

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN, GIÁM SÁT VÀ THU THẬP DỮ LIỆU SCADA CHO TRẠM PHÂN PHỐI ĐIỆN

Đào Huy Du

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - DH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Trong truyền tải điện, yếu tố quyết định chính đến chất lượng và hiệu suất việc truyền tải, phân phối điện năng là các trạm biến áp. Hiện nay, nếu cần thông tin về trạm biến áp thì đa số vẫn sử dụng công cụ truyền thống là ghi chép, báo cáo các thông số kỹ thuật bằng tay, nên đôi khi chưa đáp ứng được các yêu cầu kịp thời, khách quan, chính xác, và cần đòi hỏi có nhân viên vận hành trực 24/7. Để đảm bảo độ chính xác thông tin về trạm mà không phụ thuộc vào con người nên nhóm tác giả đã nghiên cứu, thiết kế hệ thống SCADA nhằm mục đích thu thập thông tin dữ liệu và điều khiển trạm biến áp hoàn toàn tự động. Bài báo này đề xuất thiết bị đo đếm theo dõi các thiết bị, các thông số vận hành tại các trạm biến áp. Điều đó sẽ giúp nhiều cho việc quản lý, giám sát cũng như vận hành trạm một cách nhanh chóng và an toàn. Bài báo đưa ra được minh chứng qua việc thiết kế xây dựng mô hình thực nghiệm từ điều khiển trạm biến áp

Từ khóa: SCADA; giám sát, điều khiển; trạm phân phối; trạm biến áp

ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, việc sử dụng các hệ thống tự động thu thập điều khiển và cảnh báo trong hệ thống điện là rất cần thiết. Qua đó nâng cao chất lượng hệ thống và giảm được số nhân công phục vụ cho trạm. Bài báo đưa ra việc nghiên cứu lựa chọn giải pháp xây dựng trạm biến áp không người trực sử dụng trong tự động hóa hệ thống lưới điện phân phối và tăng độ ổn định cung cấp điện dựa trên công nghệ hiện đại. Bên cạnh đó, các giải pháp phần mềm cũng như phần cứng cũng được cung cấp đầy đủ để làm cơ sở xây dựng hệ thống tự động hóa SCADA cho các trạm. Khi hệ thống SCADA được áp dụng vào thực tiễn sẽ góp phần từng bước hiện đại hóa hệ thống điện, nâng cao năng suất, giảm thiểu thời gian mất điện, giải phóng sức lao động.

Hơn nữa khi xảy ra sự cố trong trạm biến áp (TBA) quá trình nhận dạng, phát hiện, cách ly và xác định chính xác tình trạng sự cố càng nhanh sẽ càng có lợi, giúp cho việc khôi phục lại chế độ làm việc bình thường của hệ thống điện, giảm thiệt hại về kinh tế và nâng cao được độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ [1], [2]. Trong bài báo này, tác giả xây dựng một mô hình thu nhỏ của trạm điện phân phối để điều khiển, giám sát và thu thập

dữ liệu từ trạm. Thông tin được truyền tải qua hệ thống mạng cục bộ (LAN), giao diện HMI xây dựng trên nền tảng phần mềm WinCC của hãng Siemens giúp cung cấp những thông tin cơ bản như: công suất tiêu thụ, năng lượng sử dụng, tình trạng các thiết bị, ... của TBA, và thao tác điều khiển trạm một cách có hiệu quả.

CƠ SỞ VỀ SCADA

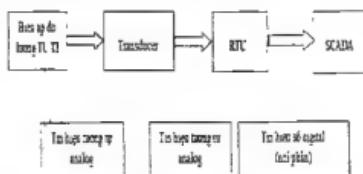
Xét một cách tổng quát, một hệ SCADA bao gồm các chức năng liệt kê dưới đây (sơ đồ khối hệ thống được thể hiện trên hình 1):

Phần cứng: Thiết bị thu thập dữ liệu: PLC, RTU, PC, I/O, các đầu đo thông minh. **Hệ thống truyền thông:** Mang truyền thông, các bộ dồn kênh/phân kênh, Modem, các bộ thu phát. **Trạm quản lý dữ liệu:** Máy chủ (PC, Workstation), các bộ tập trung dữ liệu (Data concentrator, PLC, PC). **Trạm vận hành (Operator Station).**

Phần mềm: Phần mềm chuyên dụng (ví dụ FIX, InTouch, WinCC, Lookout, ..). Phần mềm phổ thông (Access, Excel, Visual Basic, Delphi, JBuilder, ..). Cơ sở dữ liệu quá trình. Hệ thống cảnh báo, báo động Lập báo cáo tự động.

