

WARNING SYSTEM FOR OVERHEATED DISTRIBUTION TRANSFORMERS USING IOTS TECHNOLOGY

Nguyen Van Khanh^{1*}, Tran Quang Vinh², Nguyen Duc Toan¹, Nguyen Tri Loc¹, Nguyen Chi Ngon¹

¹Can Tho University, ²Vinh Long University of Technology Education

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 07/12/2022 Revised: 11/01/2023 Published: 11/01/2023	The aim of this paper is to design an IoTs (Internet of Things) system that can detect failures on distribution transformers based on the temperature of their body. To build the system, at first, a device is deployed to measure the temperature outside the transformer using a non-contact infrared temperature sensor. Then, experiment is conducted to collect the temperature data of operating transformers to find out a correlation between the outside temperature and actual temperature of them to conduct suitable warning mechanism. Next, Amazon AWS IoT Core service is utilized to connect measuring devices and store their data in a database. Finally, a web-based application is developed to monitor and alert the abnormal states of transformers. The experimental results indicate that the system can measure transformer temperature based on the heat on their body, the web-based application can observe transformer temperature in real-time and notify when a problem is occurred.
KEYWORDS	
AWS IoT Core	
Infrared temperature sensor	
Distribution transformer	
IoT	
ESP32 MCU	

HỆ THỐNG CẢNH BÁO TÌNH TRẠNG QUÁ NHIỆT MÁY BIẾN ÁP PHÂN PHỐI ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IOTS

Nguyễn Văn Khanh^{1*}, Trần Quang Vinh², Nguyễn Đức Toàn¹, Nguyễn Trí Lộc¹, Nguyễn Chí Ngôn¹

¹Trường Đại học Cần Thơ, ²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 07/12/2022 Ngày hoàn thiện: 11/01/2023 Ngày đăng: 11/01/2023	Mục tiêu bài báo này là thiết kế một hệ thống Internet vạn vật IoTs (Internet of Things) có thể phát hiện sự cố xảy ra trên các máy biến áp phân phối dựa vào nhiệt độ hoạt động trên thân máy. Để xây dựng hệ thống, trước tiên, một thiết bị đo nhiệt độ thân máy được thiết kế sử dụng cảm biến nhiệt độ hồng ngoại không tiếp xúc. Sau đó tiến hành thực nghiệm thu thập dữ liệu nhiệt độ thân máy và nhiệt độ hoạt động của máy biến áp để phân tích tương quan giữa chúng nhằm đưa ra cơ chế cảnh báo phù hợp. Kế đến sử dụng dịch vụ AWS IoT Core của Amazon để kết nối các trạm và lưu trữ dữ liệu đo. Sau cùng là phát triển một ứng dụng web để giám sát và cảnh báo sự cố của các máy biến áp. Các kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống có thể giám sát được nhiệt độ máy biến áp dựa trên nhiệt độ của thân máy, ứng dụng web đã có thể giám sát nhiệt độ của các máy biến áp theo thời gian thực và thực hiện cảnh báo khi có sự cố xảy ra.
TỪ KHÓA	
AWS IoT Core	
Cảm biến nhiệt hồng ngoại	
Máy biến áp phân phối	
Internet vạn vật	
Vi điều khiển ESP32	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7064>

* Corresponding author. Email: vankhanh@ctu.edu.vn

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, không chỉ dân số đô thị tăng mạnh, dân số ở các khu vực đô thị cũng không ngừng tăng lên. Nhu cầu sử dụng điện cho công nghiệp, thương mại và hộ gia đình cũng tăng cao [1]. Tập đoàn điện lực Việt Nam EVN (Vietnam Electricity) đã thực hiện tốt công tác cấp điện phục vụ cho phát triển kinh tế - xã hội, đáp ứng nhu cầu sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và dịch vụ. Trong thời gian qua, ngành điện đã triển khai nhiều giải pháp thiết thực để nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống lưới điện, tập trung giảm sự cố trên lưới và thiết bị điện liên quan. Trên hệ thống lưới điện máy biến áp (MBA) phân phối (Hình 1) là một thiết bị rất quan trọng giúp cho việc truyền tải điện năng được an toàn và hiệu quả bởi vai trò chính của nó là làm cầu nối và chuyển tiếp điện năng ở các cấp phân phối điện khác nhau để phục vụ cho quá trình truyền tải từ nguồn cung đến nơi tiêu thụ điện.



