

BUILDING CONTROL SYSTEM AND MONITORING FOR SOLAR POWER STATION CONNECTED GRID, APPLIED IN LAO CAI PROVINCE

Duong Quoc Hung^{1*}, Nguyen Huu Cong², Nguyen The Cuong², Doan Duc Quang³

¹TNU - University of Technology

²Thai Nguyen University, ³ASO Mechatronics joint stock company

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 12/5/2021	Nowadays, when fossil energy sources are running out, the exploitation of renewable energy sources has become an urgent problem. In which, the solar power system is particularly interested. In Vietnam, the State has a policy to allow solar power producers to connect to the grid and sell electricity to EVN. As there are more and more solar power stations, the construction of a SCADA system is a necessary issue. The solar monitoring SCADA system allows for full control of the designed solar stations, which are connected via a software that communicates with the internet. From there, it helps us analyze, evaluate and give real-time system status alerts anywhere as long as there is an internet connection. This article is the result of the pilot construction of a 4G communication SCADA software applied to a system of 3 solar power stations installed in Lao Cai City - Lao Cai Province.
Revised: 28/5/2021	
Published: 31/5/2021	
KEYWORDS	
Solar	
SCADA	
Industrial communication network	
4G network	
Router F3425	

XÂY DỰNG HỆ ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT CÁC TRẠM ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HÒA LƯỚI, ỨNG DỤNG TẠI LÀO CAI

Dương Quốc Hưng^{1*}, Nguyễn Hữu Công², Nguyễn Thế Cường², Đoàn Đức Quang³

¹Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

²Đại học Thái Nguyên, ³Công ty cổ phần cơ điện tử ASO

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 12/5/2021	Ngày nay, khi mà nguồn năng lượng hóa thạch đang dần cạn kiệt thì việc khai thác các nguồn năng lượng tái tạo đã trở thành một vấn đề cấp bách. Trong đó hệ thống điện năng lượng mặt trời được đặc biệt quan tâm. Tại Việt Nam, Nhà nước đã có chính sách cho phép các nhà sản xuất điện năng lượng mặt trời hòa lưới và bán điện cho công ty điện lực EVN. Khi mà các trạm điện năng lượng mặt trời ngày càng nhiều, thì việc xây dựng một hệ thống SCADA là một vấn đề cần thiết. Hệ thống SCADA giám sát năng lượng mặt trời cho phép kiểm soát toàn bộ các trạm năng lượng mặt trời được thiết kế, chúng được kết nối thông qua một phần mềm giao tiếp với mạng Internet. Từ đó, giúp chúng ta phân tích, đánh giá và đưa ra cảnh báo tình trạng của hệ thống theo thời gian thực ở bất kỳ nơi đâu, miễn là có mạng Internet. Bài báo này là kết quả của việc xây dựng thử nghiệm một phần mềm SCADA truyền thông bằng công nghệ 4G áp dụng cho hệ thống gồm 3 trạm điện năng lượng mặt trời được lắp đặt tại thành phố Lào Cai - tỉnh Lào Cai.
Ngày hoàn thiện: 28/5/2021	
Ngày đăng: 31/5/2021	
TỪ KHÓA	
Năng lượng mặt trời	
SCADA	
Mạng truyền thông công nghiệp	
Mạng 4G	
Router F3425	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4221>

