

SIMULATION OF THE SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION OF THE LOW VOLTAGE POWER GRID BY USING WINCC SOFTWARE

Ha Thi Thinh*, Phi Van Hung

Nam Dinh University of Technology Education

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 31/12/2021 Revised: 26/5/2022 Published: 27/5/2022	The monitoring of the working status and fault reporting of the power feeders is a routine task of the transmission and distribution power system. Equipping knowledge about operation, monitoring and control of power supply systems that is in accordance with reality is a fundamental requirement for electric students. Currently, facilities and models equipped for teaching and learning electrical subjects in colleges and universities are still insufficient due to the high cost of equipment for operating simulation, control and automation in the power system. The article focuses on the simulation of the control, monitoring and data collection system of the low voltage distribution grid by using winCC software applied in teaching the related practical subjects. The goal is to help students access the SCADA system, thereby improving their practical knowledge. The simulation content comprehensively includes the monitoring and control features of the SCADA. The operator can easily monitor the operation status of the low voltage distribution grid.
KEYWORDS	
SCADA WinCC Low voltage distribution grid Supervisory Control and Data acquisition Simulation of the power grid	

MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN, GIÁM SÁT, THU THẬP DỮ LIỆU CỦA LƯỚI ĐIỆN HẠ THỂ BẰNG PHẦN MỀM WINCC

Hà Thị Thinh*, Phi Văn Hùng

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 31/12/2021 Ngày hoàn thiện: 26/5/2022 Ngày đăng: 27/5/2022	Việc giám sát trạng thái làm việc và báo sự cố đường dây cung cấp điện là công việc thường xuyên của hệ thống truyền tải và phân phối điện năng. Trang bị các kiến thức về vận hành, giám sát và điều khiển hệ thống cung cấp điện phù hợp với thực tế là điều kiện cần thiết đối với các sinh viên ngành điện. Hiện nay, các thiết bị, mô hình trang bị cho việc giảng dạy và học tập các môn học về hệ thống điện trong các trường cao đẳng và đại học còn đang thiếu do giá thành các thiết bị phục vụ cho mô phỏng, vận hành điều khiển và tự động hóa trong hệ thống điện còn đắt tiền. Bài báo tập trung mô phỏng hệ thống điều khiển, giám sát, thu thập dữ liệu của lưới điện hạ thế bằng phần mềm WinCC ứng dụng trong giảng dạy các học phần thực hành có liên quan. Mục tiêu là giúp sinh viên tiếp cận với hệ thống SCADA, từ đó nâng cao các kiến thức thực tế công việc. Nội dung mô phỏng có giao diện đầy đủ các tính năng giám sát, điều khiển chính mà một hệ thống SCADA lưới hạ thế phải đảm nhận. Người vận hành dễ dàng theo dõi tình trạng vận hành của lưới điện qua giao diện lưới hạ thế ba pha.
TỪ KHÓA	
SCADA WinCC Lưới điện phân phối Điều khiển giám sát Mô phỏng lưới điện hạ thế	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5411>

