm soát truy cập, đảm bảo an toàn thông tin trong vận hành.

Hiệu suất cao: Thiết bị cung cấp khả năng xử lý dữ liệu nhanh, lưu trữ lớn và hỗ trợ các thuật toán tự động hóa phức tạp, đáp ứng nhu cầu của hệ thống điện hiện đại.

CPU Module (Central Processing Unit): Bộ xử lý trung tâm thực hiện điều khiển, xử lý dữ liệu và truyền thông, điển hình là module CP-8021 .

Power Supply Module (PS): Cung cấp nguồn điện ổn định cho hệ thống.

I/O Modules (Input/Output): Gồm các module đầu vào/ra kỹ thuật số và tương tự, kết nối với cảm biến, thiết bị đo đạc hoặc thiết bị điều khiển tại hiện trường.

Communication Modules: Hỗ trợ giao tiếp với các thiết bị ngoại vi hoặc hệ thống SCADA qua nhiều giao thức truyền thông.

Phụ kiện và cảm biến mở rộng: Bao gồm các cảm biến và thiết bị như FCM (Fault Current Monitor) để giám sát sự cố trên lưới điện.

Lưới điện phân phối: Thiết bị hỗ trợ giám sát và điều khiển tại các tủ RMU, ngăn LBS, và các điểm nút quan trọng.

Trạm biến áp không người trực: Thu thập dữ liệu, điều khiển từ xa, và tự động hóa quy trình vận hành tại các trạm biến áp.

Quản lý sự cố và bảo trì: Tích hợp các chức năng phát hiện và định vị sự cố, giảm thời gian khắc phục và nâng cao độ tin cậy hệ thống.

Ứng dụng công nghiệp: Được sử dụng để giám sát và điều khiển quy trình sản xuất hoặc hệ thống năng lượng trong các ngành công nghiệp khác nhau.

SICAM A8000 là một giải pháp toàn diện, hiệu quả và đáng tin cậy cho các hệ thống điện hiện đại, mang lại nhiều lợi ích về vận hành, bảo trì và tự động hóa.

2.3.2. Thông số kỹ thuật của các thiết bị chính

a. Moulde chính CP-8021



Hình 2. 21. Hình ảnh Module chính CP-8021

Module chính CP-8021 là một thiết bị điều khiển quan trọng trong các hệ thống tự động hóa và điều khiển, được sản xuất và phân phối bởi Siemens. Thiết bị này được sử dụng để kết nối và quản lý các thiết bị trong hệ thống điện, hỗ trợ giám sát và điều khiển các cảm biến và thiết bị đầu cuối.

Module chính CP-8021 có khả năng đọc và ghi dữ liệu từ các thiết bị trong hệ thống điện, đồng thời kiểm soát và điều khiển hoạt động của chúng. Thiết bị này được thiết kế để tương thích và hoạt động hiệu quả với các thành phần khác trong hệ thống tự động hóa của Siemens, chẳng hạn như SICAM A8000.

Ứng dụng của Module chính CP-8021 phổ biến trong hệ thống điện lưới trung thế, giúp giảm thiểu nguy cơ sự cố và đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành. Ngoài ra, module còn cung cấp thông tin trạng thái của các thiết bị trong hệ thống, hỗ trợ người dùng quản lý và bảo trì hệ thống điện một cách hiệu quả.

❖ Cấu tạo: Module chính CP-8021 được trang bị số lượng ngõ vào và ngõ ra đáng kể, đáp ứng nhu cầu kết nối và điều khiển trong các hệ thống điện hiện đại.

Số ngõ ra:

+ 16 ngõ ra tương tự (analog outputs).

+ 32 ngõ ra kỹ thuật số (digital outputs).

Số ngõ vào:

+ 16 ngõ vào tương tự (analog inputs).

+ 16 ngõ vào kỹ thuật số (digital inputs).

Các ngõ vào và ngõ ra này cho phép kết nối và điều khiển hiệu quả các thiết bị trong hệ thống điện, bao gồm cảm biến, bộ điều khiển, tủ điện, và các thiết bị khác. Đồng thời, chúng hỗ trợ thu thập dữ liệu về trạng thái thiết bị, giúp đưa ra các quyết định điều khiển tự động nhằm tối ưu hóa vận hành hệ thống.

Với số lượng ngõ vào và ngõ ra lớn, Module chính CP-8021 mang lại khả năng kết nối và quản lý nhiều thiết bị trong hệ thống điện, đảm bảo hiệu quả và tính linh hoạt cao hơn trong các ứng dụng tự động hóa.

❖ Nguyên lý hoạt động:

Module chính CP-8021 là thiết bị điều khiển tiên tiến được thiết kế cho các hệ thống tự động hóa và điều khiển trong ngành điện. Dựa trên nền tảng vi điều khiển, thiết bị này có khả năng kết nối và thu thập tín hiệu từ các cảm biến và thiết bị đầu cuối thông qua các đường truyền tín hiệu như RS-485 và RS-232.

Module chính CP-8021 hoạt động dựa trên giao thức Modbus RTU, đảm bảo khả năng truyền và nhận dữ liệu hiệu quả giữa các thiết bị trong hệ thống.

Khi được kết nối với các cảm biến và thiết bị đầu cuối như tủ điện hay bộ điều khiển, module này sẽ thu thập dữ liệu về các thông số quan trọng, bao gồm:

+ Nhiệt độ.

+ Áp suất.

+ Dòng điện.

+ Điện áp.

Sau khi thu thập dữ liệu, Module chính CP-8021 sẽ xử lý và phân tích thông tin, sau đó đưa ra các quyết định điều khiển như:

+ Điều chỉnh các thông số như áp suất, dòng điện, hoặc điện áp.

+ Module được thiết kế để hoạt động hoàn toàn tự động, đảm bảo tính ổn định và an toàn trong vận hành hệ thống điện.

+ Thiết bị cung cấp thông tin chi tiết về trạng thái hoạt động của các thiết bị trong hệ thống, hỗ trợ người dùng trong việc quản lý và bảo trì hệ thống một cách hiệu quả.

+ Module chính CP-8021 phù hợp cho nhiều loại thiết bị trong hệ thống điện, từ cảm biến đơn giản đến các thiết bị điều khiển phức tạp, đáp ứng các yêu cầu khắt khe của các hệ thống tự động hóa hiện đại.

Module chính CP-8021 là một thành phần quan trọng trong hệ thống điều khiển tự động hóa, với khả năng thu thập, xử lý dữ liệu và điều khiển thiết bị một cách linh hoạt. Sự kết hợp giữa hiệu suất cao, tính tự động hóa và khả năng hỗ trợ người dùng làm cho module này trở thành giải pháp lý tưởng cho việc tối ưu hóa và bảo đảm vận hành an toàn trong hệ thống điện.

b. Module nguồn PS-8620



Hình 2. 22. Hình ảnh Module nguồn PS-8620

Module cung cấp nguồn PS-8620 được thiết kế để chuyển đổi điện áp DC từ 24V đến 60V thành một điện áp DC ổn định với công suất đầu ra 12W. Dạng tín hiệu của module là điện áp DC ổn định, được sử dụng để cung cấp nguồn điện đáng tin cậy cho các thiết bị khác trong hệ thống điều khiển và tự động hóa. Mặc dù không phải là tín hiệu kỹ thuật số và không truyền hoặc nhận tín hiệu số, PS-8620 vẫn là một thành phần quan trọng trong các lĩnh vực tự động hóa công nghiệp, truyền thông, và các ứng dụng yêu cầu nguồn điện ổn định.

❖ Cầu tạo: Module nguồn PS-8620 có các đặc điểm kỹ thuật chính như sau:

Điện áp đầu vào: Từ DC 24-60V.

Công suất đầu ra: 12W, cung cấp điện ổn định cho các thiết bị trong hệ thống điều khiển và tự động hóa.

Khả năng chống sự cố: Module được thiết kế để chịu được các sự cố như: Ngắn mạch. Quá tải. Thấp áp. Tự động phục hồi sau khi sự cố được khắc phục. Thiết kế nhỏ gọn: Module dễ dàng lắp đặt trong các hệ thống công nghiệp.

❖ Nguyên lý hoạt động của PS-8620 được chia thành ba giai đoạn chính: chỉnh lưu, lọc, và điều tiết.

Chỉnh lưu: Điện áp đầu vào AC được chỉnh lưu thành điện áp DC dao động thông qua cầu chỉnh lưu, bao gồm bốn diode. Kết quả là một điện áp DC chưa ổn định.

Lọc: Điện áp DC dao động được lọc qua một tụ điện lớn để giảm độ gợn sóng. Điện áp sau lọc là một điện áp DC có độ gợn sóng rất nhỏ.

Điều tiết: Điện áp DC sau khi lọc được điều chỉnh đến mức ổn định bằng bộ điều tiết điện áp. Bộ điều tiết so sánh điện áp đầu ra với một điện áp tham chiếu, sử dụng mạch phản hồi để giám sát và điều chỉnh điện áp đầu ra, đảm bảo luôn duy trì ở mức định mức.

Module nguồn PS-8620 là một thiết bị cung cấp nguồn điện ổn định và đáng tin cậy, được thiết kế để hoạt động hiệu quả trong các hệ thống điều khiển và tự động hóa công nghiệp. Với thiết kế nhỏ gọn, khả năng chống sự cố và nguyên lý hoạt động tối ưu, module này đáp ứng tốt các yêu cầu khắt khe về nguồn điện trong môi trường công nghiệp.

c. Module đầu vào DI-8110



Hình 2. 23. Module đầu vào số DI-8110

Module đầu vào số DI-8110 là một module đầu vào kỹ thuật số được thiết kế để đọc tín hiệu từ các thiết bị ngoại vi như cảm biến, công tắc, nút nhấn, và các thiết bị đầu vào khác. Module này hỗ trợ 16 kênh đầu vào kỹ thuật số, hoạt động ở mức điện áp DC 24V, phù hợp cho các ứng dụng điều khiển và giám sát trong hệ thống tự động hóa công nghiệp.

Cấu trúc kênh: Module bao gồm 2 nhóm kênh, mỗi nhóm có 8 đầu vào kỹ thuật số, tổng cộng 16 đầu vào kỹ thuật số. Các đầu vào được thiết kế để nhận và phát hiện tín hiệu kỹ thuật số từ các thiết bị ngoại vi như cảm biến và công tắc.

Chức năng: Module này không có ngõ ra, mà tập trung vào việc gửi tín hiệu đầu vào kỹ thuật số đến hệ thống điều khiển như PLC hoặc các module khác để xử lý. Các tín hiệu đầu vào có thể được sử dụng để điều khiển thiết bị hoặc làm dữ liệu đầu vào cho các quy trình giám sát và điều khiển.

Chuyển đổi tín hiệu: Tín hiệu đầu vào dạng điện áp DC từ các thiết bị ngoại vi sẽ được chuyển đổi sang tín hiệu số nhờ bộ chuyển đổi tích hợp Analog-to-Digital Converter (ADC) trên module.

Xử lý tín hiệu: Các tín hiệu số sau chuyển đổi sẽ được gửi đến bộ điều khiển PLC hoặc máy tính trung tâm để xử lý. Dữ liệu đầu vào sau đó có thể được sử dụng cho các tác vụ điều khiển hoặc giám sát trong hệ thống.

Thời gian phản hồi: Module đầu vào số DI-8110 có thời gian phản hồi nhanh, chỉ 1ms, đảm bảo độ chính xác và độ tin cậy cao, phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu phản ứng nhanh.

Chẩn đoán: Module được tích hợp các chức năng chẩn đoán để hỗ trợ phát hiện và khắc phục các vấn đề trong quá trình vận hành, giúp duy trì hiệu suất ổn định và đáng tin cậy.

Module đầu vào số DI-8110 thường được sử dụng trong các hệ thống tự động hóa công nghiệp, nơi cần phát hiện trạng thái của các tín hiệu kỹ thuật số từ cảm biến và công tắc. Với tốc độ xử lý nhanh và khả năng phát hiện tín hiệu chính xác, module này phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu phản hồi tức thời và độ tin cậy cao.

Module đầu vào số DI-8110 là một giải pháp hiệu quả và đáng tin cậy trong việc xử lý các tín hiệu kỹ thuật số trong hệ thống tự động hóa công nghiệp. Với thiết kế linh hoạt, thời gian phản hồi nhanh và chức năng chẩn đoán, module này đáp ứng tốt các yêu cầu khắt khe của các ứng dụng điều khiển và giám sát.

d. Module đầu ra DO-8212



Hình 2. 24. Module đầu ra số DO-8212

Module đầu ra số DO-8212 là module đầu ra kỹ thuật số của Siemens, được thiết kế để điều khiển các thiết bị ngoại vi như đèn, máy bơm, van điện từ, và nhiều thiết bị công nghiệp khác. Module này có khả năng điều khiển tối đa 8 relay, hoạt động ở điện áp DC 24-220V hoặc AC 230V, giúp đảm bảo điều khiển chính xác và nhanh chóng trong các hệ thống tự động hóa công nghiệp, nhà máy và các ứng dụng kiểm soát thông minh.

Với hiệu suất cao và độ tin cậy vượt trội, Module đầu ra số DO-8212 là một giải pháp lý tưởng để tăng năng suất và giảm chi phí vận hành trong các hệ thống điều khiển tự động.

Số lượng kênh: 8 kênh đầu ra, mỗi kênh sử dụng relay để chuyển đổi tín hiệu kỹ thuật số thành tín hiệu điện áp AC hoặc DC. Điện áp đầu vào: DC 24V, thời gian đáp ứng nhanh chỉ 1ms.

Khả năng chuyển đổi: Relay có thể chuyển đổi tín hiệu kỹ thuật số thành tín hiệu điện áp AC 230V hoặc DC 24-220V, cho phép kích hoạt hoặc tắt các thiết bị đầu ra trong hệ thống điều khiển.

Thiết kế chịu môi trường công nghiệp: Các relay được thiết kế để chịu được các yếu tố môi trường khắc nghiệt như rung động, sốc cơ học, và nhiệt độ cao.

Kích thước: Module có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt trong các hệ thống điều khiển và tự động hóa.

Nguyên lý hoạt động của Module đầu ra số DO-8212 dựa trên việc chuyển đổi tín hiệu kỹ thuật số từ hệ thống điều khiển thành tín hiệu điện áp thông qua các relay. Cơ chế hoạt động cụ thể như sau:

Nhận tín hiệu điều khiển: Module nhận tín hiệu kỹ thuật số từ bộ điều khiển PLC hoặc các thành phần khác trong hệ thống tự động hóa.

Kích hoạt relay: Tín hiệu kỹ thuật số được vi điều khiển tích hợp trong module xử lý để kích hoạt relay.

Khi relay được kích hoạt, nó sẽ đóng hoặc mở mạch điện, tạo ra đường dẫn điện cho thiết bị ngoại vi.

Chuyển đổi tín hiệu: Relay chuyển tín hiệu kỹ thuật số thành tín hiệu điện áp AC 230V hoặc DC 24-220V, kích hoạt hoặc tắt các thiết bị ngoại vi.

Ứng dụng trong điều khiển: Các relay trên module bật hoặc tắt thiết bị dựa trên trạng thái tín hiệu kỹ thuật số, hỗ trợ các hoạt động như: Điều khiển bật/tắt đèn. Kích hoạt máy bơm hoặc van điện từ. Điều chỉnh trạng thái của thiết bị trong hệ thống.

Tính năng chịu môi trường: Relay được thiết kế để chịu được các tác động từ môi trường công nghiệp, đảm bảo độ bền và hiệu suất ổn định trong điều kiện vận hành khắc nghiệt.

Module đầu ra số DO-8212 được sử dụng phổ biến trong công nghiệp. Điều khiển thiết bị trong nhà máy, dây chuyền sản xuất. Hệ thống kiểm soát thông minh: Tự động hóa trong các tòa nhà, trạm biến áp. Ứng dụng công nghiệp: Điều khiển các thiết bị cần độ chính xác và độ tin cậy cao trong môi trường công nghiệp khắc nghiệt.

Module đầu ra số DO-8212 là một giải pháp mạnh mẽ và đáng tin cậy trong các hệ thống điều khiển tự động hóa. Với khả năng chuyển đổi tín hiệu nhanh chóng, thiết kế bền bỉ và tính năng linh hoạt, module này là lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng công nghiệp hiện đại, đảm bảo hiệu suất cao và giảm thiểu chi phí vận hành.

e. Thiết bị phát hiện ngắn mạch và chạm đất (SICAM FCM)



Hình 2. 25. Thiết bị phát hiện ngắn mạch có hướng và sự cố chạm đất

Thiết bị phát hiện ngắn mạch và chạm đất (SICAM FCM) là thiết bị điện tử tiên tiến do Siemens phát triển, được thiết kế để bảo vệ hệ thống điện khỏi các lỗi ngắn mạch

(short circuit) và hở mạch (earth faults). Sử dụng công nghệ cảm biến hướng hiện đại, thiết bị này có thể xác định chính xác hướng dòng điện lỗi, từ đó cung cấp bảo vệ chọn lọc và hiệu quả cho mạch điện bị ảnh hưởng. Thiết bị SICAM FCM chuyên dụng để giám sát và phát hiện các lỗi ngắn mạch và lỗi đất trong hệ thống điện công nghiệp, hỗ trợ tăng cường độ tin cậy và an toàn cho hệ thống.

❖ Cấu tạo của Thiết bị phát hiện ngắn mạch có hướng và sự cố chạm đất:

- + Các bộ biến dòng (CT): Được sử dụng để đo dòng điện chảy qua mạch giám sát. Tín hiệu đầu ra của các CT sẽ được gửi đến đơn vị xử lý để phân tích.
- + Đơn vị xử lý tín hiệu: Phân tích tín hiệu từ CT, phát hiện các dòng điện không bình thường hoặc lỗi. Sử dụng thuật toán tiên tiến để xác định loại và vị trí lỗi.
- + Đơn vị kích hoạt: Gửi tín hiệu điều khiển đến bộ ngắt mạch khi phát hiện lỗi. Đảm bảo mạch lỗi được cách ly kịp thời.
- + Giao diện truyền thông: Kết nối thiết bị với hệ thống SCADA hoặc DCS để giám sát và điều khiển từ xa. Hỗ trợ các giao thức truyền thông phổ biến như IEC 60870-5-103, DNP3, và IEC 61850.

