

Ứng dụng công nghệ IOT trong chế tạo thiết bị quan trắc tham số môi trường

■ TS. TRẦN THỊ PHƯƠNG THẢO

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

TÓM TẮT: Bài báo nghiên cứu, thiết kế, chế tạo một thiết bị đo lường đa kênh quan trắc các tham số môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi và chất lượng không khí có tiềm năng nhu cầu sử dụng cao trong thực tế. Ứng dụng lý thuyết xử lý số liệu hiện đại, công nghệ IoT để thu thập, giám sát kết quả đo cho độ chính xác cao ứng dụng trong các khu công nghiệp, cụ thể là ứng dụng để kiểm soát môi trường tốt nhất dựa trên thông số chính xác đo được từ cảm biến, hạn chế rủi ro ở mức thấp nhất từ tác động của môi trường.

TỪ KHÓA: Thiết bị quan trắc tham số môi trường ứng dụng công nghệ IoT, đo nồng độ bụi, nồng độ khí CO, CH₄, công nghệ IoT.

ABSTRACT: The article researches, designs and manufactures a multi-channel measuring device that monitors environmental parameters such as temperature, humidity, dust concentration and air quality with high potential for use in real life. economic. Application of modern data processing theory, IoT technology to collect and monitor measurement results for high accuracy, application in specific industrial zones is the application to best control the environment based on information. Accurate numbers are measured from the sensor, minimizing the risk from the impact of the environment.

KEYWORDS: Environmental parameter monitoring device applying IoT technology, measuring dust concentration, concentration of CO, CH₄, IoT technology.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

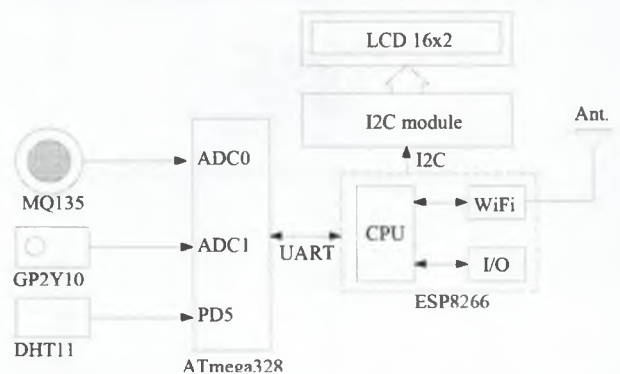
Ngày nay, việc giám sát các thông số môi trường rất cần thiết trong nhiều lĩnh vực từ trồng trọt, thủy sản, chăn nuôi, giám sát kho lạnh, chất thải, khí thải công nghiệp và nhiều lĩnh vực khác, với việc ứng dụng công nghệ Internet of Things (IoT- Công nghệ 4.0) sẽ giúp giám sát các thông số môi trường mọi lúc mọi nơi, cảnh báo khi các thông số môi trường ngoài ngưỡng cho phép, phát hiện diễn biến bất thường và có biện pháp xử lý kịp thời giảm rủi ro và hạn chế các tác động từ môi trường đến việc sản xuất. Việc

giám sát thông số môi trường sẽ cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học trong việc sản xuất. Do vậy, một thiết bị đo lường thể hệ mới dùng công nghệ IoT để thu thập, giám sát, cảnh báo ngưỡng một số thông số quan trọng của môi trường để đưa ra các giải pháp hạn chế, loại bỏ chúng là nhiệm vụ cấp bách và quan trọng trong việc bảo vệ môi trường và an sinh xã hội. Đây là một giải pháp công nghệ tổng thể với nhiều loại cảm biến khác nhau, tích hợp chức năng cảnh báo và điều khiển.

Về vấn đề này, trên thế giới và Việt Nam đã và đang có nhiều nhà khoa học quan tâm và công bố nhiều kết quả nghiên cứu của mình [1, 2]. Tuy nhiên, một thiết bị tích hợp nhiều đầu đo và quan trắc nhiều tham số môi trường cùng một thời điểm vẫn còn hạn chế. Vì vậy, vấn đề nghiên cứu và chế tạo một thiết bị đo có nhiều ứng dụng trong thực tế là rất cần thiết và thiết thực.

