

Giải pháp sử dụng truyền thông trong lưới điện thông minh hạ áp của Trạm biến áp Dịch Vọng 22

Nguyễn Nhất Tùng, Phạm Thành Nam, Phạm Văn Hoà*

Khoa Hệ thống điện, Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài 12.9.2014, ngày chuyển phản biện 16.9.2014, ngày nhận phản biện 10.10.2014, ngày chấp nhận đăng 13.10.2014

Bài báo đề cập nội dung đề tài cấp nhà nước về nghiên cứu và xây dựng mô hình chuẩn cho lưới điện phân phối thông minh, có thể áp dụng rộng rãi tại Việt Nam. Lưới điện phân phối thông minh trong phạm vi của đề tài đã được cụ thể hóa ở ba mặt: 1) thiết bị đo lường/điều khiển; 2) hệ thống truyền thông và 3) trung tâm điều khiển với phần mềm và các thuật toán điều khiển thông minh lưới điện. Ở đây, các tác giả tập trung đề cập đến vấn đề truyền thông áp dụng cho lưới điện phân phối theo hướng thông minh. Các yêu cầu của lưới điện Dịch Vọng 22 phát triển theo hướng thông minh được nghiên cứu và đề cập trong phần đầu tiên, từ đó, các hệ thống truyền thông khác nhau được nghiên cứu một cách chi tiết, và cuối cùng áp dụng cho lưới điện được lựa chọn. Các kết quả nghiên cứu này là cơ sở quan trọng phục vụ cho hệ thống truyền thông đạt tiêu chuẩn, ứng dụng cho một lưới điện thông minh ở Việt Nam.

Từ khóa: điều khiển logic lập trình, giao thức điều khiển vận chuyển, hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu, mô hình tham chiếu kết nối mở.

Chỉ số phân loại 2.2

SOLUTIONS TO SMART GRID COMMUNICATION IN LOW VOLTAGE OF THE SUBSTATION DỊCH VỌNG 22

Summary

The article is part of the national research project on the construction and the development of the standard model for “smart distribution grid” which may be widely used in Vietnam. The smart distribution grid has been concretized through three aspects: 1) measuring device/controller, 2) communication system, and 3) control center with the software and algorithms used for this network. The authors focus on communication applied to electricity distribution networks towards intelligence. In the first part, the requirements of the grid Dịch Vọng 22 towards smart development has been studied and discussed. The second part, the different communication systems has been studied in detail and finally applied to the selected grid. All of these results will be an important basis for standard communication systems and applications of smart grid in Vietnam.

Keywords: open interconnection reference model, supervisory control and data acquisition, transmission control protocol, programmable logic controller.

Classification number 2.2

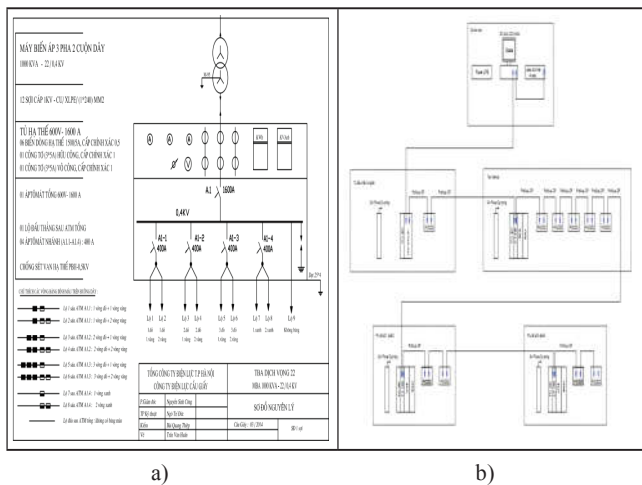
Đặt vấn đề

Các trạm biến áp (TBA) phân phối điện hạ thế tại Việt Nam đều có cấu trúc chung là được cấp điện từ đường dây 22 kV (hay 35 kV, 10 kV) hạ xuống cấp 0,4 kV, với một máy biến áp (MBA) loại ba pha hai cuộn dây. Về mặt thiết bị, phía cao áp của TBA thường chỉ dùng cầu dao phụ tải hay cầu chì; phía hạ áp sử dụng Aptomat (dòng điện định mức 600-1.600 A) và các Aptomat nhánh (dòng định mức 250-400 A) cấp điện cho các lộ đường dây hạ áp. Ngoài ra, TBA hạ thế còn dùng một số biến dòng và đồng hồ đo đếm điện năng, tiếp theo các rẽ nhánh và rẽ nhánh với cấu trúc hình tia tới các hộ tiêu thụ hạ áp (hòm công tơ). Về hệ thống bảo vệ, ở phía cao áp bằng cầu dao phụ tải và cầu chì cao thế, phía hạ áp là các Aptomat đi các lộ đường dây. Các Aptomat này có chức năng bảo vệ cho lưới: tác động cắt có thời gian khi quá tải và cắt tức thời khi ngắn mạch; ngoài ra còn có nút cắt, đóng tức thời thao tác bằng tay, không có điều khiển từ xa.

