

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MẠCH VI ĐIỀU KHIỂN ARDUINO ĐỂ GIAO TIẾP VỚI LABVIEW TRONG CÁC BÀI TOÁN ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN BẰNG MÁY TÍNH

Đặng Văn Chí^{1,*}, Đào Hiếu², Ưông Quang Tuyền³
mail: dangvanchi@humg.edu.vn
Trường Đại học Mở – Địa chất, Hà Nội

TÓM TẮT

Card đo lường điều khiển và giao tiếp với LabVIEW của hãng NI (National Instruments) đang được sử dụng rất rộng rãi trên Thế giới. Với chức năng kết nối các thiết bị ngoại vi và máy tính, đặc biệt được ứng dụng phổ biến trong các lĩnh vực đo lường giám sát, điều khiển robot và các hệ cơ điện tử...Tuy nhiên việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng các loại card NI này ở các Trường Đại học, các Viện nghiên cứu ở Việt Nam còn hạn chế do giá thành rất đắt và phần mềm Labview yêu cầu phải có bản quyền. Bài báo đề xuất giải pháp sử dụng dòng vi điều khiển Arduino để thay thế, được cho là phù hợp trong công tác nghiên cứu thiết kế, phát triển đối với các bài toán đo lường và điều khiển giao tiếp với LabVIEW. Kết quả nghiên cứu cho phép ứng dụng Arduino để thay thế cho một số loại Card NI cơ bản của hãng trong các bài toán về đo lường, giám sát và điều khiển bằng máy tính.

Từ khóa: Card NI, phần mềm LabVIEW, Vi điều khiển Arduino, Arduino và PC

1. Đặt vấn đề

LabVIEW (viết tắt của Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) là môi trường ngôn ngữ đồ họa, hiệu quả trong việc giao tiếp đa kênh giữa con người, thuật toán và các thiết bị. LabVIEW hỗ trợ các kỹ sư, nhà khoa học...xây dựng các thuật toán một cách nhanh, gọn, sáng tạo, dễ hiểu nhờ các khối hình ảnh có tính gợi nhớ và cách thức hoạt động theo kiểu dòng dữ liệu (data flow) lần lượt từ trái qua phải. Các thuật toán này sau đó được áp dụng lên các mạch điện và cơ cấu chấp hành thực nhờ vào việc kết nối hệ thống thật với LabVIEW thông qua nhiều chuẩn giao tiếp như chuẩn giao tiếp RS232 (giao tiếp qua cổng COM), chuẩn USB, chuẩn giao tiếp mạng TCP/IP, UDP, chuẩn GPIB,... Vì vậy LabVIEW là một ngôn ngữ giao tiếp đa kênh. LabVIEW hỗ trợ hầu hết các hệ điều hành (Windows 2000, XP, Vista, Windows7), Linux, MacOS, Window Mobile, Window Embedded.

Các ứng dụng của LabVIEW: (Wolfgang Georgi, Ergun Metin, 2006).

LabVIEW là một ngôn ngữ lập trình với khái niệm hoàn toàn khác so với các ngôn ngữ lập trình

truyền thống như C, Pascal. Bằng cách diễn đạt cú pháp thông qua các hình ảnh trực quan trong môi trường soạn thảo, LabVIEW được gọi với tên khác là lập trình G (viết tắt của Graphical). LabVIEW được sử dụng trong các lĩnh vực đo lường, tự động hóa, cơ điện tử, robotics, vật lý, toán học, ô tô...

LabVIEW giúp kết nối bất kỳ cảm biến, bất kỳ cơ cấu chấp hành nào với PC: Các tín hiệu đo được với Labview gồm: nhiệt độ, sức căng, độ rung, âm thanh, điện áp, dòng điện, tần số, ánh sáng, điện trở, xung, thời gian, tín hiệu số, hình ảnh, tốc độ ...

LabVIEW có thể được sử dụng để xử lý các kiểu dữ liệu như tín hiệu tương tự (analog), tín hiệu số (digital), hình ảnh (vision), âm thanh (audio),...với tính năng phân tích mạnh mẽ. Labview có hơn 500 chức năng lập sẵn để trích xuất thông tin từ dữ liệu thu nhận được, phân tích các phép đo và xử lý tín hiệu. Các chức năng phân tích tần số, phát tín hiệu, toán học, chỉnh lý đường cong, phép nội suy. Mô phỏng và xử lý các tín hiệu thu nhận được để phục vụ cho mục đích nghiên cứu mà người lập trình mong muốn.