* Corresponding author. Email: quochungtd@tnut.edu.vn

1. Giới thiệu

Xu hướng ứng dụng IoT, công nghệ thông tin, điện tử viễn thông vào lĩnh vực công nghiệp và tự động hóa không còn xa lạ. Hiện nay, hạ tầng mạng viễn thông được liên tục nâng cấp, do đó chất lượng đường truyền 3G/4G (GPRS) đã tương đối ổn định và đáp ứng nhu cầu về truyền thông hệ SCADA không dây trong các bài toán tự động hóa quá trình sản xuất, công nghiệp. Về cấu trúc SCADA, các nghiên cứu [1]- [4] cho thấy rằng cấu trúc chung của hệ thống SCADA gồm 3 phần quan trọng, bao gồm: RTU làm bộ thu thập dữ liệu từ hiện trường gửi về phòng điều khiển trung tâm, MS là thiết bị điều khiển tại hiện trường và giao thức truyền thông giữa RTU với MS. RTU có thể được thiết kế bằng một bộ vi điều khiển như trong nghiên cứu [1] và [2]. Hệ thống truyền thông SCADA cho trạm năng lượng mặt trời bằng phương thức truyền thông không dây được sử dụng rộng rãi đã được đề cập đến trong các nghiên cứu [3]-[5]. Nghiên cứu [3] đã sử dụng Modul Xbee như một đường truyền thông không dây. Lợi thế của Modul Xbee có thể hoạt động ở những vùng xa xôi, nơi không có kết nối Internet, tuy nhiên phạm vi truyền thông lại bị hạn chế. Một số nghiên cứu khác, lại sử dụng hệ điều khiển giám sát tại chỗ HMI thay cho việc truyền xa về phòng điều khiển trung tâm như trong các nghiên cứu [6]-[9].

Ở Việt Nam, các hệ năng lượng mặt trời được ứng dụng khá nhiều, tuy nhiên phần lớn các bộ Inverter đều được nhập hợp bộ từ nước ngoài, kèm theo phần cứng là phần mềm SCADA của hãng trang bị. Các phần mềm này chỉ cho phép kết nối với thiết bị của họ mà không thể mở rộng kết nối với các hãng khác. Việc thu thập dữ liệu từ nhiều trạm khác nhau về một phòng điều khiển trung tâm gặp nhiều khó khăn.

Bài báo này trình bày kết quả của quá trình nghiên cứu, xây dựng triển khai ứng dụng một hệ SCADA cho các trạm năng lượng mặt trời được lắp đặt thử nghiệm tại Lào Cai. Phương pháp truyền thông bằng mạng viễn thông 4G từ các tủ điện điều khiển tại hiện trường, nơi lắp đặt các trạm năng lượng mặt trời, về phòng điều khiển trung tâm đã được áp dụng. Tại phòng điều khiển trung tâm, sử dụng các thiết bị phần cứng đầu cuối để nhận dữ liệu này và kết nối với phần mềm SCADA trên máy tính. Khác với các phần mềm SCADA của các hãng, được xây dựng đi kèm với các sản phẩm thương mại trên thị trường, phần mềm này có tính năng mở, có khả năng kết nối với hầu hết các bộ Inverter năng lượng mặt trời, có trang bị chuẩn truyền thông RS485.

2. Xây dựng cấu trúc truyền thông

Hệ thống trạm năng lượng mặt trời được nghiên cứu lắp đặt thử nghiệm tại Lào Cai gồm 3 trạm:

Trạm 1: Công suất 10 KW hòa lưới trực tiếp, không có Acquy lưu trữ, được lắp đặt tại trung tâm ứng dụng tiến bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) thuộc Sở Khoa học công nghệ tỉnh Lào Cai.

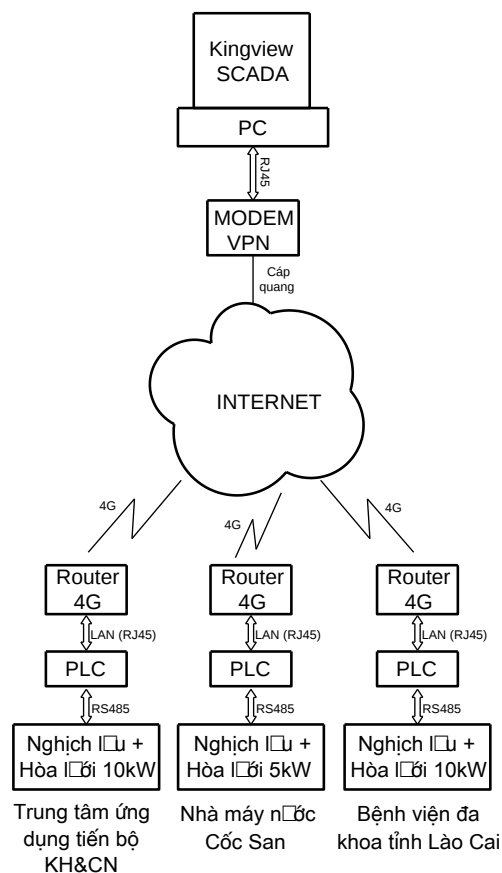
Trạm 2: Công suất 5 KW hòa lưới có sử dụng Acquy lưu trữ, được lắp đặt tại Nhà máy nước Cốc San – Công ty Cổ phần cấp nước tỉnh Lào Cai.