Ngõ vào:

- + Điện áp: 100-240V AC hoặc 110-250V DC.
- + Dòng điện: Phạm vi 0-20A, 0-5A, 0-1A.
- + Điện áp: Phạm vi 0-300V AC/DC.

Ngõ ra:

- + Relay chịu tải đến 250V AC/DC, dòng điện 5A.
- + RS485 hỗ trợ các giao thức như Modbus RTU.
- + Ethernet hỗ trợ giao thức IEC 61850 và DNP3.0.

Cấu hình ngõ vào/ra:

- + 4 ngõ vào cảm biến dòng điện.
- + 6 ngõ vào tín hiệu số.
- + 2 ngõ vào/ra RS485.

+ 4 ngõ ra cảm biến dòng điện.

+ 6 ngõ ra tín hiệu số.

(SICAM FCM) hoạt động dựa trên nguyên tắc đo dòng điện và so sánh với các giá trị ngưỡng cài đặt trước để phát hiện lỗi. Nguyên lý cụ thể:

Phát hiện lỗi: Khi xảy ra lỗi ngắn mạch hoặc lỗi đất, dòng điện tăng đột ngột. Thiết bị sẽ đo dòng điện và so sánh với giá trị ngưỡng đã cài đặt.

Xử lý tín hiệu: Nếu dòng điện vượt ngưỡng, (SICAM FCM) kích hoạt cảnh báo và gửi tín hiệu đến đơn vị kích hoạt để ngắt mạch lỗi.

Phát hiện lỗi từ xa: Sử dụng tín hiệu từ các cảm biến trong mạch hoặc cảm biến từ xa để phát hiện lỗi ở khoảng cách xa.

Tự động phát hiện sự cố cảm biến: Tự động báo lỗi nếu cảm biến gặp sự cố hoặc mất kết nối, đảm bảo giám sát liên tục.

(SICAM FCM) được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống điện công nghiệp để: Phát hiện và bảo vệ hệ thống khỏi lỗi ngắn mạch và lỗi đất. Cung cấp dữ liệu cho hệ thống SCADA hoặc DCS để quản lý và giám sát từ xa. Tăng cường an toàn và giảm thiểu thời gian gián đoạn trong vận hành hệ thống.

Thiết bị phát hiện ngắn mạch và chạm đất (SICAM FCM) là thiết bị bảo vệ hiện đại, tích hợp công nghệ cảm biến hướng và các giao thức truyền thông tiên tiến. Với khả năng phát hiện lỗi chính xác và xử lý nhanh chóng, thiết bị này đảm bảo hiệu quả vận hành, độ tin cậy cao, và an toàn cho hệ thống điện công nghiệp.

f. Cảm biến dòng



Hình 2. 26. Hình ảnh Cảm biến dòng

Trong các hệ thống điện hiện đại, việc giám sát và điều khiển các thông số điện là yếu tố cốt lõi để đảm bảo hoạt động an toàn và hiệu quả của thiết bị. Một trong những thông số quan trọng cần theo dõi là dòng điện pha. Cảm biến dòng được sử dụng phổ biến trong các hệ thống điện ba pha nhờ vào độ chính xác, độ tin cậy và thiết kế đơn giản.

Thiết bị này dựa trên cấu trúc hạt nhân đóng để đo lường dòng điện với độ chính xác cao, phù hợp cho nhiều ứng dụng công nghiệp như giám sát chất lượng điện, bảo vệ hệ thống điện, và điều khiển động cơ.

Cảm biến dòng được xây dựng với các thành phần chính sau: Lõi từ (Magnetic Core):

Lõi từ được làm bằng vật liệu từ mềm như thép silic, permalloy hoặc ferrite.

Hình dạng lõi thường là hình tròn hoặc hình chữ nhật, giúp tăng hiệu quả từ tính.

Dây dẫn đo lường (Primary Conductor): Dây dẫn mang dòng điện cần đo được luôn qua tâm của lõi từ, tạo ra trường từ trong lõi.

Cuộn dây thứ cấp (Secondary Winding): Lõi từ được bọc bởi một số vòng dây để thu nhận điện thế cảm ứng từ trường từ. Số vòng dây phụ thuộc vào độ nhạy mong muốn và mức dòng điện cần đo.

Cảm biến dòng hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ. Cơ chế hoạt động cụ thể như sau:

Tạo trường từ: Khi dòng điện xoay chiều chảy qua dây dẫn chính, nó tạo ra một trường từ xung quanh dây dẫn.

Cảm ứng điện thế: Trường từ này được tập trung trong lõi từ, gây ra một điện thế cảm ứng trong cuộn dây thứ cấp.

Chuyển đổi tín hiệu: Điện thế cảm ứng được đo lường và chuyển đổi thành giá trị dòng điện tương ứng bằng các linh kiện xử lý tín hiệu.

Cảm biến dòng được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống điện để đo lường dòng điện pha, với các ứng dụng nổi bật bao gồm:

Điều khiển động cơ: Đo dòng điện qua cuộn dây của động cơ, hỗ trợ điều khiển chính xác và bảo vệ động cơ khỏi quá tải.

Giám sát chất lượng điện:

- + Đo dòng điện để phân tích chất lượng nguồn điện và phát hiện các sự cố.
- + Quản lý năng lượng: Đánh giá mức tiêu thụ điện năng để tối ưu hóa hiệu suất hệ thống.
- + Bảo vệ hệ thống điện: Phát hiện dòng điện bất thường để kích hoạt cơ chế bảo vệ như ngắt mạch hoặc cảnh báo.

Cảm biến dòng là một công cụ quan trọng trong các hệ thống điện hiện đại, giúp đo lường chính xác dòng điện pha với hiệu suất cao và độ tin cậy vượt trội. Với khả năng ứng dụng linh hoạt trong nhiều ngành công nghiệp, thiết bị này đóng vai trò thiết yếu trong việc bảo đảm an toàn, hiệu quả và tối ưu hóa vận hành hệ thống điện.

g. Bộ chuyển đổi nguồn UPS.

- ❖ Bộ lưu điện DC (UPS) 24VDC – 960W (40A) (DRL)



Hình 2. 27. Hình ảnh Bộ lưu điện DC (UPS) 24VDC – 960W (40A)

DRL là một đơn vị cung cấp nguồn được sản xuất bởi Delta Electronics. Đây là một nguồn cấp điện 24V, 240W được thiết kế để sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp và tự động hóa khác nhau, chẳng hạn như tự động hóa nhà máy, điều khiển quy trình và máy công cụ.

Đơn vị cung cấp điện này có một phạm vi điện áp đầu vào rộng từ 85-264V AC, phù hợp để sử dụng ở các vùng khác nhau trên thế giới. Nó cũng có một chỉ số hiệu suất cao lên đến 91%, giúp giảm thiểu lãng phí năng lượng và giảm chi phí vận hành.

Về tính năng bảo vệ, DRL có bảo vệ quá áp, bảo vệ quá dòng, bảo vệ quá nhiệt độ và bảo vệ ngắn mạch, giúp đảm bảo an toàn và đáng tin cậy của nguồn cấp điện và các thiết bị được kết nối.

Tổng thể, DRL là một đơn vị cung cấp nguồn chất lượng cao cung cấp một giải pháp cung cấp điện đáng tin cậy và hiệu quả cho các ứng dụng công nghiệp và tự động hóa.

❖ Bộ nguồn PSU 24VDC – 240W (10A) (DRU)



Hình 2. 28. Hình ảnh Bộ nguồn PSU 24VDC – 240W (10A)

Bộ nguồn PSU 24VDC – 240W (10A) là mã sản phẩm của một đơn vị cung cấp nguồn được sản xuất bởi Delta Electronics.

"DRU" trong mã sản phẩm cho biết đây là một đơn vị cung cấp nguồn DIN rail "24V" cho biết điện áp đầu ra của đơn vị cung cấp nguồn là 24 volt. "40A" cho biết dòng điện đầu ra tối đa của đơn vị cung cấp nguồn là 40 ampere. "BN" ở cuối mã sản phẩm cho biết đơn vị này có dải điện áp đầu vào AC rộng.

Tổng thể, DRU được thiết kế để cung cấp một nguồn điện đáng tin cậy và hiệu quả cho các hệ thống tự động hóa và kiểm soát công nghiệp. Nó có hiệu suất cao và tiêu thụ

điện năng thấp, và được thiết kế để chịu được môi trường khắc nghiệt và nhiệt độ cực đoan.

2.4. Nguyên lý hoạt động.

Hệ thống SCADA SICAM A8000 được thiết kế để giám sát, điều khiển và bảo động các thông số điện năng trong mạng lưới điện thông qua tủ RMU (Ring Main Unit) chứa 2 ngăn LBS (Load Break Switch). Dưới đây là phân tích chi tiết về hoạt động của các thành phần chính trong hệ thống.

2.4.1. Cơ chế hoạt động chung.

Thu thập dữ liệu: Các thông số như điện áp, dòng điện, nhiệt độ, áp suất được thu thập từ các cảm biến thông qua Module đầu vào DI-8110.

Xử lý dữ liệu: Module chính CP-8021 là trung tâm điều khiển, chịu trách nhiệm tiếp nhận, xử lý và phân tích dữ liệu từ các thiết bị.

Truyền thông tin: Dữ liệu được truyền qua giao thức Modbus hoặc IEC 60870-5 đến hệ thống SCADA.

Hiển thị và điều khiển: Hệ thống SCADA giám sát các thông số qua giao diện đồ họa (HMI) và phát lệnh điều khiển khi cần thiết.

Phản hồi sự cố: Khi xảy ra sự cố, hệ thống sẽ gửi cảnh báo và thực hiện các biện pháp như đóng/cắt LBS để bảo vệ mạng lưới điện.

2.4.2. Phân tích vai trò của các thiết bị

a. Module chính CP-8021

Chức năng:

+ Đây là trung tâm điều khiển của hệ thống SCADA trong tủ RMU. Nó quản lý toàn bộ thiết bị, thu thập dữ liệu từ các cảm biến và các module đầu vào/đầu ra, đồng thời gửi lệnh điều khiển tới các thiết bị khác.

Vai trò cụ thể.

+ Xử lý dữ liệu từ các cảm biến qua DI-8110.

+ Truyền thông tin đến hệ thống SCADA.

+ Nhận lệnh từ hệ thống SCADA để điều khiển thiết bị qua (DO-8212).

b. Module nguồn PS-8620

Chức năng:

- + Cung cấp nguồn điện liên tục cho toàn bộ thiết bị trong tủ RMU.

Vai trò cụ thể:

- + Kết nối trực tiếp với CP-8021 để đảm bảo nguồn cung cấp ổn định.
- + Đảm bảo hoạt động của các thiết bị khác, kể cả khi nguồn điện chính có sự cố.

c. Module đầu vào số DI-8110

Chức năng:

- + Thu thập dữ liệu từ các cảm biến đo lường (điện áp, dòng điện, nhiệt độ, áp suất, v.v.) trong mạng lưới điện.

Vai trò cụ thể:

- + Chuyển đổi tín hiệu từ cảm biến thành tín hiệu kỹ thuật số.
- + Gửi tín hiệu đo lường đến CP-8021 để phân tích và giám sát.

d. Module đầu ra số DO-8212.

Chức năng:

- + Thực hiện lệnh điều khiển từ hệ thống SCADA, ví dụ: đóng/cắt các thiết bị trong tủ RMU.

Vai trò cụ thể:

- + Nhận tín hiệu điều khiển từ CP-8021 .
- + Điều khiển các thiết bị như LBS để đóng/cắt mạch khi cần thiết.
- + Hỗ trợ phản ứng nhanh khi phát hiện sự cố.

e. Thiết bị phát hiện ngắn mạch và chạm đất (SICAM FCM).

Chức năng:

- + Phát hiện các sự cố điện như ngắn mạch, rò rỉ đất và truyền thông tin sự cố đến CP-8021 .

Vai trò cụ thể.

- + Giám sát liên tục trạng thái của mạng lưới điện.
- + Phát hiện sớm các sự cố như ngắn mạch hoặc rò đất.
- + Gửi cảnh báo đến hệ thống SCADA và kích hoạt cơ chế bảo vệ tự động như cắt LBS.

2.4.3. Quy trình hoạt động của hệ thống trong tủ RMU.

Thu thập dữ liệu:

- + Module đầu vào số DI-8110 thu thập dữ liệu từ các cảm biến như dòng điện, điện áp, nhiệt độ, và trạng thái thiết bị.
- + Dữ liệu được truyền đến CP-8021 để xử lý.

Phân tích dữ liệu:

- + Module chính CP-8021 xử lý dữ liệu và so sánh với các ngưỡng thiết lập.
- + Nếu có bất thường, Module chính CP-8021 sẽ gửi thông báo đến hệ thống SCADA và kích hoạt cảnh báo.

Điều khiển thiết bị:

- + Hệ thống SCADA gửi lệnh điều khiển đến DO-8212 để thực hiện các thao tác như đóng/cắt LBS.
- + DO-8212 thực hiện lệnh điều khiển và xác nhận kết quả về CP-8021.

Phát hiện và xử lý sự cố:

- + (SICAM FCM) giám sát liên tục và phát hiện các sự cố như ngắn mạch hoặc rò đất.
- + Khi xảy ra sự cố, (SICAM FCM) gửi tín hiệu cảnh báo đến CP-8021 để hệ thống phản hồi kịp thời.

2.5. Kết luận chương 2.

Chương 2 của Đề án tốt nghiệp tập trung vào việc nghiên cứu Hệ thống SICAM A8000 dựa trên lý thuyết và thông số kỹ thuật của thiết bị.

Hệ thống SCADA SICAM A8000 đóng vai trò quan trọng trong giám sát và điều khiển hệ thống điện, đặc biệt là trong quản lý ngắn LBS của tủ RMU. Với khả năng thu

thập dữ liệu chính xác, xử lý tín hiệu nhanh chóng và truyền thông ổn định, SICAM A8000 giúp tăng cường hiệu quả vận hành, giảm thiểu rủi ro sự cố và tối ưu hóa bảo trì. Việc áp dụng các giao thức tiêu chuẩn như Modbus và IEC 61850 đảm bảo khả năng tương thích với các hệ thống SCADA hiện đại, mở ra hướng phát triển bền vững cho tự động hóa lưới điện.

SICAM A8000 được đánh giá cao nhờ tính năng thu thập dữ liệu chính xác, khả năng hiển thị thông tin chi tiết, và độ tin cậy cao trong quá trình vận hành. Tuy nhiên, để nâng cao hơn nữa hiệu suất và khả năng dự báo, cần tích hợp các công nghệ tiên tiến như học máy và phân tích dữ liệu, nhằm tối ưu hóa việc giám sát và chuẩn đoán trạng thái hoạt động của hệ thống.

Nhờ những đặc điểm nổi bật và tiềm năng ứng dụng, SICAM A8000 không chỉ hỗ trợ việc vận hành hiệu quả mà còn góp phần quan trọng trong việc xây dựng các hệ thống điện thông minh, ổn định và bền vững.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁM SÁT VÀ CHUẨN ĐOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG SCADA SCIAM CHO DỰ ÁN Z2

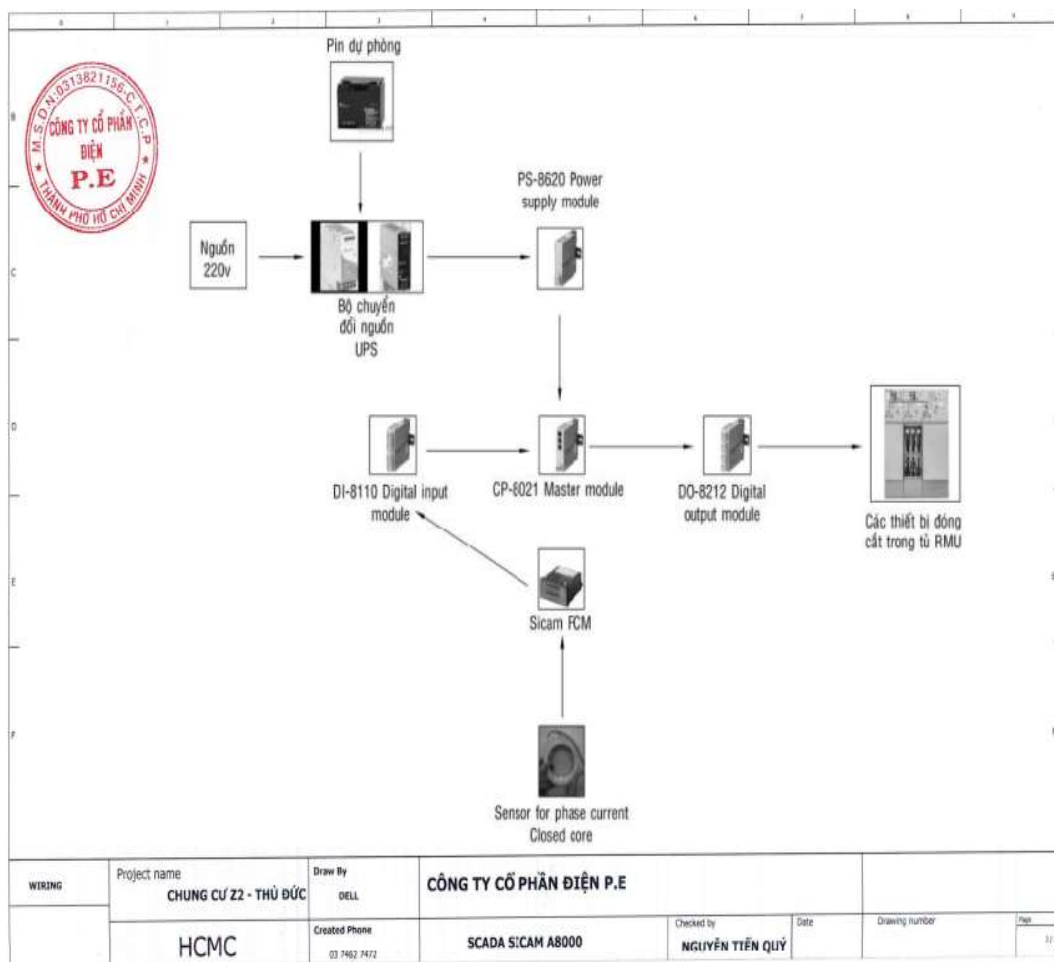
3.1. Tổng quan dự án.

