

HỆ THỐNG THÔNG MINH GIÁM SÁT VÀ QUẢN LÝ HOẠT ĐỘNG DẠY-HỌC: ÁP DỤNG TẠI CÁC PHÒNG THÍ NGHIỆM CỦA KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN TỬ

TRẦN NGỌC ANH, NGUYỄN NGỌC SON, NGUYỄN THỊ HỒNG HÀ, PHẠM QUANG TRÍ*
Khoa Công nghệ Điện tử, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
Tác giả liên hệ*: phamquangtri_dt@iuh.edu.vn
DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstiuh.v67i01.5033>

Tóm tắt: Bài báo đề xuất thiết kế hệ thống thông minh nhằm số hóa việc giám sát và quản lý các hoạt động dạy-học tại các phòng thí nghiệm (LAB). Các chức năng của hệ thống bao gồm quản lý giờ đóng/mở điện của phòng LAB theo đúng lịch dạy từ phần mềm, chấm giảng giảng viên, điểm danh sinh viên, giám sát chất lượng dạy-học. Đặc biệt, hệ thống phải có khả năng quản lý số lượng lớn các phòng thí nghiệm nhưng vẫn đảm bảo tính năng thời gian thực. Ý tưởng thiết kế hệ thống dựa trên nền tảng IoT (Internet of Things) bao gồm thiết kế thiết bị đầu cuối IoT (IoT-End-Device) tích hợp nhận dạng RFID (Radio Frequency Identification) để nhận diện người ra/vào phòng LAB, giám sát đóng-mở điện phòng LAB dùng công tắc tơ và cảm biến dòng, tích hợp mạng Zigbee để kết nối với các thiết bị đầu cuối IoT khác. Phần cứng IoT-Cordinator sẽ định tuyến, trao đổi dữ liệu từ các thiết bị đầu cuối IoT và truyền/nhận với trung tâm dữ liệu. Tại trung tâm dữ liệu, một phần mềm ứng dụng được thiết kế để giám sát và quản lý toàn bộ các hoạt động của hệ thống. Trung tâm dữ liệu này cũng tích hợp mạng internet để có thể kết nối, trao đổi dữ liệu với đám mây điện tử giúp giám sát từ xa. Hệ thống đã được kiểm chứng thực nghiệm về chức năng, khả năng truyền nhận dữ liệu và áp dụng thử nghiệm để quản lý giám sát đồng thời 10 phòng LAB của Khoa công nghệ điện tử. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, bền vững, đảm bảo khả năng thời gian thực và dễ dàng tùy biến khi thêm hoặc bớt quản lý một phòng LAB.

Từ khóa: Thiết bị đầu cuối IoT; Mạng Zigbee; Nhận dạng RFID; Giám sát từ xa qua mạng.

1. GIỚI THIỆU:

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra ở mọi khía cạnh của đời sống với những đột phá công nghệ trong nhiều lĩnh vực với tốc độ rất nhanh. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ, các hoạt động quản lý-giám sát có tác động trực tiếp bởi con người ngày càng được thay thế bởi các hệ thống thông minh hay các phần mềm tự động. Nổi bật lên đó là việc ứng dụng nền tảng IoT (Internet of Things) và AI (Artificial intelligence) vào giải quyết các bài toán thực tiễn để làm tăng tính thông minh của hệ thống đang là xu hướng công nghệ và phát triển vượt bậc. Các từ khóa như nhà thông minh, thành phố thông minh, nông nghiệp thông minh, giao thông thông minh, trường học thông minh, nhà máy sản xuất thông minh, quản lý điện năng thông minh ... gần như xuất hiện xung quanh chúng ta, đã dần trở nên quen thuộc, và con người ngày càng muốn được trải nghiệm, sử dụng để tăng tính tiện lợi, giảm chi phí ... cho họ. Đặc biệt, việc tích hợp công nghệ vào lĩnh vực quản lý, số hóa hoạt động dạy-học trong điều kiện hiện nay đang được quan tâm rất lớn, nhiều tạp chí chuyên ngành đã mở các số đặc biệt dành riêng cho chủ đề này để các nhà Khoa học bàn luận [1-2].

Việc xây dựng cấu trúc mô hình có ứng dụng IoT là tùy vào quy mô của bài toán thực tiễn, tùy thuộc ứng dụng. Chẳng hạn như, bài báo [3] đã phân tích các giải pháp IoT được thiết kế đặc biệt cho trường học để cung cấp các hệ thống thông minh và an toàn cho các môi trường giáo dục (Internet of School Things (S-IOST)) dựa trên hệ thống mạng 5-G, công nghệ cảm biến, hệ thống giao thông thông minh và mạng IoT. Hệ thống được đề xuất đã cung cấp một cơ chế cảnh báo an toàn hơn và tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng ở trường và trong quá trình di chuyển đến trường hoặc nhà. Bài báo [4-5] đã phân tích việc áp dụng IoT để xây dựng hệ thống quản lý giáo dục và các thách thức gặp phải. Các bài báo [6-8] đã áp dụng IoT và RFID trong việc thiết kế hệ thống điểm danh sinh viên. Với hướng tiếp cận này thì nếu sinh viên bỏ quên thẻ, hay sinh viên đổi thẻ của nhau thì hệ thống vẫn điểm danh. Nhưng ưu điểm là có thể điểm danh được số lượng lớn sinh viên. Bài báo [9-10] đã áp dụng nhận dạng khuôn mặt để giám sát, điểm danh. Cách tiếp cận này giải quyết được nhược điểm của bài báo [6-8] nhưng khi số lượng sinh viên quá đông, camera bị che khuất, sinh viên mang mũ/nón ... thì hệ thống khó khả thi ở điểm nhận dạng khuôn mặt. Bài báo [11-

13] đã giới thiệu việc áp dụng IoT vào thiết kế các hệ thống quản lý năng lượng cho các tòa nhà, các văn phòng. Ngoài ra ứng dụng IoT và AI còn được áp dụng vào trường học để giải quyết các bài toán thực tiễn khác nhau khác như hệ thống giám sát xe bus trường học thông minh **[14]**, thư viện thông minh **[15]**, bãi giữ xe thông minh **[16]** và nhiều ứng dụng khác. Các tác giả trong các nghiên cứu trên đã đưa ra những giải thuật, giải pháp ứng dụng các công nghệ nhận diện như RFID, nhận diện khuôn mặt kết hợp IoT để nhận diện, giám sát và quản lý người dùng. Tuy nhiên việc thiết kế thiết bị phần cứng và phần mềm quản lý trong một môi trường thực tế vẫn còn được quan tâm nhiều.