Trạm 3: Công suất 10 KW hòa lưới trực tiếp, không có Acquy lưu trữ, được lắp đặt tại bệnh viện Đa khoa tỉnh Lào Cai.

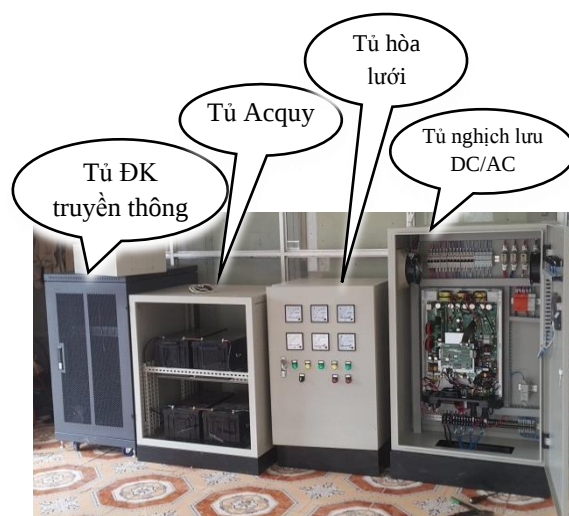
Phòng điều khiển trung tâm được đặt tại trung tâm ứng dụng tiến bộ KH&CN thuộc Sở Khoa học công nghệ tỉnh Lào Cai với các thiết bị đầu cuối và máy tính được xây dựng phần mềm SCADA giám sát cả hệ thống gồm 3 trạm trên, nó được xây dựng trên nền phần mềm ứng dụng Kingview có bản quyền.

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống truyền thông từ các trạm về phòng điều khiển trung tâm được trình bày như hình 1.

Thiết bị hiện trường tại mỗi trạm như hình 2, bao gồm: Các tấm PIN, Bộ nghịch lưu DC/AC, tủ hòa lưới, Tủ Acquy (đối với hệ thống hòa lưới có lưu trữ), Tủ điều khiển truyền thông (bao gồm PLC Siemens S7 1200 và router 4G F3425).



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc truyền thông từ các trạm về phòng điều khiển trung tâm



Hình 2. Cấu hình phần cứng tại mỗi trạm

Tủ điều khiển truyền thông có chức năng thu thập tín hiệu tại hiện trường và truyền thông về phòng điều khiển trung tâm thông qua 01 Router công nghiệp 4G - F3425 (hình 3a). F3425 là một sản phẩm Router 4G của hãng Four-Faith. F3425 hỗ trợ 3G/4G, có 01 cổng WAN (có thể cấu hình thành LAN), 01 cổng LAN, hỗ trợ wifi giúp dễ dàng trong quá trình sử dụng, kết nối với PLC S7-1200 thông qua cổng Ethernet. Theo mô hình trên, việc kết nối từ PLC về máy tính trung tâm theo giải pháp VPN Ipsec bằng phương pháp site to site được áp dụng. Trong đó, phía router 4G - F3425 sẽ đóng vai trò là VPN Client, phía router ở máy tính trung tâm sẽ là VPN server. Để truyền thông được, cần có 01 sim điện thoại có đăng ký dịch vụ 4G từ nhà mạng.



a)