2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ INTERNET OF THINGS CHO THIẾT BỊ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG

2.1. Mô hình đề xuất của thiết bị như Hình 2.1



Hình 2.1: Sơ đồ cấu trúc thiết bị quan trắc chất lượng không khí

- MQ135 - Cảm biến đo chất lượng không khí;
- GP2Y10 - Cảm biến đo nồng độ bụi;
- DHT11 - Cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm;
- I2C module - Mô-đun chuyển đổi giao diện từ I2C sang song song;
- LCD16x2 - Màn hình hiển thị;
- ESC8266 - Vi điều khiển xử lý dữ liệu;
- ADC - Bộ biến đổi tương tự sang số;
- CPU - Bộ xử lý trung tâm;
- WiFi - Mô-đun wifi trong vi mạch ESP8266;
- I/O - Đầu vào/ra của ESP8266;
- Atmega328: Vi điều khiển thu thập dữ liệu cảm biến. Chất lượng không khí được đo bằng cảm biến MQ135,

cảm biến bụi và cảm biến nhiệt độ. Các cảm biến dựa trên sự thay đổi của các thành phần chất khí có trong không khí để cho ra điện áp (0 - 5)V ở đầu ra. Điện áp này được đưa tới bộ biến đổi tương tự sang số ADC (analog to digital converter) thành tín hiệu số. Bộ ATmega328 sẽ tính ra chất lượng không khí dựa trên giá trị từ cảm biến rồi đưa tới màn hình LCD 16x2 để hiển thị. I2C là mô-đun chuyển đổi giao diện từ giao diện I2C (phía vi điều khiển) sang song song (phía LCD).

Các thông số cảm biến sau khi được tính toán thì được ATmega328 gửi đến mô-đun ESP8266 và truyền dữ liệu đến server IoT qua mạng Internet.

2.2. Nghiên cứu triển khai ứng dụng IoT chế tạo thiết bị đo

2.2.1. Cảm biến MQ135

Hình ảnh của cảm biến MQ135 như trên Hình 2.2.



Hình 2.2: Cảm biến MQ135

Cảm biến này phát hiện một số loại khí để có thể đo chất lượng không khí nói chung. Cảm biến có cả đầu ra tương tự và kỹ thuật số. Đầu ra kỹ thuật số cho tín hiệu cao khi nồng độ khí vượt quá một giá trị ngưỡng nhất định. Giá trị ngưỡng này có thể được đặt bằng chiết áp.

2.2.2. Cảm biến đo nồng độ bụi

Cảm biến bụi của hãng Sharp “GP2Y1010AU0F” trên Hình 2.3 này là thiết bị phát hiện bụi, khói thuốc lá...

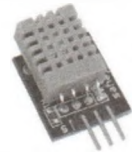


Hình 2.3: Hình ảnh cảm biến bụi GP2Y1010AU0F

Cảm biến bụi Sharp hoạt động dựa trên nguyên lý tán xạ ánh sáng. Một máy dò ảnh và đèn LED bộ phát đối diện nhau của cảm biến mà có một lỗ thông qua bụi ở hai bên. Không khí có chứa các hạt bụi đi vào buồng cảm biến và làm cho ánh sáng từ bộ phát LED bị phân tán về phía bộ tách sóng quang. Cảm biến bụi xuất ra giá trị điện áp thay đổi tùy theo cường độ ánh sáng phân tán tương ứng với mức độ bụi trong buồng cảm biến. Các mật độ bụi thực tế (hoặc nồng độ bụi), sau đó có thể được tính toán từ điện áp đầu ra giá trị bằng cách sử dụng một bộ ADC.

2.2.3. Cảm biến đo độ ẩm và nhiệt độ

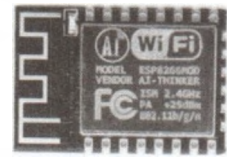
DHT11 như Hình 2.4 là một cảm biến nhiệt độ và độ ẩm thường được sử dụng đi kèm với một NTC chuyên dụng để đo nhiệt độ và một bộ vi điều khiển 8 bit để xuất ra các giá trị nhiệt độ và độ ẩm dưới dạng dữ liệu nối tiếp.



Hình 2.4: Hình ảnh cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

2.2.4. Vi mạch ESP8266

Hình ảnh mô-đun ESP8266 như trên Hình 2.5.