* Corresponding author. Email: hathinh.nute@gmail.com

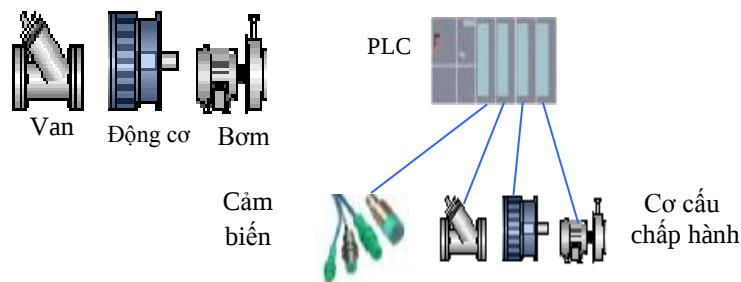
1. Đặt vấn đề

Hệ thống điều khiển, giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) ngày càng phát triển và được ứng dụng trong nhiều ngành nghề, nhất là trong hệ thống điện và trong sản xuất công nghiệp. Hệ thống SCADA có khả năng giám sát quản lý chất lượng nguồn điện và công suất tiêu thụ điện tại cơ quan, tòa nhà, nhà máy, xí nghiệp hiệu quả nhất để giảm chi phí, tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu quả cho doanh nghiệp trong hoạt động kinh doanh [1], [2]. Tuy nhiên, sinh viên các trường đại học, cao đẳng và trung cấp chưa được tiếp cận với hệ thống SCADA hoặc tiếp cận ở trạng thái quan sát vì các cơ sở đào tạo chưa được đầu tư nhiều hệ thống thực hoặc mô hình thực tập. Đáp ứng nhu cầu tiếp cận hệ thống SCADA, nhóm tác giả đã mô phỏng hệ thống này bằng phần mềm WinCC nhằm giúp cho các đối tượng cần quan tâm có thể gián tiếp tiếp cận hệ thống này [3]. Mô hình mô phỏng có giao diện đầy đủ các tính năng giám sát, điều khiển chính mà một hệ thống SCADA lưới hạ thế phải đảm nhận [4],[5]. Các thông số chính của hệ thống cung cấp điện được hiển thị trên màn hình giao diện, các sự cố được ghi nhận theo thời gian thực. Màn hình giao diện phù hợp với hệ thống SCADA trong thực tế vận hành [6].

2. Nghiên cứu mô phỏng hệ thống điều khiển, giám sát, thu thập dữ liệu của lưới điện hạ thế bằng phần mềm WinCC

2.1. Giới thiệu về phần mềm tạo giao diện và điều khiển WinCC

WinCC là một phần mềm của hãng Siemens cung cấp, phần mềm này cho phép người sử dụng thiết kế giao diện, tạo kết nối, điều khiển giữa PLC với máy tính hoặc các thiết bị điều khiển khác như màn hình lập trình hay màn hình cảm ứng. Phần mềm này có thể trao đổi dữ liệu trực tiếp với nhiều loại PLC của các hãng khác nhau như Siemens, Mitsubishi, Allen Bradley..., nhưng đặc biệt truyền thông rất tốt với PLC của hãng Siemens. WinCC được cài đặt trên máy tính và giao tiếp với PLC thông qua cổng COM1 hoặc COM2 (chuẩn RS-232) của máy tính. Do đó, cần phải có một bộ chuyển đổi từ chuẩn RS-232 sang chuẩn RS-485 của PLC. Mô hình kết nối PLC thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Kết nối thiết bị với PLC

Hiện nay, WinCC có rất nhiều phiên bản như WinCC 4.02, WinCC 5.0, WinCC 6.0. Trong bài báo này sử dụng WinCC 6.0 do phần mềm này chạy được với tất cả các hệ điều hành, đồng thời có nhiều thư viện chương trình.

2.2. Xây dựng lưu đồ giải thuật

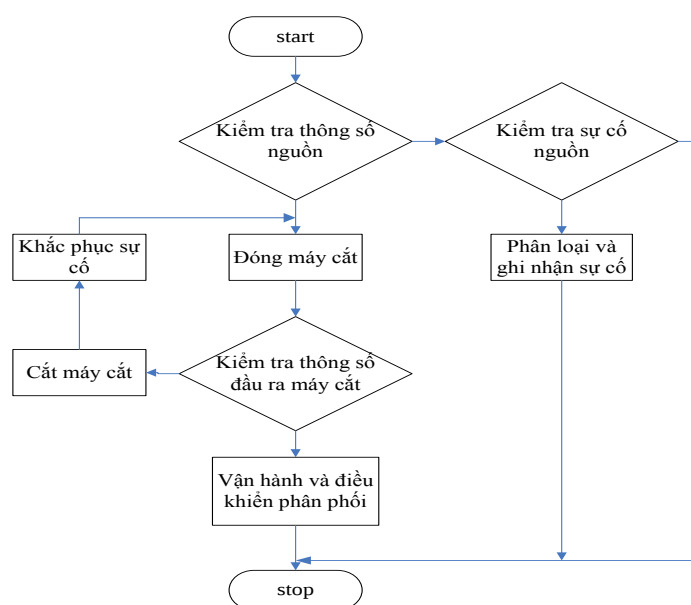
Bài báo giả thiết mô phỏng hệ thống SCADA của hệ thống cung cấp điện cho một xí nghiệp sản xuất công nghiệp. Hệ thống điều khiển, giám sát và thu thập dữ liệu các tủ điện hạ thế bao gồm: tủ đóng cắt tổng, tủ đo lường, tủ phân phối và tủ bù công suất. Hoạt động của hệ thống như sau:

- Khi ấn nút start hệ thống bắt đầu làm việc, đồng thời lúc đó tủ thiết bị phân phối hạ áp được cấp điện, hệ thống đèn báo pha hoạt động, các thông số đo được báo về màn hình hiển thị gồm có: Dòng điện của các pha đầu vào; hiệu điện thế giữa pha với pha và pha với đất.

