

## NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ SẢN XUẤT THIẾT BỊ IOT PHỤC VỤ GIÁM SÁT, ĐIỀU KHIỂN CƠ SỞ HẠ TẦNG NHÀ TRẠM VIỄN THÔNG

Hoàng Quốc Liên <sup>1\*</sup>, Đặng Bá Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Công ty VNPT Thừa Thiên Huế

<sup>2</sup> Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

\*Email: quoclien271287@gmail.com

Ngày nhận bài: 16/12/2022; ngày hoàn thành phản biện: 22/12/2022; ngày duyệt đăng: 26/6/2023

### TÓM TẮT

VNPT Thừa Thiên Huế hiện có gần 400 nhà trạm viễn thông trải rộng trên khắp địa bàn tỉnh TT Huế. Trong đó có rất nhiều nhà trạm viễn thông nằm ở các vùng sâu, vùng xa hiểm trở nên việc ứng cứu máy nổ cho mỗi nhà trạm mất rất nhiều nhân lực, đặc biệt vào những lúc thiên tai bão lũ việc tiếp cận nhà trạm rất nguy hiểm. Ngoài ra mỗi nhà trạm viễn thông đều có hệ thống làm mát với 2 điều hoà nhiệt độ hoạt động liên tục và nhiều thông số hoạt động khác như điện lưới, nhiệt độ phòng máy... vẫn chưa được giám sát tự động có hệ thống. Bài báo tập trung trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế và sản xuất thiết bị IoT (Internet of Things – Internet vạn vật) phục vụ giám sát, điều khiển cơ sở hạ tầng nhà trạm viễn thông của chúng tôi. Với 60 nhà trạm thông minh IoT, qua kết quả triển khai thực tế đã đạt được nhiều lợi ích trực tiếp về năng suất và kinh tế: giảm nhân lực trực bảo vệ - an ninh nhà trạm; giảm chi phí sử dụng điện thông qua luân phiên hệ thống điều hoà nhiệt độ; giảm thời gian nhân lực di chuyển ứng cứu máy nổ mỗi lúc mất điện lưới. Đặc biệt vào thời điểm thiên tai, mất điện trên diện rộng; giám sát bất thường nguy hiểm trong nhà trạm: đột nhập trái phép, nhiệt độ cao... Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và lắp đặt IoT cho VNPT Thừa Thiên Huế để cải thiện việc điều hành hoạt động của hạ tầng viễn thông của tỉnh và khắc phục cơ bản các tình trạng ở trên.

**Từ khóa:** Thiết bị IoT, trạm viễn thông, điều khiển hạ tầng.

### 1. GIỚI THIỆU INTERNET VẠN VẬT KẾT NỐI - IOT VÀ ỨNG DỤNG

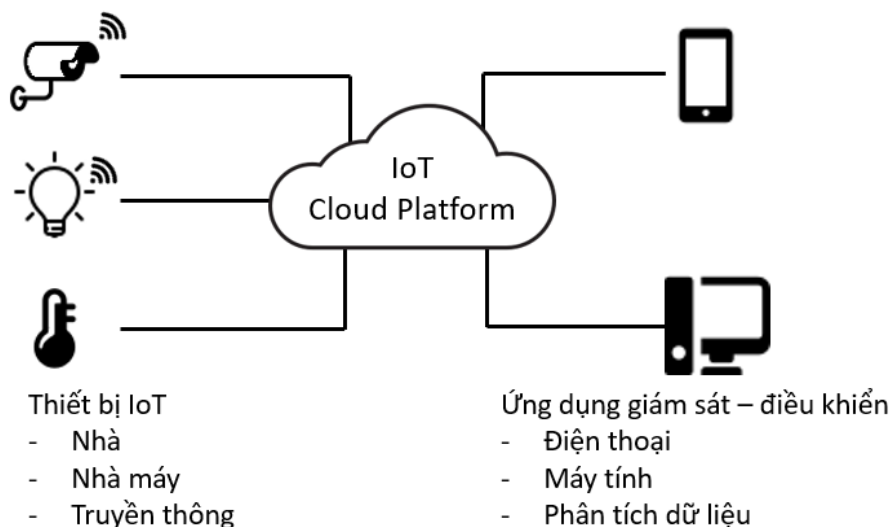
IoT hay Internet vạn vật đề cập đến mạng lưới bao gồm các thiết bị thông minh và công nghệ tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động giao tiếp giữa thiết bị và đám mây cũng như giữa các thiết bị với nhau[1]. Nhờ sự ra đời của chip máy tính giá rẻ và công nghệ viễn thông băng thông cao, ngày nay, chúng ta có hàng tỷ thiết bị được kết nối