Bài báo đề xuất thiết kế “Hệ thống thông minh giám sát và quản lý hoạt động dạy-học và áp dụng các lớp dạy-học thí nghiệm của Khoa công nghệ điện tử”. Ý tưởng thiết kế là sử dụng tài nguyên có sẵn là thẻ RFID của giảng viên và sinh viên đã được nhà trường cấp để xây dựng một hệ thống tự động chấm giảng cho giảng viên và điểm danh sinh viên. Cơ sở xây dựng hệ thống dựa trên nền tảng IoT, kết hợp phần mềm, phần cứng để thu thập và xử lý dữ liệu. Hệ thống: Phần cứng gồm Coordinator và End-Device sử dụng công nghệ nhận dạng RFID, công tắc tơ và công nghệ mạng không dây Zigbee làm nền tảng để thu thập và trao đổi dữ liệu trên toàn hệ thống; Phần mềm dùng để quản lý lịch giảng dạy của giảng viên, danh sách sinh viên, điểm danh cho giảng viên và sinh viên, trích xuất báo cáo; Nhận diện người dùng bằng thẻ RFID của giảng viên và sinh viên. Các chức năng thông minh của hệ thống này bao gồm quản lý giờ đóng/mở điện của phòng LAB theo đúng lịch dạy từ phần mềm, chấm giảng giảng viên và điểm danh sinh viên qua mã RFID, giám sát chất lượng giảng dạy giảng viên. Hệ thống này giúp số hóa công việc quản lý dạy và học, góp phần nâng cao chất lượng giảng dạy, giúp tăng cường năng lực giám sát của bộ phận quản lý gồm Phòng Công tác HSSV, Khoa, Bộ môn, thay thế cho cách quản lý, giám sát thủ công hiện nay, đồng thời tối ưu hóa chi phí nhân sự và sự tiêu thụ năng lượng.

Phần còn lại của bài báo bao gồm các phần như sau: Phần 2: Phân tích yêu cầu, thiết kế; Phần 3: Thực nghiệm kiểm chứng và bàn luận kết quả; và phần cuối cùng trình bày các kết luận và kiến nghị phát triển trong tương lai.

2. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. Khảo sát và phân tích yêu cầu thiết kế

Tại cuộc họp với lãnh đạo Khoa Công nghệ Điện tử – đơn vị thụ hưởng đề tài các yêu cầu về “Hệ thống thông minh giám sát và quản lý hoạt động dạy-học” được thống nhất cụ thể như sau:

- Chức năng giám sát hoạt động phòng học theo thời gian thực, người quản lý có thể kiểm tra, giám sát được thông tin giảng dạy tại PTN (Phòng thí nghiệm) theo TKB (Thời khóa biểu).
- Toàn bộ hệ thống phải được kết nối bằng công nghệ mạng không dây
- Sử dụng tài nguyên có sẵn là thẻ RFID của giảng viên và sinh viên đã được nhà trường cung cấp để chấm công giảng viên tự động bằng quy trình; Thẻ RFID giảng viên có chức năng điều khiển đóng/ngắt hệ thống điện PTN, hệ thống lưu lại và truyền thông tin về máy chủ ghi nhận giờ giảng của giảng viên; Sau khi giảng viên vào lớp sinh viên điểm danh bằng thẻ RFID sinh viên.
- Bộ phần cứng quản lý PTN có cơ cấu chấp hành điều khiển đóng ngắt hệ thống điện với dòng điện tối đa 20A.
- Các chức năng báo cáo phải được tích hợp vào phần mềm

2.2. Đề xuất kiến trúc hệ thống



Hình 1: Cấu trúc hệ thống quản lý phòng học thông minh

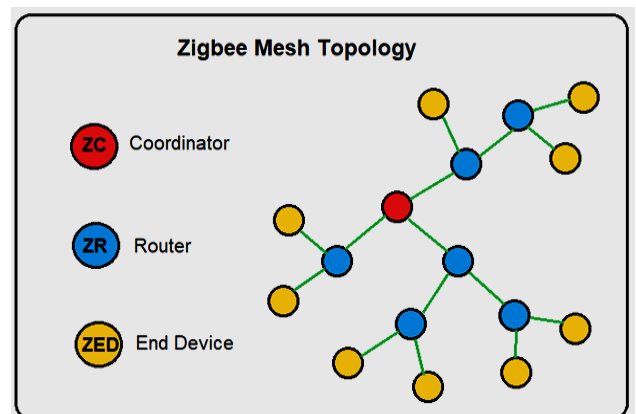
Sau khi tiến hành phân tích các yêu cầu thiết kế, cấu trúc của hệ thống được xây dựng như hình 1 bao gồm 4 thành phần chính như sau: “Bộ điều khiển trung tâm (IoT-Codinator)”, “Bộ quản lý phòng học (IoT-End-Device)”, “Phần mềm quản lý” và “Trung tâm dữ liệu (Server)”, “Thẻ nhận dạng RFID”.

- **Bộ điều khiển trung tâm (IoT-Codinator):** Bộ điều khiển chính cho toàn bộ hệ thống giao tiếp với máy chủ (Server) và kết nối với các bộ quản lý phòng học (IoT-End-Device) thông qua hệ thống mạng không dây, điều khiển và thu thập dữ liệu người dùng.
- **Bộ quản lý phòng học (IoT-End-Device):** Căn cứ dữ liệu từ bộ nhận dạng thẻ RFID điều khiển cơ cấu chấp hành đóng/ngắt hệ thống điện, đồng thời thu thập các thông tin sử dụng PTN truyền về Server thông qua hệ thống mạng không dây.
- **Trung tâm dữ liệu và phần mềm quản lý (Server):** Quản lý cơ sở dữ liệu và phần mềm với chức năng giám sát hoạt động phòng học theo thời gian thực, so sánh, đối chiếu, xử lý, lưu trữ và trích xuất báo cáo
- **Thẻ nhận dạng RFID:** nhận dạng người dùng

2.3. Thiết kế chi tiết các thành phần hệ thống

2.3.1. Chọn lựa mạng IoT

Việc lựa chọn mạng không dây năng lượng thấp để kết nối hệ thống đóng vai trò rất quan trọng trong thiết kế. Dựa vào đặc tính kỹ thuật được mô tả trong Bảng 1, mạng không dây Zigbee Mesh Network (2.4 GHz) được sử dụng dựa trên những ưu điểm sau: tần số sử dụng cao (2.4 GHz) nên khả năng bị nhiễu thâm nhập là rất thấp; năng lượng tiêu thụ thấp giúp tối ưu chi phí vận hành; ưu điểm đặc biệt của mạng Zigbee Mesh Network là khả năng mở rộng hệ thống mạng lên đến 65.000 node với cấu trúc topo mạng như Hình 2.



Hình 2: Cấu trúc mạng Zigbee Mesh

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật một số mạng không dây

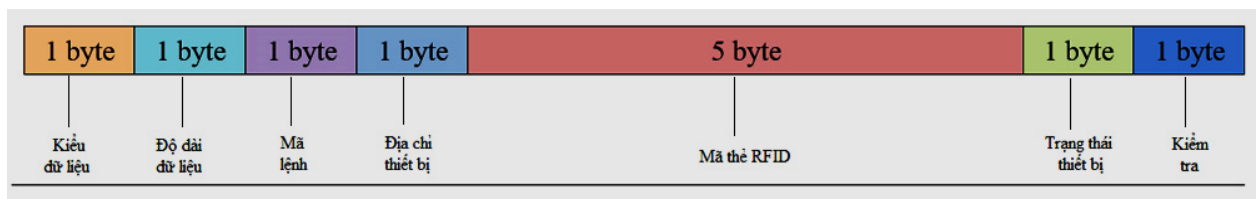
Thông số	Zigbee-Mesh	Z-Ware	Lora-Wan
Băng tần	2.4GHz 868MHz 915MHz	868.42 MHz EU 908.42 MHz USA	867 to 869 MHz EU 902.3 to 914.9 MHz USA
Tốc độ truyền	20–250Kbps	Lên đến 100kbit/s	21.9 kbps
Khoảng cách	10 – 100 m	30 m	15 – 20 km
Năng lượng tiêu thụ	Rất thấp	Thấp	Rất thấp
Cấu trúc mạng	Mesh gồm Cordinator, Router, End Device	Mesh gồm Cordinator, Router, End Device	Gateway, End Device
Số lượng node kết nối hệ thống mạng	Rất tốt (65.000 node)	Thấp (232 node)	Trung bình (phụ thuộc thời gian gửi packet)
Môi trường ứng dụng	sử dụng trong các dự án nhà thông minh, hay trong các nhà máy	sử dụng trong các dự án nhà thông minh, hay trong các nhà máy	sử dụng ở môi trường ngoài trời như các nông trường, trang trại

