

NGHIÊN CỨU VÀ THIẾT KẾ BO MẠCH PHÁT TRIỂN CHO CÁC ỨNG DỤNG IOT SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LORA

Trần Thị Kiều

Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: kieutran@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/11/2022; ngày hoàn thành phản biện: 25/11/2022; ngày duyệt đăng: 4/4/2023

TÓM TẮT

Các chuẩn giao tiếp không dây là nền tảng cần thiết để có thể phát triển các hệ thống Internet cho vạn vật (Internet of Things – IoT) một cách hiệu quả. Hiện nay, nhiều chuẩn giao tiếp không dây đã được phát triển như LoRa, NB-IoT, TI Sub-1 GHz,... Bài báo này tập trung thiết kế bo mạch phát triển dựa trên công nghệ LoRa nhằm làm nền tảng để phát triển cho các hệ thống IoT trong tương lai. Một hệ thống mạng LoRaWAN đơn giản gồm một thiết bị đầu cuối (bo mạch phát triển) giao tiếp với một gateway thông qua công nghệ LoRa sẽ được triển khai và thử nghiệm trong bài báo này để đánh giá khả năng triển khai hệ thống trong thực tế. Kết quả thu lại dựa trên việc so sánh dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm thu mà bo mạch với dữ liệu thực tế để chứng tỏ bo mạch này hoạt động tốt.

Từ khóa: Internet vạn vật, mạng diện rộng công suất thấp, LoRa.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, Internet vạn vật (Internet of Things – IoT) là từ khóa nổi bật nhất trong các ứng dụng thuộc lĩnh vực công nghệ thông tin - viễn thông. Định nghĩa đầu tiên về IoT được giới thiệu bởi Kevin Ashton vào cuối những năm 90 [7]. Khái niệm IoT là được sử dụng để mô tả một mạng lưới các thiết bị vật lý kết nối và trao đổi dữ liệu với nhau hoặc với các hệ thống khác thông qua Internet. Kể từ đó, nhiều công nghệ viễn thông mới đã được phát triển để hỗ trợ các hệ thống IoT, đặc biệt là các công nghệ truyền thông không dây.

Các công nghệ không dây chiếm một tỉ lệ lớn trong truyền tải dữ liệu IoT lên Internet. Điểm đáng chú ý khi triển khai các ứng dụng IoT là khả năng tiết kiệm năng lượng, tốc độ truyền tải, cũng như độ bao phủ. Các công nghệ truyền thông không dây khác nhau cũng đã được phát triển để phù hợp với các nhóm ứng dụng IoT khác nhau. Từ những yêu cầu đó, mạng diện rộng năng lượng thấp (Low-Power Wide Area

Network - LPWAN) là một trong những xu hướng tất yếu không thể thiếu trong các ứng dụng IoT tương lai [1]. PWAN là các công nghệ không dây với các đặc điểm như phủ sóng lớn, băng thông thấp, kích thước gói tin nhỏ và thời gian sử dụng pin lâu dài. Mạng LPWAN có chi phí thấp hơn mạng di động và có phạm vi rộng hơn mạng không dây tầm ngắn, cung cấp khả năng kết nối cho các thiết bị và ứng dụng có tính di động thấp và mức độ truyền dữ liệu thấp (ví dụ như các cảm biến, đồng hồ thông minh: đồng hồ nước, đồng hồ điện...). Chính vì thế, LPWAN sẽ mang tới một lựa chọn mới cho việc truyền tải dữ liệu của hệ thống IoT, được phát triển nhằm đáp ứng mục đích tiêu thụ năng lượng thấp, kéo dài thời gian hoạt động của thiết bị đầu cuối, khả năng truyền tải với khoảng cách xa tới hàng chục km.

Tích cực nhất trong việc phát triển mạng LPWAN là một số nhà cung cấp và tổ chức như: LoRa Alliance, Texas Instruments, Sigfox, Ingothy.... Mỗi tổ chức đưa ra một tiêu chuẩn riêng với các phương thức hoạt động khác nhau, nhưng tất cả đều hướng tới mục đích sử dụng của mạng LPWAN. Mặc dù có nhiều công nghệ và tiêu chuẩn LPWAN khác nhau, tuy nhiên một số công nghệ đang được triển khai hiệu quả tại nhiều nơi trên thế giới có thể kể đến như: LoRaWAN [2], NB-IoT [4] và Sigfox [5].