Chức năng hiển thị: xây dựng giao diện người dùng một cách nhanh chóng và thẩm mỹ hơn nhiều

so với các ngôn ngữ khác như Visual Basic, Matlab ...hiển thị dữ liệu bao gồm các chức năng tạo báo cáo và quản lý dữ liệu. Các tiện ích vẽ biểu đồ và đồ thị cùng công cụ trực quan 2D,3D cài sẵn. Thêm vào đó ta có thể xem và điều khiển Vis thông qua Internet bằng LabVIEW. Đối với việc tạo báo cáo, NI cung cấp một số tùy chọn như công cụ tạo tài liệu, báo cáo dạng HTML, báo cáo dạng Word/Excel và báo cáo tương tác với NI DIA.

Chức năng điều khiển: LabVIEW tích hợp nhiều công cụ và tính năng giúp kỹ sư điều khiển tự động dễ dàng thực hiện các bài toán về điều khiển. Cho phép thực hiện các thuật toán điều khiển như PID, Logic mờ (Fuzzy) một cách nhanh chóng thông qua các chức năng tích hợp sẵn trong LabVIEW. Cho phép kết hợp với nhiều ngôn ngữ truyền thống như C, C++.

LabVIEW hỗ trợ các giao thức giao tiếp khác nhau như RS232, RS485, TCP/IP, PCI, USB, Ethernet.

Hiện nay công tác đào tạo sử dụng LabVIEW ở các trường Đại học kỹ thuật ở nước ta còn hạn chế. Một phần nguyên nhân là những thiết bị, Card giao tiếp điều khiển chuyên dụng của LabVIEW có giá đắt, chưa được các Trường quan tâm đầu tư đồng bộ cả về thiết bị lẫn phần mềm. Một thiết bị được cho là có giá thành hợp lý NI MyRIO-1900 của hãng NI giới thiệu nhằm hỗ trợ công tác nghiên cứu cho sinh viên và giảng viên Đại học cũng có giá cả chục triệu đồng. Mặt khác phần mềm LabVIEW chính hãng có bản quyền có giá thành cũng rất đắt. Trong khi đó công tác đào tạo ở các trường vẫn có thói quen dùng các phần mềm miễn phí, phần mềm crack và không có bản quyền... Những bất cập trên sẽ không còn là vấn đề nan giải với đề xuất ứng dụng VĐK Arduino để thay thế. Việc ứng dụng các dòng vi điều khiển Arduino để giao tiếp truyền thông với LabVIEW để thực hiện các bài toán về đo lường và điều khiển bằng máy tính sẽ khắc phục được những khó khăn trên và đặc biệt rất nhanh chóng và thuận lợi khi xây dựng, triển khai những dự án.

Vi điều khiển Arduino hiện nay được cộng đồng nghiên cứu và sinh viên ở các Trường Đại học, cao đẳng sử dụng khá phổ biến do nhiều ưu điểm. Với đặc điểm là giá thành rẻ, phần mềm có bản quyền của hãng được cung cấp miễn phí, được cập nhật thường xuyên và ngôn ngữ lập trình đơn giản,

để hiểu. Phần mềm được hãng phát triển nhiều ứng dụng thực tế rất cơ bản, dễ hiểu và có hướng dẫn tường minh, đặc biệt khả năng hỗ trợ người học tự nghiên cứu và phát triển các dự án, các ý tưởng thực tế. Một tiện ích khác cũng là ưu điểm khi dùng Arduino so với các dòng VĐK khác là người học không cần phải làm mạch. Bo mạch Arduino rất đa dạng đầy đủ các tính năng của người dùng VĐK cần có: như các cổng In/Out Digital/Analog, các cổng thu phát xung tốc độ cao, PWM, kết nối truyền thông với PC rất đơn giản qua cổng USB ... và một ưu điểm khác nữa là các phần mềm như Matlab, LabView hiện nay hỗ trợ miễn phí Driver cho tất cả các dòng VĐK Arduino này.