Hình 1. MBA phân phối đang được vận hành trên lưới điện

Tuy nhiên, quá trình vận hành hiện nay tại Việt Nam các MBA phân phối một pha chưa được giám sát từ xa một cách liên tục khi vận hành. Điều này dẫn đến các sự cố xảy ra trên các MBA này vẫn còn tiếp diễn, đã và đang tác động đến chất lượng cung cấp dịch vụ điện. Các nguyên nhân phổ biến dẫn đến sự cố thường là khiếm khuyết ở khâu thiết kế, các khuyết tật về vật liệu, quy trình bảo dưỡng không đúng, ngắn mạch bên ngoài dẫn đến quá tải trong thời gian dài.

Đặc điểm quan trọng của MBA khi gặp sự cố đó là nhiệt độ của nó tăng nhanh trước khi các hệ quả khác xảy ra. Thật vậy, trong quy trình vận hành và bảo dưỡng của EVN, các quy định về ngưỡng an toàn nhiệt của thiết bị cũng được đề cập rất rõ ràng. Những quy định này sẽ được phân tích trong nội dung liên quan của bài báo này. Do đó, vấn đề đặt ra là nếu phát hiện kịp thời tình trạng quá nhiệt của MBA trong quá trình vận hành thì sẽ giúp nhà quản lý sớm đưa ra giải pháp khắc phục để tránh hậu quả đáng tiếc xảy ra.

Ở nước ta, đã có một số mô hình điều khiển thiết bị điện đã được ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên, còn nhiều vấn đề nan giải chưa được giải quyết một cách triệt để: hầu hết các hệ thống điều khiển và giám sát thiết bị điện được sử dụng trong các quy mô lớn trong khi thực tế mô hình vừa và nhỏ với số lượng ít thiết bị lại không phổ biến [2] – [3], bên cạnh đó giá cả của các hệ thống đó vượt quá cao so với nhu cầu sử dụng của những cá nhân, tổ chức vừa và nhỏ [4] – [5]. Giám sát hoạt động của MBA phân phối cũng là chủ đề được các nhà nghiên cứu trên thế giới quan tâm. Các hệ thống giám sát MBA phân phối đang vận hành hiện tại chủ yếu dựa vào phương pháp đo tiếp xúc và cũng hoạt động dựa trên hạ tầng IoTs [6] – [8]. Nghiên cứu này là một nền tảng đóng góp cho việc xây dựng lưới điện thông minh và các ứng dụng dự đoán bảo trì hệ thống điện liên quan.

Nghiên cứu này sẽ tập trung thiết kế và chế tạo thử nghiệm một hệ thống có thể hỗ trợ giám sát và cảnh báo liên tục tình trạng quá nhiệt của MBA phân phối một pha trong quá trình vận hành dựa trên nền tảng IoTs nhằm hỗ trợ nhà quản lý trong việc phát hiện và khắc phục sự cố lưới điện một cách kịp thời. Hệ thống bao gồm các trạm đo nhiệt độ vận hành của MBA và đồng bộ dữ liệu liên tục về một máy chủ đám mây. Nhiệt độ được đo bằng phương pháp không tiếp xúc giúp tăng độ chính xác và dễ dàng lắp đặt. Một ứng dụng trên dịch vụ web server được phát triển nhằm phân tích các dữ liệu lưu trữ để đưa ra cảnh báo dựa trên quy định vận hành của EVN.

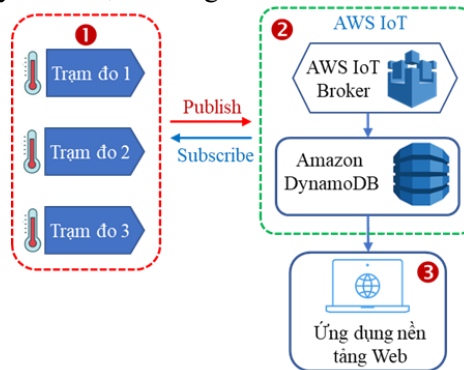
Thành công của hệ thống sẽ giúp giám sát hiệu quả các MBA phân phối đang vận hành, hạn chế đến mức thấp nhất các sự cố xảy ra.