2.3.2. Định dạng Frame truyền

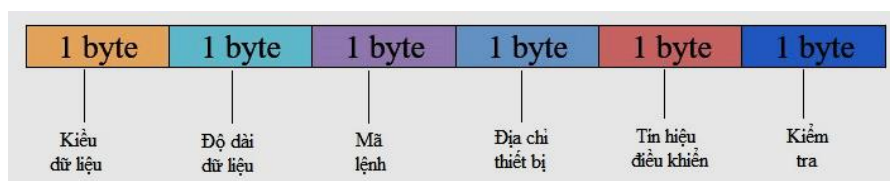
Hệ thống được thiết kế chạy trên nền tảng của mạng Zigbee Mesh, việc thiết lập frame truyền cho hệ thống đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc điều khiển và trao đổi dữ liệu vì nó liên quan đến dữ liệu và tốc độ truyền. Theo tiêu chuẩn về độ dài dữ liệu và thời gian truyền dữ liệu của chuẩn Zigbee trong Bảng 2, mục tiêu trao đổi dữ liệu nhanh giữa các thiết bị trong hệ thống, đồng thời điều khiển và giám sát theo thời gian thực. Frame truyền trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị và Frame truyền điều khiển thiết bị được đề xuất như Hình 3 và Hình 4.

Hướng truyền	Độ dài dữ liệu	Thời gian truyền
Router - Cordinator	16 Bytes	20 ns
	32 Bytes	20 ns
	64 Bytes	50 ns
	128 Bytes	200 ns
	256 Bytes	Không thể truyền

Bảng 2: thông số truyền Zigbee



Hình 3: Frame truyền trao đổi dữ liệu



Hình 4: Frame truyền điều khiển thiết bị

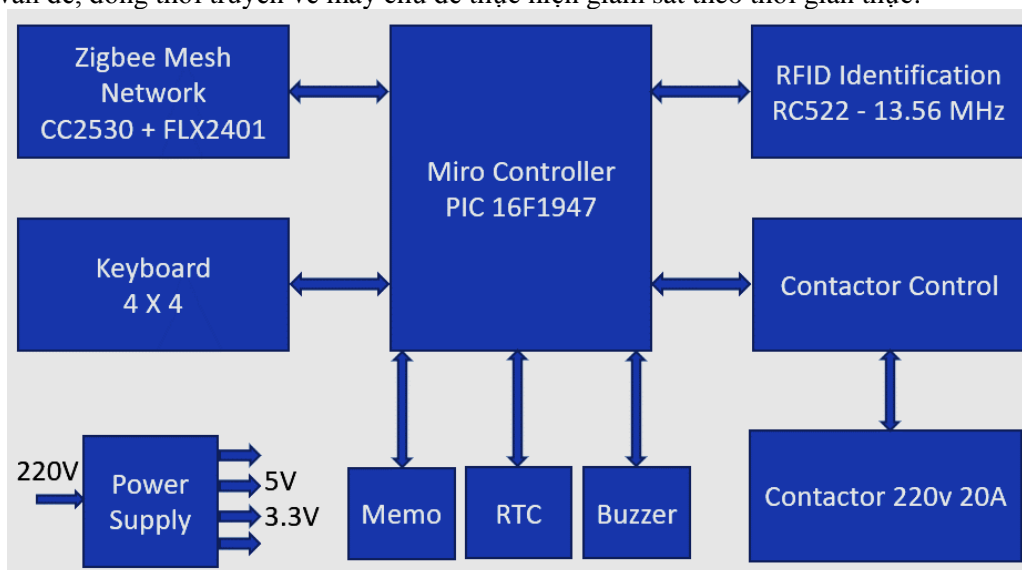
Trong đó,

- Địa chỉ thiết bị: thể hiện bằng số thập phân từ 1 đến 254 tương đương tối đa là 254 thiết bị.
- Mã thẻ RFID: thể hiện bằng số Hex, gồm 4-byte mã thẻ RFID và 1-byte CRC (Cyclic Redundancy Check).
- Trạng thái thiết bị: thể hiện bằng số thập phân, 00 thiết bị tắt, 01 thiết bị mở.
- Tín hiệu điều khiển: thể hiện bằng số thập phân, 00 tắt điện thiết bị, 01 mở điện thiết bị.

2.3.3. Bộ quản lý phòng học (IoT-End-Device)

Thiết bị đầu cuối IoT-End-Device được thiết kế để quản lý từng phòng học (phòng LAB) được đề xuất như Hình 5. Chức năng của bộ IoT-End-Device gồm thu thập thông tin sử dụng phòng LAB của giảng viên và điểm danh sinh viên bằng mã thẻ RFID thông qua module nhận dạng thẻ RFID MFRC522 (RC522), các

thông tin sẽ được kiểm chứng với thông tin trong bộ nhớ để kiểm tra tính hợp lệ của các thẻ RFID được sử dụng, sau đó kết quả sẽ truyền về máy chủ thông qua hệ thống mạng Zigbee Mesh. Các thông tin hợp lệ thu thập được sẽ được lưu trữ trực tiếp tại bộ nhớ của thiết bị để tránh bị mất dữ liệu khi hệ thống truyền dẫn gặp vấn đề, đồng thời truyền về máy chủ để thực hiện giám sát theo thời gian thực.