với internet. Điều này nghĩa là các thiết bị hàng ngày như bàn chải đánh răng, máy hút bụi, ô tô và máy móc có thể sử dụng cảm biến để thu thập dữ liệu và phản hồi lại người dùng một cách thông minh. IoT tác động sâu rộng tới cuộc sống cũng như công việc của con người. IoT cho phép máy móc xử lý phần việc nặng nhọc, đảm nhiệm những nhiệm vụ nhàm chán và giúp cuộc sống trở nên lành mạnh, năng suất và thoải mái hơn. Chẳng hạn: Khi bạn nhấn nút tạm hoãn, chiếc đồng hồ báo thức của sẽ tự động bật máy pha cà phê và kéo mở rèm cửa sổ. Tủ lạnh sẽ tự động phát hiện những thực phẩm sắp hết và đặt mua giao tận nhà. Lò nướng thông minh sẽ cho biết thực đơn trong ngày và thậm chí còn nấu những nguyên liệu đã được chuẩn bị sẵn để đảm bảo rằng bữa trưa đã sẵn sàng. Chiếc đồng hồ thông minh sẽ lên lịch họp cho con người, trong khi đó, chiếc ô tô thông minh tự động đặt vị trí GPS dừng xe để nạp nhiên liệu. Và rất nhiều ứng dụng khác trong thế giới IoT. Vậy IoT hoạt động thế nào? Một hệ thống IoT thông thường hoạt động thông qua việc thu thập và trao đổi dữ liệu theo thời gian thực. Một hệ thống IoT có ba thành phần (hình 1):

**Thiết bị thông minh:** Đây là một thiết bị, giống như tivi, camera an ninh hoặc thiết bị tập thể dục đã được tích hợp khả năng tính toán. Thiết bị này thu thập dữ liệu từ môi trường xung quanh, thu nhận và truyền dữ liệu qua Internet từ ứng dụng IoT của nó.

**Ứng dụng IoT:** Ứng dụng IoT là một tập hợp các dịch vụ và phần mềm có chức năng tích hợp dữ liệu nhận được từ các thiết bị IoT khác nhau. Ứng dụng này có thể sử dụng các công nghệ máy học hoặc trí tuệ nhân tạo (AI) để phân tích dữ liệu và đưa ra các quyết định sáng suốt. Những quyết định này được truyền trở lại thiết bị IoT và sau đó, thiết bị IoT đó sẽ phản hồi lại dữ liệu đầu vào một cách thông minh.

**Giao diện đồ họa người dùng:** Một hoặc một nhóm các thiết bị IoT có thể được quản lý thông qua giao diện đồ họa người dùng. Các ví dụ phổ biến bao gồm một ứng dụng di động hoặc trang web có thể được sử dụng để đăng ký và kiểm soát các thiết bị thông minh.