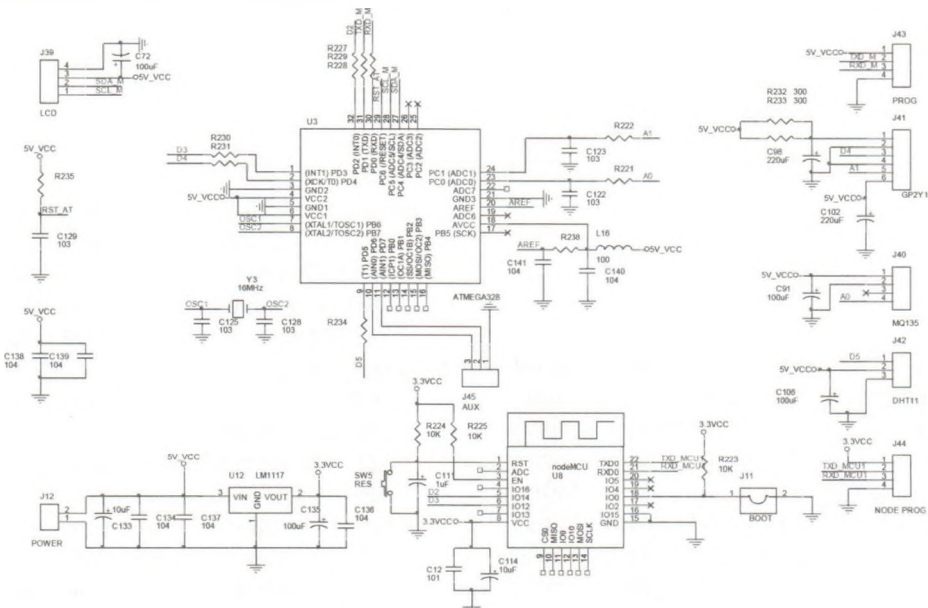


Hình 2.5: Hình ảnh vi mạch ESP8266

ESP8266 là một chip tích hợp cao được thiết kế cho nhu cầu kết nối IoT. Đây là công nghệ truyền với chuẩn truyền wifi, hiện nay dòng chip ESP8266 của ESPRESSIF đang được sử dụng rất phổ biến trong các thiết bị giao tiếp với smartphone hay web server thông qua wifi.

2.2.5. Sơ đồ nguyên lý thiết bị quan trắc không khí

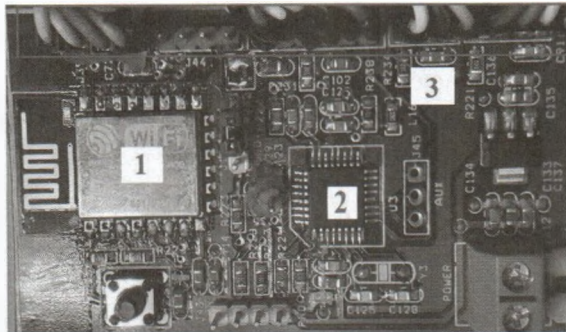
Sơ đồ nguyên lý hoàn chỉnh của thiết bị như trên Hình 2.6.



Hình 2.6: Sơ đồ nguyên lý thiết bị quan trắc chất lượng không khí

Cảm biến MQ135 được kết nối tới đầu vào ADC0 của vi điều khiển Atmega 328. LED của cảm biến đo nồng độ bụi GP2Y10 được điều khiển bởi đầu ra PD4 đầu ra của GP2Y10 được kết nối tới đầu vào ADC1 của vi điều khiển. Cảm biến nhiệt độ/độ ẩm DHT11 được kết nối với PD5 để nhận dữ liệu. Vi điều khiển Atmega328 và ESP8266 được kết nối với nhau thông qua giao diện nối tiếp. Toàn bộ mạch được cấp nguồn 5V từ một adapter bên ngoài.

Hình ảnh board mạch thiết bị đã thiết kế hoàn chỉnh như Hình 2.7.