2. Phương pháp nghiên cứu

Hình 2 trình bày sơ đồ khối tổng quát của hệ thống được tạo thành từ bốn thành phần chính bao gồm (1) các trạm đo nhiệt độ, (2) hệ thống quản lý thiết bị sử dụng AWS IoT của hãng Amazon [9], (3) ứng dụng trên dịch vụ web server. Các trạm đo nhiệt độ sẽ được đặt trực tiếp tại các MBA, được thiết kế dựa trên dòng SoC (System-on-Chip) ESP32 của hãng Espressif [10] tích hợp khả năng giao tiếp wifi phù hợp cho ứng dụng IoT. Các thiết bị này được cấu hình và quản lý qua dịch vụ AWS IoT Core của Amazon, các dữ liệu thu thập được lưu trữ vào cơ sở dữ liệu NoSQL DynamoDB.

2.1. Lựa chọn cảm biến nhiệt độ

Do máy biến áp đang vận hành trên lưới điện nên giải pháp khả thi nhất để đo nhiệt độ bên ngoài vỏ của nó. Hiện tại trên thị trường có một số loại cảm biến chuyên dụng để đo nhiệt độ được chia thành hai nhóm chính bao gồm đo tiếp xúc hay cảm biến cần đặt vào trong môi trường cần đo và không tiếp xúc hay đo ở một khoảng cách nào đó.



Hình 2. Tổng quan hệ thống

Cảm biến nhiệt được chọn từ ba loại sẵn có trên thị trường, bao gồm MLX90614 [11] đo không tiếp xúc bằng tia hồng ngoại hỗ trợ cả hai chế độ đo môi trường (Ambient) và đo vật thể (Object), hỗ trợ giao tiếp theo chuẩn I2C; DS18B20 [12] và DHT11 [13] đo tiếp xúc giao tiếp theo chuẩn một dây.

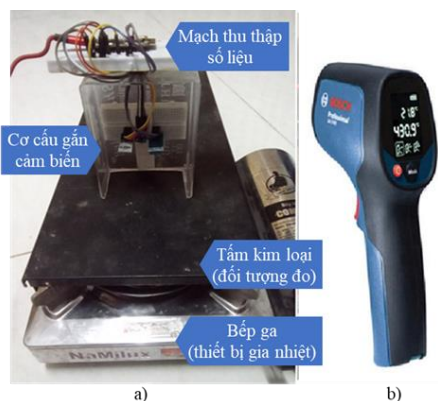
Để xác định được cảm biến phù hợp nhất cho thiết kế trạm đo, thí nghiệm được bố trí như Hình 3a. Trong thí nghiệm này, tấm kim loại được chọn làm đối tượng đo giả lập vỏ MBA. Cảm biến được lắp đặt bên trên, khoảng cách từ cảm biến đến đối tượng đo hiệu chỉnh được từ 0 đến 5 cm. Một mạch thu thập số liệu được sử dụng để thu thập giá trị nhiệt độ đo được. Mục đích của thí nghiệm là tìm ra loại cảm biến phù hợp và khoảng cách tối ưu nhất để lắp đặt. Máy đo chuẩn nhãn hiệu Bosch (Hình 3b) được sử dụng để làm cơ sở so sánh các cảm biến. Giá trị trung bình trị tuyệt đối sai số MAE (Mean absolute error) tính theo công thức (1) được chọn làm tham số đánh giá.

$$MAE = \sum_{i=0}^n |y_i - x_i| \quad (1)$$

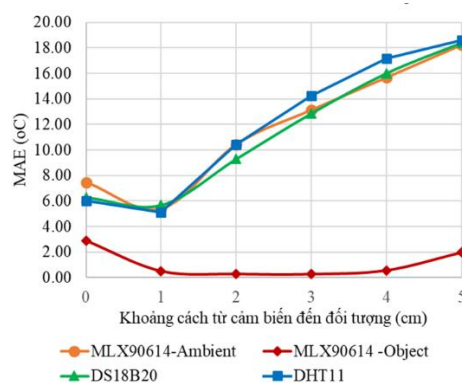
Trong đó, y_i là giá trị nhiệt độ đo bằng cảm biến, x_i là nhiệt độ đo bằng máy Bosh và n là số mẫu dữ liệu nhiệt độ thu thập được.