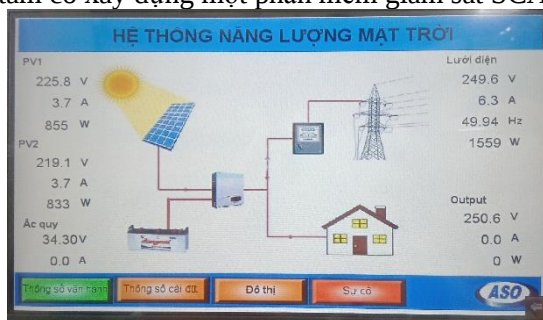


b)

Hình 3. a. Router 4G – F3425; b. Modem VPN Vigor 2912

Do Router 4G – F3425 luôn “chủ động” kết nối để truyền thông về máy tính theo giao thức TCP/IP, nên tại máy chủ trung tâm cần được trang bị 01 địa chỉ IP tĩnh và public. Router server cần có chức năng VPN server để kết nối VPN từ hiện trường về trung tâm. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng bộ Draytek Vigor 2912 (hình 3b) cho phép hỗ trợ đến 32 VPN client kết nối về. Tức là cho phép kết nối trạm khác nhau về cùng một trung tâm.

Các tủ nghịch lưu DC/AC tại các trạm năng lượng mặt trời, có đặt một màn hình HMI để theo dõi và giám sát các thông số năng lượng riêng của trạm (hình 4). Tại phòng điều khiển trung tâm có xây dựng một phần mềm giám sát SCADA toàn bộ hệ thống cả 3 trạm.



Hình 4. HMI tại hệ thống trạm 5 kW



Hình 5. Giao diện giám sát trung tâm của nhà máy nước Cốc San

3. Kết quả thực nghiệm

Sau khi người sử dụng đăng nhập vào phần mềm SCADA bằng User và Password được cấp. Phần mềm SCADA cho phép làm việc với một số giao diện như: Giao diện giám sát trung tâm; Giao diện đồ thị; Giao diện tra cứu và xử lý dữ liệu; Giao diện cảnh báo. Ngoài ra phần mềm còn cho phép người dùng thay đổi mật khẩu, nếu cần thiết.

3.1. Giao diện giám sát trung tâm

Tại giao diện này, người sử dụng có thể giám sát được các tham số về dòng điện, điện áp, công suất của các tấm pin, Acquy và các đầu ra tải cũng như đầu ra hòa lưới của các bộ biến đổi tại các khu vực. Phần mềm cũng tự động tính lũy kế tham số công suất phát theo từng ngày, từng tháng và từng năm của các đầu ra bộ biến đổi (hình 5, hình 6 và hình 7).

Ngoài ra tại giao diện này cũng cung cấp một số nút điều hướng giúp người vận hành có thể giám sát, tra cứu dữ liệu và chuyển các giao diện giám sát tại các khu vực khác nhau.



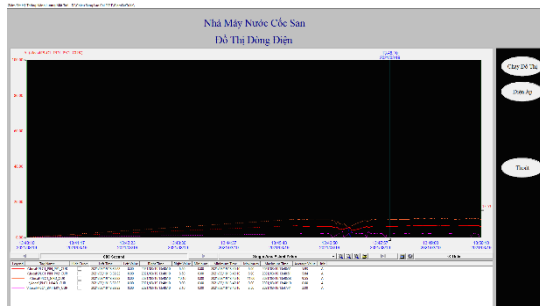
Hình 6. Giao diện giám sát trung tâm của Bệnh viện đa khoa tỉnh Lào Cai



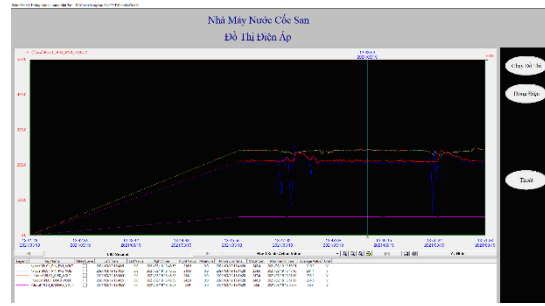
Hình 7. Giao diện giám sát trung tâm của Trung tâm ứng dụng tiến bộ KH&CN

3.2. Giao diện đồ thị

Giao diện đồ thị giúp người sử dụng theo dõi dòng điện và điện áp đầu ra tại các trạm một cách trực quan theo thời gian thực và có thể tra lại lịch sử đồ thị từ những thời điểm bất kỳ trong quá khứ (hình 8 và hình 9).