Các thiết bị chủ có chức năng giám sát: Thiết bị chủ của hệ thống giám sát là hạt nhân của hệ thống này. Tất cả các thao tác đối với RTU do người điều hành thực hiện đều thông qua

thiết bị này và được các RTU báo cáo lại cho nó. Theo thiết kế, với việc sử dụng các RTU và transducer, hệ thống SCADA thu thập các loại tín hiệu đo lường như sau: Tần số (F), điện áp (U), công suất hữu công (P), công suất vô công (Q), chỉ thị bộ đổi nắc mở biến áp. Giá trị dòng điện (I) được tính toán dựa trên các số liệu P, Q, U thu thập.



Hình 1. Thu thập dữ liệu trong hệ SCADA

Đầu ra của các biến áp đo lường cung cấp các giá trị dòng/áp thứ cấp theo từng pha của thiết bị điện. Tầm vực của các giá trị này tùy thuộc vào phần thứ cấp của ti số biến dòng/áp nhưng thông thường là đến 1A hoặc 5A (đối với TI) và đến 100V, 110V hoặc 120V (đối với TU). Transducer có nhiệm vụ chuyển đổi các giá trị dòng/áp trên thành giá trị dòng phù hợp với ngưỡng vào của card analog trên RTU. Tầm vực của giá trị dòng chuyển đổi này là đến +10 mA hoặc +12mA. Nhờ vào sự trợ giúp của bộ chuyển đổi tương tự/số (A/D converter), RTU sẽ chuyển các giá trị dòng từ dạng tương tự (analog) thành dạng số (digital) với tầm vực xác định bằng 15 + 1(bit đầu), tương ứng là -32767 đến 32767 (tính theo giá trị thập phân). Giá trị này sẽ được chuyển về hệ thống SCADA qua khung truyền của giao thức truyền thông IEC 875-5-101. SCADA thực hiện việc chuyển đổi giá trị trên thành giá trị kỹ thuật tương ứng thực tế vận hành của thiết bị để hiển thị và lưu trữ. Tầm vực của giá trị chuyển đổi được xác định vào phần sơ cấp của ti số biến dòng/áp.

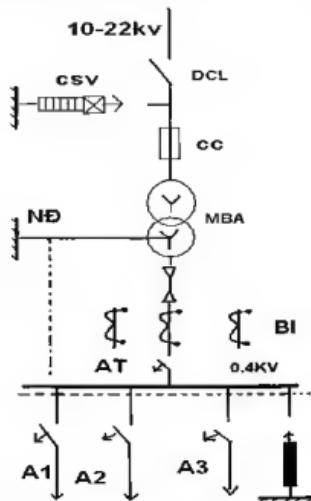
Cơ chế thu thập dữ liệu từng loại tín hiệu cụ thể được thực hiện như sau: Đối với tín hiệu đo lường P,Q: Sử dụng loại transducer Triad T22 là loại transducer có khả năng lập trình để tính toán và xuất ra 2 tín hiệu P và Q tổng dựa trên đầu vào là 3 pha áp (A, B, C) và 2

pha dòng (A,C) lấy từ TU và TI; Đối với tín hiệu đo lường U: Sử dụng loại transducer

Triad T11 là loại transducer không lập trình phù hợp với điện áp thứ cấp của TU (100V, 110V, 120V) với đầu là 2 pha áp (A, B); Đối với tín hiệu đo lường F: Sử dụng loại transducer Triad T11 là loại transducer không lập trình phối hợp với điện áp thứ cấp của TU (100V, 110V, 120V) với đầu vào là 2 pha áp (A, B).

