

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

TRẦN VĂN MINH

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP HỖ TRỢ ĐIỀU KHIỂN
VÀ GIÁM SÁT TỪ XA TRONG VẬN HÀNH TRẠM
KHÔNG NGƯỜI TRỰC THÔNG QUA MẠNG
INTERNET**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: 852.02.01

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. ĐẶNG NGỌC TRUNG

Thái Nguyên - 2022

Công trình được hoàn thành tại:

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên

Tên đề tài: Nghiên cứu giải pháp hỗ trợ điều khiển và giám sát từ xa trong vận hành trạm không người trực thông qua mạng internet

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: 852.02.01

Người hướng dẫn khoa học: TS. Đặng Ngọc Trung

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ:

Họp tại: Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp – Đại học Thái Nguyên

Vào hồi 15 giờ 00 ngày 16 tháng 4 năm 2022.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

Thư viện Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp

Trung tâm Học liệu - Đại học Thái Nguyên

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Nhìn chung việc vận hành hệ thống điều khiển và giám sát lưới điện thông minh đã và đang được các nước trên thế giới sử dụng từ khá phổ biến. Tại Việt Nam thì hệ thống này mới bắt đầu được chính phủ phê duyệt đề án thực hiện vào năm 2012. Hệ thống điều khiển trạm được thiết kế dựa trên các chuẩn quốc tế đảm bảo tính mở, thuận lợi cho việc thay thế, mở rộng, nâng cấp, độ tin cậy, tính độc lập cao. Khi một thiết bị điều khiển đơn lẻ bị sự cố, sẽ không làm ảnh hưởng đến các phần tử khác. Hệ thống điều khiển thể giao tiếp với hệ thống Rơ le bảo vệ kỹ thuật số, có thể vận hành hoàn toàn không người trực nhưng vẫn có khả năng sử dụng, thao tác trong trường hợp có nhân viên vận hành tại trạm. Thời gian qua đã có rất nhiều tài liệu và một số nghiên cứu về hướng này. Vì vậy, việc đề xuất đề tài “Nghiên cứu giải pháp hỗ trợ điều khiển và giám sát từ xa trong vận hành trạm không người trực thông qua mạng internet ” làm đề tài nghiên cứu luận văn thạc sĩ kỹ thuật là hoàn toàn phù hợp với xu thế nghiên cứu hiện nay.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Xây dựng giải pháp điều khiển và giám sát từ xa qua mạng internet từ trung tâm điều khiển đến các thiết bị đầu cuối (cụ thể trong đề tài là Rơ le kỹ thuật số) của trạm không người trực thông qua máy tính hoặc điện thoại để hỗ trợ cho phương thức truyền thông chính là qua mạng cáp quang điện lực hiện nay.

3. Đối tượng nghiên cứu:

Tập trung nghiên cứu giải pháp truyền thông tín hiệu điều khiển và giám sát thiết bị đầu cuối RTU từ trung tâm điều khiển trong vận hành trạm không người trực và đề xuất giải pháp truyền thông qua mạng internet.

4. Phạm vi nghiên cứu:

+ Nghiên cứu về trạm không người trực trong hệ thống lưới điện Quốc gia và phương thức điều khiển, giám sát từ xa theo chuẩn quốc tế.

5. Phương pháp nghiên cứu

+ Phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với mô hình thực nghiệm: Tìm hiểu lý thuyết về trạm không người trực và điều khiển xa, từ đó xây dựng giao diện giám sát trên phần mềm Visual studio để truyền thông tín hiệu qua mạng internet. Đồng thời kiểm chứng kết quả qua mô hình thực nghiệm.

6. Cấu trúc của luận văn:

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan

Chương 2: Tìm hiểu hệ thống SCADA và thiết bị rơ le kỹ thuật số SEL-751A

Chương 3: Xây dựng giải pháp điều khiển và giám sát máy cắt từ xa qua mạng internet thông qua rơ le kỹ thuật số SEL-751A trong vận hành trạm không người trực

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Trung tâm điều khiển xa và trạm biến áp không người trực.

1.1.1. Trạm biến áp không người trực một hướng đi tất yếu

Triển khai mô hình trạm biến áp không người trực hoặc bán người trực, các trung tâm điều khiển là hướng đi tất yếu nhằm tự động hóa, hiện đại hóa hệ thống điện, xây dựng lưới điện thông minh, góp phần nâng cao năng suất lao động, giảm chi phí, tăng hiệu quả của hệ thống, đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục.

1.1.2. Vai trò của trung tâm điều khiển xa và trạm biến áp không người trực.

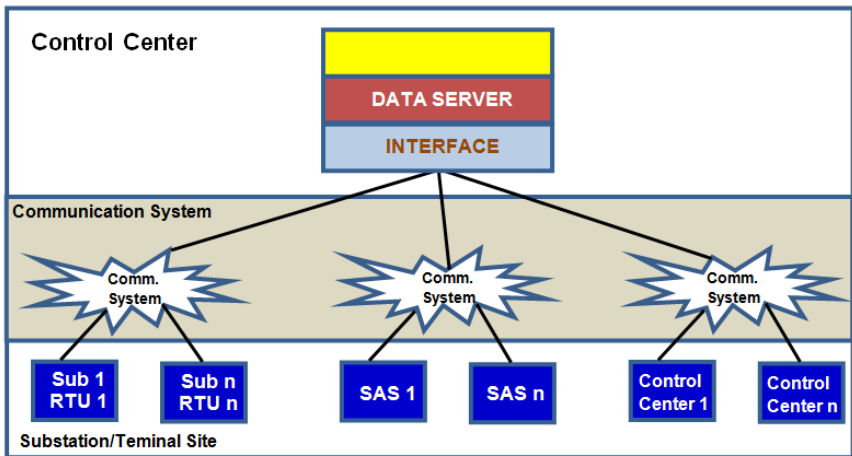
Trung tâm điều khiển xa đóng vai trò như một hệ thống điều khiển trung tâm điều khiển các trạm biến áp được thiết kế và lắp đặt theo mô hình không có người điều hành viên trực vận hành tại trạm.