- Các thông số đo khi đạt yêu cầu đóng máy cắt cấp nguồn cho tủ thiết bị, nếu thông số chưa đảm bảo yêu cầu về điện áp, dòng điện và hệ thống đèn báo pha không hoạt động thì sẽ dừng làm việc, tủ thiết bị được kiểm tra và khắc phục sự cố đến khi đạt yêu cầu.

- Khi máy cắt đã được đóng, hệ thống đèn báo pha tủ thiết bị hoạt động, đồng thời các thông số đo được sau khi đóng máy cắt được hiển thị trên màn hình, các thông số được đo kiểm khi đạt yêu cầu mới tiếp tục thực hiện công việc tiếp theo, nếu chưa đạt yêu cầu sẽ cắt máy cắt khắc phục sự cố.

Căn cứ hoạt động của hệ thống, thiết kế được lưu đồ giải thuật như hình 2.



Hình 2. Lưu đồ giải thuật chính

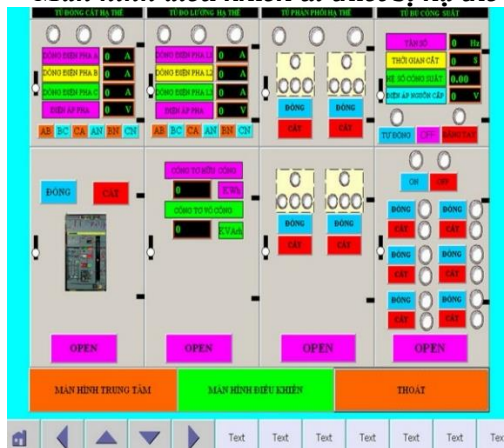
2.3. Mô phỏng hệ thống làm việc trên phần mềm WinCC

Bài viết xây dựng mô hình bao gồm một tủ đóng cắt hạ thế tổng, một tủ đo lường, một tủ phân phối và một tủ bù công suất phản kháng. Hệ thống tủ điện trên cung cấp cho 04 lộ ra phụ tải nối với tủ phân phối như giao diện thể hiện trên hình 6. Điều khiển đóng cắt tủ máy cắt tổng và các lộ ra phụ tải được thực hiện tại chỗ (bằng nút bấm) và thực hiện từ xa (qua giao diện màn hình máy tính). Mô hình sử dụng bộ điều khiển logic khả trình PLC S7-300 kết nối với tủ điện, đồng thời kết nối với máy tính để thực hiện công tác điều khiển, giám sát và thu thập dữ liệu. Các tín hiệu thu thập được sẽ hiển thị trên màn hình giao diện của phần mềm WinCC.

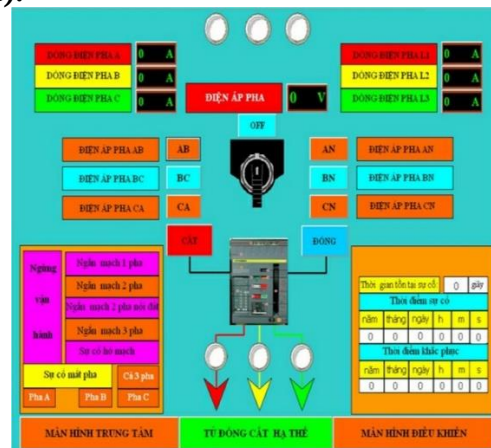
Các tín hiệu đầu vào điều khiển đóng/cắt máy cắt bằng nút bấm được lấy từ nguồn điện áp 24VDC qua bộ nguồn của mô hình, kết nối với đầu vào số của PLC. Các tín hiệu điều khiển đóng/cắt máy cắt bằng máy tính được nhập từ phần mềm WinCC. Các tín hiệu đầu ra của PLC S7-300 được nối đến các cuộn đóng/cắt của máy cắt tổng và đến cuộn dây contactor các lộ ra phụ tải. Tín hiệu đầu vào đo lường dòng điện được nối với đầu vào tương tự của PLC thông qua bộ biến dòng điện để giảm dòng điện xuống giá trị phù hợp. Tín hiệu đo lường điện áp nối với đầu vào tương tự của PLC được lấy qua biến điện áp của mô hình. Hệ thống tủ điện hoạt động theo chương trình lập trình điều khiển PLC.