Vì vậy bài báo đề xuất nghiên cứu VĐK Arduino để giao tiếp với LabVIEW thay thế Card NI, ứng dụng cho bài toán đo lường và điều khiển bằng máy tính. Kết quả nghiên cứu khẳng định việc thay thế Card LabVIEW cho các ứng dụng đo lường điều khiển bằng máy tính là hoàn toàn khả thi. Đặc biệt thích hợp cho công tác giảng dạy, nghiên cứu trong các Viện, các Trường Đại học với chi phí thấp. Đồng thời cung cấp một giải pháp đơn giản, dễ thực hiện, đảm bảo các yêu cầu về công nghệ, kỹ thuật, tính hiện đại trong các bài toán đo lường, điều khiển giám sát bằng máy tính.

2. Vi điều khiển Arduino và truyền thông trong môi trường Matlab

2.1. Vi điều khiển Arduino (<http://Arduino.vn>)

- Hiện nay trên thị trường có nhiều phiên bản VĐK Arduino như Arduino Uno R3, Arduino Mega2560, Arduino Nano, Arduino Pro Mino, Arduino Lenadro, Arduino Industrial... dưới đây giới thiệu phiên bản Arduino Uno R3(hình 1) được sử dụng để giao tiếp với Matlab.

- Arduino Uno R3 là một board mạch vi điều khiển được phát triển bởi Arduino.cc, với nền tảng điện tử mã nguồn mở chủ yếu dựa trên vi điều khiển AVR Atmega328P. Phiên bản hiện tại của Arduino Uno R3 đi kèm với giao diện USB, 6 chân đầu vào analog, 14 cổng số I/O được sử dụng để kết nối với các thiết bị ngoại vi. Trong đó có 14 cổng I/O và 6 chân đầu ra PWM. Arduino Uno R3 được kết nối trực tiếp với PC thông qua USB để giao tiếp với phần mềm lập trình IDE, tương thích với Windows dễ sử dụng và thích hợp với các ngôn ngữ lập trình như C và C++ được sử dụng trong IDE. Ngoài USB,

người dùng có thể dùng nguồn điện ngoài để cấp nguồn cho bo mạch.



Hình 1. Bo mạch Arduino và cáp giao tiếp USB
Một số thông số kỹ thuật cơ bản của Arduino UNO R3:

- Chip ATMEGA328P-PU
- Nguồn Cấp: 7-12V
- 14 Chân Digital I/O (6 chân PWM)
- 6 Chân Analog Inputs
- 32k Flash Memory
- 16Mhz Clock Speed
- SRAM 2 KB
- EEPROM 1 KB

2.2. LabVIEW và truyền thông giữa VDK Arduino với LabVIEW (Đặng Văn Chí & nnk 2021)

LabVIEW là một môi trường lập trình đồ họa để tạo các ứng dụng với giao diện người dùng chuyên nghiệp một cách nhanh chóng và hiệu quả. Ngày nay có hàng triệu kỹ sư, nhà khoa học sử dụng LabVIEW để phát triển các ứng dụng đo lường, kiểm thử, và điều khiển bằng cách sử dụng các biểu tượng trực quan và dây nối tín hiệu. Ngoài ra, LabVIEW có thể được mở rộng cho nhiều nền tảng phần cứng và hệ điều hành khác nhau. Trong thực tế, nền tảng LabVIEW có khả năng tích hợp với hàng nghìn thiết bị phần cứng và cung cấp hàng trăm thư viện được xây dựng sẵn để phân tích nâng cao và hiển thị dữ liệu giúp tạo ra các thiết bị ảo có thể tùy chỉnh theo nhu cầu của mình.

Chương trình LabVIEW mô phỏng giao diện và hoạt động của các thiết bị thực, như dao động ký và thiết bị đo đa năng, chương trình LabVIEW được gọi là thiết bị ảo (Virtual Instrument), thường gọi tắt là VI. VI có Front Panel và Block Diagram, Front Panel là giao diện người dùng và Block Diagram là chương trình phía sau giao diện người dùng. Sau khi xây dựng Front Panel, thêm mã (code) để điều

kiến các đối tượng trên Front Panel bằng cách sử dụng các hình đồ họa đại diện cho các hàm. Mã trên Block Diagram là mã dạng đồ họa, thường được biết đến là G code (mã G) hoặc Block Diagram code.