Trạm biến áp không người trực đóng vai trò là các điểm kết nối cơ sở đến các trung tâm điều khiển xa.

1.1.3. Các tiêu chí về xây dựng TTĐKX và TBAKNT

a. Tiêu chí xây dựng trung tâm điều khiển xa

Việc xây dựng trung tâm điều khiển xa phụ thuộc vào các yếu tố như: vị trí địa lý, khả năng và năng lực quản lý của một trung tâm, khoảng cách truyền dữ liệu, số lượng các trạm biến áp kết nối đến trung tâm theo khoảng cách địa lý.



SAS – Substation Automation System
 Sub n – Substation n

Hình 1.1. Cấu trúc hệ thống điều khiển trung tâm

b. Tiêu chí xây dựng trạm biến áp không người trực

Việc xây dựng trạm biến áp không người trực phải đáp ứng các yêu cầu sau:

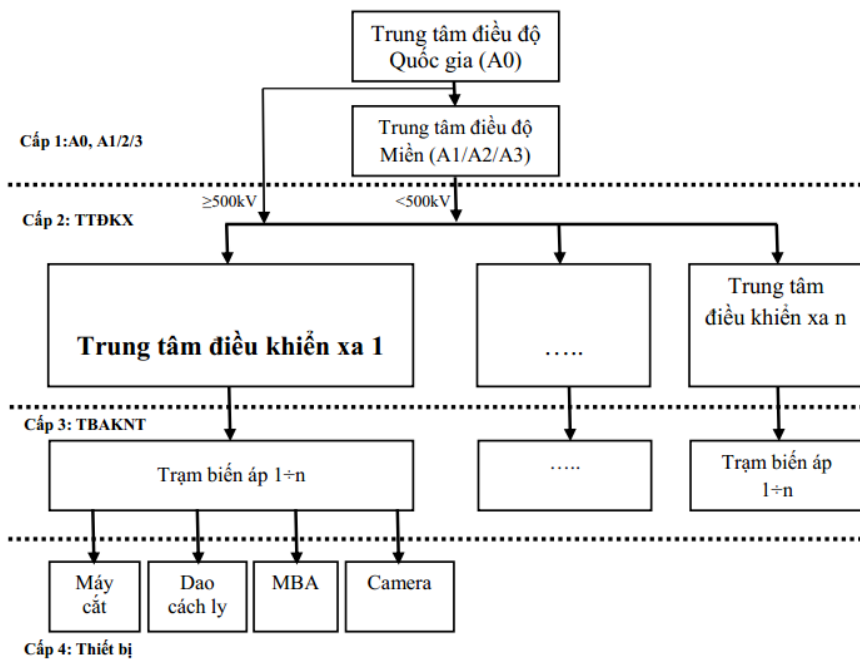
- Trạm biến áp vận hành khi không có nhân viên trực vận hành tại trạm;
- Điều khiển tại chỗ và từ xa tất cả các thiết bị trong trạm;
- Giám sát được trạng thái của tất cả các thiết bị điện, xây dựng, an ninh;
- Phù hợp với yêu cầu trước mắt và quy hoạch phát triển lâu dài của khu vực;
- Đảm bảo các yêu cầu xử lý kỹ thuật, an ninh trong trường hợp có xuất hiện bất thường

trong trạm;

- Trạm được trang bị hệ thống điều khiển tích hợp máy tính;
- Hệ thống thông tin liên lạc hoàn chỉnh;
- Thuận lợi cho việc quản lý vận hành trạm không người trực;
- Đáp ứng nhu cầu an toàn cung cấp điện khu vực, phải tránh tối đa việc ảnh hưởng của tác động con người từ bên ngoài và đáp ứng yêu cầu xử lý khi xuất hiện các vấn đề bất thường;
- Khả năng chuyển đổi các trạm không người trực cho các TTĐKX khác trong tương lai.

c. Giải pháp về quản lý vận hành

Trong phân cấp quản lý và điều hành giữa Trung tâm điều độ quốc gia (A0) đến các thiết bị thao tác trực tiếp tại Trạm biến áp không người trực có thể được minh họa như hình dưới đây [7]. Trung tâm điều khiển xa sẽ điều khiển theo lệnh của trung tâm điều độ miền (A1/A2/A3) đối với cấp 220kV và Trung tâm điều độ Quốc gia (A0) đối với cấp 500kV. Trung tâm điều khiển xa được phân cấp: cấp trên của các trạm biến áp và cấp dưới của các trung tâm điều độ:



Hình 1.2. Cấu trúc phân cấp điều khiển TĐKTX và các TBAKNT

1.1.4. Những thách thức khi xây dựng Trạm biến áp không người trực

Những ưu điểm mà trạm biến áp không người trực đã rõ ràng, tuy nhiên thì khi sử dụng trạm vẫn còn gặp phải một số khó khăn nhất định. Hệ thống điện lưới cao áp và siêu cao áp ở nước ta trải rộng, các trạm biến áp thường đặt cách xa nhau đây là một trong những yếu tố gây khó khăn làm ảnh hưởng tới khả năng phản ứng nhanh của các đội vận hành thao tác khi áp dụng trạm biến áp không người trực.