Dự án Khu chung cư cao tầng kết hợp thương mại dịch vụ (Z2), do Công ty TNHH Capitaland – Thiên Đức đầu tư xây dựng và được Công ty Điện lực Thủ Đức chấp thuận cho Xây dựng mới đường dây trung, hạ thế và trạm biến áp công suất 1x2500kVA – 22/0,4kV tại Phường Thạnh Mỹ Lợi, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh.

Nhằm mục đích bảo vệ lưới điện Công ty Điện lực Thủ Đức đã yêu cầu lắp đặt hệ thống SCADA để cảnh báo, bảo vệ và điều khiển đóng cắt từ xa cho 2 ngăn LBS tủ RMU được cấp nguồn từ lưới vào dự án khi có sự cố xảy ra.

3.2. Lắp đặt mạch ứng dụng thực tiễn.

3.2.1. Sơ đồ bố trí.



Hình 3. 1. Sơ đồ bố trí bộ SCADA SICAM A8000

Tại hình 3.1 đã thể hiện sơ đồ nguyên lý của hệ thống điều khiển và giám sát thiết bị đóng cắt trong tủ RMU (Ring Main Unit) sử dụng SCADA. Đây là hệ thống tự động hóa điện áp trung thế, ứng dụng trong các trạm phân phối điện.

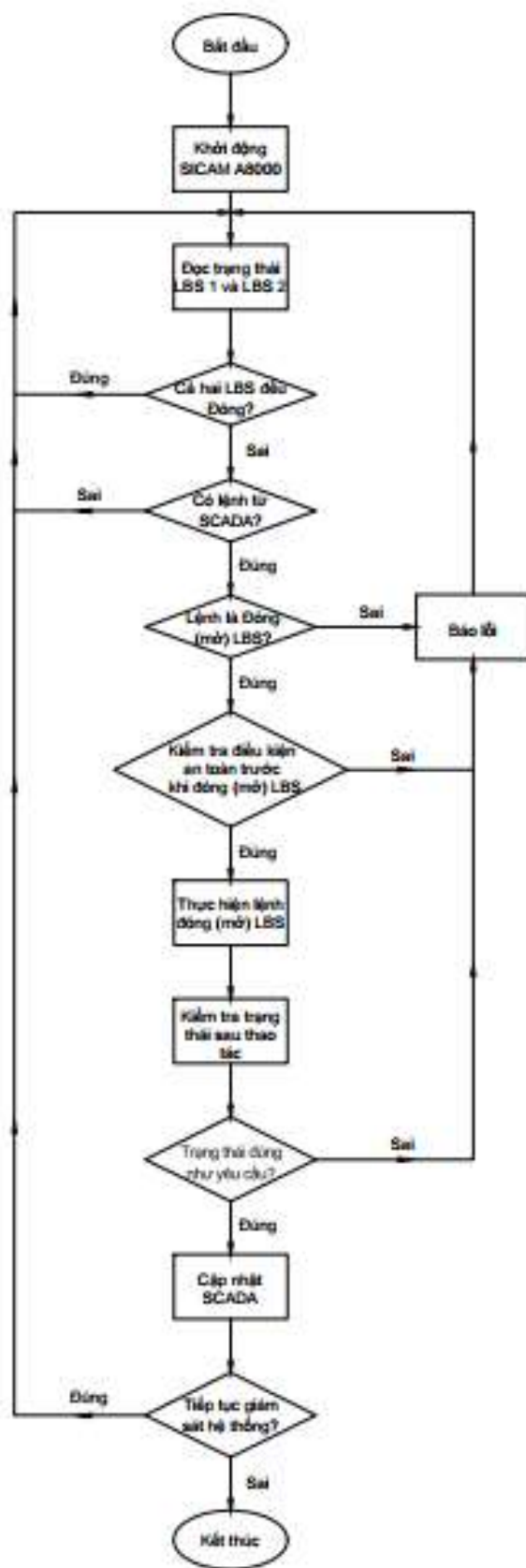
Thành Phần Chính Của Hệ Thống

- + Nguồn 220V: Cung cấp điện cho hệ thống.
- + Bộ chuyển đổi nguồn UPS: Đảm bảo cung cấp nguồn liên tục khi mất điện.
- + Pin dự phòng: Hỗ trợ nguồn điện khi hệ thống UPS gặp sự cố.
- + Module nguồn PS-8620: Cung cấp nguồn cho các module điều khiển.
- + Module chính CP-8021: Là bộ điều khiển trung tâm, thu thập dữ liệu và điều khiển các thiết bị.
- + Module đầu vào DI-8110: Thu nhận tín hiệu đầu vào từ các thiết bị cảm biến.
- + Module đầu ra DO-8212: Xuất tín hiệu điều khiển đến các thiết bị đóng cắt trong tủ RMU.
- + Thiết bị phát hiện ngắn mạch và chạm đất (SICAM FCM): Bộ cảm biến đo lường thông số dòng điện.
- + Cảm biến dòng: Cảm biến đo dòng điện pha giúp giám sát tình trạng vận hành của hệ thống.
- + Các thiết bị đóng cắt trong tủ RMU: Bao gồm các thiết bị đóng cắt trung thế như máy cắt, dao cắt, rơ-le bảo vệ... giúp quản lý luồng điện và bảo vệ hệ thống khi có sự cố.

Sơ đồ này mô tả một hệ thống giám sát và điều khiển đóng cắt điện trong trạm RMU, sử dụng các module điều khiển hiện đại và hệ thống SCADA để quản lý an toàn, tăng cường độ tin cậy, giảm thời gian xử lý sự cố và tối ưu hóa vận hành hệ thống điện.

3.2.2. Sơ đồ thuật toán

a. Sơ đồ thuật toán



Hình 3. 2. Lưu đồ thuật toán

Hình 3.4 Lưu đồ thuật toán mô tả quá trình giám sát và điều khiển các Load Break Switch (LBS) của tủ RMU thông qua SICAM A8000 và SCADA.

Bước 1. Bắt đầu hệ thống

+ Hệ thống bắt đầu hoạt động.

Bước 2. Khởi động SICAM A8000

+ Thiết bị điều khiển SICAM A8000 khởi động để giám sát và điều khiển LBS.

Bước 3. Đọc trạng thái LBS 1 và LBS 2

+ Hệ thống đọc trạng thái hiện tại của hai LBS để xác định chúng đang đóng hay mở.

Bước 4. Kiểm tra trạng thái của hai LBS

+ Nội dung: "Cả hai LBS đều đóng?"

+ Xác định xem cả hai LBS đều đang đóng hay không.

+ Nếu Đúng → Tiếp tục giám sát, quay lại bước 3.

+ Nếu Sai → Chờ lệnh từ SCADA.

Bước 5. Kiểm tra lệnh từ SCADA

+ Nội dung: "Có lệnh từ SCADA?"

+ Kiểm tra xem có lệnh điều khiển nào từ SCADA gửi xuống hay không.

+ Nếu Không → Quay lại giám sát trạng thái LBS.

+ Nếu Có → Tiếp tục kiểm tra lệnh.

Bước 6. Xác định lệnh từ SCADA

+ Nội dung: "Lệnh là Đóng (hoặc Mở) LBS?"

+ Kiểm tra xem lệnh SCADA gửi xuống là Đóng hay Mở LBS.

+ Nếu Không → Báo lỗi.

+ Nếu Có → Kiểm tra điều kiện an toàn trước khi thực hiện.

Bước 7. Kiểm tra điều kiện an toàn trước khi Đóng/Mở LBS

+ Trước khi thực hiện thao tác, hệ thống kiểm tra các điều kiện an toàn.

+ Nếu Đạt yêu cầu → Tiến hành thực hiện lệnh.

+ Nếu Không Đạt → Báo lỗi.

Bước 8. Thực hiện lệnh Đóng/Mở LBS

+ Hệ thống điều khiển thực hiện thao tác Đóng hoặc Mở LBS theo lệnh từ SCADA.

Bước 9. Kiểm tra trạng thái sau thao tác

+ Sau khi thực hiện lệnh, hệ thống kiểm tra lại trạng thái thực tế của LBS để xác nhận lệnh đã được thực hiện thành công.

Bước 10. Trạng thái đúng như yêu cầu?

+ Kiểm tra xem LBS đã chuyển đổi đúng theo lệnh điều khiển chưa.

+ Nếu Đúng → Cập nhật trạng thái lên SCADA.

+ Nếu Sai → Báo lỗi, quay lại giám sát.

Bước 11. Cập nhật SCADA

+ Nếu trạng thái đúng như yêu cầu, hệ thống cập nhật thông tin lên SCADA.

Bước 12. Tiếp tục giám sát hệ thống?

+ Kiểm tra xem hệ thống có tiếp tục giám sát LBS không.

+ Nếu Có → Quay lại kiểm tra trạng thái.

+ Nếu Không → Hệ thống kết thúc hoạt động.

Bước 13. Kết thúc hệ thống

+ Hệ thống dừng hoạt động.

Kết luận

+ Lưu đồ này thể hiện quy trình giám sát và điều khiển LBS một cách logic và chặt chẽ.

+ Hệ thống đảm bảo chỉ thực hiện lệnh khi đủ điều kiện an toàn.

+ Mọi thao tác đều có cơ chế kiểm tra trạng thái để đảm bảo vận hành chính xác.

+ SCADA luôn được cập nhật trạng thái mới nhất để giám sát hệ thống.

b. Vai trò của thuật toán

Vai trò của thuật toán trong hệ thống SCADA SICAM A8000 giám sát 2 ngăn LBS tủ RMU

Thuật toán này đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát, điều khiển và đảm bảo an toàn cho hệ thống RMU (Ring Main Unit) thông qua SCADA SICAM A8000. Cụ thể, các vai trò chính bao gồm:

❖ Giám sát trạng thái LBS trong tủ RMU:

+ Thuật toán liên tục kiểm tra trạng thái đóng/mở của hai ngăn LBS (Load Break Switch).

+ Nếu phát hiện bất thường hoặc có sự thay đổi trạng thái, hệ thống sẽ phản hồi ngay lập tức.

+ Dữ liệu trạng thái được cập nhật liên tục lên SCADA để người vận hành theo dõi.

❖ Điều khiển LBS theo lệnh từ SCADA:

+ Khi có lệnh từ hệ thống SCADA, thuật toán xác định yêu cầu đóng/mở LBS và thực hiện điều khiển.

+ Đảm bảo chỉ thực hiện lệnh khi có đầy đủ điều kiện an toàn, tránh sự cố vận hành.

❖ Đảm bảo an toàn vận hành:

+ Trước khi đóng/mở LBS, thuật toán kiểm tra điều kiện an toàn như điện áp, dòng điện, khóa liên động, v.v.

+ Nếu điều kiện không đảm bảo, hệ thống sẽ báo lỗi và không thực hiện thao tác.

❖ Phát hiện và xử lý lỗi

+ Nếu có lỗi trong quá trình giám sát hoặc điều khiển (ví dụ: không thể thay đổi trạng thái LBS), hệ thống sẽ kích hoạt cảnh báo.

+ Báo lỗi giúp người vận hành kịp thời xử lý và tránh sự cố ảnh hưởng đến hệ thống điện.

❖ Cập nhật dữ liệu và duy trì giám sát liên tục:

+ Sau khi thực hiện thao tác, thuật toán kiểm tra lại trạng thái LBS để đảm bảo đúng yêu cầu.

+ Cập nhật thông tin lên SCADA giúp hệ thống luôn có dữ liệu mới nhất.

+ Chu trình giám sát lặp lại liên tục để đảm bảo vận hành ổn định.

c. Kết nối giữa thuật toán – người vận hành – scada và phần cứng

❖ Người vận hành ↔ SCADA:

+ Người vận hành giám sát trạng thái thiết bị từ giao diện SCADA (máy tính hoặc HMI).

+ Có thể gửi lệnh điều khiển (đóng/mở LBS) từ SCADA đến thiết bị.

+ SCADA hiển thị cảnh báo nếu có sự cố hoặc điều kiện không đảm bảo.

❖ SCADA ↔ Thuật toán (SICAM A8000)

+ SCADA gửi lệnh điều khiển đến bộ SICAM A8000 để thực hiện thao tác đóng/mở LBS.

+ Bộ SICAM A8000 chạy thuật toán kiểm tra trạng thái hiện tại, điều kiện an toàn trước khi thực thi lệnh.

+ Sau khi thực hiện thao tác, thuật toán cập nhật trạng thái mới về SCADA.

❖ Thuật toán (SICAM A8000) ↔ Phần cứng (Tủ RMU, LBS, Cảm biến, Rơ le, v.v.)

+ Bộ SICAM A8000 đọc trạng thái LBS thông qua cảm biến và các module I/O.

+ Nếu thuật toán xác định điều kiện an toàn thỏa mãn, nó sẽ gửi tín hiệu điều khiển đến cuộn đóng/mở của LBS.

+ Sau thao tác, thuật toán tiếp tục giám sát để đảm bảo thiết bị hoạt động theo yêu cầu.

⇒ Kết Luận:

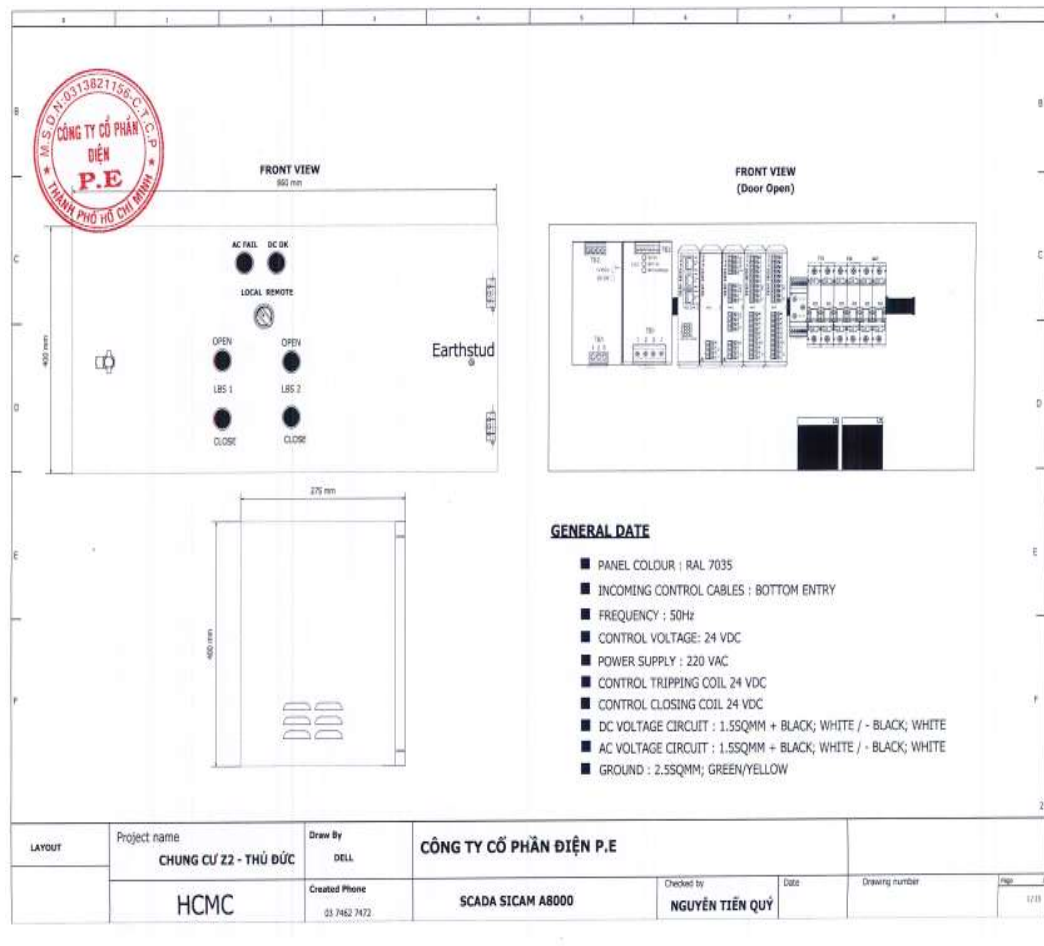
+ Người vận hành theo dõi hệ thống và gửi lệnh thông qua SCADA.

+ SCADA truyền lệnh đến SICAM A8000, nơi thuật toán kiểm tra an toàn trước khi thực thi lệnh.

+ SICAM A8000 điều khiển phân cứng (LBS, rơ le, cảm biến) và cập nhật lại thông tin về SCADA.

+ Toàn bộ hệ thống hoạt động theo một chu trình khép kín, đảm bảo giám sát tự động, an toàn và hiệu quả.

3.2.3. Xây dựng mạch thiết kế.



Hình 3. 3. Bản vẽ bố trí thiết bị và vỏ tủ

Dựa vào hình 3.3 ta có thể thấy được các thành phần trong sơ đồ

❖ Bộ điều khiển SICAM A8000:

+ Gồm nhiều Module mở rộng như: CP 8021, DI 8110, PS 8620, DO 8212.

+ Có chức năng thu thập dữ liệu từ cảm biến và thiết bị điện, sau đó gửi về trung tâm điều khiển.

❖ Hệ thống nguồn cấp:

+ Nguồn chính: 220V AC.

+ Nguồn phụ (DC): 24V DC (để cấp nguồn cho các thiết bị điều khiển).

+ Pin dự phòng: Hai bộ ắc quy 12V-24Ah, giúp hệ thống hoạt động khi mất điện.

❖ Giao tiếp và điều khiển:

+ RS-232, RS-485: Dùng để giao tiếp với các thiết bị ngoại vi.

+ Ethernet (ETH): Kết nối với hệ thống mạng SCADA.