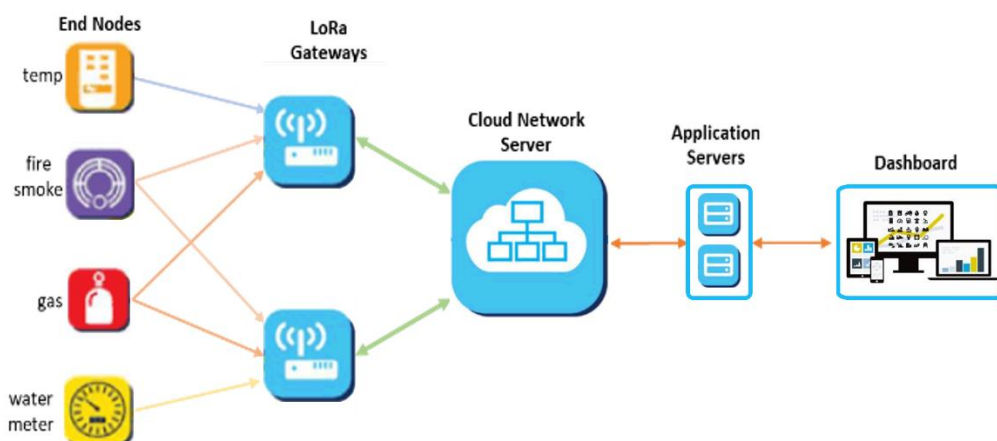
LoRa là công nghệ điều chế vô tuyến cho mạng diện rộng công suất thấp. Với công nghệ này, dữ liệu có thể truyền với khoảng cách lên tới 5km ở khu vực thành thị và 15km ở nông thôn. Một đặc điểm quan trọng của các mạng truyền thông dựa trên công nghệ LoRa là yêu cầu năng lượng cực thấp, cho phép các thiết bị hoạt động bằng pin có tuổi thọ lên đến 10 năm. LoRaWAN được triển khai theo cấu trúc liên kết hình sao, vì vậy mạng này hoàn hảo cho các ứng dụng yêu cầu giao tiếp tầm xa giữa nhiều thiết bị có yêu cầu năng lượng thấp và thu thập một lượng nhỏ dữ liệu.

Để phát triển một hệ thống IoT dựa trên công nghệ LoRa, một bo mạch phát triển là một thiết bị thiết yếu để hỗ trợ cho các kỹ sư trong quá trình thiết kế hệ thống. Bo mạch phát triển này giúp giảm thời gian làm mạch mới, cho phép người dùng có thể kiểm tra một số chức năng của hệ thống. Trên thị trường, chúng tôi chỉ tìm thấy một vài bộ công cụ hỗ trợ công nghệ LoRa. Hầu hết chúng là nền tảng Arduino với tài nguyên phần cứng hạn chế. Do đó, một bộ bo mạch phát triển hiệu suất cao với nhiều tài nguyên phần cứng lớn là rất quan trọng khi một kỹ sư cần thiết kế một hệ thống IoT lớn.

Bài báo này tập trung vào việc xây dựng bo mạch phát triển IoT sử dụng vi điều khiển họ ATmega của AVR và hỗ trợ giao thức LoRaWAN. Bo mạch sử dụng MCU là ATmega328 để tận dụng hiệu năng hoạt động với tốc độ và hiệu suất cao trong khi vẫn giữ mức tiêu thụ điện năng thấp của vi điều khiển này. Bo mạch được tích hợp mô-đun LoRa Ra-02 để nó có thể hỗ trợ kết nối không dây theo chuẩn LoRa với phạm vi xa lên đến 1000 mét hoặc hơn thế. Bo mạch phát triển này sẽ hữu ích cho sinh viên hoặc bất kỳ kỹ sư nào quan tâm đến việc xây dựng hệ thống IoT dựa trên công nghệ LoRa.

2. MÔ HÌNH HỆ THỐNG IOT DỰA TRÊN NỀN TẢNG MẠNG LORAWAN

Về cơ bản, mô hình một hệ thống IoT dựa trên mạng LoRaWan gồm 4 phần chính được thể hiện ở Hình 1[3], bao gồm End Node (thiết bị đầu cuối-bo mạch phát triển), cổng LoRa (LoRa gateway), Network Server (máy chủ mạng), Application Server (máy chủ ứng dụng).



Hình 1. Mô hình hệ thống IoT trên nền tảng mạng LoRaWAN [3].