1.2. Các yêu cầu kỹ thuật của một Trạm biến áp không người trực trong tương lai

1.2.1. Thiết bị cảm biến và đo lường thông minh

Trong một trạm biến áp thông minh, các máy biến áp dụng cụ cơ điện sẽ được thay thế bằng máy biến áp dụng cụ quang học như máy biến dòng từ quang (MOCT) và biến áp điện áp sợi quang (FOVT).

1.2.2. Mạng và giao thức truyền thông

Trạm biến áp thông minh cần có mạng cục bộ tốc độ cao để liên kết tất cả các thiết bị bảo vệ và điều khiển cũng như các ứng dụng trong hệ thống. Mỗi trạm biến áp thông minh cần phải có một trạm kỹ thuật, giao diện người máy (HMI) và một máy chủ kết nối với trung tâm điều khiển xa thông qua bộ định tuyến.

1.2.3. Kiểm soát tự chủ và bảo vệ thích nghi

Một trạm biến áp thông minh phải có hệ thống điều khiển Phân tán (DCS) để phối hợp với tất cả các thiết bị điện tử thông minh (IED) nhằm cải thiện độ tin cậy và bảo mật của phân phối điện.

1.2.4. Quản lý trực quan dữ liệu

Trong một trạm biến áp thông minh, các ứng dụng giám sát và điều khiển phi tập trung sẽ có quyền truy cập vào hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu phân tán, nơi tất cả dữ liệu hệ thống điện được ghi lại và quản lý theo quản lý phân cấp. Sau đó, mỗi trạm biến áp có thể giao tiếp thông qua một mạng liên lạc tiên tiến với các trạm biến áp khác và với trung tâm điều khiển xa, bằng cách này cung cấp mọi dữ liệu theo thời gian thực về tình trạng hệ thống điện một cách tin cậy và trực quan nhất. Tất cả dữ liệu từ Rơ le bảo vệ, thiết

bị điều khiển, bộ ghi lỗi, khối PMU và đồng hồ thông minh phải được quản lý, chia sẻ và hiển thị một cách hiệu quả.

1.2.5. Giám sát và báo động

Trạm biến áp trong tương lai nên cung cấp cảnh báo cảnh báo cho người dùng được ủy quyền thông qua thiết bị di động cầm tay và các ứng dụng mạng nội bộ của công ty để nâng cao việc cảnh báo chủ động và giám sát tức thời.

1.2.6. Chẩn đoán và tiên lượng

Một trạm biến áp thông minh nên dựa vào các công nghệ kỹ thuật, các thuật toán điều khiển hiện đại giúp hỗ trợ việc chẩn đoán và tiên lượng nhanh các tình huống diễn biến trong quá trình vận hành trạm biến áp, đề ra các giải pháp giám sát tình trạng thiết bị và dự đoán phương pháp bảo trì để đạt được hiệu quả cao và tin cậy.

1.2.7. An ninh mạng

Trạm biến áp thông minh phải giải quyết vấn đề an ninh mạng trên cả hệ thống. Các hệ thống tự động hóa trạm biến áp phải tuân thủ các yêu cầu chính sau đây để đảm bảo tính an toàn: tính khả dụng (tránh từ chối dịch vụ), tính toàn vẹn (tránh sửa đổi trái phép), tính bảo mật (tránh tiết lộ), tính xác thực (tránh giả mạo), tính ủy quyền (tránh sử dụng trái phép và khả năng kiểm tra (tránh ẩn các cuộc tấn công). Ở cấp độ người tiêu dùng, nó phải tích hợp các thiết bị hỗ trợ các tính năng bảo mật sau: tài khoản người dùng cá nhân; kiểm soát truy cập dựa trên vai trò; chính sách mật khẩu được thực thi; quản lý phiên; theo dõi kiểm tra chi tiết ; kết nối

quản lý từ xa an toàn; tường lửa tích hợp; khả năng VPN tích hợp sẵn; hỗ trợ các giải pháp chống vi-rút và tắt các cổng và dịch vụ không sử dụng...

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Chương 1 đã trình bày tổng quan TTĐKX và TBAKNT; giới thiệu phương thức vận hành điều khiển xa từ trung tâm điều độ quốc gia A0 cho đến các thiết bị chấp hành tại trạm theo tiêu chuẩn quốc tế hiện nay; các khó khăn và thách thức đối với việc xây dựng hệ thống lưới điện thông minh hiện nay từ góc độ yêu cầu về tiêu chí xây dựng lẫn chỉ tiêu kỹ thuật. Từ đó, trong giới hạn của đề tài đã đề xuất hướng điều khiển và giám sát từ trung tâm điều khiển của TBAKNT tới thiết bị đầu cuối (cụ thể Rơ le kỹ thuật số SEL-751A) thông qua giao diện được thiết kế trên phần mềm Visual Studio và truyền thông tín hiệu qua mạng internet để hỗ trợ đường truyền tín hiệu cáp quang điện lực hiện nay.