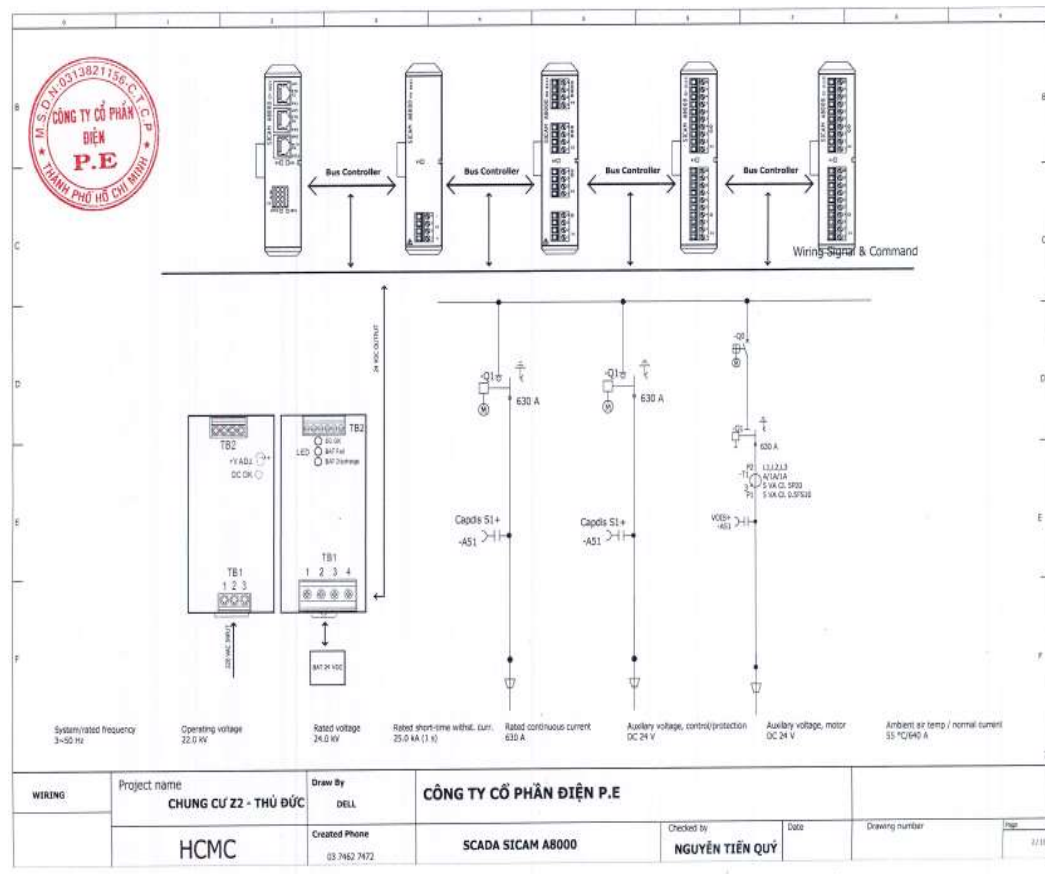
+ Digital Input (DI) & Digital Output (DO): Các đầu vào và đầu ra số để điều khiển thiết bị điện (đóng/ngắt, giám sát trạng thái).

❖ Tủ điều khiển:

+ Được thiết kế với kích thước 860mm x 275mm x 400mm.

+ Màu sắc tủ: RAL 7035 (màu xám tiêu chuẩn công nghiệp).

+ Hệ thống nối đất: 2.5mm² dây màu xanh/vàng.



Hình 3. 4. Bản vẽ sơ đồ kết nối các thiết bị

Sơ đồ trong hình 3.4 mô tả hệ thống SCADA SICAM A8000, một hệ thống tự động hóa giám sát và điều khiển điện, thường được sử dụng trong lưới điện trung thế. Các thành phần trong sơ đồ:

Bộ điều khiển chính SICAM A8000:

- + CP-8021: Bộ điều khiển trung tâm.
- + DI-8110: Module đầu vào số (Digital Input).
- + DO-8212: Module đầu ra số (Digital Output).
- + PS-8620: Bộ cấp nguồn.

Hệ thống nguồn điện:

- + Nguồn chính: 220V AC cấp vào hệ thống.
- + Nguồn điều khiển và bảo vệ: 24V DC.
- + Nguồn cấp động cơ: 24V DC.
- + Pin dự phòng: Đảm bảo hệ thống vẫn hoạt động khi mất điện.

Các kết nối trong hệ thống:

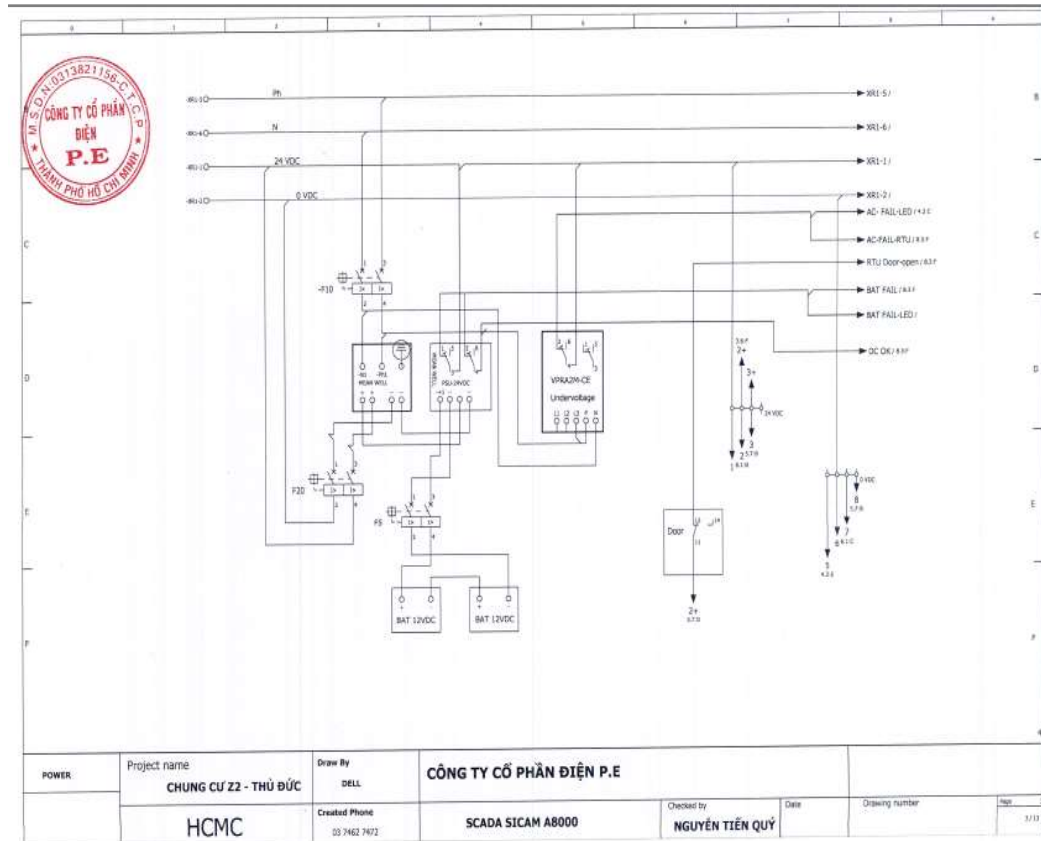
- + Bus Controller: Bộ điều khiển bus, quản lý giao tiếp giữa các Module.
- + RS-232, RS-485, Ethernet: Các cổng giao tiếp với thiết bị bên ngoài.

Tín hiệu điều khiển và đo lường:

- + L1, L2, L3: Pha điện áp.
- + Dòng định mức 630A.
- + Điện áp làm việc 22kV, điện áp định mức 24kV.
- + Dòng ngắn mạch chịu đựng: 25kA trong 1 giây.

Các thiết bị đóng cắt:

- + Máy cắt -Q1: Công suất 630A.
- + Cầu dao -Q0: Dùng để đóng/mở mạch điện.
- + Cảm biến Capdis S1+: Đo lường điện áp.



Hình 3. 5. Bản vẽ sơ cung cấp điện cho SCADA SICAM A8000

Hệ thống cung cấp điện cho SCADA SICAM A8000 gồm các nguồn DC 24V và AC 220V. Các thành phần chính trong hệ thống:

Nguồn điện chính:

- + Nguồn AC 220V (L1, L2, L3, P, N): Cấp điện cho hệ thống.
- + Bộ chuyển đổi nguồn MEAN WELL:
- + Chuyển đổi AC 220V thành DC 24V để cấp nguồn cho thiết bị SCADA.
- + Các đầu nối: Ph, N, 24VDC, 0VDC.
- + Bộ nguồn có cơ chế bảo vệ Undervoltage (cảnh báo khi điện áp thấp).

Pin dự phòng (BAT 12VDC)

- + Hai bộ ắc quy 12VDC kết hợp để tạo nguồn 24VDC dự phòng.
- + Đảm bảo hệ thống SCADA vẫn hoạt động khi mất điện lưới.

Cầu chì bảo vệ (Fuses)

+ F5, F10, F20: Các cầu chì bảo vệ hệ thống khỏi dòng quá tải.

Các tín hiệu cảnh báo

+ AC FAIL LED: Báo lỗi mất nguồn AC.

+ AC FAIL RTU: Cảnh báo mất điện đến thiết bị điều khiển từ xa.

+ BAT FAIL: Báo lỗi ắc quy.

+ DC OK: Xác nhận nguồn DC hoạt động bình thường.

+ RTU Door Open: Báo mở cửa tủ điều khiển.

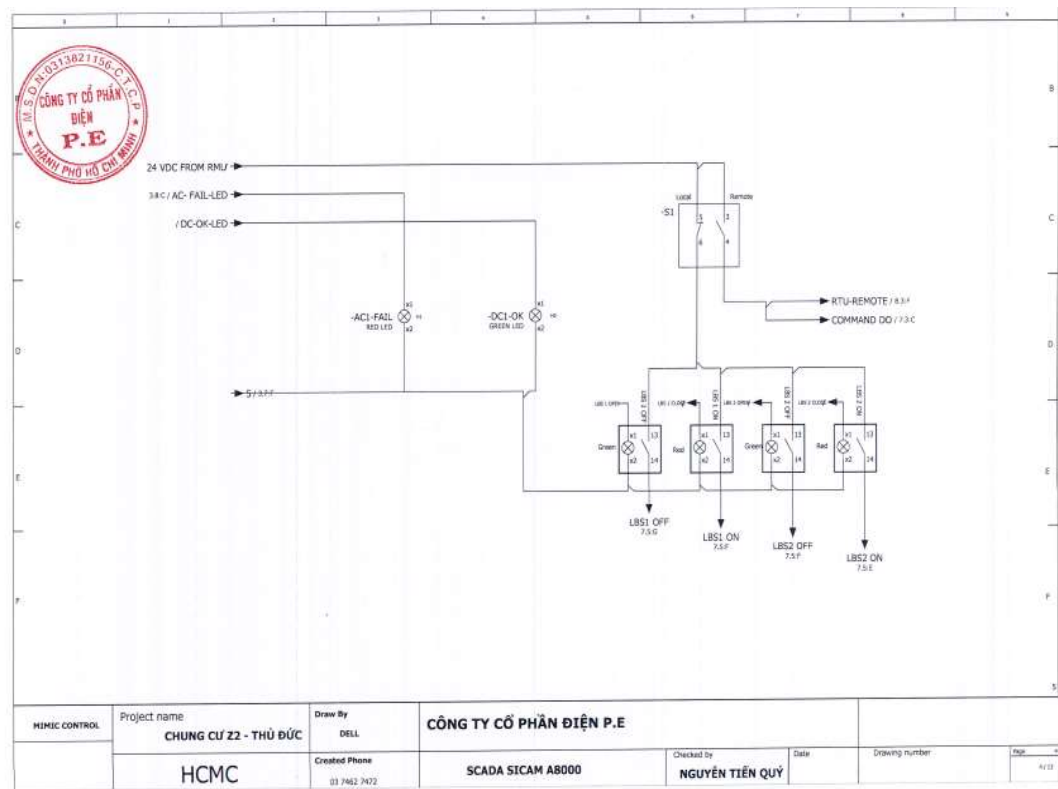
Chức năng của hệ thống cấp nguồn:

+ Cung cấp nguồn liên tục cho hệ thống SCADA và thiết bị giám sát.

+ Chuyển đổi từ AC sang DC để tương thích với thiết bị điều khiển.

+ Dự phòng bằng pin 12VDC khi mất điện lưới.

+ Giám sát và cảnh báo lỗi nguồn điện, giúp kỹ thuật viên kịp thời xử lý sự cố.



Hình 3. 6. Bản vẽ sơ đồ đấu dây điều khiển Mimic Control

Mimic Control là hệ thống hiển thị trực quan trạng thái và điều khiển từ xa các thiết bị trong hệ thống điện, giúp người vận hành giám sát và thao tác dễ dàng.

Hệ thống điều khiển và giám sát:

- + H1, H2: Đèn báo trạng thái hệ thống.
- + Local - Remote: Chế độ vận hành tại chỗ hoặc từ xa.
- + Green LED: Báo trạng thái bình thường.
- + Red LED: Báo lỗi hoặc sự cố.

Trạng thái thiết bị đóng cắt (LBS):

- + LBS1 ON / OFF: Trạng thái đóng/mở của LBS1.
- + LBS2 ON / OFF: Trạng thái đóng/mở của LBS2.
- + LBS1 OPEN / CLOSE: Lệnh mở/đóng LBS1.
- + LBS2 OPEN / CLOSE: Lệnh mở/đóng LBS2.

Cảnh báo lỗi nguồn điện:

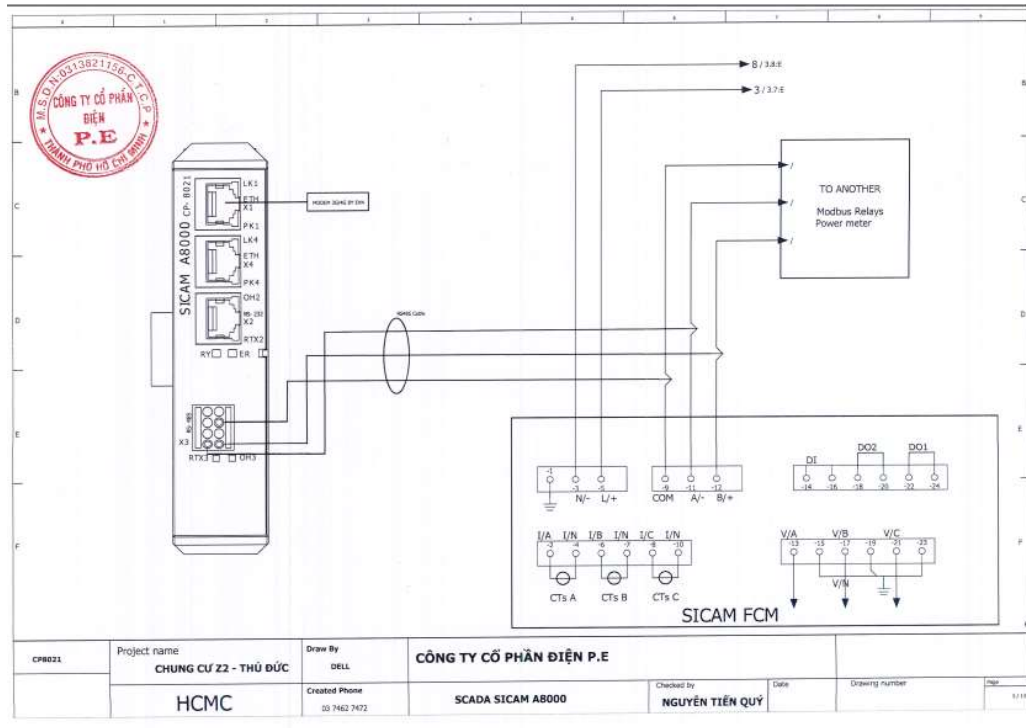
- + AC FAIL LED (Red LED): Báo mất nguồn AC.
- + DC OK LED (Green LED): Báo nguồn DC hoạt động bình thường.

Cổng điều khiển và kết nối

- + COMMAND DO (Digital Output): Xuất tín hiệu điều khiển.
- + Các đầu vào/xuất tín hiệu (X1, X2, 13, 14): Kết nối với hệ thống SCADA.

Chức năng của hệ thống:

- + Giám sát trực quan trạng thái thiết bị trên bảng Mimic.
- + Chuyển chế độ vận hành giữa điều khiển cục bộ (Local) và từ xa (Remote).
- + Cảnh báo sự cố nguồn điện để người vận hành xử lý kịp thời.
- + Điều khiển thiết bị đóng cắt trực tiếp trên bảng điều khiển.



Hình 3. 7. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của CP-8021

Các thành phần chính trong sơ đồ hình 3.7 gồm:

Bộ đo lường và tín hiệu:

- + SICAM FCM: Thiết bị đo lường thông số điện năng.
- + CTs A, CTs B, CTs C: Biến dòng đo lường dòng điện 3 pha.
- + V/A, V/B, V/C, V/N: Đo điện áp các pha.

Các kết nối tín hiệu:

- + RS-485 Cable: Kết nối truyền thông với thiết bị khác.
- + DI (Digital Input), DO1, DO2 (Digital Output): Đầu vào/ra số để điều khiển từ xa.
- + COM A/-, B/+ : Cổng giao tiếp Modbus.

Hệ thống giao tiếp và truyền dữ liệu:

- + Modbus Relays: Điều khiển thiết bị qua giao thức Modbus.
- + MODEM 3G/4G BY EVN: Truyền dữ liệu về trung tâm SCADA qua mạng di động.

+ ETH (Ethernet), RS-232, RS-485: Các cổng kết nối với hệ thống.

Nguồn cấp:

+ N/-, L/+ : Cấp nguồn điện cho thiết bị.