Hình 1. Các thành phần của một hệ thống IoT

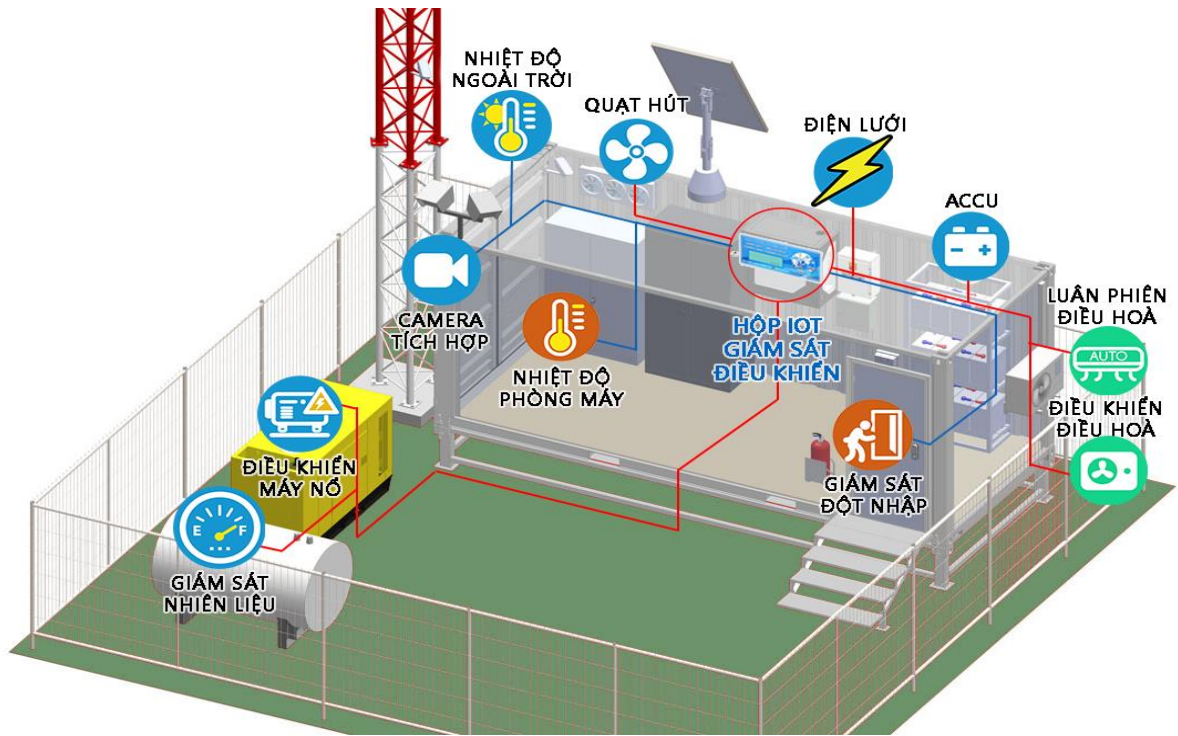
## 2. HỆ THỐNG IOT – VNPT TT HUẾ

### 2.1. Giới thiệu

VNPT Thừa Thiên Huế hiện có gần 400 nhà trạm viễn thông trải rộng trên khắp địa bàn tỉnh TT Huế. Trong đó có rất nhiều nhà trạm viễn thông nằm ở các vùng sâu, vùng xa có địa hình núi đồi hiểm trở. Đặc biệt vào thời điểm thiên tai bão lũ, VNPT TT Huế luôn xác định việc đảm bảo thông tin liên lạc từng nhà trạm là một nhiệm vụ quan trọng, tuy nhiên ứng cứu máy nổ để duy trì nhà trạm vào thời điểm thiên tai rất khó khăn và tiềm ẩn nhiều nguy hiểm.

Mỗi nhà trạm viễn thông đều có hệ thống làm mát với ít nhất 2 điều hoà nhiệt độ hoạt động liên tục, từ đó chi phí điện cho mỗi nhà trạm hằng tháng cũng rất lớn. Vì vậy xây dựng hệ thống giám sát và điều khiển tự động luân phiên các điều hoà dựa theo nhiệt độ của phòng máy sao cho giảm chi phí tiêu thụ điện mà vẫn đảm bảo nhiệt độ cho các thiết bị viễn thông hoạt động tốt là phương án tối ưu nhất.


Bên cạnh đó, mỗi nhà trạm có rất nhiều thông số quan trọng cần giám sát cụ thể như: Tình trạng điện lưới, tình trạng hoạt động máy nổ, tình trạng acc, nhiệt độ phòng máy, nhiệt độ bên ngoài môi trường, giám sát và cảnh báo an ninh đột nhập trái phép. Hiện nay, thông số này vẫn đang được giám sát rời rạc, không tập trung và phần lớn vẫn bằng nhân công đến trực tiếp nhà trạm ghi nhận định kỳ.











Hình 2. Sơ đồ các thiết bị nhà trạm viễn thông

## 2.2. Các yêu cầu và tính năng chính

Với mô tả hiện trạng trên, chúng tôi đã thiết kế mô hình nhà trạm viễn thông với hệ thống IoT như hình 2. Hệ thống này có các yêu cầu chính và các tính năng như mô tả sau:

	<p><b>PHẦN CỨNG TỐI ƯU</b></p> <p>Phần cứng của hệ thống được lắp đặt theo module, dễ dàng thay thế khi có một module chức năng bị lỗi. Hộp điều khiển trung tâm có kích thước nhỏ gọn.</p>		<p><b>PHẦN MỀM QUẢN LÝ TRỰC QUAN</b></p> <p>Phần mềm giám sát thiết kế theo hướng đơn giản hoá, trực quan và tự động hoá hầu hết các quy trình.</p>
	<p><b>ĐẸ DÀNG LẮP ĐẶT</b></p> <p>Thiết kế theo hướng module hoá, 100% các đầu nối sử dụng cáp JR45. Thuận tiện cho lắp đặt, vận hành và xử lý.</p>		<p><b>ĐIỀU KHIỂN ĐIỀU HOÀ TỰ ĐỘNG</b></p> <p>Điều hoà được điều khiển luân phiên tự động dựa vào nhiệt độ phòng máy.</p>

	<p><b>THEO DÕI NHIỆT ĐỘ</b></p> <p>Nhiệt độ phòng máy, nhiệt độ ngoài trời và nhiệt độ mỗi điều hoà đều được theo dõi thời gian thực và đưa cảnh báo nếu vượt ngưỡng.</p>		<p><b>ĐIỀU KHIỂN MÁY NỔ</b></p> <p>Máy nổ được điều khiển từ xa, cả phần cứng và phần mềm được thiết kế linh hoạt, có thể thay đổi cho từng loại máy nổ khác nhau.</p>
	<p><b>THEO DÕI ĐIỆN LƯỚI – MÁY NỔ</b></p> <p>Điện thế điện lưới và máy nổ đều được theo dõi liên tục. Đưa ra cảnh báo nghiêm trọng khi mất điện lưới, máy nổ dừng hoạt động.</p>		<p><b>THEO DÕI NHIÊN LIỆU MÁY NỔ</b></p> <p>Cảnh báo khi nhiên liệu máy nổ gần hết để bổ sung nhiên liệu. Cảm biến được gắn rời bên ngoài, không can thiệp vào máy để đảm bảo an toàn cháy nổ.</p>
	<p><b>CẢNH BÁO ĐỘT NHẬP</b></p> <p>Khi có đột nhập trái phép phòng máy nhà trạm, cảnh báo sẽ xuất hiện. Cảnh báo được tối ưu để tránh cảnh báo giả</p>		<p><b>TÍCH HỢP CAMERA GIÁM SÁT</b></p> <p>Camera giám sát được tích hợp trực tiếp vào đường truyền và phần mềm giám sát.</p>
	<p><b>ĐIỀU KHIỂN CÁC THIẾT BỊ KHÁC</b></p> <p>Luôn sẵn các cổng dự phòng để điều khiển thêm các thiết bị điện khác như quạt hút... khi cần thiết.</p>		<p><b>THEO DÕI ĐIỆN THẾ ẮC-QUY</b></p> <p>Giám sát điện thế DC của ắc-quy, đưa ra cảnh báo khi VDC xuống thấp, đặc biệt khi mất điện lưới.</p>

*Bảng 1.* Danh sách chức năng chính của hệ thống

### 3. PHẦN CỨNG VÀ ĐẦU NỐI LẮP ĐẶT

#### 3.1 Phần cứng

Phần cứng của hệ thống IoT điều khiển giám sát nhà trạm viễn thông do VNPT TT Huế phát triển được thiết kế mang tính module hoá (hình 3), tất cả các module đều có sẵn trên thị trường, dễ dàng xử lý và thay thế khi cần thiết.

Tất cả các module được kết nối với nhau qua bảng mạch PCB tạo nên một hệ thống giám sát hoàn chỉnh.

Sau khi hiểu qua nhiều dòng vi điều khiển thì chúng tôi quyết định sử dụng Arduino 2560 làm bộ xử lý chính.