Hình 5: Cấu trúc khối bộ IoT-End-Device

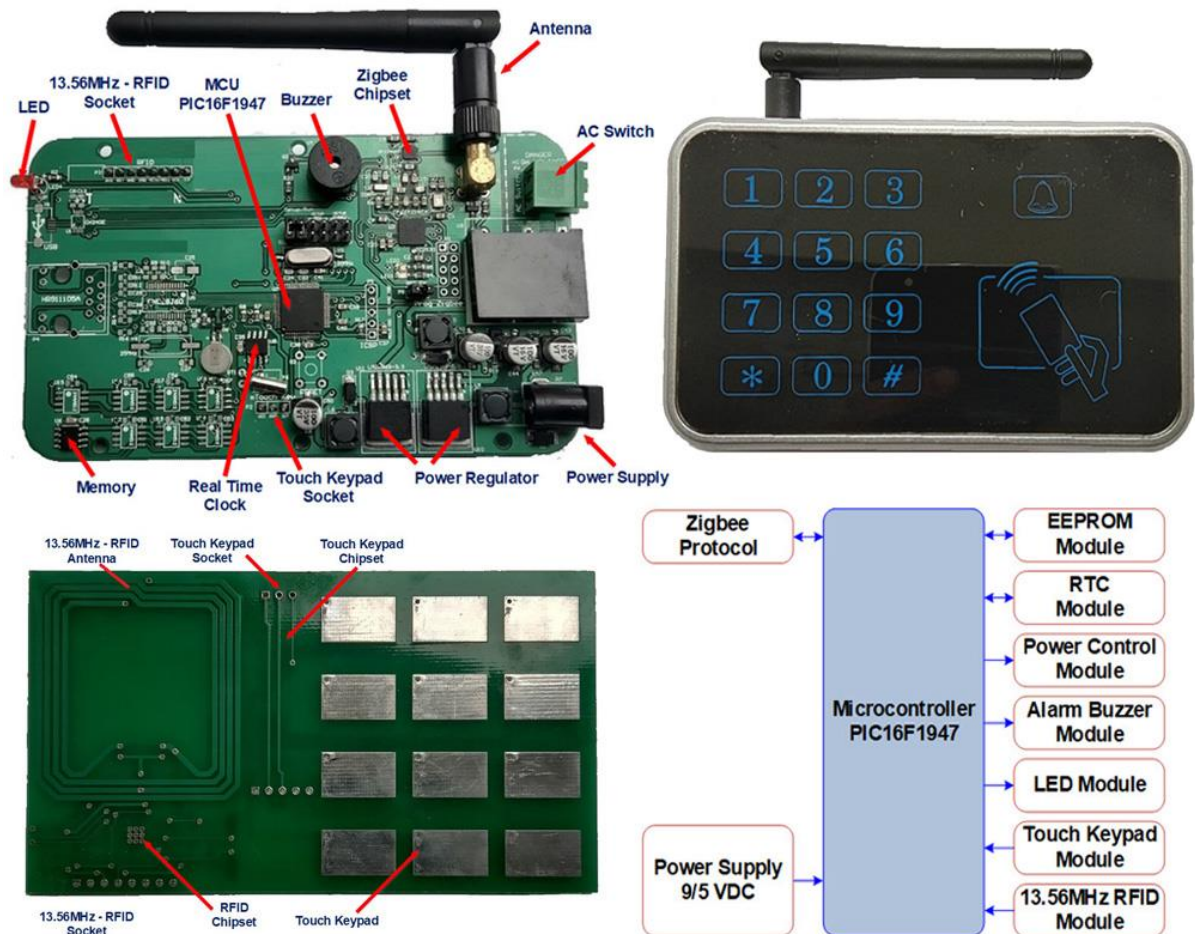
Trong đó,

- **Micro Controller:** Bộ điều khiển trung tâm sử dụng PIC 16F1947 của hãng Microchip. Họ vi điều khiển PIC16F tích hợp 28KB Flash và 256 bytes EEPROM, 54 Input/Output, bộ chuyển đổi A/D với độ phân giải 10-bit và 17 kênh, tích hợp các chuẩn giao tiếp SPI, I2C, UART.
- **RFID Identification:** sử dụng IC chuyên dụng MFRC522 của NXP để giao tiếp không tiếp xúc ở tần số 13.56 MHz. MFRC522 hỗ trợ chuẩn giao tiếp ISO/IEC 14443A/MIFARE nó cung cấp kỹ thuật giải điều chế và giải mã tín hiệu từ các thẻ RFID tương thích chuẩn ISO/IEC 14443A.
- **Zigbee Mesh Network:** sử dụng chip CC2530 của hãng TI. Đây là chip SoC (system on chip) có tích hợp bộ truyền nhận không dây hoạt động tần số 2.4 Ghz ứng dụng cho các giải pháp mạng IEEE 802.15.4, Zigbee và RF4CE (Radio Frequency for Consumer Electronics), nó có tính năng tiêu thụ năng lượng thấp, độ trễ thấp, khả năng chống nhiễu tốt, phạm vi truyền xa và chi phí thấp.
- **Memory:** sử dụng EEPROM 64KB, khả năng mở rộng 512KB lưu trữ dữ liệu tạm công tạm thời tại IoT-End-Device trong trường hợp mạng zigbee mesh gặp sự cố, dữ liệu này sẽ tự động đồng bộ khi hệ thống mạng hoạt động lại.
- **Contactor Control:** sử dụng Solid State Relay (SSR) để điều khiển Contactor đóng ngắt điện cho phòng LAB. Ưu điểm của SSR là hoạt động êm ái và độ bền cao.
- **Contactor:** Sử dụng contactor 220V-20A của hãng CHNT
- **Keyboard 3x4:** Bàn phím cảm ứng để nhập mã nhận dạng RFID và mã điều khiển
- **Real-Time Clock:** giữ thời gian chính xác cho thiết bị
- **Buzzer:** Phát tiếng thông báo xác nhận thẻ RFID hợp lệ và các thông báo khác
- **Power Supply:** sử dụng IC ổn áp LM2596S với phạm vi điện áp ngõ vào từ 3v đến 22v và điện áp ngõ ra 3V3 và 5V. Cung cấp nguồn ổn định cho toàn bộ board mạch.

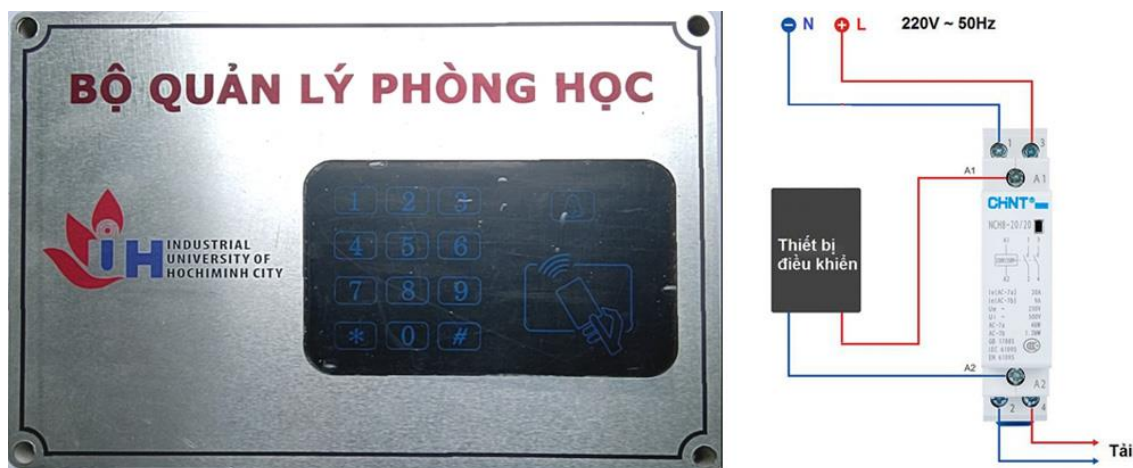
Kết quả sản phẩm thiết bị đầu cuối IoT-End-Device sau thiết kế xem Hình 6 – chi tiết mạch điện tử của thiết bị, và Hình 7 – vỏ thiết bị và sơ đồ đấu dây, các thông số kỹ thuật của sản phẩm như mô tả ở Bảng 3.