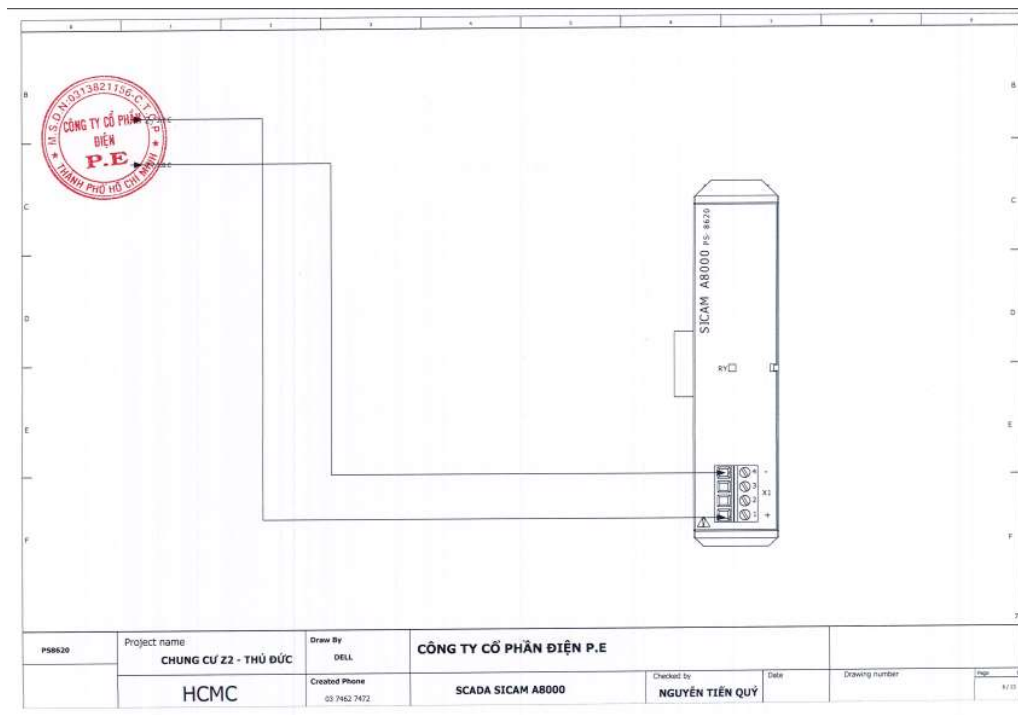
Chức năng của hệ thống:

+ Thu thập dữ liệu đo lường điện áp, dòng điện, công suất từ thiết bị đo lường.

+ Truyền dữ liệu về trung tâm qua Modbus và mạng 3G/4G.

+ Điều khiển thiết bị từ xa thông qua các đầu ra số (DO1, DO2).

+ Giao tiếp với hệ thống SCADA để giám sát trạng thái lưới điện.



Hình 3. 8 Bản vẽ sơ đồ đấu dây của PS-8620

Các thành phần trong sơ đồ hình 3.8 gồm:

+ Module nguồn PS8620

+ X1: Cổng kết nối đầu vào.

+ 1, 2, 3, 4: Các đường cấp nguồn.

Các kết nối điện:

+ Điện áp đầu vào: Có thể từ nguồn AC hoặc DC tùy theo cấu hình hệ thống.

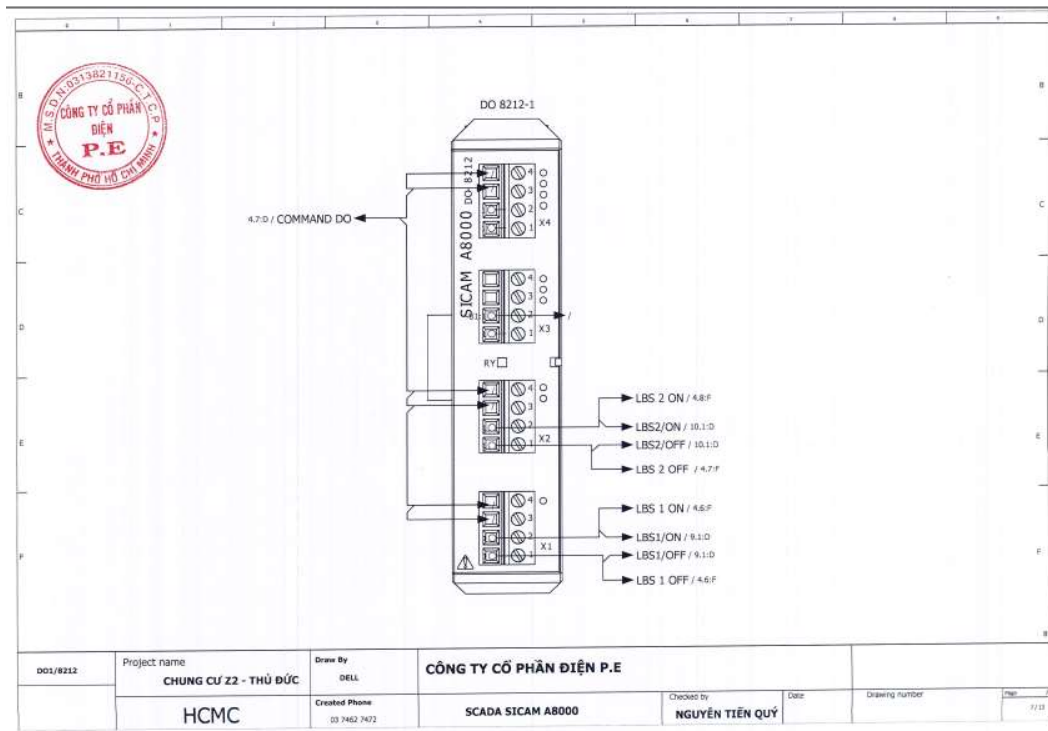
+ Điện áp đầu ra: Cấp nguồn cho các module SCADA khác.

Chức năng của hệ thống:

+ Cung cấp nguồn điện ổn định cho hệ thống SCADA.

+ Bảo vệ thiết bị khỏi tình trạng quá áp hoặc sụt áp.

+ Duy trì hoạt động của hệ thống điều khiển, đảm bảo tín hiệu luôn chính xác.



Hình 3. 9. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của DO -8212

Theo hình 3.9 các thành phần trong sơ đồ bao gồm:

+ Module DO 8212

+ X1, X2, X3, X4: Các cổng đầu ra số.

+ 1, 2, 3, 4: Các đường tín hiệu điều khiển.

+ DO 8212-1: Module đầu ra số chính.

Điều khiển thiết bị đóng cắt:

+ LBS1 ON/OFF: Điều khiển đóng/mở thiết bị LBS1.

+ LBS2 ON/OFF: Điều khiển đóng/mở thiết bị LBS2.

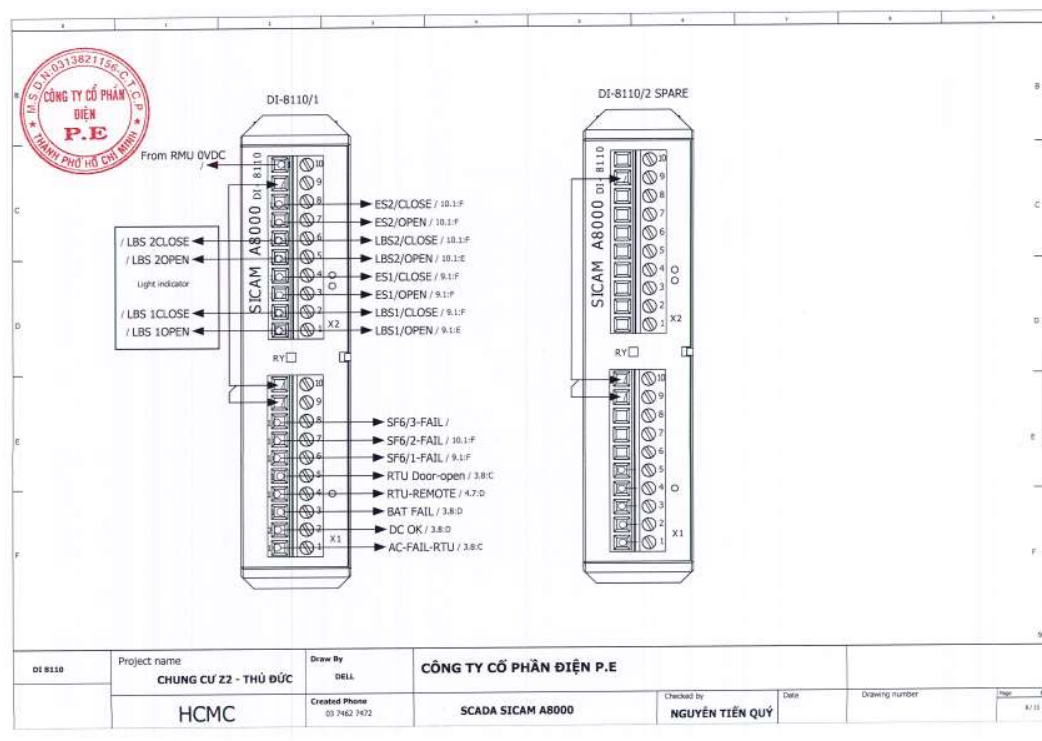
+ COMMAND DO: Gửi lệnh điều khiển ra bên ngoài.

Chức năng của hệ thống:

+ Kích hoạt thiết bị đóng cắt điện như máy cắt hoặc dao cách ly.

+ Điều khiển trạng thái LBS1, LBS2 từ hệ thống SCADA.

+ Gửi lệnh điều khiển từ xa để vận hành hệ thống điện tự động.



Hình 3. 10. Bản vẽ sơ đồ đấu dây của DI-8110

Theo hình 3.10 các thành phần trong sơ đồ bao gồm:

+ Module DI 8110

+ X1, X2: Các cổng đầu vào số.

+ 1 - 10: Các đường tín hiệu trạng thái.

+ DI-8110/1, DI-8110/2 (SPARE): Hai module DI hoạt động và dự phòng.

Các tín hiệu giám sát:

+ Tín hiệu từ RMU (Ring Main Unit): Cung cấp trạng thái thiết bị.

+ Light Indicator: Đèn báo trạng thái hoạt động.

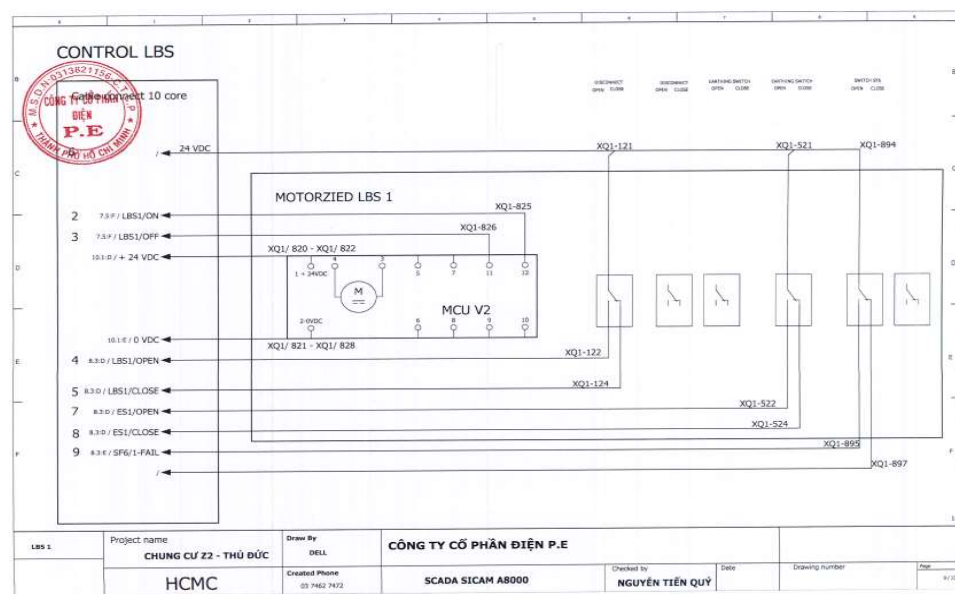
- + AC FAIL RTU: Báo mất nguồn AC.
- + DC OK: Báo nguồn DC hoạt động bình thường.
- + BAT FAIL: Cảnh báo lỗi pin dự phòng.
- + RTU REMOTE: Chế độ điều khiển từ xa.
- + RTU Door Open: Cảnh báo cửa tủ SCADA bị mở.
- + SF6/1-FAIL, SF6/2-FAIL, SF6/3-FAIL: Cảnh báo lỗi khí SF6 trong thiết bị đóng cắt.

Giám sát trạng thái thiết bị:

- + LBS1 OPEN / CLOSE: Trạng thái đóng/mở của LBS1.
- + LBS2 OPEN / CLOSE: Trạng thái đóng/mở của LBS2.
- + ES1 OPEN / CLOSE: Trạng thái đóng/mở của ES1.
- + ES2 OPEN / CLOSE: Trạng thái đóng/mở của ES2.

Chức năng của hệ thống:

- + Giám sát trạng thái thiết bị điện, gửi dữ liệu về trung tâm SCADA.
- + Cảnh báo sự cố mất nguồn, lỗi pin, lỗi khí SF6, giúp kỹ thuật viên xử lý kịp thời.
- + Xác định trạng thái đóng/cắt của thiết bị, hỗ trợ vận hành an toàn.



Hình 3. 11. Sơ đồ đấu dây vào motorized ngăn LBS1 tủ RMU

Hình 3.11 thể hiện các thành phần trong sơ đồ:

Bộ điều khiển LBS:

- + MCU V2: Bộ điều khiển trung tâm của LBS 1.
- + XQ1-826, XQ1-825, XQ1-121, XQ1-521: Các đầu vào và đầu ra điều khiển.

Điều khiển trạng thái LBS:

- + Motorized LBS 1: LBS có động cơ, có thể điều khiển từ xa.
- + OPEN / CLOSE: Lệnh mở và đóng LBS 1.
- + DISCONNECT: Cách ly mạch điện khi cần thiết.
- + EARTHING SWITCH: Công tắc tiếp địa, đảm bảo an toàn khi bảo trì.

Các tín hiệu giám sát:

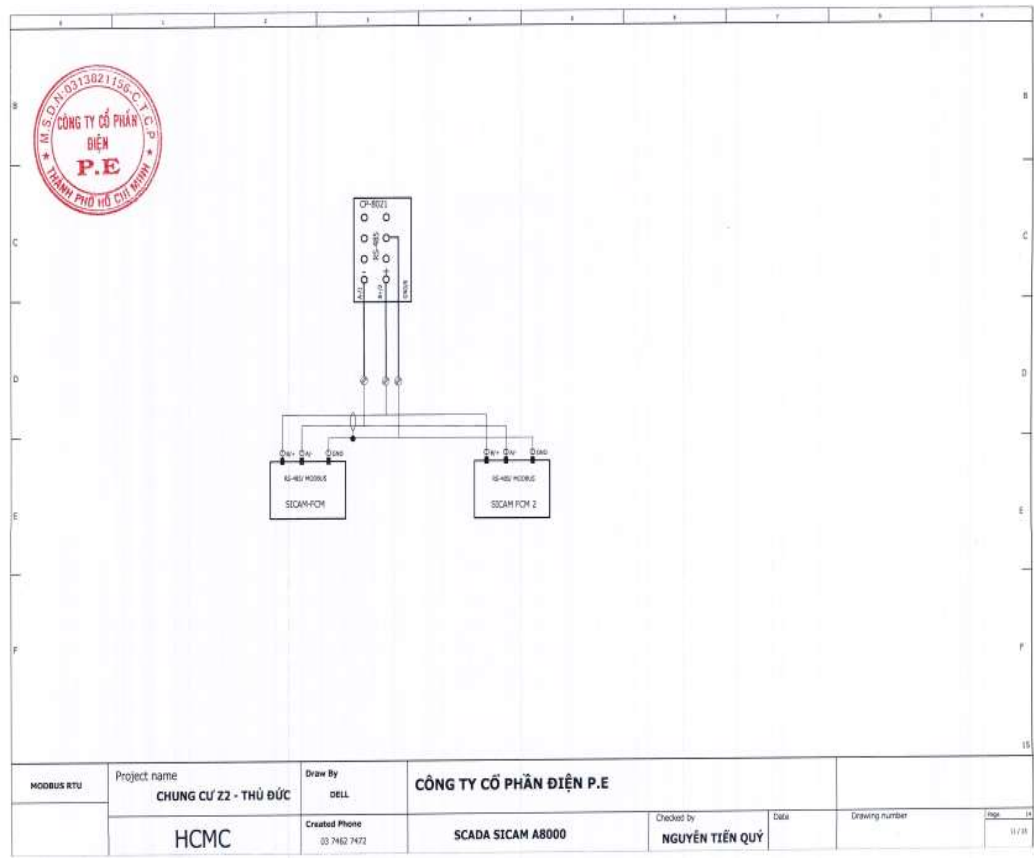
- + SF6/1-FAIL: Báo lỗi áp suất khí SF6 (nếu LBS sử dụng SF6).
- + LBS1 OPEN / CLOSE: Trạng thái đóng/mở của LBS1.
- + LBS1 ON / OFF: Trạng thái hoạt động của LBS1.
- + ES1 OPEN / CLOSE: Trạng thái của công tắc tiếp địa.

Hệ thống cấp nguồn:

- + 24 VDC / 0 VDC: Nguồn cấp điều khiển cho LBS1.
- + Cable Connect 10 Core: Cáp kết nối điều khiển gồm 10 lõi.

Chức năng của hệ thống:

- + Điều khiển đóng/ngắt LBS từ xa qua SCADA hoặc tại chỗ.
- + Giám sát trạng thái LBS (đang mở, đóng hay lỗi).
- + Cảnh báo lỗi SF6 hoặc lỗi hoạt động, giúp bảo trì kịp thời.
- + Đảm bảo an toàn khi vận hành nhờ công tắc tiếp địa ES1.



Hình 3. 12. Sơ đồ kết nối CP-8021 với (SICAM FCM)

Hình 3.12 thể hiện các thành phần trong sơ đồ:

Các thiết bị giao tiếp Modbus:

- + SICAM-FCM: Bộ đo lường thông số điện năng.
- + SICAM-FCM 2: Bộ đo lường phụ hoặc mở rộng.
- + CP-8021: Bộ điều khiển trung tâm của SCADA SICAM A8000.

Kết nối RS-485:

- + RS-485 / Modbus: Giao thức truyền thông chính của hệ thống.
- + A-/1, B+/2: Hai dây truyền dữ liệu theo chuẩn RS-485.
- + GND/6: Dây nối đất bảo vệ.

Chức năng của hệ thống Modbus RTU:

- + Thu thập dữ liệu đo lường điện áp, dòng điện, công suất từ SICAM-FCM.
- + Truyền dữ liệu về bộ điều khiển CP-8021 để xử lý và hiển thị trên SCADA.