TBA Dịch Vọng 22 (hình 1a) có cấu trúc và nguyên lý vận hành đơn giản như đã nêu trên. Với MBA công suất 1.000 kVA; phía cao thế

*Tác giả chính: Tel: 0916563848; Email: phamvanhoa@bhiu.edu.vn

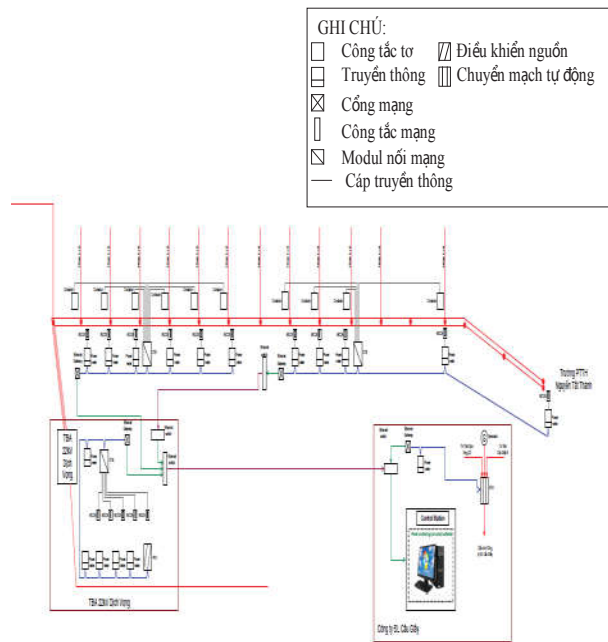
dùng cầu dao phụ tải loại 24 kV-1.000 A- 20 kA/s, cầu chì loại HRC 24 kV; phía hạ áp là Aptomat A1 600V-1.600 A, 4 Aptomat nhánh A1.1, A1.2, A1.3, A1.4 loại 600 V-400 A cấp điện cho 9 lộ đường dây điện 0,4 kV và nhiều rẽ nhánh cấp điện tới khoảng 150 hòm công tơ với gần 500 công tơ các loại. Các Aptomat này có chức năng bảo vệ cho lưới: tác động cắt có thời gian khi quá tải và cắt tức thời khi ngắn mạch; ngoài ra còn có nút cắt, đóng tức thời thao tác bằng tay, không có điều khiển từ xa. Trong 9 lộ đường dây điện có 1 lộ cấp điện cho Công ty Điện lực Cầu Giấy. Tại Công ty Điện lực Cầu Giấy tồn tại cầu dao đảo chiều, thao tác bằng tay, để có thể nhận điện hoặc từ TBA Dịch Vọng 22 hoặc từ TBA Cầu Giấy 8 (nguồn dự phòng là điện lưới).



Hình 1: TBA Dịch Vọng 22 và các khối hệ thống điều khiển

Để TBA hiện hành như Dịch Vọng 22 trở thành thông minh cần 3 yếu tố chính, đó là: 1) cơ sở hạ tầng, bao gồm các thiết bị đóng cắt (Aptomat), công tơ điện năng... phải được trang bị hiện đại có điều khiển từ xa; 2) hệ thống các thiết bị thông tin cùng SCADA; 3) các phần mềm điều khiển. Tất cả các trang bị cùng các phần mềm để lưới điện được điều khiển online, nhằm cung cấp điện tin cậy, sử dụng điện năng hiệu quả và tiết kiệm [1].

Triển khai cụ thể các nội dung “thông minh” cho lưới điện thuộc TBA Dịch Vọng 22 như đã công bố trong [2], có thể tóm tắt thành các khối điều khiển như trên hình 1b hay thể hiện dạng mặt bằng như hình 2.