Bảng 3: Thông số kỹ thuật IoT-End-Device

STT	Tên module	Công dụng	Thông số kỹ thuật
1	AC-Switch	Công tắc nguồn AC	$\leq 2A$, 75-264VAC
2	RFID	Nhận diện thẻ RFID	Tần số 13.56 MHz, ISO/IEC 14443A
3	Zigbee	Truyền dữ liệu không dây	Tần số 2.4 GHz, Zigbee Mesh
4	EEPROM	Lưu trữ thông tin	64KB, khả năng mở rộng 512KB
5	Power Supply	Nguồn cung cấp	Input 3 - 25V/1A, Output 3.3V/5V
6	Touch Keypad	Bàn phím cảm ứng	5V, <10mA, 12 phím cảm ứng điện dung
7	Alarm Buzzer	Báo hiệu	3.5V – 5.5V, <25mA, 2300Hz, >80dB
8	RTC	Đồng hồ thời gian thực	Pin Lithium 3V/5.5mAh, backup 5 năm
9	LED	Hiển thị trạng thái thiết bị	



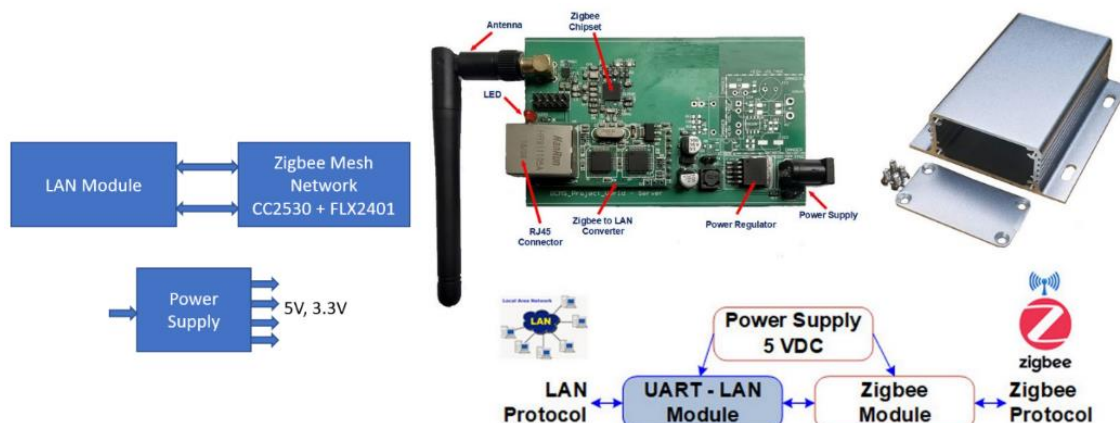
Hình 6: Mạch điện tử của thiết bị IoT-End-Device



Hình 7: Vỏ hộp thiết bị IoT-End-Device và hướng dẫn đấu điện

2.3.4. Bộ điều khiển trung tâm (IoT-Cordinator):

Chức năng chính của bộ điều khiển trung tâm IoT-Cordinator: thiết lập hệ thống mạng Zigbee, cấp phát và quản lý địa chỉ mạng, lưu trữ cấu trúc mạng, truyền/nhận thông tin với các IoT-End-Device, chuyển đổi từ tín hiệu không dây Zigbee sang Ethernet để giao tiếp với máy tính. Sơ đồ khối thiết bị được mô tả ở Hình 8.



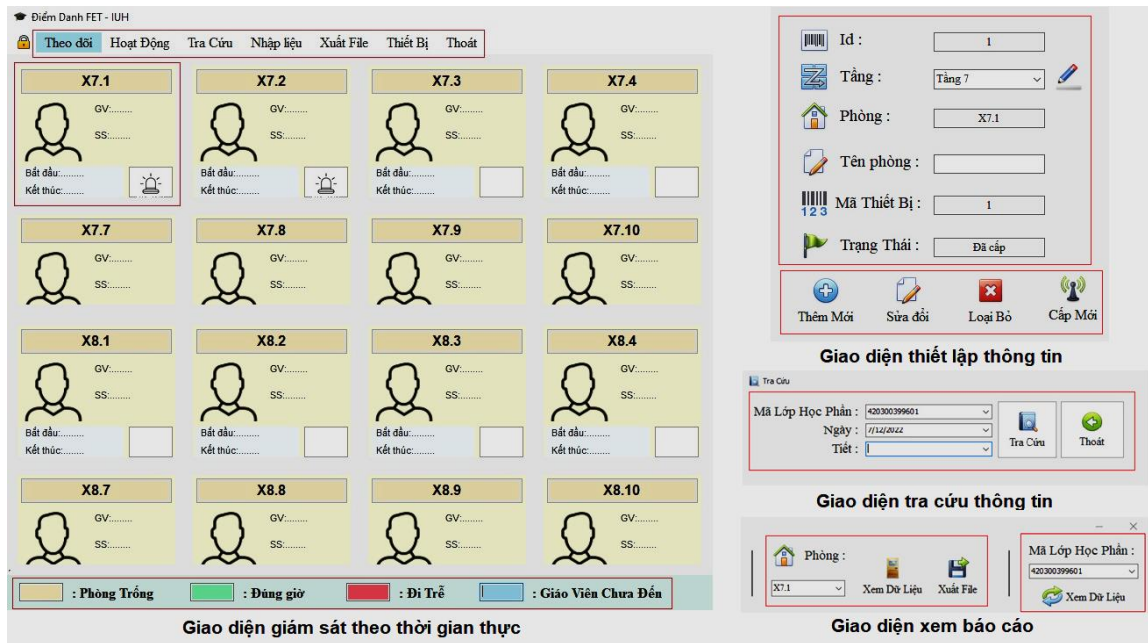
Hình 8: Bộ điều khiển trung tâm IoT-Cordinator

Trong đó,

- **LAN module:** Sử dụng module USB-TCP232-T2 dùng chuyển đổi từ RS232 sang Ethernet dùng giao thức TCP hoặc các gói tin UDP, module kích thước nhỏ, tiêu thụ điện năng thấp, hỗ trợ xử lý tốc độ cao, chính xác và độ ổn định tốt. Việc sử dụng kết nối với máy chủ thông qua Ethernet sẽ làm cho hệ thống có tính cơ động cao hơn, dễ dàng lắp đặt hơn.
- **Zigbee Mesh Network:** sử dụng chip CC2530 của hãng TI có thiết kế thêm Chip khuếch đại công suất PLX2401 để tăng khoảng cách truyền nhận tín hiệu.
- **Power Supply:** Sử dụng Adapter 12V 2A được ổn áp cung cấp nguồn 3v3 và 5V ổn định cho toàn bộ board mạch

2.3.5. Thiết kế phần mềm quản lý

Phần mềm quản lý được xây dựng trên nền tảng CSDL sử dụng SQL Server và ngôn ngữ lập trình C#. Thực hiện các chức năng thu thập dữ liệu từ bộ điều khiển trung tâm IoT-Cordinator, đồng thời cung cấp giao diện giám sát theo thời gian thực tình trạng sử dụng phòng LAB bao gồm: giảng viên giảng dạy, sinh viên tham gia học tập, thời gian bắt đầu, thời gian kết thúc buổi học. Hình ảnh minh họa giao diện phần mềm xem ở Hình 9.