+ Giao tiếp ổn định và đáng tin cậy với khoảng cách xa, nhờ chuẩn truyền thông RS-485.

+ Tích hợp dễ dàng với các thiết bị đo lường khác sử dụng giao thức Modbus RTU.

[illegible]

Hình 3. 13. Bảng thống kê thiết bị SICAM dùng cho tủ RMU 2 ngăn LBS

Danh sách hình 3.13 liệt kê các thiết bị chính được sử dụng trong hệ thống điều khiển và giám sát SCADA. Các linh kiện chủ yếu bao gồm nguồn cấp, module điều khiển, đầu vào/ra số, CB bảo vệ và đèn tín hiệu.

Hệ thống nguồn:

+ POWER SUPPLY MEAN WELL 220VAC-24VDC: Bộ nguồn chuyển đổi từ 220V AC sang 24V DC (Hãng MEAN WELL).

+ OUTPUT 24VDC: Đầu ra 24V DC cấp nguồn cho các thiết bị SCADA.

+ POWER SUPPLY (SIEMENS): Bộ nguồn khác của Siemens, có thể dùng để cấp nguồn riêng cho bộ điều khiển.

Bộ điều khiển trung tâm:

+ MASTER MODULE (SIEMENS): Module điều khiển chính của hệ thống SCADA.

+ DI-8110 (Digital Input - SIEMENS): 3 module đầu vào số, dùng để nhận tín hiệu từ cảm biến hoặc công tắc.

+ DO-8122 (Digital Output - SIEMENS): 2 module đầu ra số, dùng để điều khiển thiết bị từ xa.

Hệ thống bảo vệ:

+ MCB (Schneider Electric): 3 cầu dao tự động (Miniature Circuit Breaker - 2P, 16A), bảo vệ quá tải cho hệ thống.

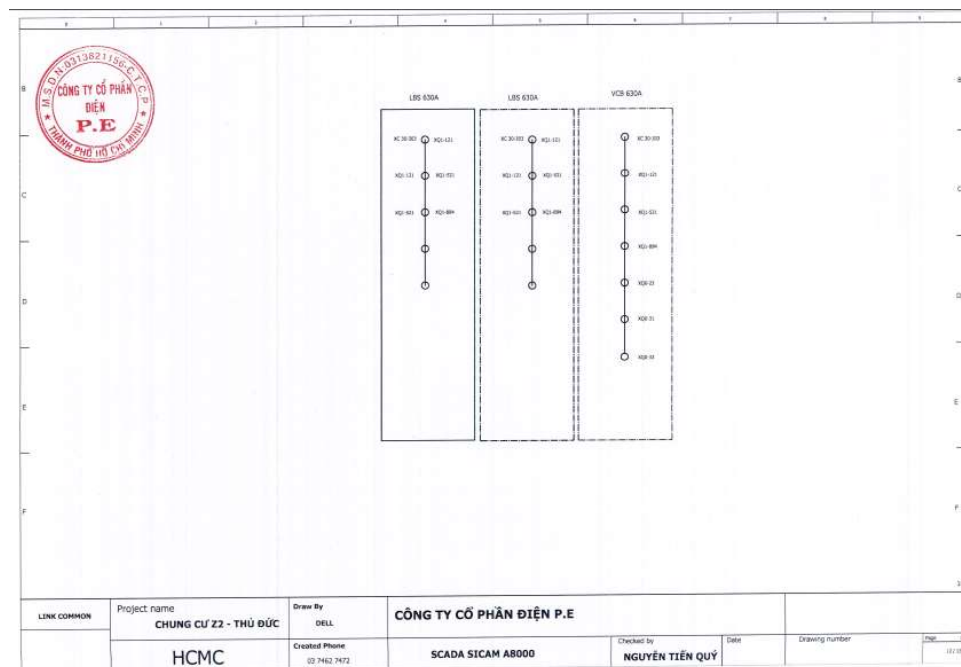
Đèn tín hiệu:

+ H1 (Pilot Lamp - Green, Schneider Electric): Đèn báo màu xanh, báo trạng thái hoạt động bình thường.

+ H2 (Pilot Lamp - Red, Schneider Electric): Đèn báo màu đỏ, cảnh báo lỗi hoặc sự cố.

Khối đầu nối:

+ Terminal Block (Phoenix): Thanh đầu nối cho các thiết bị SCADA.



Hình 3. 14. Bản vẽ đầu nối cho tủ RMU 2 ngăn LBS

Sơ đồ này thể hiện kết nối giữa các thiết bị đóng cắt trong hệ thống SCADA, bao gồm:

- + LBS 630A (Load Break Switch - 630A): Thiết bị đóng cắt có khả năng ngắt tải.
- + VCB 630A (Vacuum Circuit Breaker - 630A): Máy cắt chân không để bảo vệ hệ thống điện trung thế.

+ Mục tiêu của sơ đồ là liên kết các tín hiệu điều khiển và giám sát từ hệ thống SCADA đến các thiết bị đóng cắt, giúp vận hành hệ thống an toàn và hiệu quả.

Các thành phần chính

❖ Các thiết bị trong sơ đồ:

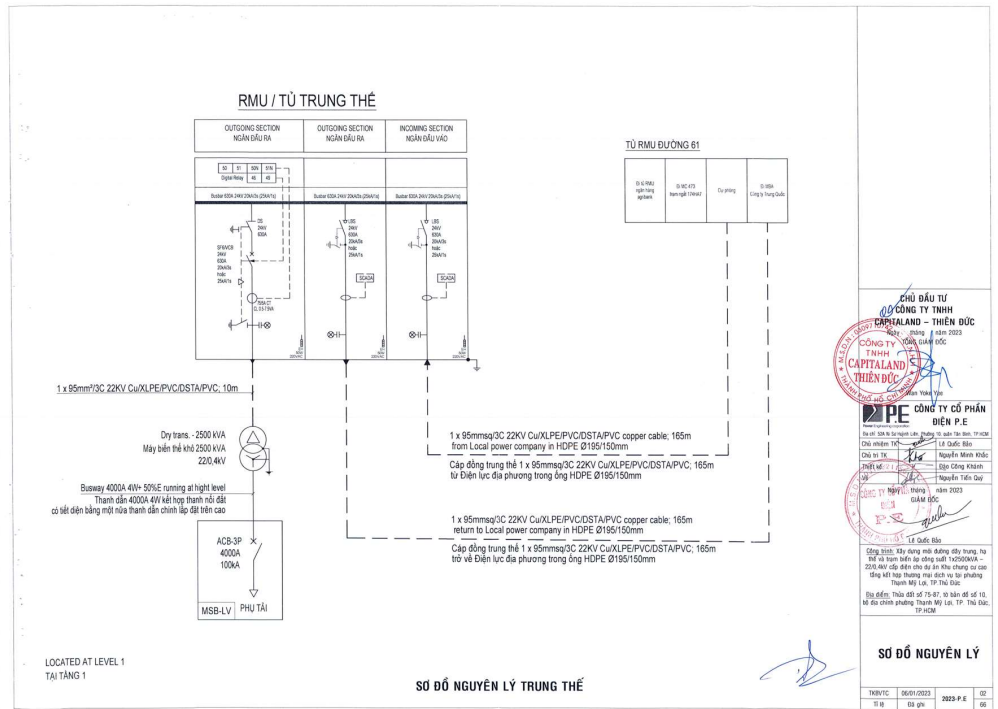
- + LBS 630A (Hai bộ): Công tắc tải trung thế (Load Break Switch 630A).
- + VCB 630A: Máy cắt chân không (Vacuum Circuit Breaker 630A).

❖ Các tín hiệu điều khiển và trạng thái:

- + Sơ đồ hiển thị các tín hiệu kết nối giữa SCADA và các thiết bị đóng cắt:
- + XC 303: Có thể là cổng kết nối chung của hệ thống SCADA.
- + KQ1-S21, KQ1-S31, KQ1-S51: Các tín hiệu trạng thái đóng/cắt hoặc tín hiệu phản hồi.
- + KQ1-43, KQ1-49: Các đầu ra điều khiển đóng/cắt thiết bị.
- + Các tín hiệu này giúp SCADA điều khiển và giám sát trạng thái hoạt động của từng thiết bị đóng cắt trong hệ thống.

Chức năng của hệ thống đầu nối

- + Giám sát trạng thái đóng/cắt của các thiết bị LBS và VCB từ SCADA.
- + Điều khiển từ xa thiết bị đóng cắt thông qua tín hiệu đầu ra.
- + Đảm bảo an toàn khi vận hành và bảo trì hệ thống.
- + Tích hợp với hệ thống điều khiển SICAM A8000, giúp tự động hóa vận hành lưới điện trung thế.



Hình 3. 15. Sơ đồ nguyên lý trung thế cấp nguồn cho dự án Chung cư Z2.

Sơ đồ này thể hiện nguyên lý vận hành của tủ RMU (Ring Main Unit) – Tủ trung thế trong hệ thống phân phối điện 22kV. Đây là một phần quan trọng trong hệ thống điện trung thế tại dự án Z2. Tủ RMU giúp điều phối nguồn điện, bảo vệ thiết bị, và đảm bảo cung cấp điện liên tục. Hệ thống này bao gồm các ngăn:

+ OUTGOING SECTION (Ngăn đầu ra): Kết nối với phụ tải tiêu thụ điện.

+ INCOMING SECTION (Ngăn đầu vào): Kết nối với nguồn điện từ lưới điện địa phương.

Các thành phần chính trong sơ đồ:

+ Máy biến áp này có công suất 2500 kVA, giúp chuyển đổi điện áp 22kV xuống 400V/220V để cung cấp cho các thiết bị hạ thế.

+ Busway 4000A, 40kA, chạy ở mức công suất cao, dùng để phân phối điện từ máy biến áp đến các phụ tải.

+ Các ngăn tủ RMU

+ SF6 SW (Switchgear): Bộ đóng cắt sử dụng khí SF6 để cách điện và bảo vệ.

+ Busbar 22kV: Thanh cái trung thế để kết nối giữa các ngăn.

+ Cáp điện trung thế: Sử dụng cáp 95mm² 3C 22kV Cu/XLPE/PVC/DST/AVC để kết nối giữa các thiết bị và tủ lưới điện.

+ Máy cắt tự động ACB-3P (4000A, 100kA): là máy cắt tự động 3 pha (4000A, 100kA) dùng để bảo vệ hệ thống phân phối hạ thế.

Chức năng của hệ thống:

+ Nhận điện từ lưới điện trung thế 22kV thông qua cáp ngầm.

+ Phân phối điện trung thế đến các phụ tải qua các ngăn RMU.

+ Chuyển đổi điện áp từ 22kV xuống 400V/220V bằng máy biến áp 2500kVA để cung cấp điện cho tòa nhà.

+ Bảo vệ hệ thống điện thông qua các bộ đóng cắt (SF6 SW, ACB).

+ Đảm bảo cung cấp điện ổn định và an toàn, có thể ngắt kết nối khi xảy ra sự cố.

Kết luận: Sơ đồ này thể hiện rõ cách tủ RMU phối hợp với hệ thống điện trung thế để đảm bảo cung cấp điện liên tục và bảo vệ các thiết bị điện

3.2.4. Tính chọn thiết bị đóng cắt, dây dẫn và trị số chỉnh định cảnh báo sự cố.

a. Tính toán lựa chọn dây dẫn phía trung thế ngầm.

Do lưới điện trung thế được thiết kế tính chọn cho trường hợp sự cố đầu nguồn nội tại nên sử dụng 1 sợi cáp.

Cường độ định mức trên mỗi dây pha (dòng dây) được xác định bởi công thức sau:

$$I_{ddm} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{P}{U_p \cos \phi} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{S}{U_p} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{2500}{22} = 65,6A$$

Trong đó công suất biểu kiến S của trạm xây dựng mới = 2500kVA

Để đảm bảo khả năng vận hành với độ dự trữ khả năng mang tải, khả năng lắp đặt và phù hợp với sự phát triển của phát triển của phụ tải. Dựa vào catalogue cáp điện được sản xuất trên thị trường trong nước và tham khảo tiêu chuẩn lưới điện phân phối của Tổng Công ty Điện Lực TP.HCM chọn cáp ngầm có tiết diện 95mm² cáp điện cho TBA 1x2500kVA.

b. Tính dòng lợ tổng cho máy biến áp 2500 kVA 22/0,4 kV và thiết bị đóng cắt hạ thế.

Cường độ định mức trên mỗi dây pha (dòng dây) được xác định bởi công thức sau:

$$I_{ddm} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{P}{U_P \cos \phi} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{S}{U_P} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{2500}{0,4} = 3608A$$

Dựa vào catalogue cáp đồng hạ thế và thiết bị bảo vệ hạ thế được sản xuất trên thị trường trong nước và tham khảo tiêu chuẩn lưới điện phân phối của Tổng Công ty Điện Lực Tp.HCM:

+ Chọn busway 4000A 4W+ 50%E cho đầu ra của máy biến thế 2500kVA, được bố trí từ máy biến áp đến máy cắt hạ thế tổng làm dây pha và dây trung hòa.

+ Chọn máy cắt ACB tổng 3 pha 4000A – 220/380V.

c. Thông số chỉnh định chỉ báo sự cố của tủ RMU (SCADA SICAM) dự án Chung cư Cao tầng kết hợp Thương mại phường Thạnh Mỹ Lợi, Tp.Thủ Đức (Chung cư Z2).

Tên RMU: CHUNG CƯ Tuyến dây: TÂN CẢNG
Z2 Thuộc trạm: CÁT LÁI
 Hiệu: SIEMENS-SICAM FCM
 Ngăn LBS 471:

Trị số chỉnh định		Inm tính toán tại RMU (A)	Ghi chú
Fault Parameters			
1. Phase-fault detection			
IDMT	IEC - NI	4555	
Phase-fault detection I>	600 A		
Time multiplier setting k	0.09		
Phase-fault detection I>>	1000 A		
Phase-fault detection tI>>	0.04 s		
2. Ground-fault detection			
Phase-fault detection In>	180 A	2714	
Phase-fault detection tIn>	0.04 s		

Hình 3. 16. Trị số chỉnh định sự cố ngăn LBS1 dự án Chung cư Z2

Hình 3.16 cung cấp các thông số cài đặt bảo vệ sự cố pha (Phase-fault detection) và sự cố chạm đất (Ground-fault detection) của tủ RMU Siemens-SICAM FCM thuộc tuyến dây Tân Cảng – Trạm Cát Lái.

❖ Chi tiết các thông số:

Bảo vệ sự cố pha (Phase-fault detection):

- + Dòng sự cố pha $I_{>}$: 600A
- + Dòng sự cố pha $I_{>>}$: 1000A
- + Thời gian tác động $t_{I>}$: 0.04s
- + Thời gian nhân hệ số k: 0.09
- + Dòng tính toán tại RMU: 4555A

Bảo vệ sự cố chạm đất (Ground-fault detection):

- + Dòng sự cố chạm đất $I_{n>}$: 180A
- + Thời gian tác động $t_{I_{n>}}$: 0.04s
- + Dòng tính toán tại RMU: 2714A

❖ Ý nghĩa:

- + Đây là các giá trị cài đặt để bảo vệ hệ thống khỏi sự cố ngắn mạch pha và chạm đất.
- + Khi dòng sự cố vượt quá các giá trị cài đặt, thiết bị sẽ kích hoạt bảo vệ và cắt mạch theo thời gian quy định.

3.3. Kiểm tra thử nghiệm hệ thống.

3.3.1. Yêu cầu về danh sách tín hiệu Scada theo quy định của điện lực (EVN).

a. Tín hiệu chung của tủ trung thế có trang bị Scada.

Tín hiệu ngõ vào 01 bit:

- + Mất nguồn AC cấp cho bộ sạc.
- + Ác quy bị lỗi.
- + Mở cửa tủ.

+ Khóa từ xa/ tại chỗ.

b. Tín hiệu cho ngăn tủ dao cắt tải, ngăn tủ dao cắt tải phân đoạn và ngăn tủ máy cắt có điều khiển từ xa.

Tín hiệu ngõ vào 2 bit:

+ Tín hiệu Close/ Open của dao cắt tải hoặc máy cắt

+ Tín hiệu Close/ Open của tiếp địa.

+ Tín hiệu Close/ Open của dao cách ly (nếu có).

Tín hiệu ngõ vào 1 bit:

+ DC Fault.

+ Tín hiệu bảo vệ 50, 51, 50N, 51N (cho Relay của ngăn máy cắt).

+ Tín hiệu phát hiện sự cố (tín hiệu pickup của Relay) thời gian duy trì tín hiệu này phải đạt tối thiểu phải 5 phút và có thể hiệu chỉnh được – phục vụ cho DAS/DMS.

+ Tín hiệu có điện từng pha.

+ Tín hiệu tình trạng khí SF6.

+ Tín hiệu cảnh báo sự cố từng pha.

Tín hiệu điều khiển 02 bit: Đóng/cắt dao cắt tải, dao cắt tải phân đoạn, máy cắt.

Tín hiệu điều khiển 01 bit:

+ Reset lại các tín hiệu chỉ báo sự cố đối với ngăn tủ dao cắt tải, ngăn tủ dao cắt tải phân đoạn.

+ Reset tín hiệu locket relay đối với ngăn tủ máy cắt.

Tín hiệu đo lường (analog):

+ Dòng điện từng pha.

+ Điện áp từng pha.