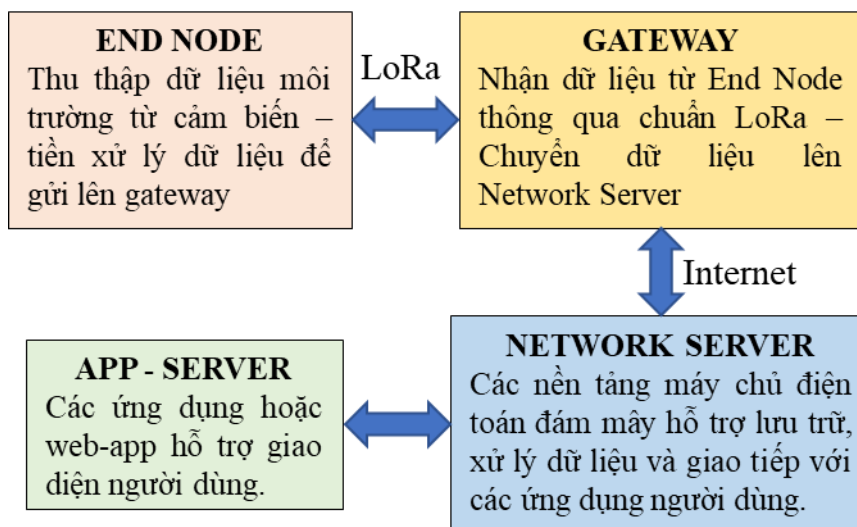
Mô hình được thiết kế với các tính năng sau:

- Đo giá trị nhiệt độ và độ ẩm trong không khí tại vị trí đặt cảm biến.
- Thu thập và truyền dữ liệu về gateway qua chuẩn giao tiếp không dây LoRa. Từ đó, dữ liệu sẽ được gửi về hệ thống điện toán đám mây để lưu trữ, hiển thị.

Các thành phần chính trong mô hình hệ thống này được giải thích sơ lược như sau:

- Khối Gateway: nhận các dữ liệu từ người dùng thông qua Network Server và gửi tín hiệu điều khiển tới các thiết bị đầu cuối (End Node) thông qua mạng LoRaWAN. Bên cạnh đó, khối Gateway cũng nhận các dữ liệu thu thập được từ các End Node và gửi các tín hiệu đó lên Network Server.
- Thiết bị đầu cuối- bo mạch phát triển (END NODE): thu nhập giá trị nhiệt độ, độ ẩm thông qua các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm. Sau đó thiết bị đầu cuối sẽ xử lý dữ liệu và gửi đến khối Gateway thông qua chuẩn giao tiếp LoRa
- Network Server: là máy chủ đám mây được sử dụng để lưu trữ và trao đổi dữ liệu.
- Application Server: Là các ứng dụng hoặc web-app hỗ trợ giao diện người dùng.

Mô hình này có thể được mô tả theo lưu đồ như Hình 2.



Hình 2. Lưu đồ mô tả chức năng các khối trong mô hình IoT trên nền tảng mạng LoRaWAN.

Trong bài báo này, một bo mạch phát triển (được sử dụng như những End Node trong mô hình ở Hình 1) sẽ được thiết kế để hỗ trợ các kỹ sư có thể xây dựng dễ dàng một hệ thống IoT dựa trên mạng LoRaWAN. Bo mạch phát triển này được thiết kế như một hệ thống mở, vì vậy mọi người đều có thể phát triển một hệ thống riêng để thích ứng với các yêu cầu của các dự án một cách dễ dàng.

3. THIẾT KẾ BO MẠCH PHÁT TRIỂN

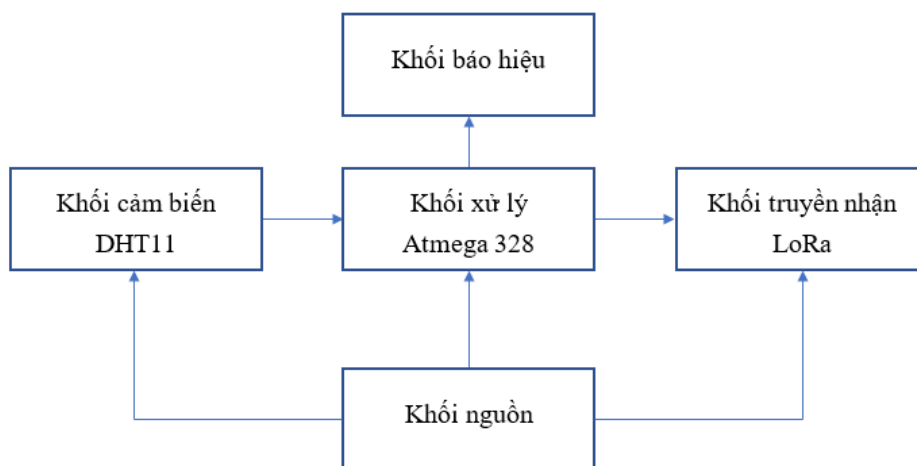
3.1. Sơ đồ khối của bo mạch mở rộng

Việc thiết kế một bo mạch phát triển cần đảm bảo một số yêu cầu như:

- Vi điều khiển có tài nguyên lớn, tốc độ nhanh để phù hợp với nhiều ứng dụng khác nhau.
- Khả năng phát triển để dễ dàng kết nối với nhiều loại cảm biến.
- Tương thích với một số nền tảng phổ biến (chẳng hạn Arduino) để tái sử dụng các thư viện có sẵn.
- Tính ổn định để có thể hoạt động lâu dài trong môi trường ngoài trời.

Để đảm bảo các yêu cầu trên thì bo mạch phát triển này sử dụng vi điều khiển họ MegaAVR. Cụ thể hơn, một vi điều khiển ATmega328 đã được sử dụng trong thiết kế này. Đây là một bộ vi điều 8 bit dựa trên kiến trúc RISC bộ nhớ chương trình 32KB ISP flash có thể ghi xóa hàng nghìn lần, 1KB EEPROM, một bộ nhớ RAM khá lớn trong thế giới vi xử lý 8 bit (2KB SRAM). Một ưu điểm khác của vi điều khiển này là khả năng

tương thích với nền tảng Arduino. Do đó, bo mạch phát triển có thể dễ dàng sử dụng lại rất nhiều thư viện được phát triển cho nền tảng Arduino. Sơ đồ khối của bo phát triển này được thể hiện như trong Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khối của bo mạch.

Bo mạch phát triển được xây dựng dựa trên công nghệ LoRa được xây dựng gồm có 4 khối:

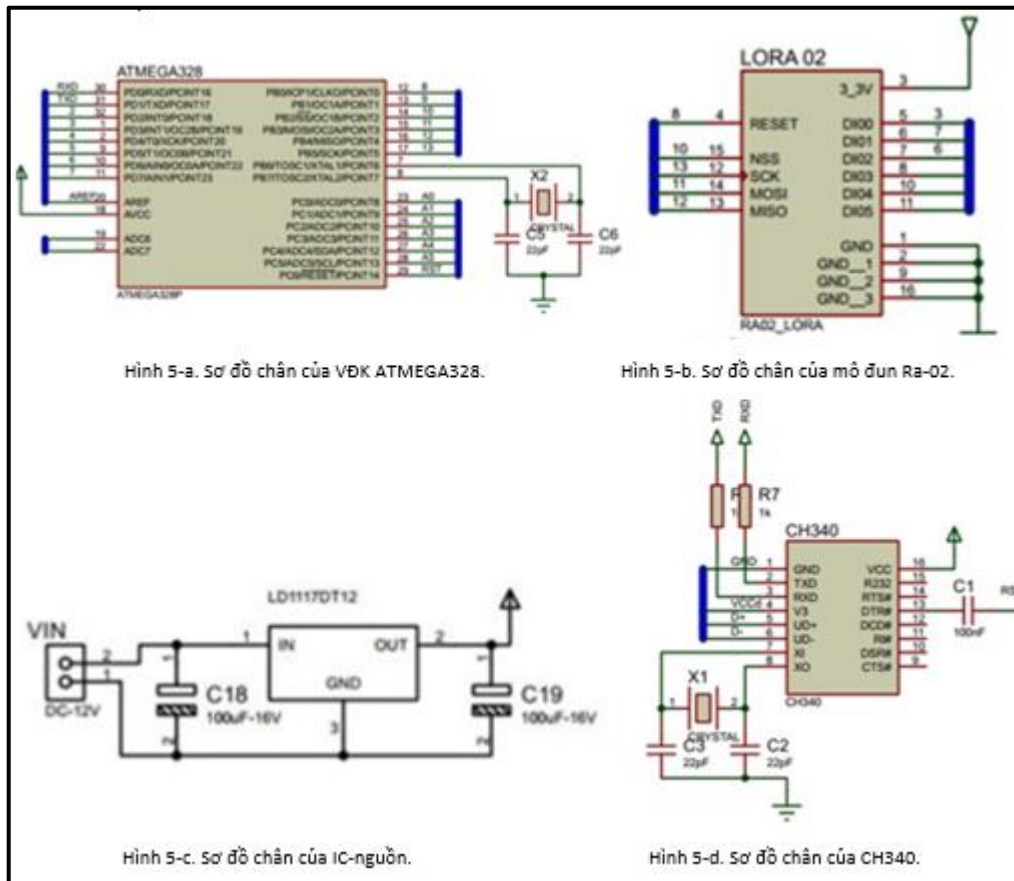
- Khối nguồn: Khối nguồn được thiết kế để hỗ trợ nhiều mức điện áp đầu vào. Bo mạch này có thể hoạt động với dải điện áp đầu vào dao động từ 3,3V đến 12V.
- Khối cảm biến DHT 11: Cảm biến DHT 11 được sử dụng để thu thập dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm của môi trường để gửi về gateway thông qua mô-đun LoRa Ra-02.
- Khối báo hiệu: Sử dụng led nối với chân RX và TX của ATmega 328, khi thiết bị truyền nhận dữ liệu thì đèn led sẽ nhấp nháy với chân tương ứng cho ta biết thiết bị đang truyền hay đang nhận dữ liệu.
- Khối xử lý ATmega 328: Khối này sẽ thực hiện xử lý dữ liệu nhận được và điều khiển khối hiển thị hay điều khiển để gửi dữ liệu đi.
- Khối truyền nhận LoRa: Khối truyền nhận sử dụng mô-đun LoRa Ra-02 để thực hiện truyền hay nhận dữ liệu từ xa. Khoảng truyền nhận của mô-đun này theo nhà sản xuất là có thể lên đến 5000m trong điều kiện lý tưởng không có vật cản trong khi vẫn giữ mức tiêu thụ điện năng thấp.