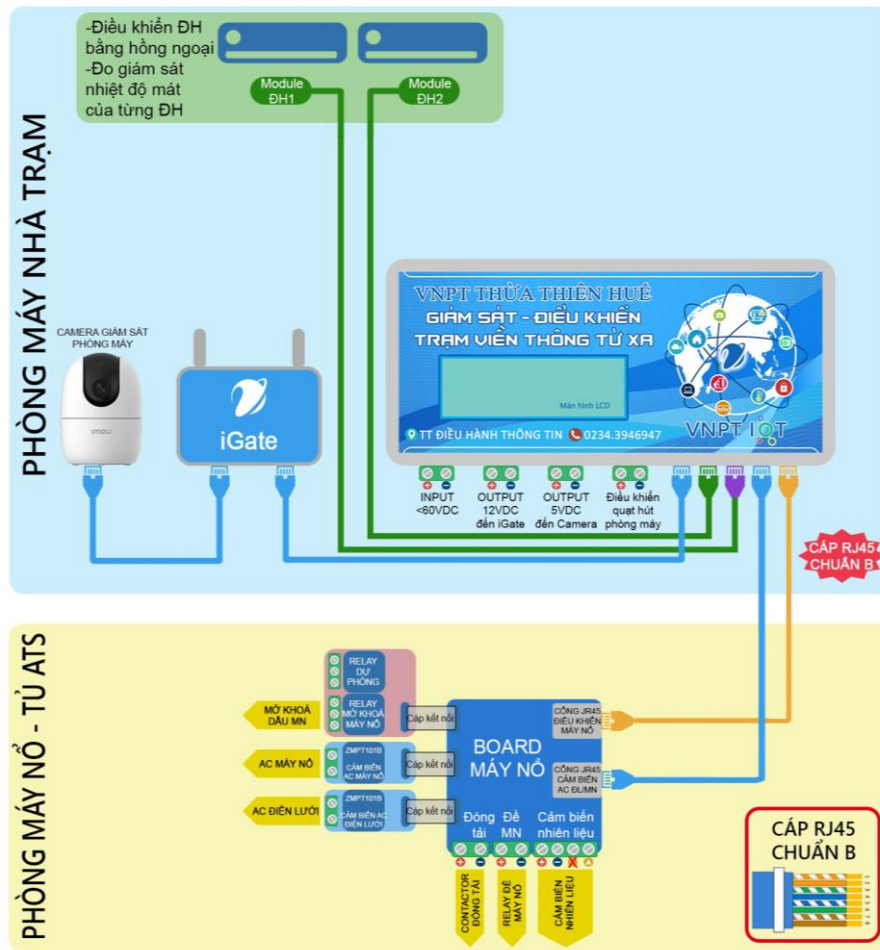


Hình 3. Hộp điều khiển lắp đặt trong nhà trạm

### 3.2 Lắp đặt nhà trạm IoT

Với mục tiêu đơn giản hoá việc lắp đặt thi công trong các nhà trạm. Hệ thống IoT của VNPT TT Huế (xem hình 4) có những ưu điểm:

- Toàn bộ hệ thống được đấu nối qua dây cáp LAN, chuẩn RJ45. Từ đó việc thi công lắp đặt rất nhanh và hạn chế tối đa sai sót do đấu nối nhầm tín hiệu.
- Hệ thống điều hoà được điều khiển bằng tín hiệu hồng ngoại, thay vì điều khiển bằng đóng ngắt trực tiếp từ nguồn điện.
- Phần đấu nối với máy nổ linh hoạt, tùy theo đòi máy nổ mà có thể đấu nối điều khiển khác nhau.



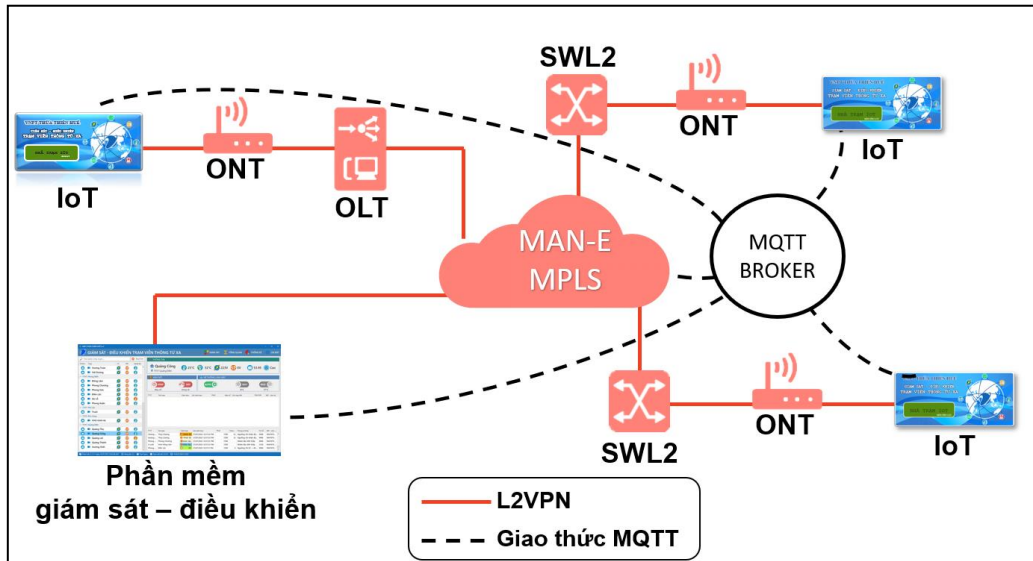
Hình 4. Sơ đồ đấu nối – lắp đặt hệ thống IoT tại nhà trạm