CÁC THIẾT BỊ TRONG TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI

Trạm điện phân phối được mô tả trên hình 2, bao gồm các thành phần cơ bản như: máy biến áp, các thiết bị đóng cắt (Dao cách ly và dao tiếp địa, Máy cắt, nồi đất, chống sét), Các thiết bị đo lường trên trạm (Máy biến áp, máy biến dòng đo lường).



Hình 2. Sơ đồ trạm điện phân phối hạ áp

Máy biến áp:

Máy biến áp (MBA) là phần tử chính trong hệ thống cung cấp điện. MBA có nhiệm vụ biến đổi điện áp từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác.

Các thiết bị đóng cắt:

- Dao cách ly và dao tiếp địa: Dao cách ly (DCL) là thiết bị điện dùng để đóng cắt mạch điện mà khi cắt sẽ cách ly mạch điện và tạo

khoảng cách có thể nhìn thấy được. DCL có thể đóng cắt dòng điện dung của đường dây hoặc cắt không tải của MBA. DCL thường đặt trước thiết bị bảo vệ như máy cắt, cầu chi.

Đao tiếp địa (DTD) được dùng để nối đất và ngắn mạch các thành phần thứ tự không của mạng điện trong trạm. DTD thường đi kèm DCL, khi dao cách ly mở, dao tiếp địa liên động, nối phần mạch cách ly để phỏng điện áp dư còn tồn tại trong mạch cắt đảm bảo an toàn.

Để thực hiện tự động hóa TBA thì yêu cầu DCL và DTD phải được truyền động điều khiển bằng động cơ điện để có thể thực hiện được các lệnh điều khiển từ xa.

- **Máy cắt:** Máy cắt (MC) dùng để đóng cắt cả dòng phụ tải lẫn dòng ngắn mạch. Yêu cầu phải cắt nhanh, khi đóng cắt không gây nổ, cháy, kích thước gọn nhẹ... Có thể phân ra thành: Máy cắt điện tử; Máy cắt sinh khí; Máy cắt dầu; Máy cắt không khí; Máy cắt chân không; Máy cắt hợp bộ hay Máy cắt rời.

- **Nối đất:** Nối đất là biện pháp an toàn trong hệ thống cung cấp điện. Dòng ngắn mạch xuất hiện do cách điện của thiết bị điện với vỏ bị hư hỏng sẽ chạy qua vỏ thiết bị theo dây dẫn nối xuống đất. Có ba loại nối đất: nối đất an toàn; nối đất làm việc; nối đất chống sét.

- **Chống sét:** Là khí cụ dùng để bảo vệ các thiết bị điện, tránh được các h้อง hóc cách điện do quá điện áp cao từ khí quyển (thường do sét) tác động vào.

Các thiết bị đo lường tại trạm:

- **Máy biến áp đo lường:** Máy biến áp đo lường (TU) làm nhiệm vụ biến đổi điện áp cao xuống điện áp thấp (thường là 100V) cung cấp cho các thiết bị đo lường, bảo vệ Role và Tự động hóa. Phía thứ cấp phải được nối đất, các dụng cụ thứ cấp được tách khỏi mạch điện cao áp nên rất an toàn. Có thể coi TU làm việc ở chế độ không tải.

- **Máy biến dòng đo lường:** Máy biến dòng điện (TI) dùng để biến đổi dòng từ trị số lớn hơn xuống trị số thích hợp (thường là 5A) với

các dụng cụ đo, Role, tự động hóa. Cuộn sơ cấp có ít vòng, cuộn thứ cấp có số vòng nhiều hơn và được nối đất. TI làm việc ở trạng thái ngắn mạch.

