

QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG ĐIỆN QUY MÔ NHỎ SỬ DỤNG NODE MCU ESP 8266

Bùi Văn Điệp

Khoa Điện Cơ

Email: diepbv@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/6/2021

Ngày PB đánh giá: 25/8/2021

Ngày duyệt đăng: 03/9/2021

TÓM TẮT: Ứng dụng IoT trong việc tiết kiệm năng lượng là một phần quan trọng của chiến lược phát triển bền vững cần một hệ thống giám sát, thu thập thông số năng lượng chính xác, theo thời gian thực. Bài báo này nghiên cứu thiết kế hệ thống giám sát năng lượng thông qua module Node MCU ESP 8266 và module PZEM-004T. Hệ thống này có thể đo lường, thu thập, giám sát các thông số như: điện áp, dòng điện, công suất tác dụng, điện năng tiêu thụ của các phụ tải điện và ứng dụng App Blynk để giám sát điện năng của phụ tải điện hạ áp thông qua Internet. Người quản lý có thể truy cập dữ liệu ở bất cứ thời gian nào và bất cứ đâu qua các thiết bị smartphone, tablet hoặc laptop được kết nối internet. Dữ liệu thu thập được có thể sử dụng cho các ứng dụng khác như tính tiền điện, smart grid và nhà thông minh.

Từ khóa: Node MCU ESP 8266 , PZEM-004T; IoT, Blynk

USING NODE MCU ESP 8266 IN MANAGING AND MONITORING SMALL SCALE ELECTRIC ENERGY

ABSTRACT: Applying IoT in saving energy plays an important role in the stable development strategy. This strategy needs to provide a monitoring system with efficient and economical use of energy, which is able to collect accurate parameters in real time. This article focuses on researching and designing energy monitoring system through module Node MCU ESP 8266 and PZEM-004T. This system not only can apply App Blynk in monitoring load's electric energy via Internet for an easy measurement, but also collect and monitor parameters such as: voltage, current, power, power consumption. Managers can access data easily through smartphone, tablet and laptop connected Internet. The collected data can be used for other applications such as electric bill calculation, smart grid and smart home.

Key word: Node MCU ESP 8266 , PZEM-004T; IoT, Blynk

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Internet vạn vật (IoT) cơ bản là sự kết nối của các thiết bị với Internet, trong đó các thiết bị điện và các trang thiết bị khác được nhúng với các bộ phận điện tử, phần mềm, cảm biến...có khả năng kết nối với mạng máy tính giúp cho các thiết bị này có thể thu thập, truyền tải dữ liệu và điều khiển lẫn nhau để tạo thành một hệ thống thông minh. IoT đang trở thành xu hướng công nghệ ảnh hưởng ngày càng lớn tới đời sống của cả thế giới và có ứng dụng vô cùng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, trong đó có ngành điện. Trong hệ thống điện,

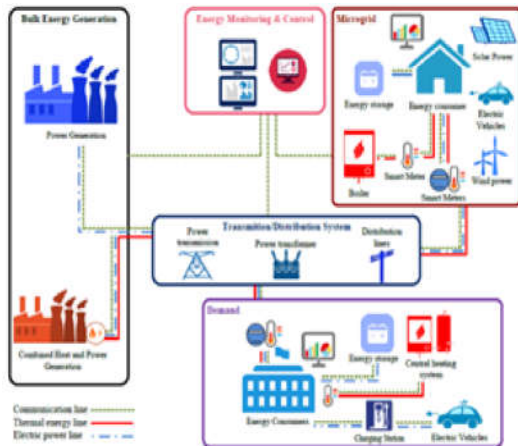
việc ứng dụng công nghệ IoT có thể cải thiện đáng kể hiệu quả và khả năng vận hành của lưới điện hiện nay. Đối với các hộ tiêu thụ quy mô nhỏ muốn sử dụng năng lượng hiệu quả cần phải có thiết bị giám sát, theo dõi từ đó tối ưu hóa việc vận hành các thiết bị điện. Nghiên cứu gần đây, đã cho thấy rằng áp dụng phương pháp giám sát thời gian thực giúp hộ tiêu thụ tiết kiệm năng lượng hơn cách truyền thống (giám sát qua hóa đơn hàng tháng) (Vishwakarma, Upadhyaya, Kumari, Mishra, 2019) [1]. Tan, Lee, Mok (2007), Rashdi, Malik, Rashid, Ajmal, Sadip (2013) [3], Prathik, Anitha, (2018) [2] đã thiết kế hệ thống giám sát dựa trên đồng hồ đo điện năng thông minh để cung cấp thông tin năng lượng tiêu thụ đến các khách hàng. Primicanta, Nayan, Awan (2010) [4] đã kết hợp ZigBee và GSM để truyền dữ liệu. Ngoài ra, các nghiên cứu trong nước cũng đề cập đến các hệ thống quản lý và giám sát tiêu thụ điện năng Nguyễn Đức Khoát, Không Cao Phong Tạp chí tự động hóa ngày nay, Số 153 (2013) [5]. Nguyễn Trung Kiên. Xây dựng hệ thống điều khiển giám sát, luận văn thạc sĩ, Trường ĐHBK Hà Nội, 2013 [6].