## 4. KẾT NỐI VÀ GIÁM SÁT – QUẢN LÝ TẬP TRUNG

### 4.1 Kết nối

Hệ thống giám sát – điều khiển trạm viễn thông từ xa sử dụng dịch vụ Metronet của VNPT và giao thức MQTT để kết nối và giao tiếp các thiết bị IoT đặt tại các nhà trạm và server với nhau (xem hình 5). Nhờ kết hợp giữa dịch vụ Metronet và giao thức MQTT, nên hệ thống IoT của VNPT TT Huế có những ưu điểm như:

- Hệ thống có sự ổn định và bảo mật cao.
- Tính mở rộng của hệ thống lớn, có thể triển khai rộng khắp trên toàn tỉnh.
- Có thể kết nối linh hoạt với các hệ thống khác, thông qua giao thức chung MQTT.



Hình 5. Sơ đồ kết nối hệ thống qua dịch vụ Metronet và giao thức MQTT

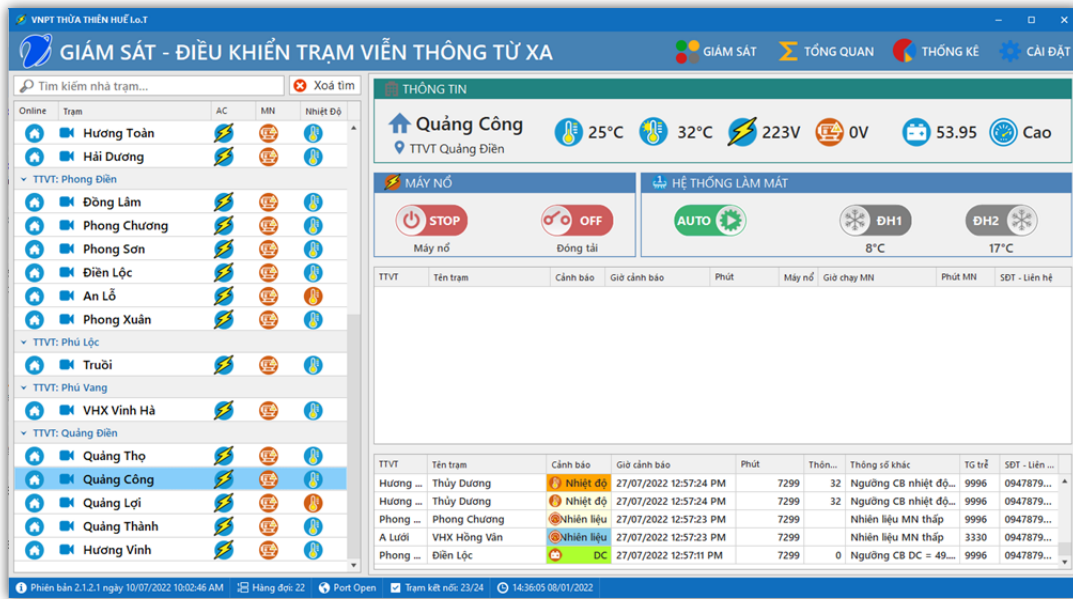
#### 4.2 Chương trình giám sát tập trung

Chương trình quản lý giám sát nhà trạm của hệ thống được thiết kế theo hướng tối ưu giao diện và đơn giản hoá thao tác (xem hình 7). Mọi cảnh báo đều được thiết kế trực quan, giúp người quản lý nhanh chóng nắm bắt các trạng thái bất thường, bên cạnh đó với các chức năng hỗ trợ tự động hoá, giúp giảm tối đa các nguy cơ chủ quan gây mất an toàn thông tin nhà trạm viễn thông.