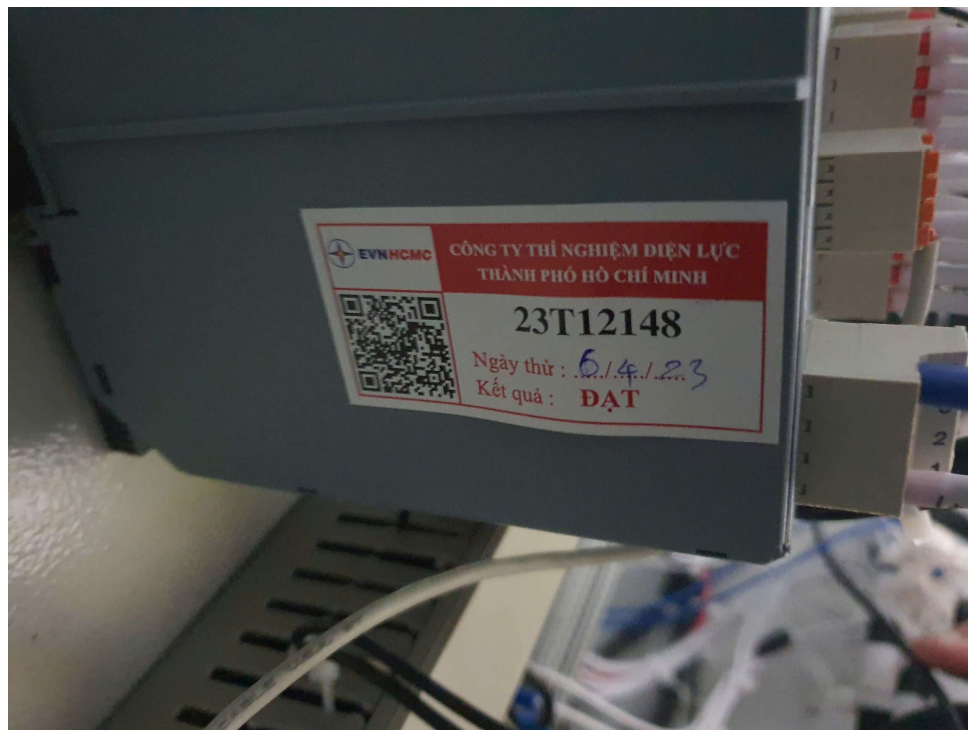
+ Các giá trị P, Q, $\cos\varphi$ từng pha.

+ Các giá trị P, Q tổng.

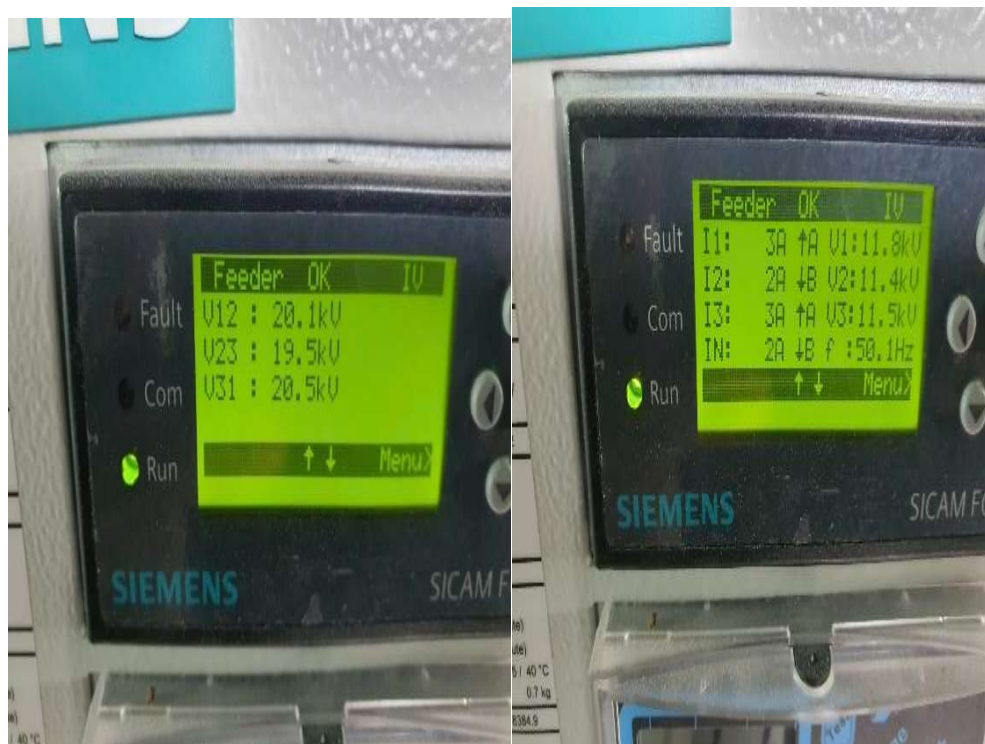
3.3.2. Một số hình ảnh thí nghiệm hệ thống Scada sử dụng SICAM của Điện lực thành phố Hồ Chí Minh (EVN HCM).



Hình 3. 17. Hình ảnh thí nghiệm hệ thống SICAM A800 tại dự án Z2



Hình 3. 18. Hình ảnh tem kết quả thí nghiệm



Hình 3. 19. Hình ảnh thông số điện áp, dòng điện trên FCM khi trạm biến áp đang hoạt động



Hình 3. 20. Hình ảnh hiển thị P, Q, S trên FCM khi trạm biến áp hoạt động

3.3.3. Kết quả thí nghiệm.

 EVN HCMC TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH CÔNG TY THỬ NGHIỆM ĐIỆN LỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH		 																																																																																			
01742/BBTN-ETC-RL	BIÊN BẢN THỬ NGHIỆM	Tân Bình, ngày 10/04/2023																																																																																			
I. ĐỐI TƯỢNG THỬ: CHỨC NĂNG SCADA CỦA TỦ RMU II. KHÁCH HÀNG Tên khách hàng : Công Ty Cổ Phần Thương Mại Và Kỹ Thuật Điện Miền Trung. Địa chỉ : 22/38 Yên Thái, Phường 2, Quận Tân Bình, Tp. Hồ Chí Minh. Công trình/Trạm : XDM đường dây trung thế, hạ thế và trạm biến áp công suất 1x2500kVA - 22/04kV cấp điện cho dự án Chung cư cao tầng kết hợp thương mại dịch vụ tại phường Thạnh Mỹ Lợi, Tp Thủ Đức. Lý do thử nghiệm : Theo hợp đồng số 34/2023/HĐ-TN&D-BMT ngày 03/4/2023. Nơi thử nghiệm : Hệ trường Ngày thử nghiệm: 06/04/2023																																																																																					
III. THÔNG SỐ KỸ THUẬT <table border="1"> <tr> <td>Hệ/Lưu RTU: Siemens/RTU</td> <td>Hệ/Lưu RTU: Siemens/SICAM A8000</td> <td rowspan="4"> S/N các ngày: Rm1: TDW3007720357-090000/001 Rm2: TDW3007720357-061000/001 </td> </tr> <tr> <td>Điện áp định mức: 24kV</td> <td>Loại tín hiệu: Baudlin</td> </tr> <tr> <td>Dòng điện định mức: 630A</td> <td>Số S/N RTU: QF1202006806</td> </tr> <tr> <td>Nguồn cung cấp: 230V/AC/34VDC</td> <td>Số tem: 23112148</td> </tr> </table>			Hệ/Lưu RTU: Siemens/RTU	Hệ/Lưu RTU: Siemens/SICAM A8000	S/N các ngày: Rm1: TDW3007720357-090000/001 Rm2: TDW3007720357-061000/001	Điện áp định mức: 24kV	Loại tín hiệu: Baudlin	Dòng điện định mức: 630A	Số S/N RTU: QF1202006806	Nguồn cung cấp: 230V/AC/34VDC	Số tem: 23112148																																																																										
Hệ/Lưu RTU: Siemens/RTU	Hệ/Lưu RTU: Siemens/SICAM A8000	S/N các ngày: Rm1: TDW3007720357-090000/001 Rm2: TDW3007720357-061000/001																																																																																			
Điện áp định mức: 24kV	Loại tín hiệu: Baudlin																																																																																				
Dòng điện định mức: 630A	Số S/N RTU: QF1202006806																																																																																				
Nguồn cung cấp: 230V/AC/34VDC	Số tem: 23112148																																																																																				
IV. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TÍN HIỆU TRẠNG THÁI 2 BIT (DOUBLE INPUT) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">STT</th> <th rowspan="2">Ngân</th> <th rowspan="2">Tín hiệu</th> <th rowspan="2">Địa chỉ</th> <th rowspan="2">Trạng thái</th> <th colspan="2">Kết luận</th> </tr> <tr> <th>Point-to-Point</th> <th>End-to-End</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">Rm1</td> <td>LBS 1_Status</td> <td>257</td> <td>Open/Close</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Đánh số Switch 1_Status</td> <td>258</td> <td>Open/Close</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td rowspan="2">Rm2</td> <td>LBS 2_Status</td> <td>513</td> <td>Open/Close</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Đánh số Switch 2_Status</td> <td>514</td> <td>Open/Close</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> </tbody> </table>			STT	Ngân	Tín hiệu	Địa chỉ	Trạng thái	Kết luận		Point-to-Point	End-to-End	1	Rm1	LBS 1_Status	257	Open/Close	Đạt	Đạt	2	Đánh số Switch 1_Status	258	Open/Close	Đạt	Đạt	3	Rm2	LBS 2_Status	513	Open/Close	Đạt	Đạt	4	Đánh số Switch 2_Status	514	Open/Close	Đạt	Đạt																																																
STT	Ngân	Tín hiệu						Địa chỉ	Trạng thái	Kết luận																																																																											
			Point-to-Point	End-to-End																																																																																	
1	Rm1	LBS 1_Status	257	Open/Close	Đạt	Đạt																																																																															
2		Đánh số Switch 1_Status	258	Open/Close	Đạt	Đạt																																																																															
3	Rm2	LBS 2_Status	513	Open/Close	Đạt	Đạt																																																																															
4		Đánh số Switch 2_Status	514	Open/Close	Đạt	Đạt																																																																															
V. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TÍN HIỆU TRẠNG THÁI 1 BIT (SINGLE INPUT) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">STT</th> <th rowspan="2">Ngân</th> <th rowspan="2">Tín hiệu</th> <th rowspan="2">Địa chỉ</th> <th rowspan="2">Trạng thái</th> <th colspan="2">Kết luận</th> </tr> <tr> <th>Point-to-Point</th> <th>End-to-End</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="7">Rm1</td> <td>FI ABCN</td> <td>262</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>FI ABC</td> <td>274</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>FI A</td> <td>270</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>FI B</td> <td>271</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>FI C</td> <td>272</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>FI N</td> <td>273</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>SF6 Alarm</td> <td>285</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td rowspan="5">Rm2</td> <td>FI ABCN</td> <td>518</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>FI ABC</td> <td>530</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FI A</td> <td>526</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>FI B</td> <td>527</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>FI C</td> <td>528</td> <td>Normal/Alarm</td> <td>Đạt</td> <td>Đạt</td> </tr> </tbody> </table>			STT	Ngân	Tín hiệu	Địa chỉ	Trạng thái	Kết luận		Point-to-Point	End-to-End	1	Rm1	FI ABCN	262	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	2	FI ABC	274	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	3	FI A	270	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	4	FI B	271	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	5	FI C	272	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	6	FI N	273	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	7	SF6 Alarm	285	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	8	Rm2	FI ABCN	518	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	9	FI ABC	530	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	10	FI A	526	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	11	FI B	527	Normal/Alarm	Đạt	Đạt	12	FI C	528	Normal/Alarm	Đạt	Đạt
STT	Ngân	Tín hiệu						Địa chỉ	Trạng thái	Kết luận																																																																											
			Point-to-Point	End-to-End																																																																																	
1	Rm1	FI ABCN	262	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
2		FI ABC	274	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
3		FI A	270	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
4		FI B	271	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
5		FI C	272	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
6		FI N	273	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
7		SF6 Alarm	285	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
8	Rm2	FI ABCN	518	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
9		FI ABC	530	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
10		FI A	526	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
11		FI B	527	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
12		FI C	528	Normal/Alarm	Đạt	Đạt																																																																															
ETC_BM01/QT-RL-14 Địa chỉ: B84A Bạch Đằng - Phường 2 - Quận Tân Bình - TP. HCM - Việt Nam Tel: (028) 39455168 - 22172562		01742/BBTN-ETC-RL-Trang 4/5 Website: https://evn-hcmc.com.vn Email: etm@evn-hcmc.com.vn																																																																																			

BIÊN BẢN THỬ NGHIỆM

13	Common	FI N	529	Normal/Alarm	Đạt	Đạt
14		SF6 Alarm	521	Normal/Alarm	Đạt	Đạt
15		Battery Failure	1	Normal/Alarm	Đạt	Đạt
16		Door Open	2	Normal/Alarm	Đạt	Đạt
17		Vac Fail	3	Open/Close	Đạt	Đạt
18		Remote Mode	4	Local/Remote	Đạt	Đạt

VI. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN 2 BIT (DOUBLE OUTPUT)

STT	Ngân	Tín hiệu	Địa chỉ	Trạng thái Tác động	Kết luận	
					Point-to-Point	End-to-End
1	Rm1	LBS 1 Control	5277	Open/Close	Đạt	Đạt
2	Rm2	LBS 2 Control	5633	Open/Close	Đạt	Đạt

VII. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN 1 BIT (SINGLE OUTPUT)

STT	Ngân	Tín hiệu	Địa chỉ	Trạng thái Tác động	Kết luận	
					Point-to-Point	End-to-End
1	Rm1	Reset Command	5379	Select	Đạt	Đạt
2	Rm2	Reset Command	5655	Select	Đạt	Đạt

VIII. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TÍN HIỆU ĐO LƯỜNG (ANALOG INPUT)

STT	Ngân	Tín hiệu	Địa chỉ	Giá trị hiển thị trên thiết bị	Giá trị thu thập qua SCADA	Kết quả	
						Point-to-Point	End-to-End
1	Rm1	I_a (A)	276	10	10	Đạt	Đạt
2		I_b (A)	277	10	10	Đạt	Đạt
3		I_c (A)	278	10	10	Đạt	Đạt
4		I_e (A)	279	9	9	Đạt	Đạt
5		V_{ab} (kV)	280	22.1	22.1	Đạt	Đạt
6		V_{bc} (kV)	281	22.2	22.1	Đạt	Đạt
7		V_{ca} (kV)	282	22.1	22.1	Đạt	Đạt
8		P_{sum} (kW)	283	191	190	Đạt	Đạt
9		Q_{sum} (kVar)	284	-120	-120	Đạt	Đạt
10		PF	285	0.846	0.846	Đạt	Đạt
11	Rm2	I_a (A)	532	10	10	Đạt	Đạt
12		I_b (A)	533	10	10	Đạt	Đạt
13		I_c (A)	534	10	10	Đạt	Đạt
14		I_n (A)	535	9	9	Đạt	Đạt
15		V_{ab} (kV)	536	22.1	22.1	Đạt	Đạt
16		V_{bc} (kV)	537	22.2	22.1	Đạt	Đạt
17		V_{ca} (kV)	538	22.1	22.1	Đạt	Đạt

ETC_BSM1/QT-RL-34

Địa chỉ: B84A Bạch Đằng - Phường 2 - Quận Tân Bình - TP. HCM - Việt Nam
Tel: (028) 38455168 - 22172365

01742/BBTN-ETC-RL-Trang 2/3

Website: <https://etc.hcmqc.com.vn>
Email: ctml@hcmqc.com.vn

BIÊN BẢN THỬ NGHIỆM						
18	Psum (kW)	539	191	190	Đạt	Đạt
19	Qsum (kVar)	540	-120	-120	Đạt	Đạt
20	PF	%41	0.846	0.846	Đạt	Đạt

Thiết bị thử nghiệm:

- CMC356

Phần mềm thử nghiệm:

- Phần mềm ASE2000,
- Phần mềm SCADA tại Trung tâm Điều độ Hệ thống Điện Tp.HCM.

Ghi chú:

- Hình ảnh bên ngoài, nguồn cung cấp: Bình thường.
- Thử nghiệm theo tiêu chuẩn giao thức IEC 60870-5-104 và tài liệu nhà sản xuất.
- Các hạng mục trên được trích dẫn từ văn bản xác nhận chức năng số 449/ĐĐHTĐ-TT ngày 13/04/2023 của Trung tâm Điều độ Hệ thống Điện TPHCM.
- Tủ RMU trên được cấu hình bằng phần mềm WebServer.

IX. KẾT LUẬN: RMU trên **ĐẠT YÊU CẦU** về chức năng kết nối tín hiệu SCADA theo giao thức IEC 60870-5-104

KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC



Nguyễn Ngọc Nam

ĐỘI RELAY



Nguyễn Văn Lát

THỬ NGHIỆM

Trần Nguyên Khang
Nguyễn Thị Huyền Trang



ETC_BM01/QT-RL-34

Địa chỉ: 884A Bạch Đằng - Phường 2 - Quận Tân Bình - TP. HCM - Việt Nam

Tel: (028) 38455168 - 22172365



01342/BBTN-ETC-RL-Trang 3/3

Website: <https://etc.hcmpe.com.vn>

Email: ctnd@hcmpe.com.vn

Hình 3. 21. Biên bản kết quả thí nghiệm hệ thống Sicam A8000 tại dự án Z2

Thí nghiệm được thực hiện để kiểm tra chức năng SCADA của Tủ RMU (Ring Main Unit) tại một trạm biến áp thuộc Công ty Lưới điện TP.HCM. Tủ RMU được sử

dụng để điều khiển và bảo vệ hệ thống điện trung thế, đảm bảo an toàn và ổn định cho hệ thống phân phối điện.

a. Kiểm tra tín hiệu trạng thái (Digital Input)

Mục đích của phần này là kiểm tra khả năng ghi nhận trạng thái của RMU từ xa thông qua hệ thống SCADA. Các trạng thái kiểm tra bao gồm:

- + Trạng thái đóng/cắt của thiết bị.
- + Tín hiệu báo lỗi (Alarm).
- + Các trạng thái vận hành quan trọng như chế độ điều khiển từ xa.

Kết quả:

- + Tất cả các trạng thái được hệ thống SCADA ghi nhận chính xác, đạt yêu cầu thí nghiệm.

b. Kiểm tra tín hiệu điều khiển (Digital Output)

Mục tiêu của phần này là kiểm tra khả năng điều khiển RMU từ xa thông qua SCADA bằng cách gửi lệnh đóng/mở thiết bị. Thử nghiệm này giúp xác định:

- + RMU có phản hồi chính xác khi nhận lệnh từ SCADA không.
- + Thời gian phản hồi của hệ thống.

Kết quả:

- + Các tín hiệu điều khiển đều được thực hiện thành công, RMU đáp ứng đúng theo lệnh điều khiển từ SCADA.