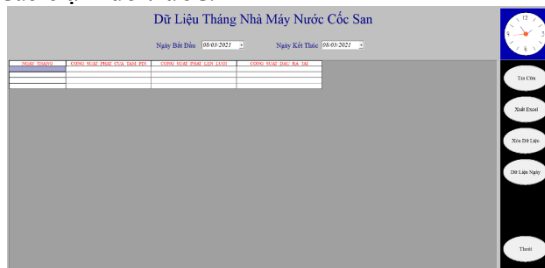
Hình 8. Đồ thị dòng điện tại trạm Cốc Sơn



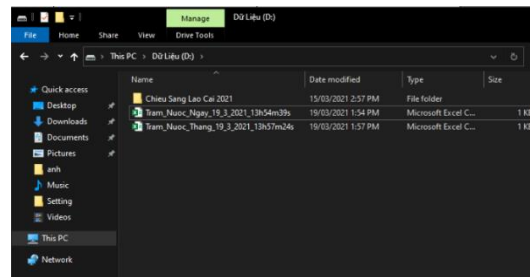
Hình 9. Đồ thị điện áp tại trạm Cốc Sơn

3.2. Giao diện tra cứu và xử lý dữ liệu

Giao diện tra cứu và xử lý dữ liệu (hình 10) giúp người vận hành tra cứu lũy kế công suất phát của các đầu ra bộ chuyển đổi theo ngày hoặc tháng. Mỗi trạm khác nhau sẽ có giao diện tra cứu riêng. Vì vậy, để vào giao diện tra cứu của trạm nào thì cần phải vào giao diện giám sát trung tâm của trạm đó trước.



Hình 10. Chọn tra cứu dữ liệu theo tháng trạm Cốc Sơn



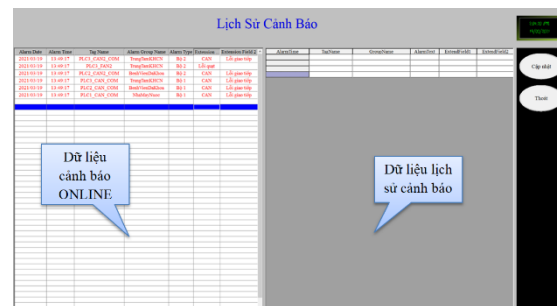
Hình 11. Xuất dữ liệu trạm Cốc Sơn ra file excel

Sau khi tra cứu dữ liệu, người vận hành có thể tiến hành xuất ra file Excel dữ liệu bảng tra cứu nếu có nhu cầu. File Excel được xuất sẽ được lưu vào ổ đĩa máy tính (hình 11).

Trong quá trình sử dụng khi có nhu cầu xóa các dữ liệu cũ theo ngày hoặc tháng, người sử dụng có thể vào giao diện xóa dữ liệu bằng cách kích vào nút “Xóa Dữ Liệu” tại các giao diện tra cứu (hình 12).



Hình 12. Xóa dữ liệu trạm Cốc Sơn



Hình 13. Giao diện cảnh báo

3.3. Giao diện cảnh báo

Trong quá trình vận hành, nếu có bất kỳ lỗi nào phát sinh tại các trạm, nút “Cảnh Báo” ở các giao diện giám sát trung tâm sẽ nhấp nháy liên tục để báo hiệu. Để truy cập tới giao diện cảnh báo, người sử dụng kích vào nút “Cảnh báo”. Trong giao diện cảnh báo được chia làm 2 bảng dữ liệu (hình 13).