XÂY DỰNG HỆ THỐNG SCADA CHO TRẠM ĐIỆN PHÂN PHỐI

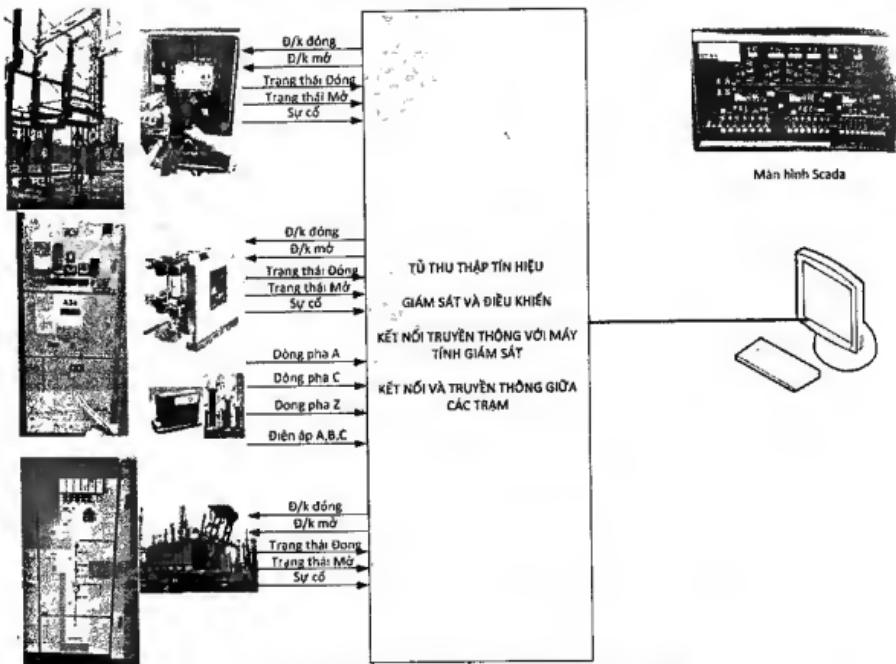
Yêu cầu đề ra đối với thiết kế hệ thống SCADA

- Giám sát trạng thái & điều khiển các thiết bị trong trạm: Đóng, mở, sự cố.
- Giám sát các thông số vận hành trong trạm: dòng điện, điện áp, công suất, năng lượng.
- Hệ thống cho phép lưu trữ các thông số lịch sử sự cố theo thời gian thực.
- Giao diện SCADA phải đơn giản, dễ sử dụng, thân thiện với người sử dụng, bền vững, khó gây lỗi.

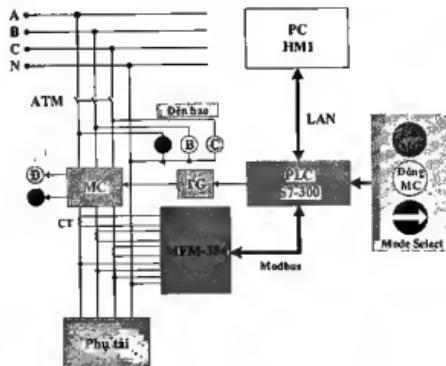
Thi công tủ SCADA cho trạm điện

Từ những phân tích trên đây, nhằm phục vụ cho việc phát triển hệ thống điều khiển giám sát SCADA cho các trạm điện phân phối, tác giả đã tiến hành thiết kế, thi công một tủ điều khiển – giám sát cho trạm điện. Tuy nhiên, để minh họa được đầy đủ các phần tử và chức năng trong một trạm điện phân phối yêu cầu phải có rất nhiều trang thiết bị, đặc biệt là Máy biến áp và các thiết bị đóng cắt, bảo vệ,... cho trạm. Trong nghiên cứu này, nhóm đã thực hiện xây dựng một mô hình thu nhỏ thực hiện được các chức năng của trạm điện nhằm mục đích minh họa khả năng của hệ thống SCADA trong việc điều khiển và giám sát cho các trạm điện phân phối, hệ thống được thể hiện trên hình 3. Sơ đồ nguyên lý của trạm điện phân phối được thể hiện trên hình 4.

Tủ có khả năng thu thập các thông số trạng thái của trạm như: dòng điện, điện áp, công suất, năng lượng, cosφ, tần số, .. Các tín hiệu sau đó được hiện thị trên màn hình của tủ và máy tính. Các thao tác điều khiển đóng/cắt cho máy cắt cũng có thể được thực hiện tại chỗ hoặc từ xa.