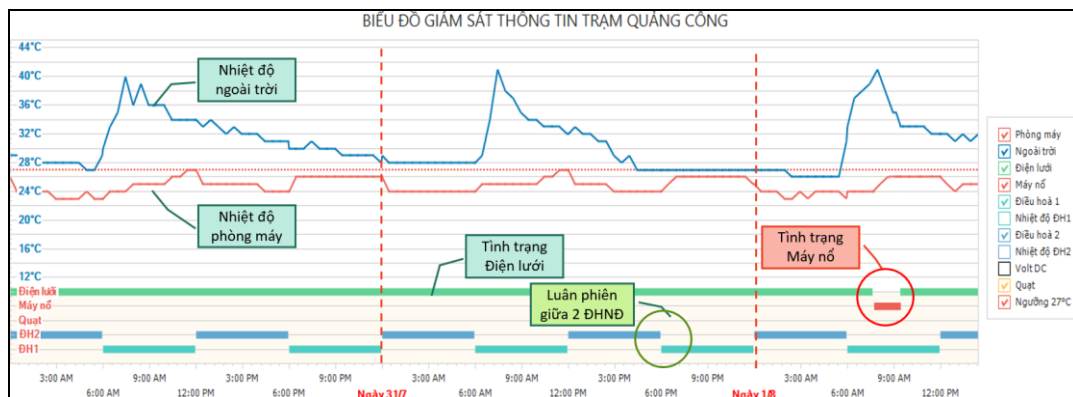
Tất cả các sự kiện trong phòng máy đều được ghi log lại, như mất điện lưới, chạy máy nổ, cảnh báo đột nhập nhiệt độ... Phần tra cứu lịch sử có thể xem theo từng trạm hoặc tất cả các trạm, lọc theo từng mục cảnh báo và xuất file Excel theo yêu cầu.

Hình 6 là biểu đồ giám sát nhà trạm trong 3 ngày, trên biểu đồ thể hiện đầy đủ các thông tin quan trọng như nhiệt độ phòng máy/ngoài trời. Tình trạng điện lưới/máy nổ và các thông tin khác như thời điểm chạy luân phiên giữa các điều hoà (điều hoà 1 và điều hoà 2).





Hình 6. Giao diện chính của chương trình giám sát tập trung



Hình 7. Biểu đồ giám sát các thông số - sự kiện quan trọng của một nhà trạm

### 4.3 Triển khai thực tế và đánh giá lợi ích thu được

Đến tháng 09/2022, VNPT TT Huế đã sản xuất và nâng cấp thành công 60 nhà trạm với thiết bị IoT giám sát và điều khiển từ xa và vẫn đang tiếp tục nâng cấp cho tất cả các nhà trạm còn lại. Đã hoàn thiện đầy đủ các công cụ phần mềm, quy trình sản xuất dành riêng cho nhà trạm IoT.

Với 60 nhà trạm thông minh IoT, qua kết quả triển khai thực tế đã đạt được nhiều lợi ích trực tiếp về năng suất và kinh tế, chẳng hạn như:

- Giám nhân lực trực bảo vệ - an ninh nhà trạm. Với chi phí nhân lực bảo vệ ban đêm trung bình 2.000.000vnd/tháng/trạm. Đã tiết kiệm ít nhất 120.000.000vnd/tháng cho VNPT TT Huế.

- Giảm chi phí sử dụng điện thông qua luân phiên hệ thống điều hoà nhiệt độ. Nhờ luân phiên hoặc tắt hẳn hệ thống điều hoà theo nhiệt độ, theo thống kê đã giảm trung bình 500kWh điện/tháng, tương đương 1.500.000vnd/tháng/trạm.

- Giảm thời gian nhân lực di chuyển ứng cứu máy nổ mỗi lúc mất điện lưới. Đặc biệt vào thời điểm thiên tai, mất điện trên diện rộng, nhờ hệ thống IoT đã giảm thiểu rủi ro nguy hiểm khi ứng cứu máy nổ các nhà trạm mất điện lưới và duy trì hệ thống đảm bảo thông tin liên lạc tốt hơn.

- Giám sát bất thường nguy hiểm trong nhà trạm: đột nhập trái phép, nhiệt độ cao...