Mô phỏng tủ thiết bị phân phối hạ thế có giao diện thể hiện đầy đủ các tính năng giám sát, điều khiển chính của hệ thống SCADA. Người trực vận hành dễ dàng theo dõi tình trạng hoạt động của lưới điện thông qua màn hình giao diện trên máy tính.

* **Màn hình điều khiển tủ thiết bị hạ thế (hình 3):**



Hình 3. Màn hình điều khiển



Hình 4. Màn hình điều khiển tủ đóng cắt hạ thế

Chức năng màn hình điều khiển:

+ Điều khiển đóng cắt máy cắt, các công tắc tơ tủ thiết bị phân phối và tủ bù công suất, ngoài ra giám sát hệ thống làm việc các thông số điện áp pha với pha, pha với mát, dòng điện các pha, tần số...

+ Màn hình điều khiển kết nối với các màn hình trung tâm, tủ đo lường hạ thế, tủ phân phối hạ thế qua các nút bấm.

* **Màn hình điều khiển tủ đóng cắt hạ thế (hình 4):**

Chức năng màn hình điều khiển tủ đóng cắt hạ thế:

+ Điều khiển đóng cắt máy cắt cấp nguồn cho tủ thiết bị phân phối hạ thế hoạt động cấp nguồn cho tải.

+ Hiện thị dòng điện các pha, điện áp giữa pha với pha và pha với mát của nguồn cấp.

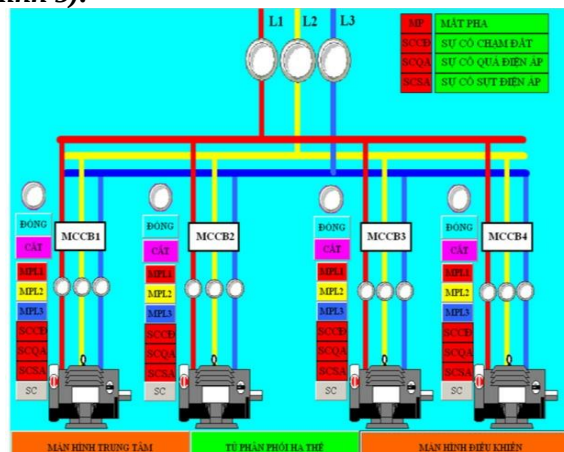
+ Hiện thị dòng điện các pha sau khi đóng cắt máy cắt.

+ Giám sát sự cố và lưu lại thời điểm sự cố xảy ra.

* **Màn hình điều khiển tủ đo lường hạ thế (hình 5):**



Hình 5. Màn hình điều khiển tủ đo lường hạ thế



Hình 6. Màn hình điều khiển tủ phân phối hạ thế

Chức năng màn hình điều khiển tủ đo lường hạ thế: Đèn báo pha tủ thiết bị, giám sát dòng điện các pha A, B, C và điện áp pha với pha, pha với mát qua các nút bấm AB, BC, CA, AN, BN

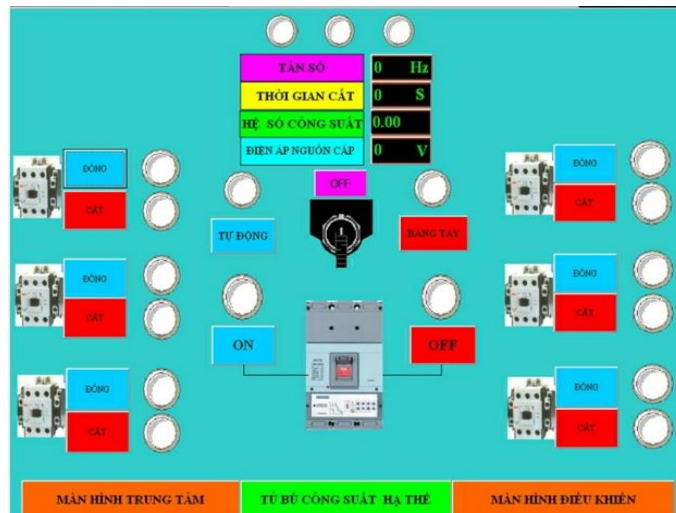
và CN, giám sát sự cố pha đầu vào như ngắn mạch 1 pha, 2 pha... Hiển thị thời gian tồn tại sự cố, thời điểm sự cố và thời điểm khắc phục...