3.2. Thiết kế mạch nguyên lý và mạch in cho bo mạch phát triển.

Dựa trên sơ đồ khối được đề xuất, sơ đồ của bo phát triển đã được thiết kế như trong các hình bên dưới. Hình 4 mô tả kết nối giữa vi điều khiển ATmega328 với bộ thu phát LoRa Ra-02. Mô-đun LoRa ở Hình 5-b sử dụng kết nối SPI và kết nối với vi điều

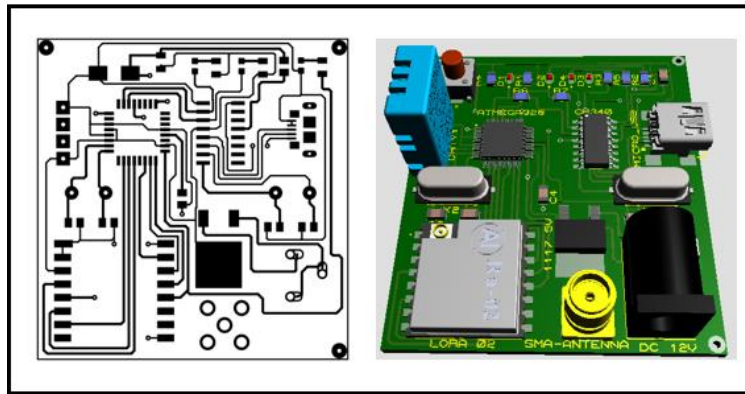
khiến ATmega328 ở Hình 5-a thông qua hai chân: MISO và MOSI. Bằng cách sử dụng mô-đun Ra-02, bo mạch phát triển có thể hoạt động với các thư viện LoRa giống như trong nền tảng Arduino.

Mô-đun cung cấp điện cũng được mô tả trong Hình 5-c này. IC nguồn - LC1117DT12 đã được sử dụng để cung cấp điện áp đầu ra ổn định cho các thành phần khác trong bo phát triển này.



Hình 4. Sự kết nối giữa ATmega328 với mô-đun LoRa.

Sau khi hoàn thành thiết kế sơ đồ, thiết kế mạch in là một bước quan trọng để có một bố cục tốt cho quá trình sản xuất bo mạch. Thiết kế mạch in của bo mạch và mô hình 3D của mạch in này đã được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5. Thiết kế mạch in của bo mạch và mô hình mô phỏng 3D

Bo mạch được làm thủ công, sau khi được hàn gắn linh kiện và hoàn thiện như ở trong Hình 6.