- + Thời gian phản hồi nhanh, đảm bảo tiêu chuẩn vận hành.

c. Kiểm tra tín hiệu đo lường (Analog Input)

Mục tiêu của phần này là kiểm tra tính chính xác của dữ liệu đo lường được truyền từ RMU về SCADA, bao gồm các thông số:

- + Dòng điện 3 pha (I_a , I_b , I_c).
- + Điện áp 3 pha (V_a , V_b , V_c).
- + Công suất tác dụng (P_{sum}), công suất phản kháng (Q_{sum}).

+ Hệ số công suất (PF).

Kết quả:

+ Giá trị đo lường trên thiết bị thực tế so với giá trị hiển thị trên SCADA không có sai số đáng kể.

+ Tất cả thông số đều đạt yêu cầu.

d. Độ tin cậy của các tín hiệu cảnh báo

Theo kết quả thí nghiệm tại biên bản số 01742/ETC-RL của Công ty Thí nghiệm Điện lực thành phố Hồ Chí Minh thể hiện quá trình kiểm tra các tín hiệu và chức năng điều khiển của Bộ điều khiển RTU (Remote Terminal Unit) SICAM A8000 kết nối với Tủ RMU (Ring Main Unit) đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn IEC 60870-5-104. Hệ thống cảnh báo đóng vai trò quan trọng trong vận hành và bảo vệ tủ RMU, giúp phát hiện sự cố sớm, tránh gián đoạn cung cấp điện. Độ tin cậy của các cảnh báo được đánh giá dựa trên các tiêu chí sau:

+ Độ chính xác cao

+ Tất cả các tín hiệu cảnh báo đều được kiểm tra và khớp với thực tế vận hành.

+ Cảnh báo trạng thái thiết bị, mất nguồn, lỗi pin, hở cửa tủ, và lỗi khí SF6 đều được ghi nhận đúng thời điểm và không có tín hiệu nhiễu.

Độ ổn định và nhất quán

+ Các tín hiệu cảnh báo được gửi liên tục và không có hiện tượng mất tín hiệu hoặc báo lỗi giả.

+ Hệ thống đã được kiểm tra trong nhiều tình huống giả lập để đảm bảo khả năng phản hồi nhanh chóng.

Đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật

+ Hệ thống sử dụng giao thức truyền thông IEC 60870-5-104, đảm bảo tính bảo mật và độ tin cậy trong truyền tải dữ liệu.

+ Cảnh báo được truyền về trung tâm điều độ điện lực TP. HCM trong thời gian thực, giúp đội vận hành xử lý kịp thời.

Giảm thiểu rủi ro vận hành

+ Các cảnh báo như SF6 Alarm, Battery Failure, Door Open, Power Fail có mức độ ưu tiên cao, đảm bảo cảnh báo sự cố sớm trước khi xảy ra hỏng hóc nghiêm trọng.

+ Điều này giúp giảm nguy cơ mất điện cục bộ, tăng tuổi thọ thiết bị và tối ưu hóa chi phí bảo trì.

⇒ Tổng kết đánh giá độ tin cậy

+ Hệ thống cảnh báo hoạt động chính xác, không có lỗi giả, đảm bảo phát hiện sớm các sự cố quan trọng.

+ Dữ liệu truyền tải về trung tâm điều độ nhanh chóng và đáng tin cậy, hỗ trợ xử lý sự cố kịp thời.

+ Hệ thống được thử nghiệm theo các tiêu chuẩn quốc tế, đảm bảo độ ổn định và khả năng vận hành lâu dài.

+ Hệ thống SCADA của tủ RMU đã vượt qua tất cả các bài kiểm tra với độ tin cậy cao, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo an toàn và tối ưu hóa vận hành lưới điện.

e. Kết luận chung

Sau khi thực hiện tất cả các bước thí nghiệm, kết quả cho thấy:

+ Tủ RMU hoạt động đúng theo thiết kế.

+ Tất cả các tín hiệu trạng thái, điều khiển, đo lường đều hoạt động chính xác.

+ Hệ thống SCADA có thể giao tiếp và điều khiển RMU mà không gặp lỗi.

+ RMU đáp ứng được yêu cầu kết nối SCADA theo tiêu chuẩn IEC 60870-5-104.

⇒ Kết luận: Tủ RMU đạt yêu cầu thí nghiệm và có thể đưa vào vận hành chính thức.

3.4. Vai trò giám sát và truyền thông của hệ thống

3.4.1. Vai trò giám sát

a. Giám sát thông số vận hành của hệ thống điện

Hệ thống SCADA thu thập và hiển thị các thông số điện quan trọng như:

+ Điện áp, dòng điện, công suất (P, Q, S), hệ số công suất ($\cos\varphi$).

+ Trạng thái hoạt động của thiết bị như máy cắt, dao cách ly, rơ le bảo vệ.

+ Phân tích sự cố ngắn mạch, chạm đất giúp phát hiện bất thường trong hệ thống

Dữ liệu này giúp người vận hành có cái nhìn toàn cảnh về tình trạng hệ thống, từ đó ra quyết định kịp thời để đảm bảo an toàn và ổn định cho lưới điện.

b. Cảnh báo và xử lý sự cố

Hệ thống SCADA không chỉ thu thập dữ liệu mà còn phát hiện và cảnh báo sớm các sự cố để giảm thiểu thời gian gián đoạn vận hành:

- + Khi phát hiện quá dòng, quá áp, sự cố chạm đất hoặc ngắn mạch, hệ thống sẽ kích hoạt cảnh báo.

- + SICAM FCM đóng vai trò phát hiện và khoanh vùng sự cố, giúp giảm thiểu phạm vi ảnh hưởng

- + Dữ liệu được ghi nhận vào hệ thống để phân tích nguyên nhân sự cố, giúp tối ưu hóa công tác bảo trì và vận hành hệ thống điện.

c. Điều khiển từ xa và tự động hóa

Ngoài giám sát, hệ thống SCADA còn cho phép điều khiển từ xa, giúp tăng tính linh hoạt và giảm sự can thiệp thủ công:

- + Tự động đóng/cắt máy cắt, dao cắt tải, giảm thời gian xử lý sự cố.

- + Điều chỉnh điện áp, cân bằng phụ tải, giúp tối ưu hóa vận hành mạng lưới phân phối.

- + Hạn chế rủi ro thao tác thủ công, đảm bảo an toàn cho nhân viên vận hành.

Hệ thống SCADA không chỉ giúp vận hành linh hoạt mà còn hạn chế sai sót do yếu tố con người, đảm bảo độ chính xác cao hơn trong quá trình điều khiển hệ thống điện.

3.4.2. Vai trò truyền thông

a. Kết nối và truyền dữ liệu theo thời gian thực

Hệ thống SCADA sử dụng các giao thức truyền thông hiện đại để đảm bảo truyền dữ liệu nhanh chóng và chính xác:

- + IEC 60870-5-104: Giao thức chính được sử dụng để truyền dữ liệu từ tủ RMU về trung tâm điều khiển.

- + IEC 61850: Dùng để trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị IED trong tủ điện, giúp hệ thống hoạt động đồng bộ và giảm độ trễ.

+ Truyền thông Ethernet và mạng WAN: Giúp kết nối giữa hệ thống SCADA của chung cư Z2 với trung tâm điều khiển điện lực. Việc sử dụng các giao thức truyền thông tiên tiến giúp hệ thống hoạt động ổn định, giảm độ trễ và tối ưu hiệu suất vận hành.

b. Đảm bảo an toàn và bảo mật truyền thông

Trong hệ thống SCADA, tính bảo mật của truyền thông rất quan trọng để tránh nguy cơ tấn công mạng hoặc gián đoạn hệ thống:

- + Mã hóa dữ liệu khi truyền qua mạng WAN để đảm bảo an toàn.
- + Hệ thống tường lửa và kiểm soát truy cập để ngăn chặn các truy cập trái phép.
- + Cơ chế giám sát và nhật ký hệ thống, giúp phát hiện các hành vi bất thường trong truyền thông. Việc bảo vệ hệ thống truyền thông giúp đảm bảo tính liên tục và ổn định của hệ thống SCADA, giảm thiểu rủi ro trong quá trình vận hành.

c. Tích hợp với hệ thống điều độ điện lực

Ngoài việc giám sát và điều khiển tại chỗ, hệ thống SCADA SICAM còn kết nối với hệ thống điều độ điện lực (EVN), giúp nâng cao hiệu quả quản lý điện năng:

- + Truyền dữ liệu đo lường thời gian thực từ chung cư Z2 lên trung tâm điều khiển.
- + Tích hợp với hệ thống DMS của điện lực TP.HCM để tối ưu hóa lưới điện.
- + Hỗ trợ dự báo tải điện, giúp tối ưu hóa kế hoạch vận hành trong tương lai. Sự kết nối này giúp chung cư Z2 không chỉ giám sát hệ thống điện nội bộ mà còn tích hợp vào hệ thống điều độ tổng thể, giúp vận hành lưới điện ổn định hơn.

3.4.3. Chuẩn truyền thông được sử dụng

Hệ thống SCADA và SICAM A8000 sử dụng các chuẩn truyền thông phù hợp với ngành điện và công nghiệp, đảm bảo kết nối ổn định, nhanh chóng và chính xác. Dưới đây là một số giao thức phổ biến được sử dụng:

Chuẩn truyền thông	Đặc điểm	Ứng dụng
IEC 60870-5-104	Giao thức truyền thông tiêu chuẩn trong hệ thống	Truyền dữ liệu giữa SCADA và SICAM A8000

	SCADA ngành điện, hỗ trợ TCP/IP	
Modbus RTU/TCP	Giao thức phổ biến trong công nghiệp, hỗ trợ truyền dữ liệu nhanh và đơn giản	Kết nối với cảm biến, rơ-le, IEDs
DNP3 (Distributed Network Protocol)	Được sử dụng trong hệ thống giám sát và tự động hóa điện lực	Thu thập dữ liệu từ xa trong hệ thống SCADA
MQTT (Message Queue Telemetry Transport)	Giao thức truyền dữ liệu nhẹ, phù hợp với IoT và giám sát từ xa	Truyền dữ liệu giữa SCADA và các hệ thống quản lý khác
IEC 61850	Giao thức tiêu chuẩn cho trạm biến áp số, hỗ trợ truyền dữ liệu theo mô hình object-based	Tích hợp với hệ thống quản lý lưới điện thông minh

Bảng 3. 1. Chuẩn Truyền Thông Sử Dụng Trong Hệ Thống

SCADA đóng vai trò trung tâm trong hệ thống giám sát từ RMU, giúp giám sát, thu thập dữ liệu, cảnh báo và điều khiển từ xa. Để đảm bảo hoạt động ổn định, SCADA sử dụng nhiều chuẩn truyền thông công nghiệp như IEC 60870-5-104, Modbus, DNP3, MQTT và IEC 61850 để truyền tải dữ liệu chính xác giữa các thiết bị và hệ thống.

3.5. Kết luận chương 3

Hệ thống SCADA SICAM A8000 được triển khai tại dự án Z2 - Thủ Đức mang lại nhiều lợi ích quan trọng trong việc giám sát, điều khiển và bảo vệ lưới điện. Thông qua các phân tích về nguyên lý hoạt động, cấu hình hệ thống và kiểm tra thực tế, ta thấy rằng hệ thống hoạt động ổn định, đáng tin cậy và có thể ứng dụng rộng rãi trong các trạm biến áp, tủ RMU và lưới điện phân phối.

Việc triển khai SCADA không chỉ giúp nâng cao hiệu suất vận hành, mà còn đảm bảo an toàn điện, tối ưu hóa quản lý và giảm thiểu thời gian xử lý sự cố. Trong tương

lai, hệ thống này có thể tiếp tục được mở rộng và tích hợp với các nền tảng điều khiển thông minh hơn, góp phần vào quá trình tự động hóa lưới điện hiện đại.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận.

Trong bài luận văn này, chúng ta đã nghiên cứu và xây dựng mô hình giám sát và chẩn đoán hệ thống điện sử dụng SCADA SICAM A8000 cho dự án Z2. Hệ thống SCADA giúp nâng cao khả năng giám sát, điều khiển và bảo vệ lưới điện một cách hiệu quả và tự động hóa. Qua quá trình phân tích và thiết kế, chúng ta rút ra một số kết luận quan trọng như sau:

a. Tính hiệu quả của hệ thống giám sát SCADA SICAM A8000

Hệ thống tự động thu thập và xử lý dữ liệu từ các thiết bị đóng cắt, cảm biến dòng điện, điện áp, và cảm biến khí SF6.

Tích hợp các module thông minh như CP-8021, PS-8620, DI-8110, DO-8212 để đảm bảo giám sát trạng thái thiết bị và thực hiện lệnh điều khiển một cách chính xác.

Gửi cảnh báo tức thời khi phát hiện sự cố như mất nguồn, lỗi khí SF6, quá dòng hoặc lỗi kết nối.

b. Khả năng điều khiển từ xa và tự động hóa

Điều khiển đóng/mở thiết bị từ xa qua giao diện SCADA giúp giảm thời gian xử lý sự cố và tối ưu hóa vận hành.

Chế độ Local/Remote cho phép vận hành viên lựa chọn điều khiển tại chỗ hoặc từ xa.

Cơ chế bảo vệ an toàn, chỉ thực hiện lệnh khi đạt các điều kiện vận hành phù hợp.

c. Ứng dụng thực tế của hệ thống SCADA trong quản lý lưới điện

Tối ưu hóa vận hành: SCADA giúp giám sát và phân tích trạng thái hoạt động của hệ thống điện trong thời gian thực, từ đó hỗ trợ quá trình bảo trì và xử lý sự cố.

Tăng cường bảo mật và ổn định: Hệ thống hỗ trợ các giao thức truyền thông an toàn như Modbus RTU, IEC 61850, đảm bảo khả năng truyền dữ liệu chính xác và bảo vệ hệ thống khỏi các rủi ro mất dữ liệu.

Tích hợp với hệ thống điều độ điện lực (EVN): Hệ thống SCADA không chỉ hoạt động độc lập mà còn có khả năng truyền dữ liệu về trung tâm điều khiển của EVN, giúp tối ưu hóa quản lý lưới điện.

d. Tính thực tiễn và khả năng mở rộng

Hệ thống SCADA SICAM A8000 tại dự án Z2 có thể dễ dàng mở rộng để giám sát thêm nhiều thiết bị đóng cắt và trạm điện.

Các thiết bị trong hệ thống hỗ trợ module mở rộng, có thể nâng cấp để đáp ứng nhu cầu giám sát trong tương lai.

Giao diện SCADA thân thiện, giúp vận hành viên dễ dàng theo dõi trạng thái hệ thống và thực hiện các thao tác điều khiển một cách hiệu quả.

2. Kiến nghị.

Hiện tại hệ thống giám sát và điều khiển các thiết bị đóng cắt bằng các tín hiệu đo cảm biến dòng đo được cho hệ thống SCADA SICAM và hệ thống này chỉ mới được sử dụng cho một phòng điện trung thế cụ thể ở đây là tủ RMU 3 ngăn tại dự án Khu chung cư cao tầng kết hợp thương mại dịch vụ tại phường Thạnh Mỹ Lợi, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh.

Trong tương lai ta có thể thiết kế một hệ thống giám sát từ xa và chuẩn đoán được thời gian các sự cố xảy ra trong tương lai. Bước đầu tiên ta áp dụng vào một thiết bị tủ RMU và từ những kết quả đó ta áp dụng cho nhiều tủ RMU đặt ở các phòng điện trung thế trong cùng một dự án hoặc nhiều dự án khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ths.Lê Ngọc Trân - GVHD TS. Nguyễn Đức Thành (2008). “Nghiên cứu hệ thống Scada cho trạm biến áp”. Luận văn Tự động hóa, Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh.
- [2] Đặng Tiến Trung, Vũ Quang Hồi (2014). “Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu SCADA”. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [3] PGS. TS. Phạm Văn Hòa (Chủ biên), ThS. Đặng Tiến Trung, ThS. Lê Anh Tuấn (2011). “Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu SCADA (Supervisory Control and data Acquisition) trong hệ thống điện”. Nhà xuất bản Bách Khoa, Hà Nội.
- [4] Hoàng Minh Sơn (2006). “Mạng Truyền thông Công nghiệp”. Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
- [5] Nguyễn Văn Chí, Nguyễn Minh Cường (2024). “Giáo trình Scada ứng dụng trong hệ thống điện”. Nhà Xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [6] Ths. Trần Văn Minh - GVHD TS. Đặng Ngọc Trung (2022). “Nghiên cứu giải pháp hỗ trợ điều khiển và giám sát từ xa trong vận hành trạm không người trực thông qua mạng internet”. Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên.
- [7]. Nguyễn Văn Viên (2016), “Phân tích lựa chọn giải pháp điều khiển từ xa cho các trạm biến áp 110kV không người trực”, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, chuyên ngành Kỹ thuật điện, Đại học Bách khoa Đà Nẵng.
- [8]. N.N. Tùng, P.T. Nam, P.V. Hòa (2015), “Giải pháp sử dụng truyền thông trong lưới điện thông minh hạ áp của Trạm biến áp Dịch Vọng 22”, Tạp chí khoa học công nghệ Việt Nam 2(7)7.2015, tr. 20 - 24.
- [9] Bài viết diễn đàn của Hội tự động hóa Việt Nam (2010) “Điều khiển máy cắt từ xa thông qua RTU của hệ thống SCADA”, Tự động hóa ngày nay.
- [10]. Nguyễn Văn Thảo (2014), “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống tự động hóa TBA 110kV không người trực Vĩnh Yên”, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, chuyên ngành Kỹ thuật điện, Đại học Bách khoa Hà Nội.

[11]. Tài liệu (2019) “Quy trình vận hành và hướng dẫn thí nghiệm hiệu chỉnh SEL 751A”, Tập đoàn điện lực Việt Nam, Công ty thủy điện Hòa Bình.

[12]. Trương Thế Việt (2013), “Nghiên cứu giao thức truyền thông IEC 61850 trong trạm biến áp”, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, chuyên ngành Kỹ thuật điện, Đại học Kỹ thuật Công nghệ TP.HCM.

[13]. Lê Trung Hải, Phạm Hoàng Nam (2014), “ Xây dựng trung tâm điều khiển xa và trạm biến áp không người trực” Hội nghị khoa học và công nghệ điện lực toàn quốc.

[14] Siemens AG (2023). “SICAM Substation Automation Catalog – Edition 6.0”.