Bài báo này nghiên cứu đề xuất ứng dụng công nghệ IoT trên nền tảng Blynk để thiết kế hệ thống giám sát và điều khiển các thiết bị điện hạ áp 220V xoay chiều cho các hộ tiêu thụ quy mô nhỏ (hộ gia đình) thông qua module PZEM-004T kết nối với bộ xử lý trung tâm Node MCU ESP 8266 trên phần mềm mã nguồn mở Arduino IDE. Module PZEM-004T này thu thập xử lý

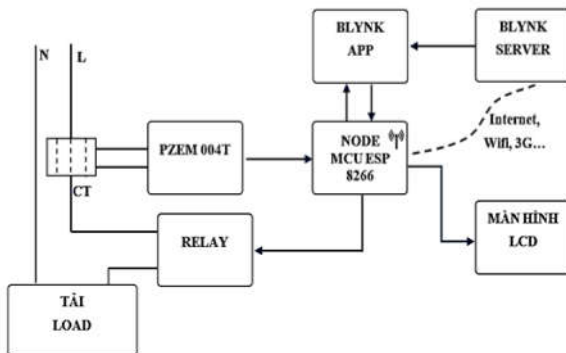
các dữ liệu từ phụ tải gồm có điện áp (V), dòng điện (A), công suất (W), $\cos(\varphi)$, gửi đến Node MCU ESP 8266 thông qua cổng truyền thông nối tiếp UART. Module Node MCU ESP 8266 gửi các giá trị dữ liệu lên Server Blynk từ đó có thể sử dụng Mobile app, Web Sever để dàng biết được tình trạng sử dụng điện năng, như thời gian sử dụng công suất lớn nhất, tính số điện, tiền điện hàng tháng theo EVN... và đưa ra cách thức vận hành các thiết bị điện hiệu quả.

2. GIỚI THIỆU VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH HỆ THỐNG

Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của internet nổi bật là các kết nối không dây, các thiết bị thông minh kết nối internet phân tích dữ liệu hoạt động của các thiết bị bằng công nghệ IoT giúp tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng, dự đoán sự cố thiết bị trước khi sự cố đó gây hỏng hóc, v.v.. (hình 1). Trong bài báo này, nghiên cứu đề xuất một hệ thống giám sát năng lượng với các thiết bị chính là Node MCU ESP 8266 và PZEM – 004T, như được trình bày ở hình 2. Hệ thống giám sát được chạy trên ứng dụng Blynk. Các thông số phụ tải (điện áp, dòng điện, tần số, hệ số công suất, công suất) được PZEM-004T gửi về module Node MCU ESP8266 và đưa lên internet. Ứng dụng có thể biểu diễn dữ liệu thu được dưới dạng thời gian thực, biểu đồ miền, theo giờ, tháng, hoặc năm. Hệ thống có thể xuất dữ liệu dạng file Excel gửi qua mail và gửi thông báo tin nhắn qua Smartphone, Từ dữ liệu này có thể tính toán các chi phí tiêu thụ điện năng của các hộ tiêu thụ từ đó làm cơ sở điều khiển các thiết bị điện hợp lý.