Hình 2: mặt bằng hệ thống SCADA

Các khối hệ thống điều khiển bao gồm:

- 1) Khối trung tâm điều khiển đặt tại Công ty Điện lực Cầu Giấy để điều khiển từ xa toàn hệ thống.
- 2) Khối điều khiển nguồn cấp cho phụ tải quan trọng: Công ty Điện lực Cầu Giấy (đặt tại Công ty Điện lực Cầu Giấy); khối này có tích hợp nguồn điện Diesel, nguồn điện pin mặt trời.
- 3) Khối điều khiển TBA: giám sát/điều khiển từ xa việc đóng cắt tự động các Aptomat tại TBA Dịch Vọng 22.
- 4) Khối điều khiển phụ tải 1 và 2.
- 5) Khối điều khiển phụ tải 3 và 4.

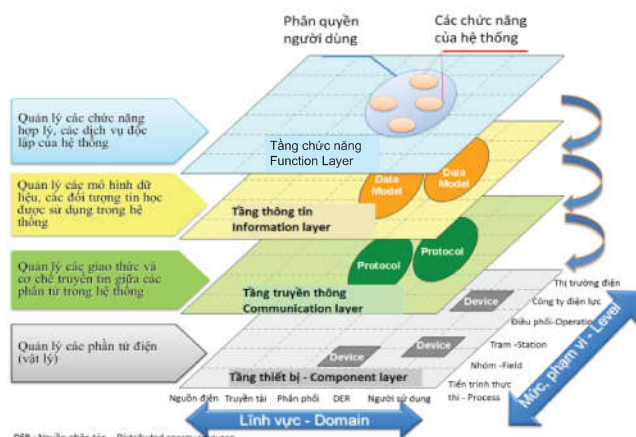
Bài báo phân tích lựa chọn giải pháp sử dụng truyền thông cho lưới phân phối thông minh nói chung, đồng thời thể hiện áp dụng cho lưới thông minh tại TBA Dịch Vọng 22.

Nội dung nghiên cứu

Mô hình lưới điện phân phối thông minh

Nhiệm vụ cơ bản và tiên quyết của đề tài đã thành công ở việc nghiên cứu kiến trúc/mô hình cho lưới điện thông minh, dựa trên sự quản lý kết hợp và phân chia các tầng chức năng từ thấp đến cao (hình 3). Tùy thuộc vào sự phát triển của từng vùng/miền, và tùy thuộc

vào sự đầu tư khác nhau mà lưới điện phân phối có thể được áp dụng đến các mức độ, phạm vi khác nhau [3].



Hình 3: mô hình kiến trúc lưới điện thông minh

Ở tầng đầu tiên của lưới điện theo hướng thông minh (thấp nhất) chính là tầng quản lý vật lý các phần tử điện trên lưới điện, quản lý từng phần tử điện (hay nhóm phần tử điện) riêng biệt. Mức độ thứ hai áp dụng cho lưới điện phân phối theo hướng thông minh chính là sự nâng cấp trong việc quản lý các phần tử trong lưới điện thông qua việc thiết lập các giao thức truyền thông và cơ chế truyền thông giữa các phần tử trên lưới, nghĩa là các phần tử đã được liên kết với nhau và thống nhất điều khiển với nhau. Khi hệ thống đo lường và truyền thông từ xa được thiết lập và thông suốt, tầng thứ 3 (tầng thông tin - information layer) có chức năng thiết lập các cơ sở dữ liệu và xây dựng các phần tử tin học (object information), mô hình hóa tham chiếu cho các thiết bị hay các nhóm thiết bị cần điều khiển và giám sát. Thông qua cơ sở dữ liệu và các mô hình tin học, các thuật toán điều khiển thông minh, các chiến lược điều khiển tối ưu và giám sát từ xa được thực hiện chính xác. Ở tầng cao nhất (tầng chức năng), các chương trình quản lý nhu cầu phụ tải điện kết hợp với các dịch vụ cho phép sự tương tác qua lại hai chiều giữa nhà cung cấp điện và các phụ tải điện sẽ được thực hiện. Ở đây chính là các chức năng quản lý độc lập và các dịch vụ độc lập, cho phép sự tham gia tích cực của hộ dùng điện vào việc quản lý và đem lại hiệu quả sử dụng cho lưới điện phân phối thông minh.

Như phần đặt vấn đề nêu trên, đề tài xây dựng một mô hình mẫu áp dụng đối với TBA hạ thế cùng toàn bộ lưới điện hạ thế của nó theo hướng thông minh, tức chỉ là một phần trong kiến trúc lưới điện thông minh như giới thiệu trên hình 3.