- Dữ liệu cảnh báo online: Nằm ở phía bên trái giao diện, hiển thị các trạng thái lỗi kèm thời gian lỗi tức thời. Nghĩa là nếu lỗi được giải trừ thì sẽ không tiếp tục hiển thị nữa.
- Dữ liệu lịch sử cảnh báo: Nằm ở phía bên phải giao diện, hiển thị lịch sử các trạng thái lỗi, kể các khi lỗi bị giải trừ hệ thống vẫn sẽ lưu lại trạng thái và thời điểm phát sinh lỗi.

4. Kết luận

Bài báo trình bày một phần kết quả nghiên cứu của đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh, từ kết quả thực nghiệm cho thấy: Phần mềm SCADA được xây dựng bằng ngôn ngữ tiếng Việt, do đó dễ vận hành và thao tác, cho phép hiển thị các thông số dòng điện, điện áp, công suất của các trạm, bao gồm: Tầm PIN, lưới, tải và Acqy. Phần mềm cũng có chức năng lưu trữ lịch sử làm việc và các cảnh báo theo thời gian thực, có thể xuất dữ liệu ra file excel, đồng thời vẽ đồ thị đặc tính dòng điện, điện áp, công suất của từng trạm.

Đặc biệt phần mềm SCADA này có khả năng kết nối với hầu hết các bộ nghịch lưu hòa lưới của các hãng đang được phân phối trên thị trường và có thể mở rộng lên tới 32 trạm cùng lúc. Việc truyền thông được thực hiện thông qua mạng viễn thông 4G, nên cho phép truyền với khoảng cách không giới hạn, tốc độ truyền lên đến 8 Mbs.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Ủy ban nhân dân tỉnh Lào Cai, thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh, tên đề tài: “Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống điện năng lượng mặt trời hòa lưới ứng dụng phù hợp cho cơ quan công sở, trường học, doanh nghiệp tại thành phố Lào Cai”, cùng với sự tài trợ về nhân lực và thiết bị máy móc của Công ty Cổ phần cơ điện tử ASO.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] D. Delimustafic, J. Islambegovic, A. Aksamovic, and S. Masic, “Model of a hybrid renewable energy system: Control, supervision and energy distribution,” *2011 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 2011, pp. 1081-1086.
- [2] A. Tsagaris and D. G. Triantafyllidis, “Data monitoring system for supervising the performance assessment of a photovoltaic park,” *CINTI 2012 - 13th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, Proceedings*, 2012, pp. 385-389.
- [3] S. Tiwari and R. N. Patel, “Real Time Monitoring of Solar Power Plant and Automatic Load Control,” *Engineering and Systems (SCES), 2015 IEEE Students Conference on*, 2015, pp. 1-6.
- [4] P. Guerriero, F. Di Napoli, G. Vallone, V. Dalessandro, and S. Daliento, “Monitoring and diagnostics of PV plants by a wireless self-powered sensor for individual panels,” *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 6, no. 1, pp. 286-294, 2016.
- [5] P. Guerriero, G. Vallone, M. Primato, F. Di Napoli, L. Di Nardo, V. D’Alessandro, and S. Daliento, “A wireless sensor network for the monitoring of large PV plants,” *2014 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*, 2014, pp. 960-965.
- [6] G. Bayrak and M. Cebeci, “Monitoring a grid connected PV power generation system with labview,” *IEEE Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 2013 International Conference on*, 2013, pp. 562-567.
- [7] C. I. Chow and J. Mungkornassawakul, “A smart recording power analyzer prototype Using LabVIEW and low-cost data acquisition (DAQ) in being a smart renewable monitoring system,” *IEEE Green Technologies Conference*, 2013, pp. 49-56.
- [8] C. Lin, G. Jie, Z. Wu, and W. Rui, “Design of networked monitoring system of PV grid-connected power plant,” *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology, EMEIT 2011*, 2011, vol. 3, pp. 1169-1172.
- [9] A. Soetedjo, Y. I. Nakhoda, and D. Suryadi, “Development of data acquisition system for hybrid power plant,” *2013 13th International Conference on Quality in Research, QiR 2013 - In Conjunction with the 2nd International Conference on Civic Space, ICCS 2013*, 2013, pp. 197-201.