TÌM HIỂU HỆ THỐNG SCADA VÀ THIẾT BỊ RƠ LE KỸ THUẬT SỐ SEL-751A

2.1. Tổng quan về tự động hóa trạm biến áp

2.1.1 Những yêu cầu kỹ thuật trong tự động hóa trạm biến áp

2.1.2 Những ưu điểm của tự động hóa trạm biến áp

- Ưu điểm về mặt thiết kế
- Ưu điểm về độ tin cậy
- Ưu điểm trong vận hành
- Ưu điểm trong công tác bảo dưỡng



2.2. Tìm hiểu về hệ thống giám sát SCADA/EMS

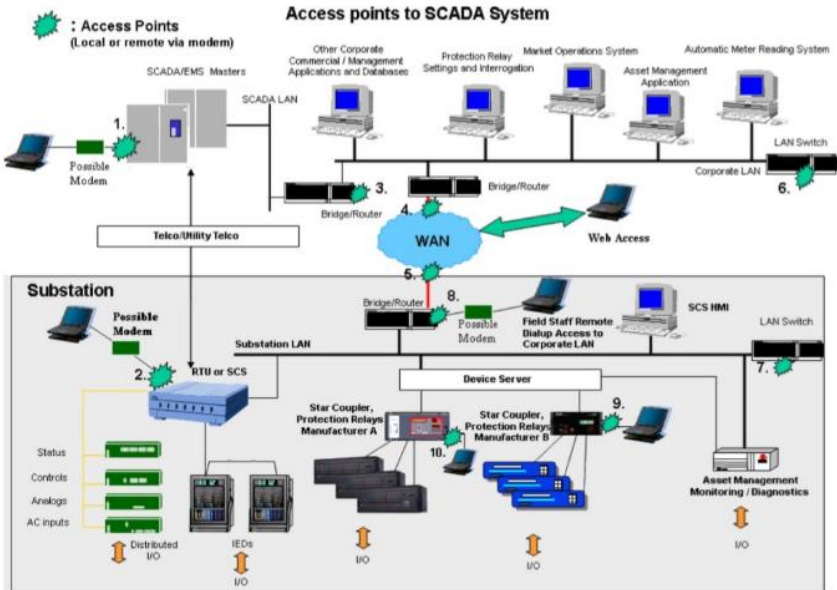
2.2.1. Thành phần cấu trúc cơ bản của SCADA

2.2.2. Khái niệm về EMS

2.2.3. Các dạng dữ liệu thu thập tại Trạm biến áp

2.2.4. Một số lệnh điều khiển tại Trạm biến áp

2.2.5. Một số cách hiển thị trên giao diện giám sát tại Trạm biến áp



Hình 2.2. Minh họa kiến trúc hệ thống SCADA/EMS

2.2.6. Phần cứng thiết bị đầu cuối RTU và Gateway

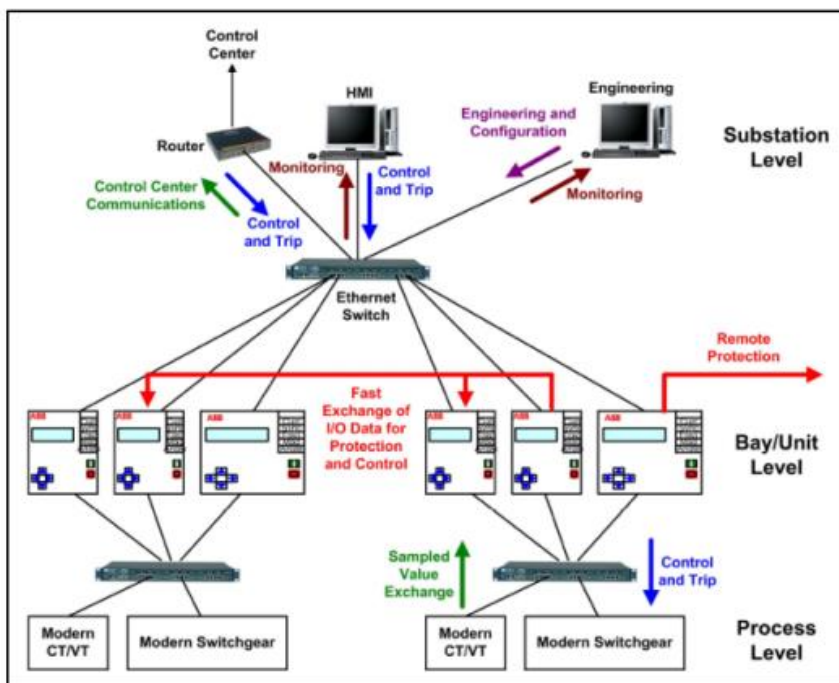
2.3. 2.3. Tiêu chuẩn IEC 61850 và thiết bị IED cho tự động hóa Trạm biến áp

2.3.1. Tiêu chuẩn IEC 61850

Tiêu chuẩn IEC 61850 là tiêu chuẩn truyền thông quốc tế mới cho các ứng dụng tự động hoá trạm.

Theo [8], [9] tiêu chuẩn IEC 61850 chia mạng lưới trạm biến áp thành ba cấp, trong đó được các dữ liệu được thông tin qua lại với nhau:

- Cấp trạm (Station Level)
- Cấp ngăn lộ (Bay Level)
- Cấp chấp hành (Process Level)