LabVIEW sử dụng lập trình đồ họa dạng dòng chảy dữ liệu, dòng chảy của dữ liệu qua các nút trên Block Diagram xác định trình tự thực hiện chương trình. Lập trình đồ họa và thực thi dạng dòng chảy dữ liệu là hai đặc tính chính làm cho LabVIEW khác với hầu hết ngôn ngữ lập trình đa dụng khác.

Để kết nối và làm việc với Arduino, trên LabVIEW cần có 1 bộ VIs của Arduino. Thông qua bộ VIs, LabVIEW có thể lấy dữ liệu từ các chân Arduino và xử lý, điều khiển hoặc hiển thị kết quả trên màn hình máy tính. Do sự phổ biến và chuẩn hóa của Arduino nên bộ VIs đã được phổ biến rộng rãi, không cần người sử dụng phải tự lập trình. Với bộ VIs thì chỉ cần thiết kế giao diện và mọi việc đã có LabVIEW xử lý. Hiện nay có 2 chuẩn: LIFA và LINX, trong đó chuẩn LIFA được sử dụng phổ biến hơn cả, mang lại nhiều tiện ích, được cài đặt theo các bước sau:

+ Bước 1: Cài đặt VI Package Manager (VIPM) – đây là phần mềm quản lý cũng như giúp download các gói VI của LabVIEW.

+ Bước 2: Sau khi cài đặt xong, vào VIPM và tìm giao diện Arduino cho LabVIEW với từ khóa “LabVIEW Interface for Arduino”. Sau đó cài đặt LabVIEW Interface for Arduino cho LabVIEW, lưu ý phải đúng phiên bản của LabVIEW.

+ Bước 3: Kết nối Arduino với máy tính qua cổng USB.

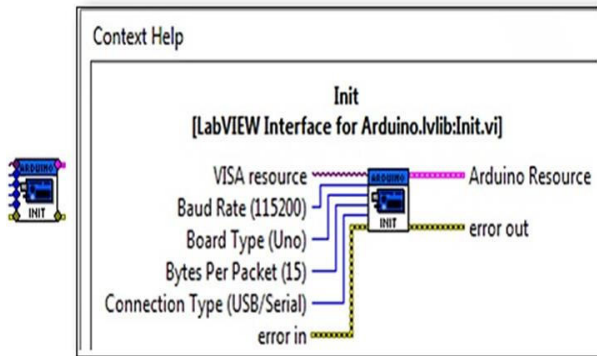
+ Bước 4: Nạp mã nguồn cho Arduino để có thể giao tiếp với LabVIEW. Tìm đến <LabVIEW> là nơi chứa thư mục LabVIEW sau khi cài đặt.

+ Bước 5: Chọn vi.lib\LabVIEW interface for Arduino\Firmware Kịch đúp vào LIFA_Base. Trình dịch IDE Arduino sẽ tự hiển thị.

+ Bước 6: Chọn đúng Board và Serial Port sau đó kích vào Upload để nạp vào Arduino. Khi có thông báo Done uploading là đã nạp thành công và đã có thể làm việc với Arduino trên LabVIEW.

2.3. Khối INIT và thiết lập tham số truyền thông trên LabVIEW với Arduino

- Khối INIT: Để thiết lập giao diện LabVIEW với Arduino (hình 2)



Hình 2. Khối INIT thiết lập giao diện LabVIEW cho Arduino

Khối Init có nhiều chân ra, để thiết lập cho việc kết nối ta chỉ quan tâm tới một vài chân như sau:

- + Chân VISA resource là chân thiết lập cổng COM để giao tiếp giữa LabVIEW và Arduino.
- + Chân Baud Rate là chân thiết lập tốc độ baud: tốc độ baud là 115200 đối với Arduino Uno, là 9600 đối với các dòng Arduino khác.
- + Chân Board Type là chân để chọn loại Arduino để làm việc: có 3 loại Arduino được hỗ trợ là: Uno, Mega 2560 và Dimuelanove/Atmega 328.
- + Chân Connection Type là chân lựa chọn kiểu kết nối: qua USB, XBEE hoặc Bluetooth.
- + Chân Arduino Resource để kết nối với các khối khác.