Hình 1. Hệ thống IoT điển hình (Shakerighadi, Anvari-Moghaddam, Vasques, 2018) [1]

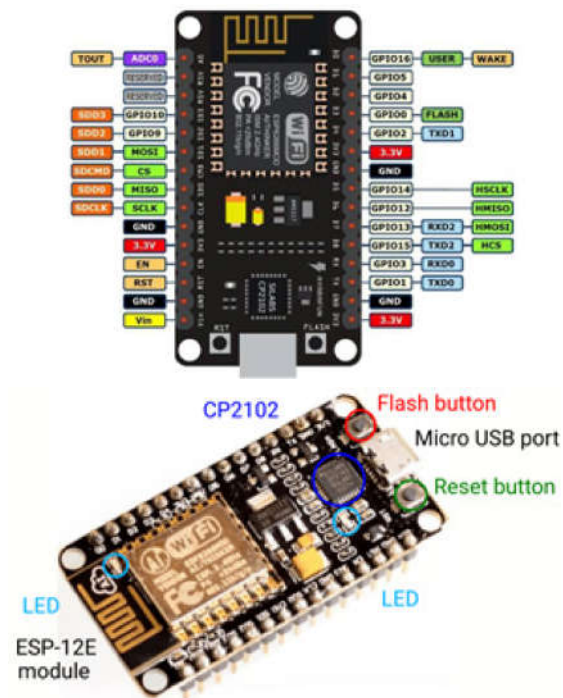


Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống giám sát năng lượng

3. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

3.1. Module Node MCU ESP8266

NodeMCU V1.0 được phát triển dựa trên Chip WiFi ESP8266EX bên trong Module ESP-12E để dàng kết nối WiFi. Board còn tích hợp IC CP2102, giúp dễ dàng giao tiếp với máy tính thông qua Micro USB để kết nối với board để tiện cho quá trình học, nghiên cứu. Với kích thước nhỏ gọn, linh hoạt board dễ dàng liên kết với các thiết bị ngoại vi để tạo thành project, sản phẩm mẫu một cách nhanh chóng.



Hình 3. Sơ đồ chân của ESP 8266 -12E

Thông số kỹ thuật:

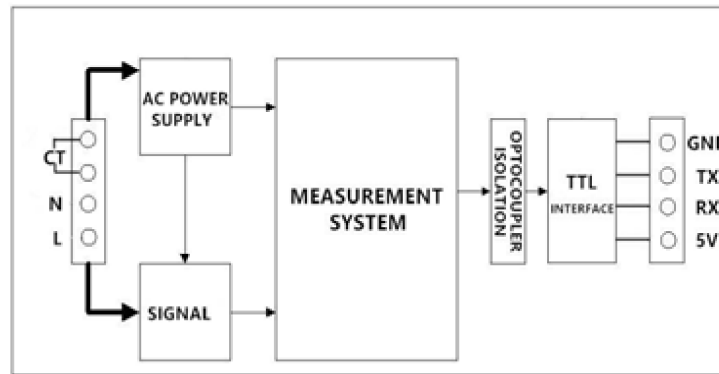
- Chip: ESP8266EX.
- WiFi: 2.4 GHz hỗ trợ chuẩn 802.11 b/g/n.
- Điện áp hoạt động: 3.3V.
- Điện áp vào: 5V thông qua cổng USB.
- Số chân I/O: 11 (tất cả các chân I/O đều có Interrupt/PWM/I2C/One-wire, trừ chân D0).
- Số chân Analog Input: 1 (điện áp vào tối đa 3.3V).
- Bộ nhớ Flash: 4MB.
- Giao tiếp: Cable Micro USB.
- Hỗ trợ bảo mật: WPA/WPA2.
- Tích hợp giao thức TCP/IP.
- Lập trình trên các ngôn ngữ: C/C++, Micropython, NodeMCU - Lua.

3.2. Module PZEM-004T V3.0

Mạch đo điện AC đa năng 100A giao tiếp UART PZEM-004T được thể hiện trong hình 4 được sử dụng để đo và theo

đổi các thông số cơ bản bao gồm: điện áp, dòng điện, công suất và điện năng tiêu thụ. Module này sử dụng giao tiếp UART dễ dàng kết nối truyền dữ liệu tới bộ vi điều khiển hoặc máy tính, thích hợp cho các ứng dụng giám sát điện năng, IoT,...