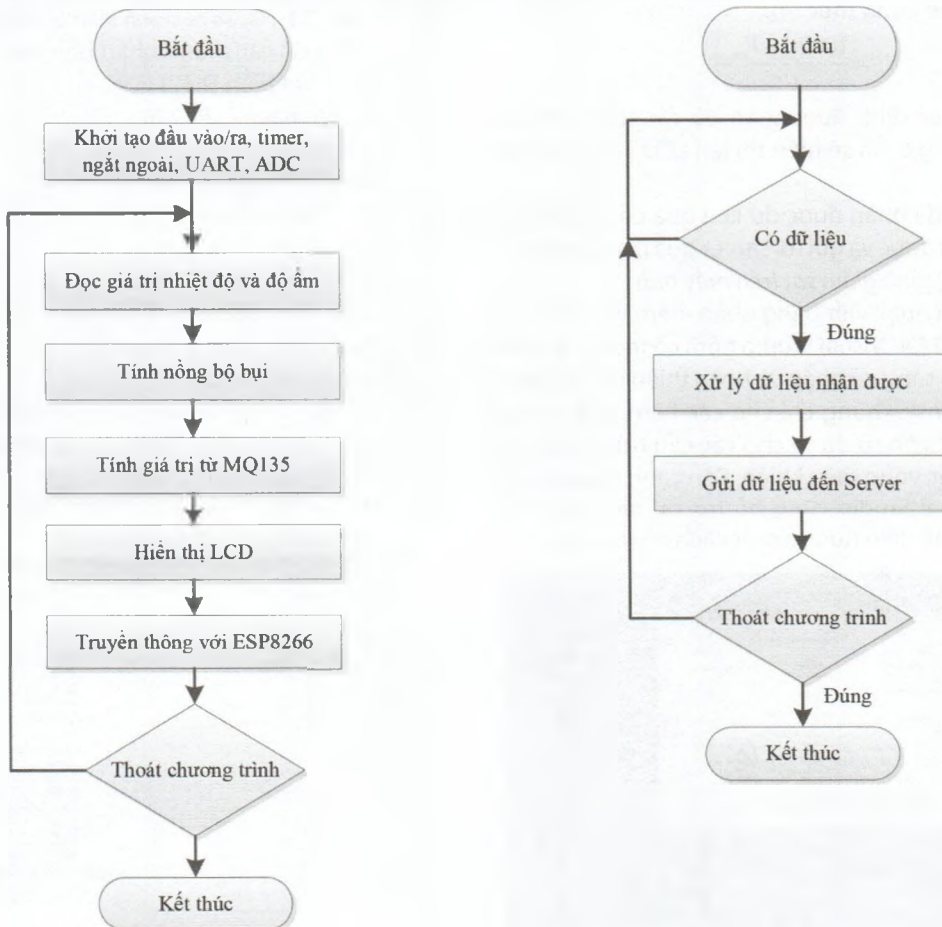
Hình 2.7: Hình ảnh mạch của thiết bị quan trắc chất lượng không khí

- (1) - Mô-đun ESP8266;
- (2) - Vi điều khiển Atmega328;
- (3) - Các đầu vào/ra kết nối với các cảm biến.

2.2.6. Lưu đồ thuật toán chương trình cho vi điều khiển và ESP8266

Lưu đồ thuật toán chương trình cho vi điều khiển ATmega328 và ESP8266 như trên Hình 2.8.

Chương trình cho Atmega328 bắt đầu bằng việc khởi tạo các ngoại vi như ADC, Timer, UART. Sau khi khởi tạo ngoại vi, vi điều khiển tiến hành đọc giá trị nhiệt độ và độ ẩm từ cảm biến DHT11 theo giao thức One Wire. Sau khi xác định được nhiệt độ và độ ẩm thì chương trình tiếp tục tính nồng độ bụi từ cảm biến GP2Y10.



a) - Chương trình vi điều khiển ATmega328

b) - Chương trình cho ESP8266

Hình 2.8: Lưu đồ thuật toán chương trình cho Atmega328 và ESP8266

Để xác định mật độ bụi, vi điều khiển phát ra liên tục các xung có chu kỳ 10 ms với độ rộng xung 0,32 ms sau đó đọc điện áp đầu ra của cảm biến:

Điện áp đầu ra của cảm biến tỉ lệ với mật độ bụi theo công thức:

$$V_o = V_{oc} + \Delta V \quad (1)$$

Trong đó:

- V_{oc} - Điện áp đầu ra của cảm biến khi không có bụi;
- ΔV - Độ biến thiên điện áp ra. $\Delta V = 0,5$ v trên $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Theo tài liệu kỹ thuật của cảm biến [3] ta có công thức tính mật độ bụi như sau:

$$D = 0,2.V_o - 0,18 \quad (2)$$

Trong đó: D - Mật độ bụi đơn vị mg/m^3 .