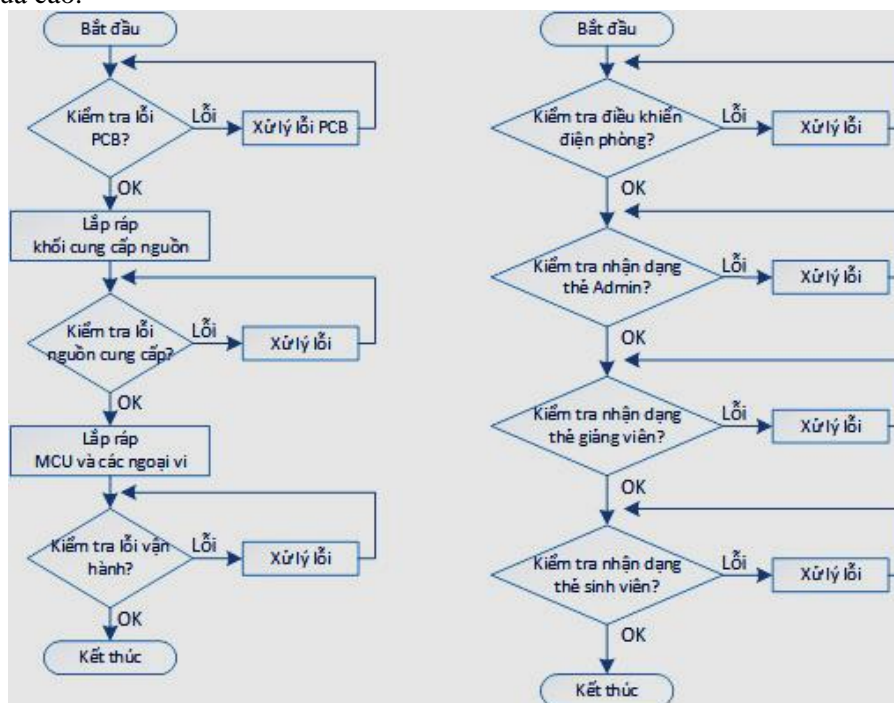


Hình 9: Giao diện phần mềm của hệ thống

3. THỰC NGHIỆM KIỂM CHỨNG VÀ BÀN LUẬN

3.1. Lắp ráp, kiểm tra phần cứng và firmware

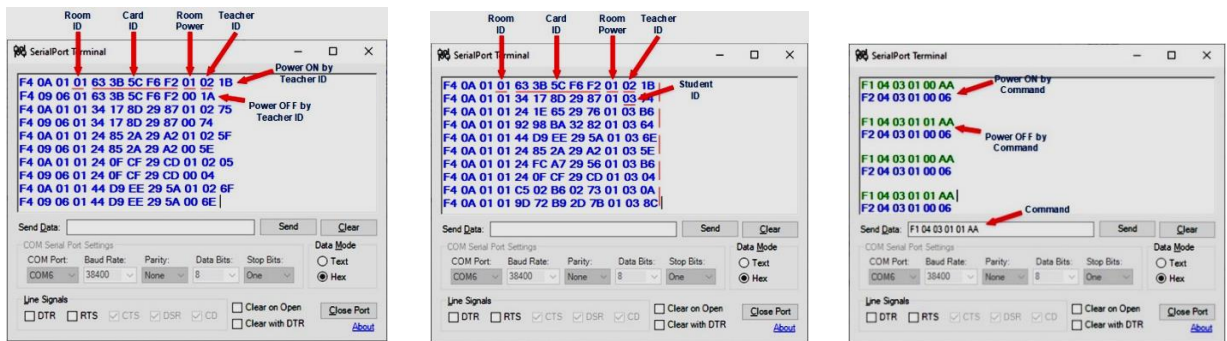
Việc lắp ráp và cân chỉnh phần cứng có thể thực hiện thủ công hay tự động nó tùy thuộc vào tính chất công việc và số lượng sản phẩm cần lắp ráp. Hình 10 trình bày quy trình lắp ráp và cân chỉnh phần cứng cho các bộ IoT-Cordinator, IoT-End-Device. Việc thực hiện phải tuân thủ qui trình để đảm bảo tính chính xác, an toàn và hiệu quả cao.



Hình 10: Quy trình lắp ráp và kiểm tra phần cứng và firmware

HỆ THỐNG THÔNG MINH GIÁM SÁT...

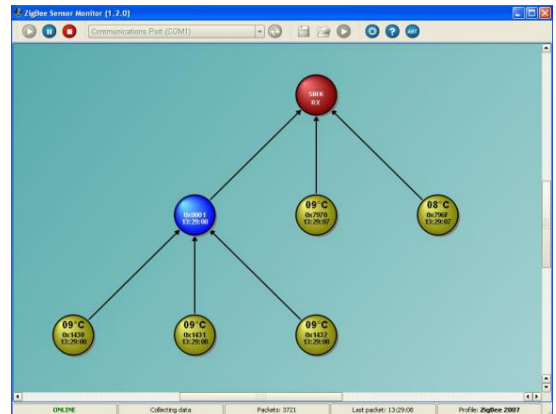
Sử dụng phần mềm Serial Port Terminal để kiểm tra hoạt động của firmware, thực hiện việc truyền/nhận dữ liệu và tín hiệu điều khiển giữa IoT-Cordinator và IoT-End-Device như Hình 11.



Hình 11: Kết quả kiểm tra firmware

Phần mềm Z-Stack Sensor Monitor của hãng TI cung cấp trong gói hỗ trợ phát triển Zigbee được sử dụng để kiểm tra cấu trúc mạng không dây Zigbee Mesh và hoạt động của module Zigbee. Như trong Hình 12 là sơ đồ liên kết mạng không dây Zigbee điều mà chúng ta không thể nhìn thấy bằng mắt thường đã được thể hiện bằng sơ đồ liên kết trên phần mềm. Sẽ có một IoT-Cordinator (màu đỏ) làm trung tâm điều phối, khi có một thiết bị Zigbee mới vào hệ thống mạng thì sẽ là một IoT-Router (màu xanh) hoặc một IoT-End-Device (màu vàng).

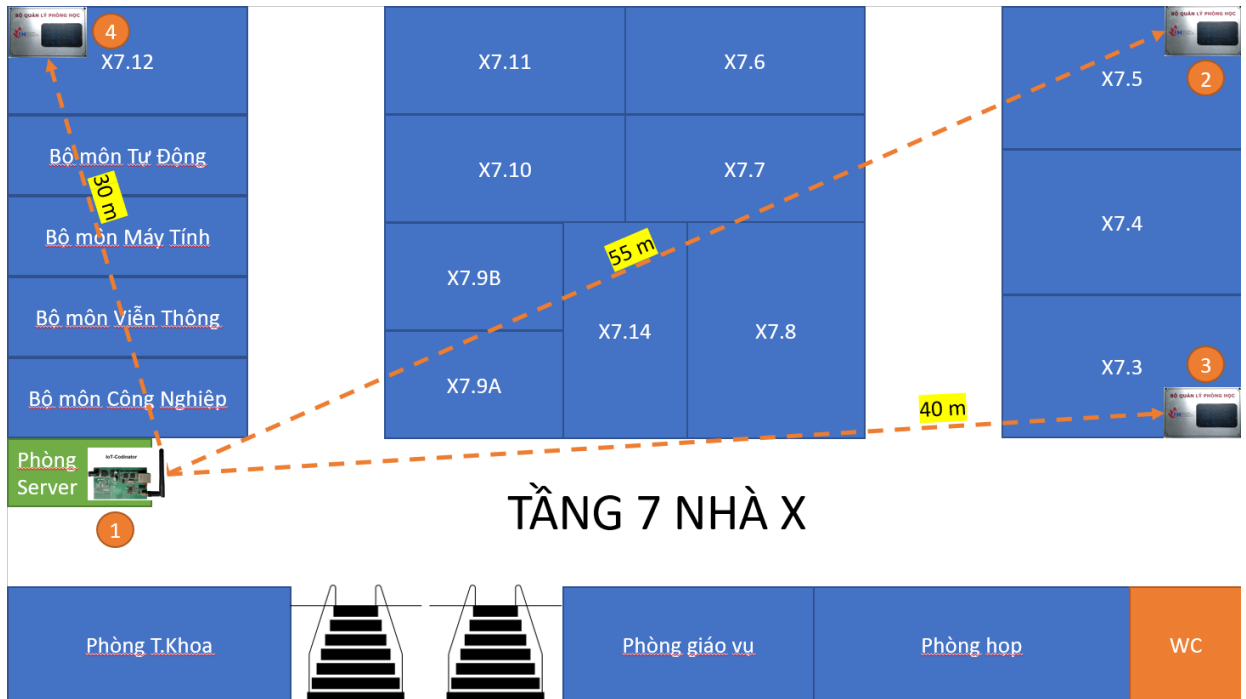
Quá trình kiểm tra hardware và firmware xuất hiện một số lỗi như không có nguồn cung cấp, không truyền được tín hiệu, bàn phím quá nhạy. Nguyên nhân chủ yếu xuất hiện các lỗi trên là do quá trình hàn linh kiện dán (SMD) lên mạch in được thực hiện thủ công. Việc này sẽ được khắc phục hoàn toàn nếu sử dụng hệ thống máy lắp ráp và hàn linh kiện tự động.