Một khối được chia làm 2 dãy chân dữ liệu.

+ Các chân nằm bên trái của khối là các chân đưa dữ liệu vào hoặc là các thiết lập ban đầu của tín hiệu. Các chân bên phải là các chân đưa dữ liệu ra hoặc các thành phần của tín hiệu đã tách được khi qua khối.

Để thiết lập bất kỳ chân nào của một khối ta làm như sau:

- + Đưa con trỏ chuột tới chân cần thiết lập sao cho con trỏ chuột trở thành Wiring tool (hoặc có thể dùng Tool Palette).
- + Click Chuột phải, sau đó trỏ chuột vào Create chọn kiểu thiết lập. Có 3 kiểu thiết lập: Constant (hằng số), Control (điều khiển), Indicator (hiển thị) tùy vào mục đích để lựa chọn phù hợp.
- + Chân Arduino Resource của khối này nối với chân Arduino Resource của khối khác.
- + Chân error out của khối trước thì nối với error in của khối liền sau.
- + Đối với các khối còn lại thiết lập tương tự

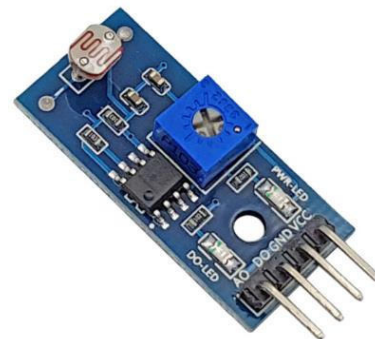
3. Thiết kế xây dựng bài toán đo lường điều khiển trên mô hình thử nghiệm (Đặng Văn Chí, 2017).

Mô hình có tính chất thử nghiệm truyền thông giữa giao diện LabVIEW với VĐK Arduino, cần phải đảm bảo chức năng đo lường, giám sát và điều khiển. Vì vậy bài toán được chọn là sử dụng cảm biến quang trở để đo cường độ ánh sáng (hay độ rọi), ứng dụng trong các bài toán điều khiển tự động bật/tắt đèn hoặc điều chỉnh tự động độ sáng đèn trong thực tế.

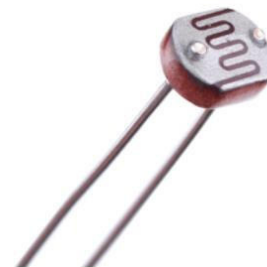
3.1. Tính chọn thiết bị xây dựng mô hình

Vi điều khiển Arduino: hình ảnh và thông số kỹ thuật như hình 1

Module cảm biến quang trở: (hình 3) module quang trở giao tiếp với Arduino là CDS có tích hợp sẵn Op-amp (LM393) và biến trở so sánh mức tín hiệu giúp cho việc nhận biết tín hiệu trở nên dễ dàng, Cảm biến ánh sáng này thường dùng để nhận biết, bật tắt thiết bị theo cường độ ánh sáng môi trường, hình 4.



Hình 3. Module cảm biến quang trở



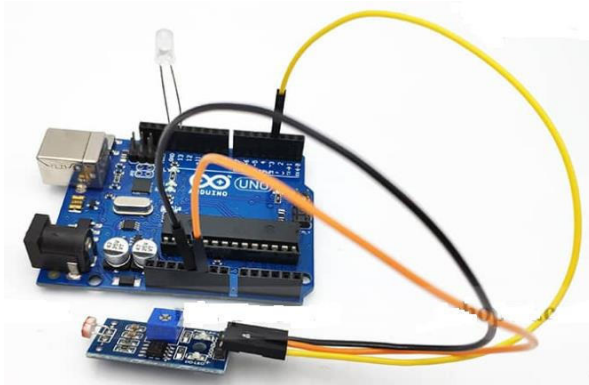
Hình 4. Quang trở CDS

IC LM393 được tích hợp nhiều tính năng phù hợp để sử dụng làm bộ so sánh. IC chứa hai op-amp (operational amplifier) so sánh độ chính xác cao riêng biệt có thể hoạt động từ nguồn điện đơn hoặc kép. Một tính năng khác là dải điện áp cung cấp rộng nên có thể sử dụng IC trong nhiều ứng dụng

khác nhau. IC này yêu cầu dòng điện hoạt động thấp do đó rất lý tưởng để sử dụng trong các thiết bị di động và hoạt động bằng pin. Hệ thống logic đầu ra có thể được sử dụng trong các mạch kỹ thuật số. Dòng điện đầu ra tối đa của IC là 20mA đủ để điều khiển các transistor và hệ thống logic, thiết bị logic và vi điều khiển. Có thể điều chỉnh chiết áp để thay đổi mức phát hiện cường độ ánh sáng.