Mạch đo điện AC đa năng 100A giao tiếp UART PZEM-004T nhỏ gọn, dễ lắp đặt, sử dụng cách đo dòng cách ly an toàn và khả năng đo dòng lên đến 100A, mạch có chất lượng gia công và linh kiện tốt, độ bền cao.



Hình 4. Sơ đồ khối Pzem 004T

3.3 Module Relay 4 kênh

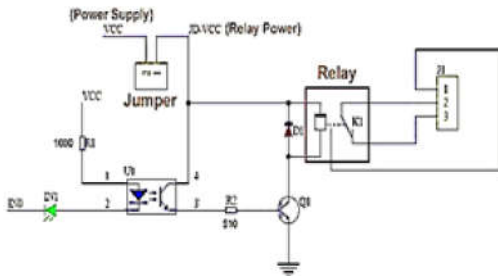
Module relay 4 kênh 5V gồm 4 relay với điện áp điều khiển 5VDC, ngõ ra tiếp điểm chính đóng ngắt với mức điện áp/dòng điện tối đa (AC250V/10A hoặc DC30V/10A). Module relay 4 kênh 5V được thiết kế chắc chắn, khả năng cách điện tốt. Trên Module đã có sẵn mạch kích relay sử dụng transistor và IC cách ly quang giúp cách ly hoàn toàn mạch điều khiển (vi điều khiển) với relay bảo đảm vi điều khiển hoạt động ổn định và tiện dụng khi kết nối với vi điều khiển.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp sử dụng: Có hai loại 5VDC
- Tín hiệu kích: mức thấp Low (GND 0VDC) Relay đóng, mức cao High (VCC 5V) Relay ngắt.
- Mỗi Relay tiêu thụ dòng khoảng 80mA.
- Ngõ ra điện áp/dòng điện đóng ngắt tối đa: AC250V ~ 10A hoặc DC30V ~ 10A
- Tích hợp Opto cách ly, Diode chống nhiễu và đèn báo tín hiệu kích.
- Kích thước: 75 x 55 x 20mm

3.4 Màn hình LCD 2004A-V1.1

Màn hình text LCD 2004 kèm module I2C sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 4 dòng với mỗi dòng 20 ký tự, màn hình có độ bền cao, rất phổ biến và dễ sử dụng. Màn hình LCD dùng để hiển thị các thông số cơ bản tại vị trí đo năng lượng điện giúp cho người vận hành quan sát trực quan mà không cần các thiết bị khác.



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý relay



Hình 6. Màn hình LCD 2004A và Module giao tiếp I2C

Thông số LCD 2004 kèm Module I2C

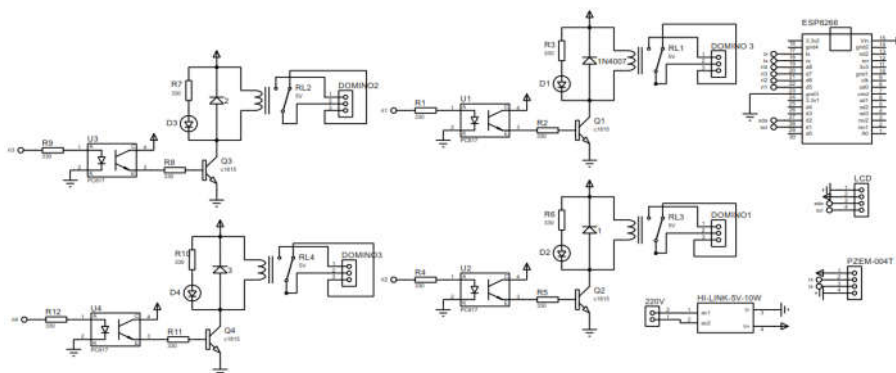
Kích thước: 98 x 60 x 13.5 mm

Điện áp hoạt động là 5 V.