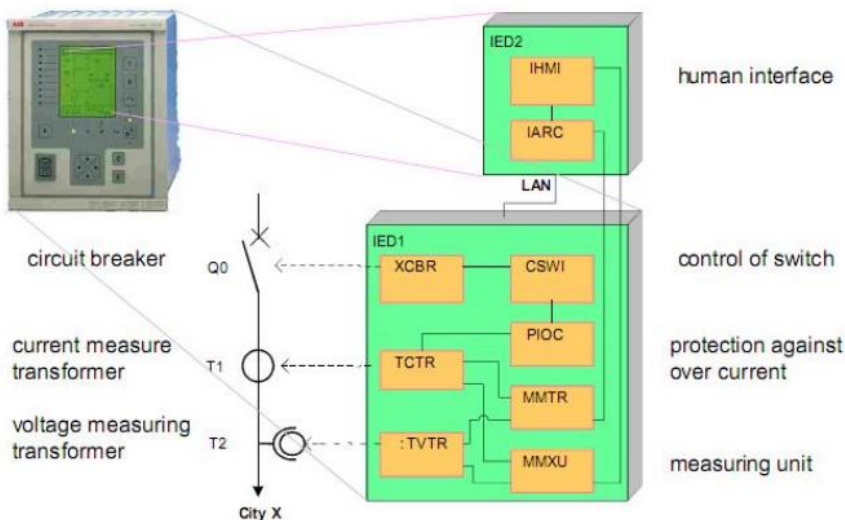


Hình 2.4. Cấu trúc liên kết tự động hóa trạm biến áp theo chuẩn IEC 61850

2.3.2. Khái niệm về Logical Nodes (LN)

Theo môi trường IEC 61850 được xây dựng dựa trên mô hình hướng đối tượng, nơi mà các khối bảo vệ, đo lường và điều

khiển... được chia thành các đơn vị nhỏ hơn được gọi là nút logic (LN) tương ứng với các chức năng bảo vệ, điều khiển, đo đạc và giám sát khác nhau cũng như các thành phần vật lý như dụng cụ đo đạc của máy biến áp và bộ ngắt mạch....

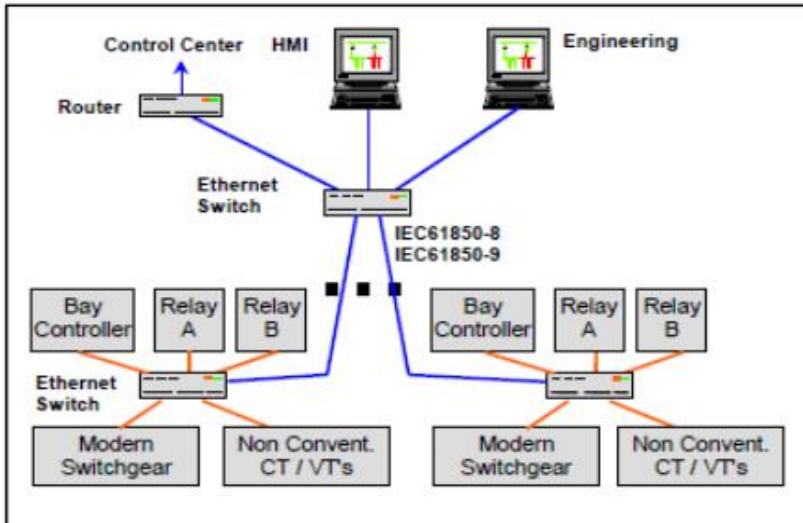


Hình 2.6. Mô tả chức năng của LN trong các IDE

2.3.3. Thiết bị thông minh IDE trong trạm biến áp

- Loại Rơ le cơ điện - Electromechanical Relays
- Loại Rơ le tĩnh điện - Static Relays
- Loại Rơ le số - Digital Relays
- Loại Rơ le kỹ thuật số - Numerical Relays.

2.3.4. Kiến trúc truyền thông tương lai trong trạm biến áp



Hình 2.7. Kiến trúc liên kết mở của trạm biến áp theo chuẩn IEC 61850

2.4. Giới thiệu chức năng chính của Rơ le kỹ thuật số SEL-751A



Hình 2.8. Hình ảnh của SEL-751A

2.4.1. Các chức năng chính của SEL-751A

2.4.2. Hướng dẫn cài đặt cơ bản SEL-751A

2.4.3. Thông số kỹ thuật cơ bản của SEL-751A

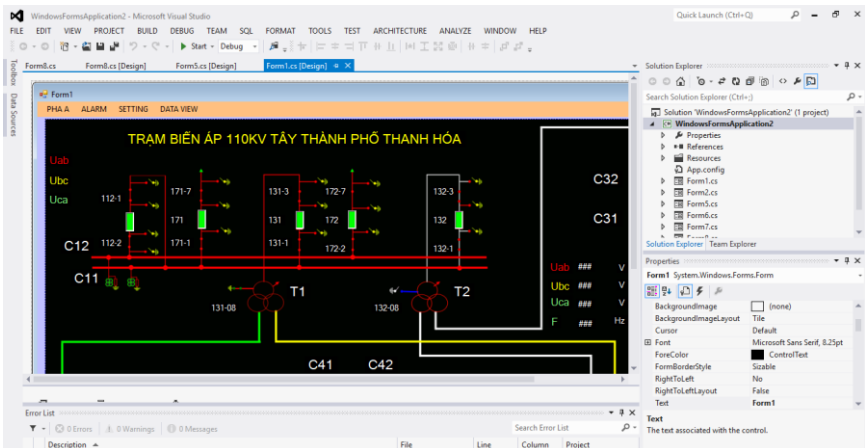
2.4.4 Các thành phần của SEL-751A

2.4.5 Phương thức truyền thông của SEL-751A

2.4.6 Một số thao tác mặt trước của SEL-751A

2.5. Giới thiệu phần mềm thiết kế giám sát Visual Studio

Visual Studio bao gồm một trình soạn thảo mã hỗ trợ IntelliSense cũng như cải tiến mã nguồn. Trình gỡ lỗi tích hợp hoạt động cả về trình gỡ lỗi mức độ mã nguồn và gỡ lỗi mức độ máy.