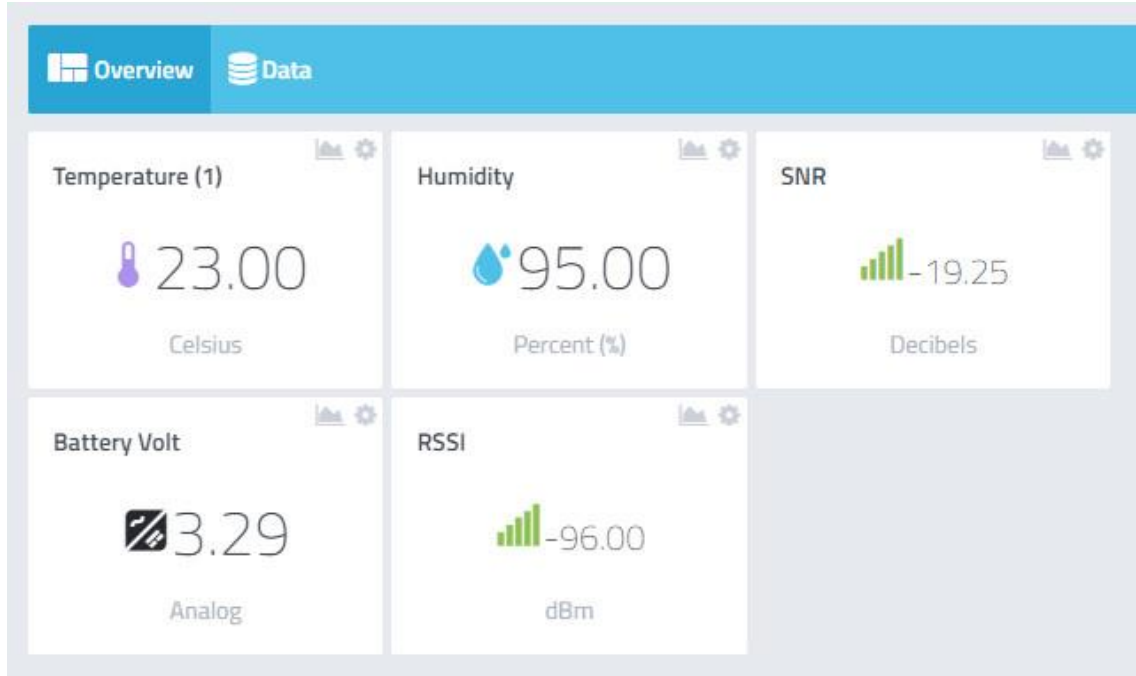
Hình 6. Bo mạch hoàn thiện.

4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Để kiểm tra hoạt động của bo mạch phát triển, tác giả sử dụng nền tảng Cayenne để xây dựng nhanh một ứng dụng (Web-app) cho phép hiển thị các dữ liệu từ End Node gửi đến máy chủ của thethingsnetwork (TTN). Mục đích của khảo sát dữ liệu nhằm mục đích kiểm tra bo mạch có truyền thu thập và truyền được dữ liệu hay không.

Đầu tiên để có thể điều khiển và xem được dữ liệu thiết bị trên Cayenne ta cần tạo một tài khoản. Truy cập vào website cayenne.mydevices.com để khởi tạo một tài

khảo làm việc trên nền tảng này. Dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm thu được từ bo mạch thiết bị đầu cuối được thể hiện như ở Hình 7.