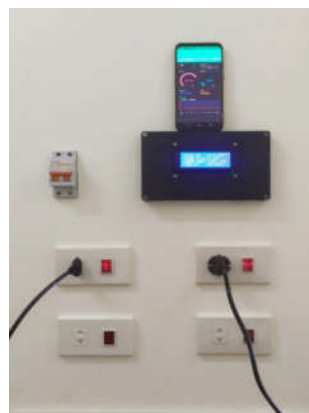
Kết nối chân LCD và MCU	
LCD 2004A + I2C	MCU
Vcc (5VDC)	Vcc
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

3.5. Thiết kế và thi công mạch tích hợp phần cứng

Trong bài báo này, tác giả thiết kế hệ thống giám sát năng lượng đo dòng điện xoay chiều, một pha. Hệ thống giám sát và điều khiển độc lập 4 nhóm phụ tải.



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý



Hình 8. Mô hình phần cứng hệ thống giám sát năng lượng điện

1. Node MCU ESP 8266;
2. Module Pzem 004T V3.0;
3. Relay 4 kênh;
4. Màn hình LCD 2004A V1.0

4. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

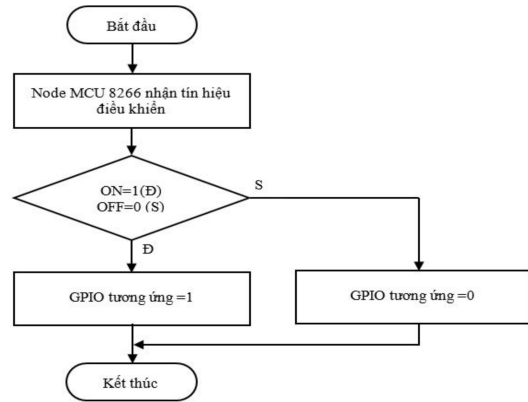
4.1. Lưu đồ thuật giải



Hình 9. Lưu đồ thuật giải kết nối và gửi dữ liệu lên Blynk Server

Lưu đồ thuật giải gửi dữ liệu lên Internet của hệ thống được thể hiện trên hình 8. Bắt đầu hệ thống thiết lập các cổng vào ra của ESP 8266, gán các giá trị ban đầu, khởi tạo Pzem 004T. Module ESP8266 thiết lập kết nối Wifi nếu có kết nối thông qua cổng truyền thông UART đọc dữ liệu từ module Pzem 004T sau đó gửi các dữ liệu này lên Server Blynk. Mobi app Blynk trích xuất dữ liệu từ Server Blynk này giám sát và điều khiển các nhóm thiết bị thông qua relay 4 kênh. Nếu Module ESP8266 kết nối Wifi không thành công ESP8266 chuyển chế độ phát Wifi, thông qua một trình duyệt web có thể thiết lập lại tên, mật khẩu wifi và mã Token.

Hệ thống sau khi thiết lập các kết nối Node MCU ESP 8266 nhận tín hiệu điều khiển từ Mobi App Blynk trên các thiết bị IOS hoặc Android. Nếu nhận được tín hiệu “ON” ESP 8266 điều khiển các chân IO

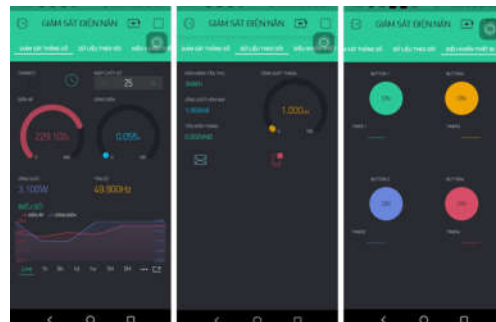


Hình 10. Lưu đồ thuật giải điều khiển Relay 4 kênh

tương ứng kích chân relay ở mức cao (mức 1), relay đóng các tiếp điểm cấp nguồn cho phụ tải. Ngược lại nếu ESP 8266 nhận được tín hiệu “OFF” các chân IO tương ứng với relay được kích ở mức thấp (mức 0) relay mở các tiếp điểm ngắt nguồn phụ tải. Ngoài ra, hệ thống trên còn cho phép hẹn giờ tắt mở tự động cho các phụ tải. Có thể đo giám sát các thông số của từng nhóm phụ tải bằng cách thay đổi vị trí đặt biến dòng (CT).