*** Màn hình điều khiển tủ phân phối hạ thế (hình 6):**

Chức năng màn hình điều khiển tủ phân phối hạ thế:

- + Báo pha đầu vào, pha các nhánh tải và sự cố qua hệ thống đèn báo.
- + Đóng cắt các nhánh tải bằng nút ấn “ĐÓNG” và “CẮT”.
- + Báo sự cố khi có sự cố chạm đất, sụt áp, quá áp, mất pha...
- + Kết nối màn hình trung tâm và màn hình điều khiển bằng các nút bấm.

*** Màn hình điều khiển tủ bù $\cos \varphi$ (hình 7)**



Hình 7. Màn hình điều khiển tủ bù $\cos \varphi$

- Chức năng màn hình điều khiển tủ bù $\cos \varphi$ hạ thế:

- + Hiển thị các thông số đo được: Tần số, thời gian đóng cắt lặp lại, hệ số công suất và điện áp nguồn cấp thiết bị.
- + Điều khiển chọn chế độ bằng tay, tự động và tắt chế độ điều khiển.
- + Điều khiển đóng cắt nguồn cấp cho ATM và công tắc tơ đóng, cắt nguồn cấp cho tủ bù ở chế độ làm việc bằng tay.

3. Kết luận

Bài báo đã mô tả quá trình xây dựng mô hình hệ thống điều khiển, giám sát và thu thập dữ liệu cho lưới điện hạ thế với quy mô nhỏ. Mô hình bao gồm một tủ đóng cắt hạ thế tổng, một tủ đo lường, một tủ phân phối và một tủ bù công suất phản kháng, hệ thống tủ điện trên cung cấp cho 04 lộ ra phụ tải nối với tủ phân phối. Giao diện màn hình giám sát được xây dựng trên cơ sở hiển thị đầy đủ các thông số chính của lưới điện hạ thế. Khi thực hành với mô hình, sinh viên được tiếp cận như một hệ thống SCADA quy mô nhỏ. Mô hình có thể phát triển thành các hệ thu thập, giám sát và điều khiển với các chức năng thông minh, tiện ích cao hơn để sử dụng trong công nghiệp.

Một số bài thực hành có thể ứng dụng với mô hình này: lập trình điều khiển dùng màn hình giao diện, vận hành hệ thống SCADA, thiết kế giao diện người máy (HMI).

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] T. B. Duong and M. T. Vo, "SCADA system for power networks of company and enterprise," *Journal of Science – Can Tho University*, vol. 49, part A, pp. 21-26, 2017.
- [2] H. D. Dao, "Design of a system for controlling, monitoring and acquiring the data of the electric distribution stations," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 173, no. 13, pp. 129- 133, 2017.
- [3] H. P. Nguyen, H. A. Ho, and T. K. Nguyen, *PLC application to build Panel SCADA monitors the low voltage grid*, 2003 scientific research report of ministerial level, pp. 29-30, Chapter 1, pp. 1-6 Chapter 2, 2003.
- [4] McClanahan, "SCADA and IP: is network convergence really here?," *Industry Applications Magazine, IEEE*, vol. 9, no. 2, pp. 29-36, March - April 2003.
- [5] V. Q. D. Luong, V. K. Nguyen, D. T. Vo, and M. T. Vo, "The automatic management system records the status of using electrical equipment over the local area network," *Journal of Science – Can Tho University*, no. 31, pp. 1-7, 2014.
- [6] R. H. McClanahan, "The Benefits of Networked SCADA Systems Utilizing IP-Enabled Networks," *Rural Electric Power Conference*, 5-7 May 2002, pp. C5-C57.