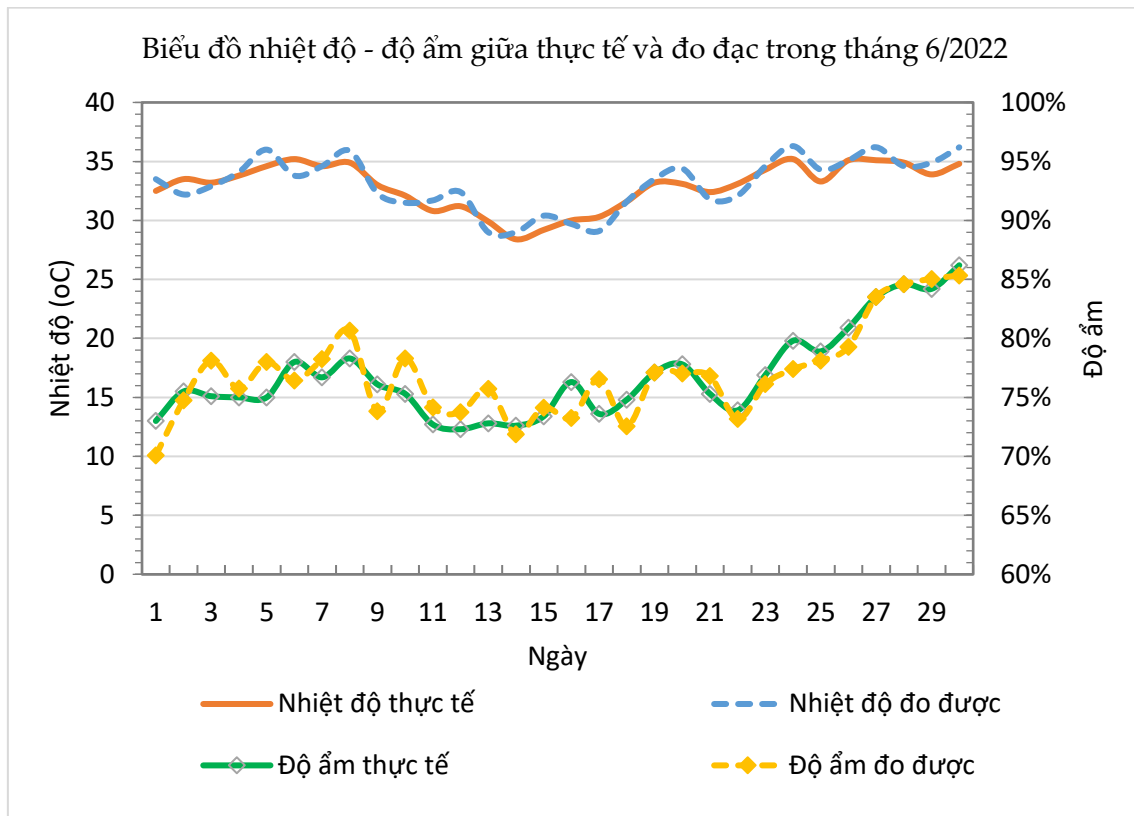


Hình 7. Dữ liệu được hiển thị trên ứng dụng.

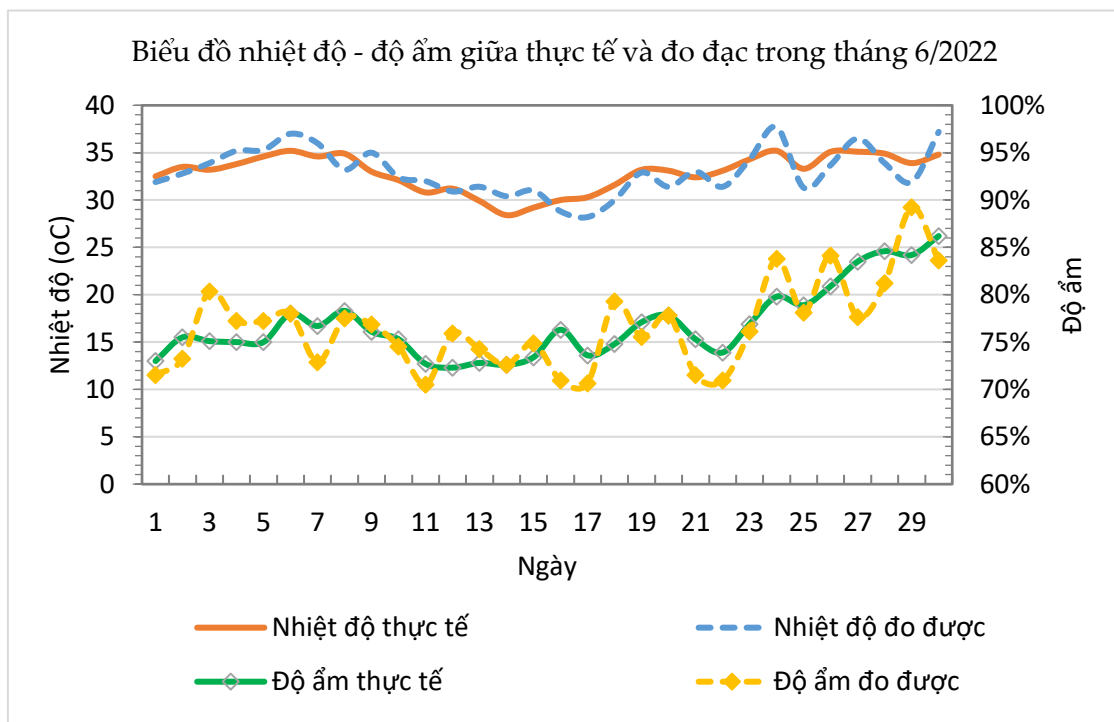
Để đánh giá hoạt động của bo mạch phát triển, tác giả đã khảo sát và thu thập dữ liệu về nhiệt độ và độ ẩm của hai thiết bị đầu cuối, hai thiết bị đầu cuối này được đặt tại hai vị trí của phòng.

- Thiết bị đầu cuối 1 (Node 1): được đặt sát cửa sổ tại phòng thí nghiệm của bộ môn Kỹ thuật máy tính.
- Thiết bị đầu cuối 2 (Node 2) được đặt tại giữa phòng thí nghiệm của bộ môn Kỹ thuật máy tính.