Các yêu cầu của truyền thông đối với lưới điện

phân phối thông minh

Với quan điểm xây dựng bộ các yêu cầu cho phù hợp và có tính mở rộng, áp dụng rộng rãi, các tiêu chí cần thiết cho việc xây dựng mạng truyền thông cho lưới điện bao gồm:

- **Tính kinh tế:** tận dụng được các thiết bị đã được trang bị từ trước và xét đến khả năng kết nối với các hệ thống trung tâm cho việc điều khiển từ xa các TBA và lưới điện thuộc trạm đang xét.

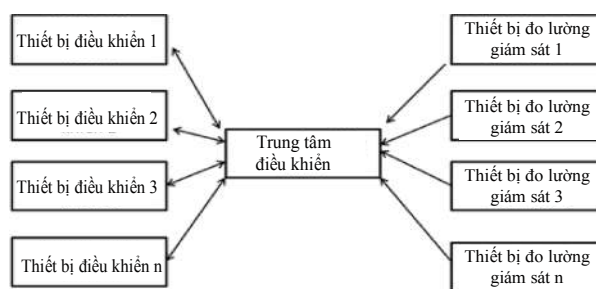
- **Hệ thống mở:** cho phép có các lựa chọn khác nhau trong các phân đoạn, đảm bảo khi triển khai ứng dụng cho các yêu cầu cụ thể một cách linh hoạt trong phạm vi cấu trúc đó. Hệ thống tuân thủ các tiêu chuẩn chính thức, như IEC, ISO, IEEE và không chính thức được sử dụng rộng rãi như DNP, Modbus... và sẵn sàng làm nền tảng cho các ứng dụng SmartGrid trong tương lai.

- **Khả năng bảo dưỡng:** hỗ trợ bảo dưỡng tại chỗ các thành phần mà không cần sự hỗ trợ của nhà cung cấp trong công tác vận hành và bảo dưỡng thường xuyên.

- **Tính bảo mật:** bảo mật thông tin lưu trữ và truyền phát là cực kỳ quan trọng đối với các nhà cung cấp điện, đặc biệt đối với mục đích thanh toán và kiểm soát lưới [4]. Để tránh các cuộc tấn công mạng, cơ chế bảo mật hiệu quả cần được phát triển, đồng thời phải đẩy mạnh những nỗ lực tiêu chuẩn hóa về sự an toàn của lưới điện.

Các giải pháp truyền thông dùng trong lưới điện phân phối thông minh

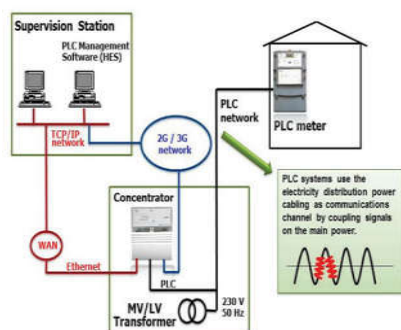
Với các phân tích cụ thể trong trường hợp áp dụng là TBA và lưới điện hạ thế, cấu trúc cho mạng truyền thông được sử dụng có thể hình dung một cách cơ bản bao gồm các thành phần như hình 4: hệ thống nhận và truyền tín hiệu từ bộ điều khiển trung tâm với máy tính chủ, hệ thống truyền tín hiệu từ các thiết bị đo lường, giám sát trên lưới.



Hình 4: sơ đồ cấu trúc liên kết trong mạng truyền thông

Về cơ bản, có hai loại cơ sở hạ tầng thông tin cần thiết cho một hệ thống lưới điện thông minh. Đầu tiên là dòng thông tin từ cảm biến và các thiết bị điện tới thiết bị đo thông minh. Thứ hai là giữa các thiết bị đo thông minh và đường dữ liệu back-haul của công ty điện. Các dòng dữ liệu loại đầu có thể được thực hiện thông qua công nghệ PLC hoặc các công nghệ không dây, như ZigBee, 6LoWPAN, Z-wave... [5, 6]; công nghệ di động hoặc Internet thường được sử dụng cho các luồng thông tin loại thứ hai.