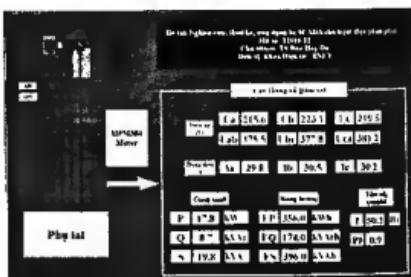


Hình 3. Sơ đồ một hệ thống SCADA cho trạm điện



**Hình 4. Sơ đồ nguyên lý tủ điều khiển - giám sát
trạm phân phối**

Ứng dụng đồng hồ đo đa năng MFM384-C, PLC S7-1200 và phần mềm WinCC, sau khi lập trình và đưa phụ tải vào ta được kết quả như sau: Các kết quả thể hiện cụ thể trên hình 5, điện áp đo được trên các pha lần lượt là 215,6V, 223,1V và 219,5V, dòng điện tương



Hình 5. Giao diện điều khiển khi tram làm việc

ứng là 29,8A, 30,5 A và 30,2. Công suất tiêu thụ 17,8kW tần số làm việc 50,2Hz và hệ số công suất là 0,9. Như vậy hệ thống điều khiển giám sát cho trạm điện phân phối đã thể hiện được có thể điều khiển tại chỗ và có thể truyền thông để điều khiển từ xa. **Lưu ý:** Khi

trạm chưa làm việc (Máy cắt mờ) trạng thái của các phần tử mang điện (máy cắt, đường dây, phụ tải) đều có màu đen. Khi trạm làm việc (Máy cắt được đóng), trạng thái các phần tử mang điện được thể hiện bởi màu đỏ. Các thông số giám sát của trạm được hiển thị trên màn hình lần lượt là: dòng điện, điện áp, công suất (P, Q, S), năng lượng, tần số và hệ số công suất.

KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích, cấu trúc, hoạt động của trạm phân phối từ đó xây dựng được mô hình từ SCADA giám sát trạm điện, lập trình điều khiển, xử lý tín hiệu cho PLC, lập trình giao diện giám sát, vận hành trạm điện. Các thiết bị sử dụng cho trạm phân phối có thể điều khiển tại chỗ hoặc từ xa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Bách (2000), *Lưới điện và hệ thống điện*, Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Hoàng Minh Sơn (2006), *Mạng truyền thông công nghiệp*, Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Nguyễn Doãn Phước (2007), *Lý thuyết điều khiển tuyến tính*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
- Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, Vũ Văn Hà (2002), *Tư đồng hóa với Simatic S7-300*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- Tập đoàn Điện lực Việt Nam, EVN (11/2015), văn bản số 4725/EVN-KTSX, *Về việc định hướng phát triển Trung tâm điều khiển xa và TBA không người trực*.
- James Northcote – Green Robert Wilson (2007), *Control and automation of electrical power distribution systems*.
- Juri Murakami, Hirofumi Kimoto, Manabu Ono, Kuniyoshi Kasahara, Yasushi Hayasaka and Yabsuhide Ueno (2013), *Development of New SCADA system for 500kV Substations*.
- European Commission, M/490 EN (2011), *Smart Grid Mandate, Standardization Mandate to European Standardization Organizations (ESOs) to support European Smart Grid deployment*.

SUMMARY

DESIGN OF A SYSTEM FOR CONTROLLING, MONITORING AND ACQUIRING THE DATA OF THE ELECTRIC DISTRIBUTION STATIONS

Đào Huy Du*
University of Technology - TNU

In electric transmission, transformer stations play an important role, and influence to the quality and efficiency of the transmission. Nowadays, the technical data and information are transferred to the transformer stations by traditional methods like reports or hard copies, therefore it is not convenient, and it requires operators working 24/7. Based on these issues, this paper proposes to design a SCADA system for acquiring and monitoring data automatically. The SCADA system will monitoring the states, and operating parameters of the devices in transformer stations, based on that operators can work efficiently, fastly, and safely. This proposed solution is firstly designed theoretically, and then demonstrated via experimental setup.

Keywords: SCADA, Electric System, Distribution Station, Low voltage station.