## 5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu các lý thuyết và các mô hình ứng dụng IoT, tìm hiểu các thiết bị IoT hiện có trên thị trường Thừa Thiên Huế, đồng thời khảo sát hệ thống và nhu cầu điều khiển các thiết bị, các trạm viễn thông của VNPT trên địa bàn, chúng tôi đã thiết kế và lắp đặt hệ thống điều khiển bằng IoT hỗ trợ điều khiển hoạt động của mạng lưới viễn thông của tỉnh. Hệ thống được lắp đặt với các thiết bị phù hợp về thông số kỹ thuật và giá cả của thị trường hiện nay. Qua quá trình vận hành, hệ thống hoạt động tốt, mang lại hiệu quả cao cho hoạt động hạ tầng viễn thông của VNPT Thừa Thiên Huế. Trên cơ sở kết quả đạt được, chúng tôi tiếp tục phát triển mở rộng kết nối để trở thành một hệ thống với phạm vi, chức năng lớn hơn cho toàn tỉnh Thừa Thiên Huế và có thể chuyển giao công nghệ cho các công ty VNPT của các tỉnh khác trên toàn quốc.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. What is the Internet of Things (IoT)?, Website: <https://aws.amazon.com/what-is/iot/>
- [2]. Internet Vạn vật, Website: [https://vi.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Vạn\\_Vật](https://vi.wikipedia.org/wiki/Internet_Vạn_Vật).
- [3]. Thư viện thông minh – Kho tri thức của tương lai,  
Website: <http://www.pcworld.com.vn/articles/cong-nghe/song-va-cong-nghe/2018/05/1256652-2/thu-vien-thong-minh-kho-tri-thuc-cua-tuong-lai/>. Truy cập ngày 12/2/2019.
- [4]. Internet of things and libraries, Website: [https://www.researchgate.net/publication/286224381\\_Internet\\_of\\_things\\_and\\_libraries](https://www.researchgate.net/publication/286224381_Internet_of_things_and_libraries).
- [5]. The Research of the Library Services Based on Internet of Things, Webiste: <https://download.atlantispress.com/article/25896237.pdf>

## RESEARCH ON DESIGN AND PRODUCTION OF IOT DEVICES FOR MONITORING AND CONTROLLING BASE TRANSCEIVER STATION (BTS)

Hoang Quoc Lien<sup>1</sup>, Dang Ba Thanh<sup>1</sup>, Nguyen Dung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Thua Thien Hue VNPT Company

<sup>2</sup>Faculty of Information Technology, Hue University of Science, Hue University

\* Email: quoclien271287@gmail.com

### ABSTRACT

Thua Thien Hue VNPT currently has nearly 400 Base Transceiver Stations (BTSs) spreading throughout Thua Thien Hue province, of which there are many BTSs located in remote and mountainous areas with rugged terrain. Therefore, monitoring parameters and operating rescue generators during a grid failure requires a lot of workers.

Especially in the incidence of natural disasters, storms and floods, TT Hue VNPT always determines that ensuring the communication of each BTS is important, however, using rescue generators to maintain the BTSs at times of disaster is very difficult and potentially dangerous.

Each BTS has a cooling system with at least 2 air conditioners operating continuously. Therefore, building a monitoring and control system automatically rotating air conditioners based on server room temperature to reduce electricity consumption costs while still ensuring the suitable temperature for telecommunications equipment would be the most optimal solution.

In addition, each BTS has many important parameters to monitor, such as:- Status of grid power, rescue generators, rechargeable batteries ..., server room temperature, ambient temperature..., security monitoring and warning of unauthorized entry. This article presents the results of the research, the design and the installation of the IoT-Internet of Things for VNPT Thua Thien Hue to improve the operations of the communication infrastructure of the province to overcome the mentioned situation.

**Keywords:** controlling BTSs' infrastructure, IoT devices, remote communication station.



**Hoàng Quốc Liên** sinh ngày 27/12/1987 tại Thừa Thiên Huế, là kỹ sư Điện tử Viễn thông, tốt nghiệp năm 2010 tại trường ĐH Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay, ông công tác tại VNPT Thừa Thiên Huế.

*Lĩnh vực công tác:* Quản lý – Vận hành – Giám sát chất lượng dịch vụ Viễn thông.



**Đặng Bá Thành** sinh ngày 8/4/1976 tại Thừa Thiên Huế. Hiện tại ông là Phó Giám đốc Trung tâm Điều hành Thông tin – VNPT Thừa Thiên Huế.

*Lĩnh vực công tác:* Quản lý – Vận hành – Giám sát chất lượng dịch vụ Viễn thông.



**Nguyễn Dũng** sinh ngày 13/06/1988 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp cử nhân Tin học tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế năm 2010. Năm 2013, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Khoa học máy tính tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay ông công tác tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Công nghệ phần mềm, trí tuệ nhân tạo, học máy, học sâu, cơ sở dữ liệu