Sau khi đã tính được mật độ bụi, chương trình tính toán chất lượng không khí từ giá trị đầu ra của MQ135 theo tài liệu kỹ thuật của cảm biến [4]:

$$\text{ppm} = 159.6 - 133.33 \frac{R_s}{R_0} \quad (3)$$

Trong đó:

- ppm - Chất lượng không khí tính nồng độ ppm;
- R_s - Điện trở đầu ra của cảm biến;
- R_0 - Điện trở của cảm biến trong điều kiện không khí sạch điện trở này bằng 176Ω .

Điện trở R_s được xác định bằng cách đo điện áp đầu ra của cảm biến theo công thức [4]:

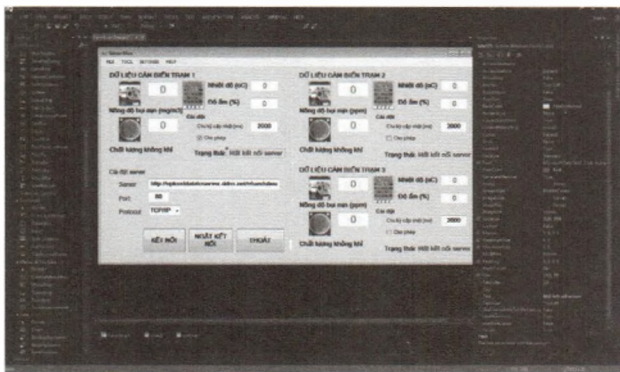
$$R_s = \frac{1000(1 - V_{out})}{V_{out}}$$

Sau khi đã xác định được toàn bộ các thông số của không khí, chương trình sẽ hiển thị lên LCD và gửi dữ liệu tới ESP8266.

ESP8266 khi đã nhận được dữ liệu qua cổng UART thì xử lý dữ liệu nhận được và gửi tới server qua mạng Internet.

2.2.7. Chương trình giám sát trên máy tính

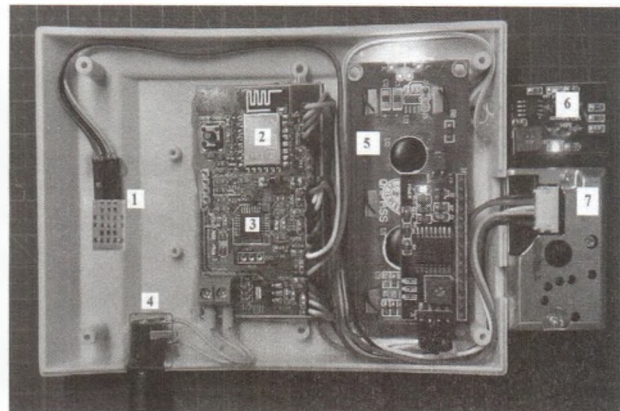
Chương trình được viết bằng phần mềm Visual Studio 2013 và ngôn ngữ C#. Visual Studio gồm có một trình soạn thảo mã hỗ trợ tô sáng cú pháp và hoàn thiện mã bằng các sử dụng IntelliSense không chỉ cho các hàm, biến và các phương pháp mà còn sử dụng cho các cấu trúc ngôn ngữ như: truy vấn hoặc vòng điều khiển. Bên cạnh đó, các trình biên tập mã Visual Studio cũng hỗ trợ cài đặt dấu trang trong mã để có thể điều hướng một cách nhanh chóng.



Hình 2.9: Giao diện lập trình chương trình giám sát thông số chất lượng không khí trên máy tính

3. KẾT QUẢ VỀ MÔ HÌNH ĐÃ CHẾ TẠO

Một số hình ảnh mô hình và thử nghiệm được ch... dưới đây:



a) - Hình ảnh bên trong của thiết bị



b) - Hình ảnh bên ngoài của thiết bị



c) - Thông số hiển thị trên LCD

Hình 3.1: Một số hình ảnh thiết bị đã chế tạo hoàn chỉnh

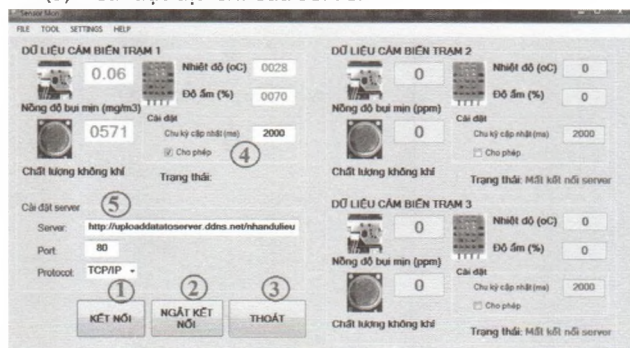
Trong đó các thành phần bên trong của thiết bị là:

- (1) - Cảm biến DHT11
- (2) - Vi mạch ESP8266
- (3) - Vi điều khiển Atmega328
- (4) - Chân cấp nguồn 5V
- (5) - Màn hình LCD 16x2
- (6) - Cảm biến MQ135
- (7) - Cảm biến GP2Y10

Giao diện chương trình giám sát trên máy tính như

Hình 3.2, chương trình được thiết kế mở rộng để có thể kết nối tới nhiều thiết bị.

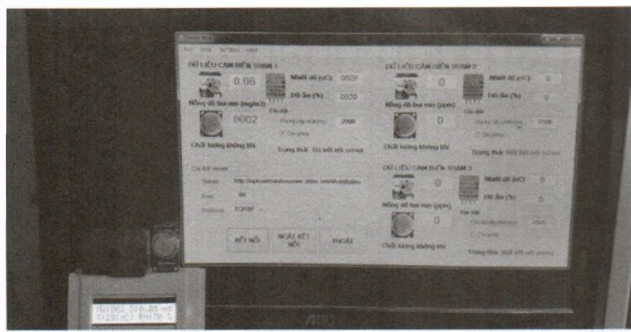
- (1) - Nút ấn để kết nối tới server dữ liệu
- (2) - Nút ngắt kết nối (dừng giám sát)
- (3) - Thoát chương trình
- (4) - Đặt thời gian cập nhật dữ liệu từ server
- (5) - Cài đặt địa chỉ của server



Hình 3.2: Giao diện giám sát thiết bị quan trắc chất lượng không khí trên máy tính

Hình ảnh thiết bị đang làm việc cùng với chạy phần mềm giám sát trên máy tính như trong Hình 3.3. Kết quả

cho thấy kết nối ổn định và dữ liệu truyền về phần mềm giám sát là chính xác.



Hình 3.3: Hình ảnh thiết bị đang làm việc

4. KẾT LUẬN

Thiết bị đã làm việc tốt, có thể đo đạc các thông số của không khí như nhiệt độ, độ ẩm, mật độ bụi, từ đó là cơ sở để đánh giá chất lượng không khí. Các thông số có thể truyền về máy tính từ xa thông qua kết nối Internet. Phần mềm xây dựng trên máy tính được thiết kế để có khả năng mở rộng và kết nối với nhiều hơn một thiết bị quan trắc không khí. Những nội dung đã đạt được trong nghiên cứu:

- Xây dựng mô hình thiết bị đo đạc một số thông số của không khí;
- Xây dựng được phần mềm giám sát trên máy tính dùng ngôn ngữ C#;
- Xây dựng được thuật toán kết nối các thiết bị qua mạng Internet.

Tuy nhiên, bên cạnh đó, độ chính xác của phép đo hoàn toàn phụ thuộc vào các tính toán trong tài liệu kỹ thuật của cảm biến mà chưa có thiết bị kiểm chuẩn thực tế. Trong tương lai, thiết kế của nghiên cứu có thể mở rộng để giám sát cho nhiều thiết bị các vị trí khác nhau.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT21-22.45.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Văn Doanh và các đồng tác giả (2007), *Các bộ cảm biến trong đo lường và điều khiển*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Trần Hoài Linh (2005 - 2006), *Thiết kế chế tạo các thiết bị thế hệ mới đo và kiểm tra môi trường*, UTCN, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [3]. Zeyu Guo et al (2021), *A dust sensor monitoring system using Wi-Fi mesh network*, Journal of Physics: Conference Series.
- [4]. Farah Neamah, Zainab Khyioon (2020), *Capable of Gas Sensor MQ-135 to Monitor the Air Quality with Arduino uno*, International Journal of Engineering Research and Technology.

Ngày nhận bài: 10/7/2022

Ngày chấp nhận đăng: 28/7/2022

Người phản biện: PGS. TS. Đào Minh Quân
TS. Nguyễn Văn Tiến