Hình 12: Kiểm tra Topo mạng Zigbee

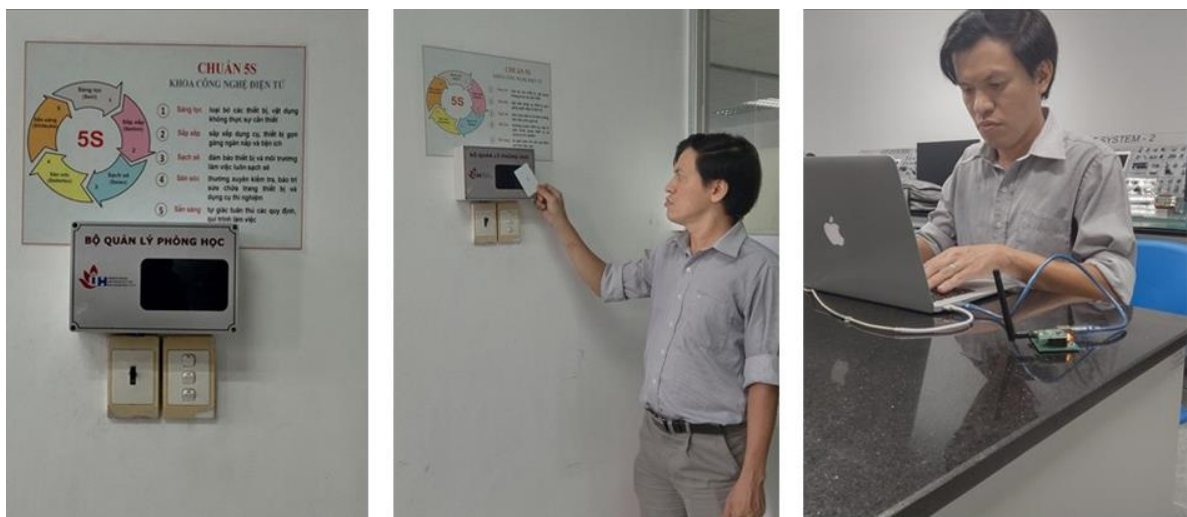
3.2. Thực nghiệm kiểm thử tại Khoa công nghệ điện tử

Trong phần này, các hệ thống sau thiết kế sẽ được kiểm thử thực tế các tính năng như khoảng cách truyền, khả năng truyền-nhận dữ liệu và điều khiển cơ cấu chấp hành từ xa thông qua mạng Zigbee Mesh để đánh giá độ chính xác, độ ổn định, khả năng chịu tải của thiết bị phần cứng đã thiết kế. Việc thiết lập thí nghiệm kiểm thử được thực hiện tại môi trường thực tế là Khoa Công nghệ Điện tử tầng 7 tòa nhà X xem chi tiết thiết lập các node phần cứng ở Hình 13 - 14.



Hình 13: Sơ đồ kiểm thử thực tế

Trước tiên, thực nghiệm kiểm thử khoảng cách truyền – nhận dữ liệu qua mạng Zigbee. Thực nghiệm này được thực hiện tại môi trường thực tế là Khoa Công nghệ Điện tử tầng 7 tòa nhà X nơi sẽ triển khai hệ thống khi hoàn thiện. Bộ điều khiển trung tâm IoT-Codinator sẽ được đặt tại phòng Server (vị trí 1), các bộ quản lý phòng học IoT-End-Device sẽ được đặt tại các phòng LAB (vị trí 2, 3, 4) với khoảng cách lần lượt là 55m, 40m, 30m. Phương án kiểm thử thực hiện như sau: Phần mềm quản lý tại Server và bộ IoT-Codinator hoạt động liên tục 24/7, bộ IoT-End-Device tại các phòng LAB sẽ truyền-nhận dữ liệu là mã thẻ RFID liên tục với Server, dùng phần mềm điều khiển mở/tắt điện cho phòng LAB. Chi tiết kết quả kiểm tra quá trình truyền nhận dữ liệu được trình bày ở Bảng 5. Dựa vào Bảng 5 ta thấy hiệu suất truyền nhận chính xác lên đến 99%. Tuy nhiên, để đảm bảo độ tin cậy chúng tôi sẽ tiếp tục thử nghiệm này trong một học kỳ để có được kết quả đáng tin cậy hơn.



Hình 14: Thành viên đề tài đang thiết lập hệ thống

Bảng 5: Chi tiết kiểm thử truyền nhận dữ liệu và kết quả

Nội dung	Dùng thẻ RFID admin đóng tắt điện và truyền kết quả về Server		Dùng thẻ RFID giảng viên đóng tắt điện và truyền kết quả về Server		Dùng thẻ RFID sinh viên điểm danh và truyền kết quả về Server	
	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt
X7.5 (khoảng cách 55 m)	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt
	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt
	100 lần	Tốt	100 lần	2 lỗi	100 lần	2 lỗi
X7.3 (khoảng cách 40 m)	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt
	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt
	100 lần	2 lỗi	100 lần	1 lỗi	100 lần	1 lỗi
X7.12 (khoảng cách 30 m)	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt	1 lần	Tốt
	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt	10 lần	Tốt
	100 lần	1 lỗi	100 lần	1 lỗi	100 lần	1 lỗi

Về kiểm thử chức năng hệ thống bao gồm kiểm thử điều khiển từ xa tắt/mở điện tại phòng LAB, kiểm thử khả năng đồng bộ dữ liệu từ phòng LAB về Server, kiểm thử khả năng chịu tải của thiết bị. (Mở điện toàn bộ thiết bị phòng LAB). Trong phương án kiểm thử nhóm tác giả tiến hành thử nghiệm nhiều trường hợp khác nhau, mỗi trường hợp là 100 lần để đánh giá độ ổn định của thiết bị. Phương án kiểm thử thực hiện như sau: Phần mềm quản lý tại Server và bộ IoT-Cordinator hoạt động liên tục 24/7, điều khiển từ xa tắt/mở điện tại phòng LAB, đồng bộ dữ liệu lưu trữ off-line tại IoT-End-Device về Server trong trường hợp mạng Zigbee bị lỗi và kiểm thử khả năng chịu tải của thiết bị. Kết quả thống kê cho thấy hệ thống hoạt động tốt, kết nối không dây tương đối ổn định, điều khiển từ xa hiệu quả, truyền dữ liệu khá tốt, cơ cấu chấp hành và khả năng chịu tải của thiết bị hoạt động tốt.