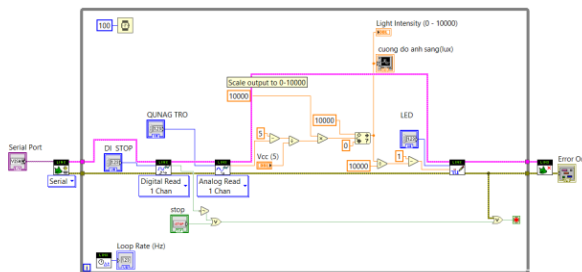
3.2. Thiết kế xây dựng mô hình

+ Sơ đồ kết nối thiết bị: Sơ đồ đề xuất như hình 5



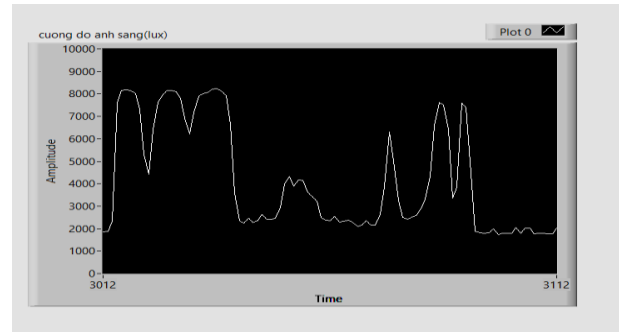
Hình 5. Sơ đồ kết nối Arduino với mô đun quang CDS và Led điều khiển

3.3. Lập trình đo lường, điều khiển, giám sát và truyền thông trong LabVIEW, hình 6

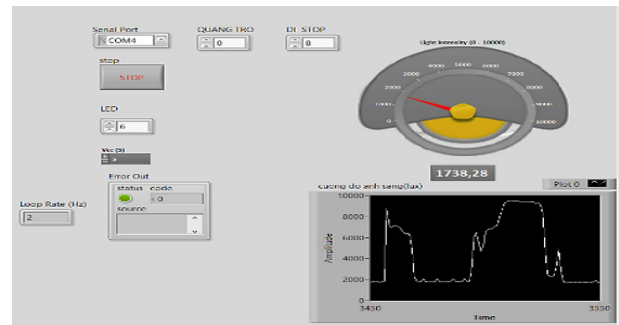


Hình 6. Giao diện lập trình trong môi trường LabVIEW

3.4. Các kết quả chạy thử nghiệm trên mô hình



Hình 7. Giao diện giám sát đo cường độ ánh sáng



Hình 8. Giao diện điều khiển – giám sát LabVIEW

4. Kết luận:

- Việc nghiên cứu ứng dụng vi điều khiển Arduino để giao tiếp với giao diện LabVIEW cho bài toán điều khiển và giám sát cường độ ánh sáng đã đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật và mục tiêu đặt ra.

- Các tác giả đã thực hiện việc khảo sát tính chọn thiết bị, xây dựng mô hình, lập trình điều khiển, lập trình truyền thông, xây dựng giao diện giám sát trên LabVIEW và chạy thử kết nối với các thiết bị ngoại vi. Bước đầu cho kết quả khả quan, hệ thống chạy ổn định, đáp ứng các yêu cầu công nghệ đặt ra.

- Mô hình xây dựng có tính chất thử nghiệm, sử dụng các sensor và thiết bị có giá thành thấp, độ chính xác và chất lượng còn hạn chế. Đề xuất tiếp tục đánh giá độ chính xác, tính ổn định và bền vững của hệ thống khi sử dụng các cảm biến chuyên dụng, có độ chính xác cao làm việc trong môi trường công nghiệp.