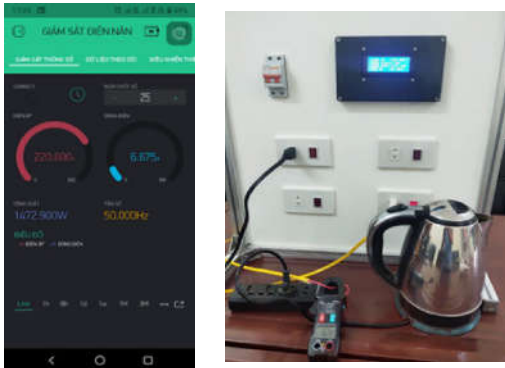
4.2. Kết quả thực nghiệm

Mô hình thực sau khi thiết kế và thi công được thực nghiệm tại Trường Đại học Hải Phòng. Sau khi kết nối các thiết bị, hệ thống bắt đầu làm việc, bắt đầu với việc nhập tài khoản mật khẩu của Wifi và mã Token do Server Blynk gửi xuống mail người dùng. Hệ thống hoạt động ổn định khi điều khiển bật tắt các phụ tải từ App Blynk.



Hình 11. Giao diện giám sát và điều khiển trên App Blynk

Với đối tượng thực nghiệm với các phụ tải một pha 220VAC thông dụng như đèn, quạt, âm siêu tốc ... Các thông số được giám sát có độ sai số $\pm 1,5\%$ so với thiết bị đo (Ampe kìm). Kết quả giao diện giám sát và điều khiển thể hiện ở hình



Hình 12. Thực nghiệm với tải có thông công suất định mức $P=2(kW)$



Hình 13. Biểu đồ thông số dòng điện, điện áp theo thời gian thực

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu sau thực nghiệm hệ thống có thể thực hiện các chức năng quản lý giám sát trong thời gian thực các thông số: điện áp, dòng điện, công suất tác dụng, điện năng tiêu thụ,... hiển thị đồng

thời trên màn hình LCD 2004A tại vị trí lắp đặt và trên ứng dụng App Blynk thông qua máy tính hoặc smartphone có kết nối với hệ thống thông qua phương thức truyền thông mạng Internet Wifi, 3G, 4G.... Do đó, người sử dụng có thể truy cập ở bất kỳ nơi nào, bất kỳ thời điểm nào miễn là có thể truy cập được Internet. Người sử dụng App Blynk có thể quản lý và giám sát hệ thống của mình đồng thời có thể điều khiển các nhóm thiết bị độc lập. Với tính năng theo dõi lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải, xuất báo cáo các thông số đo được đến khách hàng sử dụng điện. Các kết quả trên màn hình giám sát được hiển thị dưới đồ thị để giúp khách hàng dễ dàng theo dõi tình trạng làm việc của hệ thống được cập nhật liên tục theo thời gian thực. Từ đó đưa ra phương thức vận hành phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 Vishwakarma, S. K., Upadhyaya, P., Kumari, B., & Mishra, A. K. (2019, April). Smart energy efficient home automation system using iot. In 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU) (pp. 1-4). IEEE.
- 2 Prathik, M., Anitha, K., & Anitha, V. (2018, February). Smart Energy Meter Surveillance Using IoT. In 2018 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS) (pp. 186-189). IEEE.
- 3 Rashdi, A., Malik, R., Rashid, S., Ajmal, A., & Sadiq, S. (2013). Remote energy monitoring, profiling and control through GSM network. *Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol. 38. N^o. 11), 3249-3257.
- 4 Primicanta, A. H., Nayan, M. Y., & Awan, M. (2010, June). ZigBee-GSM based automatic meter reading system. In 2010 International Conference on Intelligent and Advanced Systems (pp. 1-5). IEEE.
- 5 Nguyễn Đức Khoát, Khổng Cao Phong. Hệ thống quản lý & giám sát tiêu thụ điện năng, *Tạp chí tự động hóa ngày nay*, Số 153 (10/2013).
- 6 Nguyễn Trung Kiên. *Xây dựng hệ thống điều khiển giám sát*, luận văn thạc sĩ, Trường ĐHBK Hà Nội, 2013.