Hình 2.24. Giao diện thiết kế minh họa trên Visual Studio

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Chương này giới thiệu tổng thể về hệ thống SCADA bao gồm: cách thu thập dữ liệu, phương thức quản lý điều khiển, giám sát, các thiết bị, các RTU...; sơ lược về IEC 61850 ứng dụng trong truyền thông từ xa vận hành trạm biến áp không người trực. Đồng

thời tìm hiểu về phương thức điều khiển và thông số kỹ thuật của Rơ le kỹ thuật số SEL-751A [5] phục vụ cho việc điều khiển máy cắt từ xa thông qua giao diện thiết kế trên phần mềm Visual studio qua mạng Internet.

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT MÁY CẮT TỪ XA QUA MẠNG INTERNET THÔNG QUA RƠ LE LÝ THUẬT SỐ SEL-751A TRONG VẬN HÀNH TRẠM KHÔNG NGƯỜI TRỰC

3.1. Tổng quan về trạm biến áp 110kV Tây thành phố Thanh Hóa

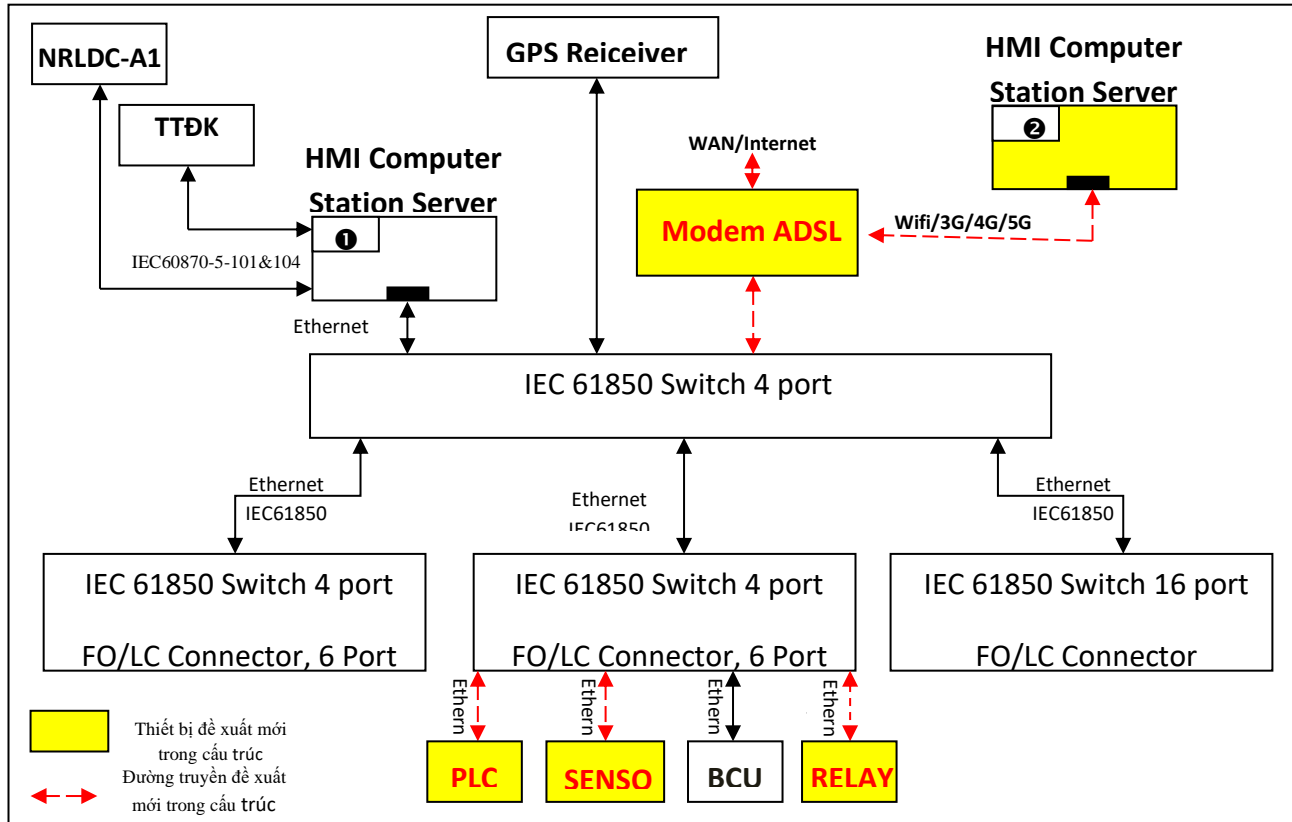
3.1.1. Sơ lược về trạm biến áp 110kV Tây thành phố Thanh Hóa

3.1.2. Giới thiệu giải pháp ghép nối Scada của trạm biến áp 110kV phía Tây thành phố Thanh Hóa hiện nay

3.2. Đề xuất giải pháp điều khiển giám sát hỗ trợ trạm biến áp 110kV Tây thành phố Thanh Hóa thông qua mạng internet