Truyền thông có dây:



Hình 5: mô hình AMR sử dụng công nghệ PLC

Sử dụng tải ba (PLC - Power Line Carrier): hệ thống truyền thông PLC hiện nay thường sử dụng đi kèm với hệ đo đếm từ xa (ARM). Truyền thông PLC sử dụng hệ thống dây dẫn điện có sẵn để truyền dữ liệu theo thời gian thực giữa các khách hàng với một thiết bị thu thập và xử lý dữ liệu trung tâm. Đây là một hệ thống Module linh hoạt, nó chỉ đòi hỏi một sự đầu tư ban đầu rất khiêm tốn, quá trình lắp đặt dễ dàng và nhanh chóng. Thông thường, PLC được dùng để truyền thông tin trên một khoảng cách trung (từ 20-100 km) hoặc khoảng cách dài (100-500 km) [4]. Công nghệ PLC có thể được nhóm lại thành: PLC băng siêu hẹp (UNB-PLC), PLC băng hẹp (NB-PLC), hoặc PLC băng rộng (BB-PLC) [5].

Hiện nay, việc áp dụng loại hình này cho lưới điện hạ thế Việt Nam vẫn còn nhiều trở ngại vì lưới điện hạ thế Việt Nam vẫn còn lạc hậu và chưa tiêu chuẩn hóa. Đặc biệt là cấu trúc lưới điện hạ thế thường nằm trong khu dân cư phức tạp, điều này dẫn đến việc lựa chọn công nghệ PLC cần phải được xem xét kỹ hơn ở phạm vi lâu dài.

Sử dụng cáp truyền thông: sử dụng cáp truyền thông riêng có ưu điểm hơn so với mạng truyền thông trên là đường dây thông tin riêng, không phụ thuộc

vào sự ảnh hưởng của đối tượng cần điều khiển, lưới điện. Với hình thức truyền thông này, các hình thức hay được sử dụng là các mạng Modbus, Profibus hay mạng Ethernet công nghiệp. Tiêu chuẩn truyền thông dùng trong ngành điện thường là tiêu chuẩn IEC61850. Mạng Ethernet công nghiệp thích hợp cho việc tích hợp điều khiển trạm với phạm vi truyền tin khoảng 500 m; mạng Profibus có cự ly truyền tin khoảng 1 km [7]. Về cơ bản, giao thức truyền thông có thể sử dụng kiểu OSI, TCP/IP hay truy nhập Bus.

Truyền thông không dây:

Bên cạnh giải pháp truyền thông có dây (PLC hoặc cáp), các công nghệ truyền thông không dây cũng được sử dụng rộng rãi để truyền dữ liệu giữa công tơ thông minh và trạm giám sát của công ty điện lực. Tuy nhiên, về cơ bản chúng có một số hạn chế như tính chất đường truyền có thể gây ra việc suy yếu tín hiệu, gặp vấn đề về nhiễu giao thoa giữa các tần số.

Truyền thông dùng Internet:

Đối với việc sử dụng đường truyền thông tin bằng Internet, có 2 yêu cầu cơ bản cho việc sử dụng hệ thống truyền thông này, bao gồm: (i) các yêu cầu về thiết bị và tín hiệu; (ii) các hình thức, khả năng kết nối để đảm bảo sự liên kết giữa hệ thống điện thông minh và bên ngoài qua Internet. Các thiết bị trên lưới điện thông minh có thể kết nối với bên ngoài qua Internet trong kỹ thuật, nghiên cứu được gọi là các Internets of Things (IoTs). Các thiết bị IoTs là một mảng rộng lớn, bao gồm tất cả các loại thiết bị thông tin cảm ứng như thiết bị nhận dạng tần số radio (RFID), cảm biến hồng ngoại, hệ thống định vị toàn cầu (GPS), máy quét laser và Internet. Dựa trên Internet và mạng liên kết, nó sử dụng các thiết bị máy tính và hệ thống phần mềm để xử lý thông tin. Chìa khóa kỹ thuật của các IoTs là các mạng lưới cảm biến, công nghệ thông tin liên lạc không dây hoặc có dây qua Internet. Các IoTs mang nhiều ý nghĩa trong việc thu thập, cung cấp và xử lý thông tin trong các ứng dụng khu vực, chẳng hạn như các ứng dụng quân sự, giám sát môi trường, các ứng dụng trung tâm thương mại hoặc con người.