Dưới đây là kết quả khảo sát 2 Node mà tác giả đã thử nghiệm chạy trong vòng 1 tháng (từ 01/06/2022 -> 29/06/2022). Thời gian đo là lúc 9h hàng ngày. Dữ liệu của hai node được so sánh với dữ liệu đo được bằng cách sử dụng nhiệt kế và ẩm kế của phòng thí nghiệm tại cùng một thời điểm đo. Dữ liệu về nhiệt độ và độ ẩm được thể hiện ở Hình 8 và Hình 9.



Hình 8. Biểu đồ nhiệt độ - độ ẩm ở node 1.



Hình 9. Biểu đồ nhiệt độ - độ ẩm ở node 2.

Nhận xét hoạt động của 2 node: dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm ở Node 1 không sai lệch quá 4% so với dữ liệu đo trực tiếp ở phòng. Dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm ở Node 2 không sai lệch quá 7%.

Qua biểu đồ dữ liệu thu được, tác giả nhận thấy hai Node hoạt động khá tốt vì dữ liệu thu lại không quá chênh lệch so với giá trị thực tế.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, tác giả đã tập trung vào việc thiết kế một bo mạch phát triển dựa trên công nghệ LoRa. Bo mạch này đã được thử nghiệm thành công trong một hệ thống IoT đơn giản. Kết quả đạt được là bo mạch đã thu thập và truyền nhận được các dữ liệu về nhiệt độ và độ ẩm lên một Web-App.

Hệ thống được thử nghiệm tuy còn đơn giản, nhưng đây là tiền đề cho phép tác giả phát triển, mở rộng hệ thống trên cả phần cứng và phần mềm để xây dựng một hệ thống IoT hoàn chỉnh.

Tuy nhiên, bài báo này chỉ mới đạt đến kết quả về việc truyền nhận thành công dữ liệu thu được từ bo phát triển đến gateway. Các kết quả khảo sát về tốc độ truyền, khoảng cách truyền,... cũng như một số kết quả đo đặc khác phải cần được thực hiện trong những thử nghiệm tiếp theo để làm nền tảng cho việc phát triển những ứng dụng trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. U. Raza, P. Kulkarni and M. Sooriyabandara, "Low Power Wide Area Networks: An Overview", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 19, pp. 855-873, 2017.
- [2]. LoRa Alliance, "LoRaWAN Specification", Nov 2015.
- [3]. Semtech, "LoRa® and LoRaWAN®: A Technical Overview", *Semtech Corporation*, Dec 2019.
- [4]. Y. D. Beyene, R. Jantti, O. Tirkkonen, K. Ruttik, S. Iraj, A. Larmo, T. Tirronen, Torsner and Johan, "NB-IoT Technology Overview and Experience from Cloud-RAN Implementation", *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, pp. 26-32, 2017.
- [5]. Kais Mekki, Eddy Bajic, Frederic Chaxel, and Fernand Meyer, "A comparative study of LPWAN technologies for large – IoT deployment", *article ICT Express*, Mar 2019.
- [6]. C. I. Ramos Incháustegui, F. Rodríguez and S. Gutiérrez, "Development and Testing of Gateway LoRa for Cloudino IoT Open-Source Platform", *IEEE ANDESCON*, 2020.
- [7]. Kevin Ashton, "That 'Internet of Things' Thing", *RFID Journal*, 2009.

RESEARCH AND IMPLEMENT A DEVELOPMENT KIT FOR IOT SYSTEM BASED ON LORA TECHNOLOGY

Tran Thi Kieu

Faculty of Electrics, Electronics Engineering and Material Technology,
University of Sciences, Hue University

*Email: kieu tran@husc.edu.vn

ABSTRACT

Wireless communication standards are a necessary foundation to be able to develop effective Internet of Things (IoT) systems. Currently, many wireless communication standards have been developed such as LoRa, NB-IoT, TI Sub-1 GHz, etc. This article focuses on designing development boards based on LoRa technology with the aim of serving as a foundation to develop future IoT systems. A simple LoRaWAN network system consisting of a terminal device (development board) communicating with a gateway through LoRa technology will be deployed and tested to evaluate the system's real-world implementation capabilities. The obtained results are based on comparing the temperature and humidity data collected by the board with the actual data to demonstrate that this board operates effectively.

Keywords: Internet of Things, Low-Power Wide Area Network, LoRa.



Trần Thị Kiều sinh năm 1992 tại Quảng Nam. Bà tốt nghiệp ngành Điện tử - Viễn thông năm 2015 tại trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Hiện nay, bà công tác tại Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ vật liệu, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: thiết kế vi mạch, thông tin quang