Tuy nhiên trong quá trình kiểm thử vẫn xuất hiện một số lỗi liên quan vấn đề nhận thẻ RFID, nguyên nhân chính là do tốc độ quét thẻ quá nhanh và do thiết kế hộp bảo vệ dùng lớp phủ kim loại nên làm suy giảm sóng RF phát ra dẫn đến việc nhận mã thẻ RFID bị suy giảm. Lỗi liên quan đến đồng bộ dữ liệu và điều khiển từ xa xuất phát từ việc môi trường thực tế nhiều vật cản bằng kim loại. Lỗi này sẽ được khắc phục khi hệ thống mạng Zigbee Mesh có nhiều nút mạng hơn, hoặc thêm IoT-Router làm trạm trung gian chuyển phát tín hiệu, khi đó gói tin sẽ tự động dò tìm đường đi tốt nhất trên mạng Zigbee-Mesh để truyền dữ liệu về Server.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã thiết kế một “Hệ thống thông minh giám sát và quản lý hoạt động dạy-học và áp dụng các lớp dạy-học thí nghiệm của Khoa công nghệ điện tử”. Các chức năng thông minh của hệ thống này bao gồm quản lý giờ đóng/mở điện của phòng LAB theo đúng lịch dạy từ phần mềm, chấm giảng giảng viên, điểm danh sinh viên qua mã RFID, giám sát chất lượng giảng dạy giảng viên. Hệ thống này giúp số hóa công việc quản lý dạy và học, góp phần nâng cao chất lượng giảng dạy, giúp tăng cường năng lực giám sát của bộ phận quản lý gồm Phòng Công tác HSSV, Khoa, Bộ môn, thay thế cho cách quản lý, giám sát thủ công hiện nay, đồng thời tối ưu hóa chi phí nhân sự và sự tiêu thụ năng lượng. Các kết quả cho thấy Hệ thống hoạt động chính xác, ổn định, độ tin cậy cao. Trong thời gian sắp tới, chúng tôi sẽ mở rộng quy mô thử nghiệm bao gồm giám sát toàn bộ các phòng thí nghiệm của Khoa công nghệ điện tử, thiết lập hệ thống chạy liên tục 24/7 trong 01 học kỳ để đánh giá hiệu suất của hệ thống, xây dựng phần mềm để có khả năng tùy biến sử dụng trên máy tính, điện thoại nhằm tối ưu hóa hiệu suất truy nhập và sử dụng cho người dùng.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh theo hợp đồng số 38/HĐ-ĐHCN ngày 24 tháng 3 năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Krčo, S., Pokrić, B., & Carrez, F. (2014, March). Designing IoT architecture (s): A European perspective. In *2014 IEEE world forum on internet of things (WF-IoT)* (pp. 79-84). IEEE.
- [2] Singh, S. K., Rathore, S., & Park, J. H. (2020). Blockiotintelligence: A blockchain-enabled intelligent IoT architecture with artificial intelligence. *Future Generation Computer Systems, 110*, 721-743.

- [3] Qureshi, K. N., Naveed, A., Kashif, Y., & Jeon, G. (2021). Internet of Things for education: A smart and secure system for schools monitoring and alerting. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107275.
- [4] Tan, P., Wu, H., Li, P., & Xu, H. (2018). Teaching management system with applications of RFID and IoT technology. *Education Sciences*, 8(1), 26.
- [5] Mohammadian, H. D. (2019, April). IoT—a Solution for Educational Management Challenges. In *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1400-1406). IEEE.
- [6] Sharma, T., & Aarthy, S. L. (2016, November). An automatic attendance monitoring system using RFID and IOT using Cloud. In *2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET)* (pp. 1-4). IEEE.
- [7] Koppikar, U., Hiremath, S., Shiralkar, A., Rajoor, A., & Baligar, V. P. (2019, July). IoT based Smart Attendance Monitoring System using RFID. In *2019 1st International Conference on Advances in Information Technology (ICAIT)* (pp. 193-197). IEEE.
- [8] Arulogun, O. T., Olatunbosun, A., Fakolujo, O. A., & Olaniyi, O. M. (2013). RFID-based students attendance management system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2), 1-9.
- [9] Harikrishnan, J., Sudarsan, A., Sadashiv, A., & Ajai, R. A. (2019, March). Vision-face recognition attendance monitoring system for surveillance using deep learning technology and computer vision. In *2019 International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN)* (pp. 1-5). IEEE.
- [10] Matilda, S., & Shahin, K. (2019, March). Student attendance monitoring system using image processing. In *2019 IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)* (pp. 1-4). IEEE.
- [11] Pawar, P. (2019). Design and development of advanced smart energy management system integrated with IoT framework in smart grid environment. *Journal of Energy Storage*, 25, 100846.
- [12] Siryani, J., Tanju, B., & Eveleigh, T. J. (2017). A machine learning decision-support system improves the internet of things' smart meter operations. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(4), 1056-1066.
- [13] Metallidou, C. K., Psannis, K. E., & Egyptiadou, E. A. (2020). Energy efficiency in smart buildings: IoT approaches. *IEEE Access*, 8, 63679-63699.
- [14] Raj, J. T., & Sankar, J. (2017, December). IoT based smart school bus monitoring and notification system. In *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)* (pp. 89-92). IEEE.
- [15] Gupta, T., Tripathi, R., Shukla, M. K., & Mishra, S. (2020). Design and development of IoT based smart library using line follower robot. *Int. J. Emerg. Technol*, 11(2), 1105-1109.
- [16] Ghorpade, S. N., Zennaro, M., & Chaudhari, B. S. (2020). GWO model for optimal localization of IoT-enabled sensor nodes in smart parking systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(2), 1217-1224.

**INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING AND MANAGING TEACHING-
LEARNING ACTIVITIES: APPLIED IN THE LABORATORIES AT FACULTY OF
ELECTRONIC TECHNOLOGY**

TRAN NGOC ANH, NGUYEN NGOC SON, NGUYEN THI HONG HA, PHẠM QUANG TRI*

Faculty of Electronics Technology, Industrial University of Ho Chi Minh City

*Corresponding Author: *phamquangtri_dt@iuh.edu.vn*

Abstract: This paper proposes to design an intelligent system to digitize the monitoring and management of teaching-learning activities in laboratories (LAB). The functions of the system include managing the power on/off the LAB according to the teaching schedule from the software, lecturers and student attendance, and monitoring the quality of teaching and learning. In particular, the system must be able to manage a large number of LAB while ensuring real-time performance. Ideas for designing systems based on the IoT platform include designing IoT terminal devices (IoT-End-Device) with integrated RFID identification to identify people entering/exiting the LAB, monitoring the on/off the electricity of the LAB, using contactors and current sensors, integrated with Zigbee Mesh network to connect with other IoT-End-Device. The IoT-Cordinator hardware will be routing, data exchange from IoT-End-Device, and transmission/receiving with the data center. This data center also integrated the internet so that it can connect and exchange data with a cloud server for remote monitoring. The system has experimentally verified the features, the ability to transmit/receive data, and tested to manage and monitor 10 LAB rooms of the Faculty of Electronic Technology at the same time. The test results show that the system operates stably and sustainably, ensuring real-time monitoring and easy customization when adding or removing LAB rooms.

Keywords: IoT-End_device; Zigbee Network; RFID identification; Real-time Monitoring based IoT.

Ngày gửi bài: 27/02/2023

Ngày chấp nhận đăng: 06/04/2023