- Với kết quả nghiên cứu bước đầu này, việc ứng dụng các dòng VĐK Arduino để thay thế các Card đo lường điều khiển chuyên dụng của LabVIEW để thực hiện các bài toán trong đo lường – điều khiển – giám sát bằng máy tính là hoàn toàn

khả thi. Giải pháp có giá thành thấp, đảm bảo đầy đủ các yêu cầu về kỹ thuật và công nghệ cho các bài toán về đo lường – điều khiển – giám sát. Trong các Trường Đại học cách tiếp cận trên là phù hợp cho công tác giảng dạy và đào tạo lý thuyết với chi phí thấp. Ở các Viện nghiên cứu phù hợp công tác nghiên cứu Khoa học và triển khai ứng dụng thực tế sản xuất.

- Tốc độ lấy mẫu tối đa của hầu hết các dòng Arduino là 10kHz, trong khi mạch Arduino về bản chất chỉ có 1 ADC. Do vậy với các ứng dụng yêu cầu đọc và xử lý cùng lúc nhiều cổng Analog thì cần chú ý đến vấn đề này.

Đặng Văn Chí: Đề xuất ý tưởng, nghiên cứu tổng quan cơ sở lý thuyết, xây dựng thuật toán và lập trình điều khiển giám sát trên LabVIEW.

Đào Hiếu: Thiết kế giao diện, xây dựng mô hình

Uông Quang Tuyến: Chạy thử nghiệm, soạn thảo và biên tập bài báo.

Tài liệu tham khảo

Sách tham khảo

Đặng Văn Chí (2017), Kỹ thuật đo lường điện và các thuật toán đo phi điện. NXB Xây dựng, 298 trang.

Đặng Văn Chí & nnk (2021), Đo lường điều khiển bằng máy tính, ứng dụng công nghệ IoT – Lora Gateway để giám sát và điều khiển xa trên Web Server. NXB KHKT, 285 trang.

Phạm Quang Huy, Nguyễn Trọng Hiếu, (2016), Vi điều khiển và ứng dụng Arduino dành cho người tự học. NXB Bách Khoa Hà Nội, 407 trang.

Lưu Thế Vinh, (2007). Giáo trình đo lường – cảm biến. NXB ĐH Quốc gia TP Hồ Chí Minh.

Wolfgang Georgi, Ergun Metin, (2006). Einfuehrung in LabVIEW. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag Muenchen.

Ernest O. Doebelin, (2003). Measurement System: “Application and design”, Mc Graw Hill.

Web tham khảo

<http://Arduino.vn>

<https://www.ni.com>

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP HỖ TRỢ ĐỌC GIÁ TRỊ THÔNG SỐ NGUỒN ĐIỆN TRONG TRẠM 35/6KV

Uông Quang Tuyến¹, Nguyễn Đức Tân²

¹ Khoa Cơ - Điện, Trường ĐH Mở - Địa chất, Việt Nam, uongquangtuyen@humg.edu.vn;

² Công ty than Mạo Khê, Tập đoàn Than Khoáng sản Việt Nam

TÓM TẮT

Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu giải pháp hỗ trợ nhân viên trực trạm biến áp trong công tác ghi số liệu về các đại lượng điện áp, dòng điện và công suất phụ tải của trạm biến áp. Giải pháp của nhóm tác giả bao gồm: thiết kế phần mềm cài đặt trên máy tính và thiết bị thu thập các thông số của nguồn điện tại trạm biến áp 35kV. Thiết bị thu thập các giá trị được lắp đặt trong tủ điện của trạm, đọc các thông số của nguồn và gửi dữ liệu tới máy tính với công nghệ truyền dữ liệu bluetooth BLE 4.0. Phần mềm trên máy tính ghi nhận lại các dữ liệu này và hiển thị theo dạng bảng và đồ thị phụ tải.

Từ khóa: Thông số cơ bản, điện áp, dòng điện, nhiệt độ, bluetooth

1. Mở đầu

Hiện nay trên thế giới và trong nước, các thiết bị trong dây chuyền sản xuất, các thiết bị trong trạm

biến áp đều được giám sát và theo dõi thông qua hệ thống SCADA.

Các thông số này đều được cập nhật tại phòng điều khiển trung tâm bởi hệ thống báo cáo. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng tạo các báo cáo từ