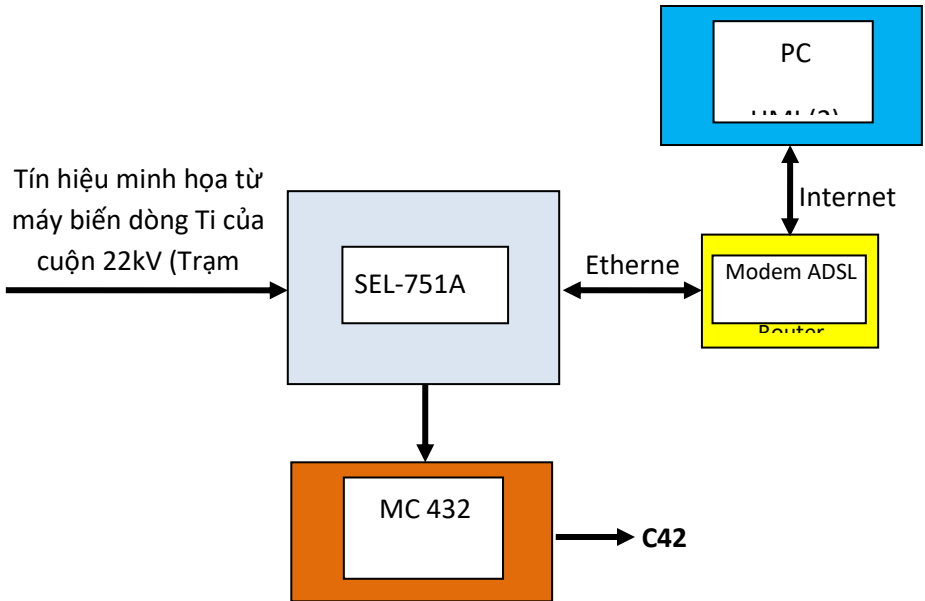
3.2.1. Đặt vấn đề

Xuất phát từ thực tế hiện nay, với các trạm không người trực nói chung và trạm 110kV – Tây thành phố Thanh Hóa nói riêng, bên cạnh việc sử dụng đường truyền tín hiệu là đường truyền cáp quang và các vấn đề điều khiển các thiết bị như: rơ le, IDE... cho một số tình huống ở cấp trạm đang bị “đóng băng” không có khả năng cải tiến hoặc mở rộng các ứng dụng như: phát hiện các sự cố của MBA (qua tiếng ồn âm thanh hoặc nhiệt độ vỏ máy biến áp), phát hiện sự cố tại các môi nối, cầu dao, dao cách ly... (qua nhiệt độ), phát hiện rạn nứt trên bề mặt các xử cách điện (qua hình ảnh camera)... Vì vậy, trong vận hành trạm không người trực tại cấp trạm luôn mong muốn đưa thêm các giải pháp điều khiển giám sát hỗ trợ vào việc quản lý và vận hành các trạm. Từ thực tế đó, nội dung luận văn đề xuất cấu trúc điều khiển và giám sát hỗ trợ trạm biến áp 110kV – Tây thành phố Thanh Hóa qua mạng internet như sau:

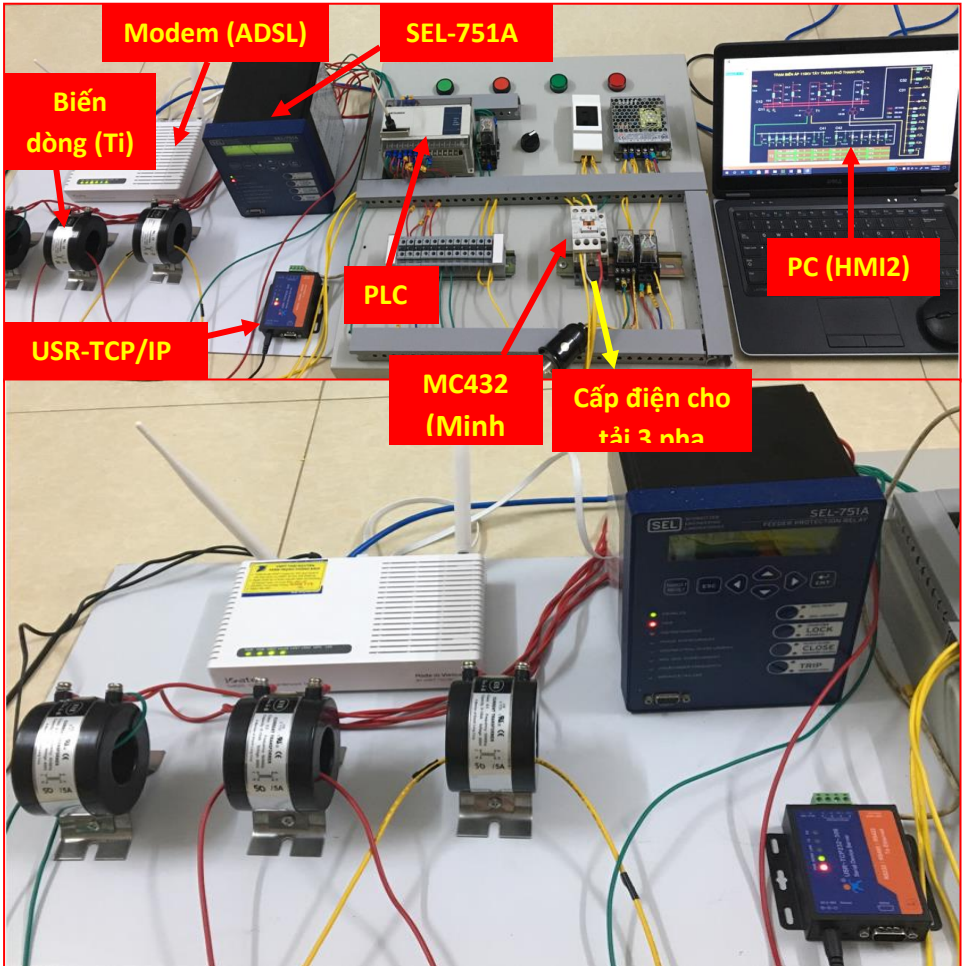


Hình 3.5 Cấu trúc điều khiển giám sát hỗ trợ đề xuất mới cho trạm biến áp 110kV – Tây thành phố Thanh Hóa