Giải pháp truyền thông cho lưới điện thông minh TBA Dịch Vọng 22

Từ việc phân tích các loại hình truyền thông có thể áp dụng trong lưới điện, áp dụng trong trường hợp lưới điện thuộc TBA Dịch Vọng 22, với cự ly truyền tín hiệu dưới 1.000 m, trong khu đô thị đông dân cư, thì

việc áp dụng một mạng lưới truyền tin sử dụng cáp truyền tin là một giải pháp hữu hiệu. Ở đây, công nghệ truyền cáp hữu tuyến (PLC) không được sử dụng mà sử dụng loại hình truyền tin bằng tải riêng, sử dụng phương thức truyền tin ProfiBus là hợp lý nhất.

Hệ thống truyền thông sử dụng trong lưới thông minh TBA Dịch Vọng 22 bao gồm:

1) Sử dụng bộ vi xử lý PLC S7300 để làm bộ phận phân tích/xử lý và gửi tín hiệu điều khiển.

2) Sử dụng hệ thống truyền thông Profibus-DP cho sự liên kết giữa các phần tử điều khiển phân tán trên lưới với nhau và với tủ điều khiển trung tâm (tủ trung tâm ở đây sử dụng bộ vi xử lý PLC).

3) Riêng mạng truyền thông giữa tủ trung tâm, PLC, với máy tính điều khiển, được thực hiện với chuẩn truyền thông qua mạng MPI.

Như vậy, về cấu hình truyền thông của hệ thống, các thiết bị đo hiện trường, PAC 3200, được kết nối vào mạng Profibus-DP thông qua card kết nối (PAC Profibus-DP) do ba module ET200M đảm nhận, có tác dụng như bộ nhận và phát trung gian giữa các thiết bị trường với bộ điều chỉnh trung tâm PLC S7300. Như vậy, ba module này sẽ được đặt ngay cạnh nhóm các thiết bị trường và kết nối qua Profibus-DP với trung tâm.

Kết luận

Cấu trúc của một hệ thống truyền thông cần được thiết lập ở trên 3 công đoạn: môi trường truyền tin, thiết bị truyền thông và giao thức truyền thông. Đối với phạm vi áp dụng cho lưới điện hạ thế theo hướng thông minh, các phân tích đã cho thấy các kết luận quan trọng như sau:

1) Tính khả thi cao của truyền thông sử dụng đường

truyền tin riêng thông qua cáp. Các giải pháp không dây đều có khả năng áp dụng nhưng do địa hình áp dụng, trình độ khoa học và công nghệ còn hạn chế, giá thành cao nên chưa thật sự thích hợp.

2) Việc sử dụng giao thức truyền thông Profibus-DP được sử dụng cho trường hợp lưới điện Dịch Vọng 22 do thuận lợi về cự ly đường truyền, dạng tín hiệu yêu cầu và phù hợp với tính kinh tế của nghiên cứu.

3) Các thiết bị truyền thông cáp trường được sử dụng là các thiết bị thông thường, bộ vi xử lý PLC S7300 để sử dụng và đã được áp dụng nhiều trong công nghiệp.

Tài liệu tham khảo

[1] Phạm Văn Hoà, Nguyễn Nhất Tùng, Đặng Tiến Trung (2013), "Phân tích cách tiếp cận lưới thông minh", *Tạp chí Khoa học Công nghệ Năng lượng*, số 6.

[2] Phạm Văn Hoa, Nguyễn Quang Việt, Nguyễn Nhật Tùng (2013), "Research the structure of the smart distribution transformer station and apply to Dichvong 22 station, Cau Giay distric, Hanoi", *The third international scientific conference sustainable energy development*, Hanoi.

[3] L.T Berger, A Schwager, J.J Escudero-Garzás (2013), "Power Line Communications for Smart Grid Applications", *J. Electr. Comput. Eng.*, vol.2013, pp.1-16.

[4] Galli A Scaglione and Z Wang (2010), "For the Grid and Through the Grid: The Role of Power Line Communications in the Smart Grid", *ArXiv10101973 Cs Math*.

[5] Fujitsu Introduces, 802.15.4 ZigBee Wireless Kit: Fujitsu Singapore [online]. Available: <http://www.fujitsu.com/sg/news/pr/fmal/20070528.html>. [accessed: 14-Dec-2013].

[6] Nguyễn Khắc Hải (2014), "Nghiên cứu công tơ thông minh trong trạm không người trực", *Luận văn cao học*, Trường Đại học Điện lực.

[7] Q Yang, J.A Barria and T.C Green (2011), "Communication Infrastructures for Distributed Control of Power Distribution Networks", *IEEE Trans. Ind. Inform.*, 7(2), pp.316-327.