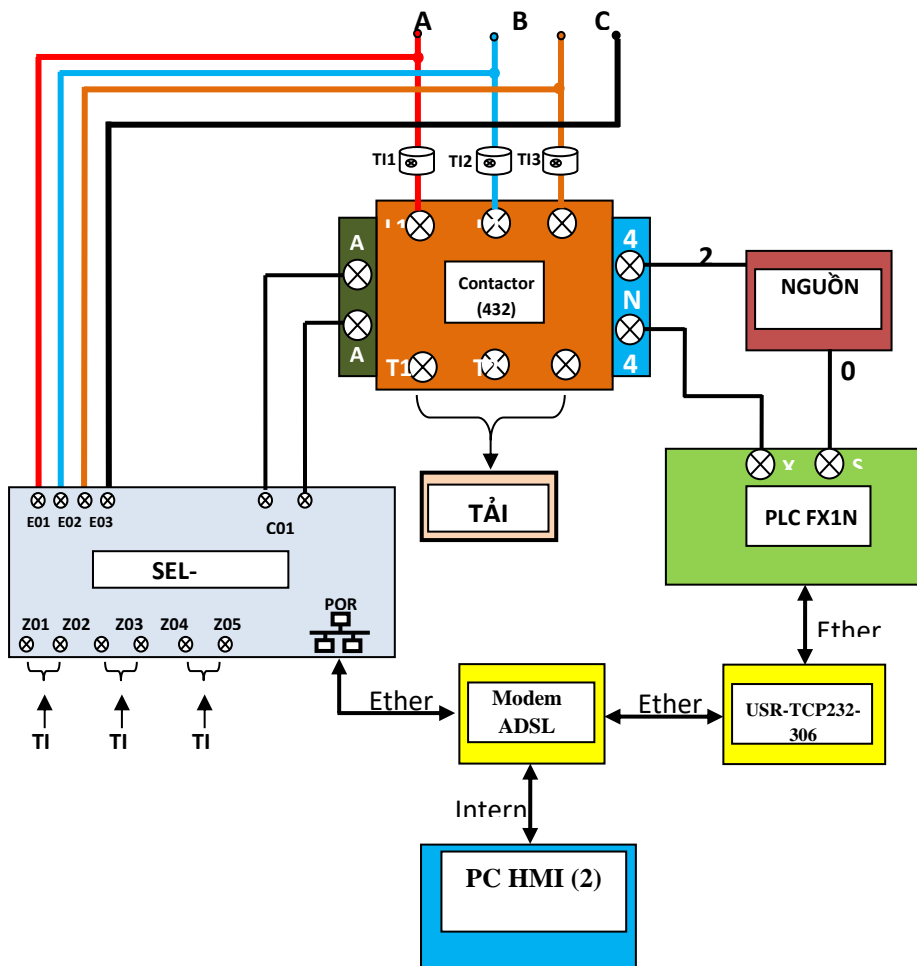
3.2.2. Xây dựng mô hình minh họa cho giải pháp đề xuất



Hình 3.7 Minh họa cấu trúc điều khiển và giám sát vận hành máy cắt 432 sử dụng rơ le số SEL-751A



Hình 3.8 Hình ảnh mô hình điều khiển và giám sát vận hành máy cắt 432 (minh họa) sử dụng rơ le số SEL-751A



Hình 3.9 Sơ đồ mạch điện của mô hình vận hành máy cắt 432 (minh họa) sử dụng rơ le số SEL-751A

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Chương 3 đã giới thiệu tổng quan về trạm biến áp 110kV Tây thành phố Thanh Hóa với các sơ đồ đấu nối chính của trạm, sơ bảo vệ và cấu trúc điều khiển Scada của trạm. Đồng thời đề xuất cấu trúc điều khiển giám sát hỗ trợ vận hành trạm qua đường truyền internet có thể cho phép vận hành song song. Bên cạnh đó thiết kế giao diện và xây dựng mô hình minh họa cho việc điều khiển máy cắt 432 bảo vệ dự phòng cho cuộn dây 22kV của trạm sử dụng rơ le số SEL-751A và phần mềm giám sát Visual Studio.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Luận văn đã thực hiện được các nội dung sau:

Đã khái quát được về trạm biến áp không người trực nói chung và phân tích cấu trúc truyền thông dữ liệu trong trạm biến áp 110kV Tây thành phố Thanh Hóa. Đã đề xuất được cấu trúc truyền thông tín hiệu trong điều khiển và giám sát thiết bị đầu cuối trong trạm không người trực và điều khiển xa qua mạng internet.

Đã thiết kế được giao diện giám sát trạm không người trực qua phần mềm Visual studio để hỗ trợ vận hành các thiết bị đầu cuối trong trạm không người trực.

Đã xây dựng được mô hình kiểm chứng minh họa cho cấu trúc điều khiển và giám sát qua mạng internet cho đề xuất ở trên.

2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu các giải pháp bảo mật cho việc phối hợp truyền thông tín hiệu giữa đường truyền internet và mạng cáp quang điện lực trong vận hành trạm biến áp không người trực.