Thí nghiệm được thực hiện với hai tham số chính. Thứ nhất là nhiệt độ của đối tượng sẽ được gia nhiệt và giữ ổn định lần lượt từ 35 đến 70 °C, mỗi bước tăng 5 °C. Thứ hai là khoảng cách từ cảm biến đến đối tượng là từ 0 đến 5 cm, mỗi lần thay đổi 1 cm.

MAE giữa nhiệt độ đo được từ các cảm biến và máy đo chuẩn được minh họa trong Hình 4. Kết quả này cho thấy hai cảm biến DS18B20, DHT11 và MLX90614 ở chế độ đo môi trường chỉ đo tốt ở khoảng cách từ 1 đến 2 cm và nhiệt độ đối tượng tối đa 50°C. Trong khi đó MLX90614 ở chế độ đối tượng cho kết quả khá ấn tượng, đặc biệt là ở khoảng cách trong khoảng từ 2 và 3 cm với trung bình trị tuyệt đối sai số lần lượt là 0,29°C và 0,28°C (Hình 5). Như vậy, MLX90614 ở chế độ đối tượng là phù hợp nhất để đo trực tiếp nhiệt độ vỏ MBA phân phối trong nghiên cứu này.



Hình 3. Bố trí thí nghiệm lựa chọn cảm biến



Hình 4. Sai số MAE theo khoảng cách đo của các cảm biến

2.2. Thiết kế trạm đo

Mỗi trạm đo được thiết kế để đảm bảo các tính năng như hoạt động với nguồn nuôi độc lập, đo chính xác nhiệt độ vỏ máy mà không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường, giao tiếp Internet để đồng bộ dữ liệu đo về AWS IoT. Sơ đồ thiết kế của mỗi trạm đo được minh họa trong Hình 5, gồm ba khối chính là nguồn cung cấp, bộ xử lý trung tâm và cảm biến.

Để đảm bảo trạm đo có thể hoạt động độc lập với điện lưới, nguồn cung cấp sử dụng tấm pin mặt trời 18V công suất 35W kết nối với bộ điều khiển sạc. SoC ESP32 tích hợp vi xử lý lõi kép, tốc độ tối đa 240MHz đóng vai trò là bộ xử lý trung tâm chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu nhiệt độ và đồng bộ về AWS IoT thông qua bộ giao thức MQTT.

Khởi cảm biến sử dụng cảm biến nhiệt độ hồng ngoại MLX90614 hoạt động ở chế độ đo đối tượng như đã lựa chọn ở trên, kết nối với ESP32 qua giao thức I²C. Mỗi trạm đo sử dụng hai cảm biến MLX90614 nhằm dự phòng trong trường hợp một trong hai cảm biến gặp sự cố thì hệ thống vẫn duy trì hoạt động.

2.3. Bố trí thí nghiệm thu thập dữ liệu

Như đã đề cập, nghiên cứu này sẽ giám sát nhiệt độ MBA thông qua nhiệt độ vỏ nên việc tìm ra tương quan giữa nhiệt độ máy biến áp và nhiệt độ vỏ là khâu quan trọng và khó khăn nhất. Điều này sẽ quyết định được liệu nhiệt độ vỏ có thể sử dụng được không và sử dụng như thế nào. Để tìm ra mối tương quan này, một thí nghiệm được bố trí như Hình 6 được tiến hành nhằm mục đích giả lập điều kiện vận hành và đo song song nhiệt độ bên trong MBA và nhiệt độ vỏ của nó để phân tích tương quan giữa hai nhiệt độ này. Như minh họa trong Hình 6, nhiệt độ bên trong MBA được đo bằng một máy đo chuẩn nhãn hiệu HANNA có que đo dài cắm trực tiếp vào dầu tản nhiệt, hai cảm biến được lắp đặt ở giữa thân máy để đảm bảo đo nhiệt độ gần đúng nhất dựa trên tư vấn của nhân viên kỹ thuật tại tổ vận hành và bảo dưỡng.

Bảng 1. Các dòng máy biến áp phân phối được sử dụng

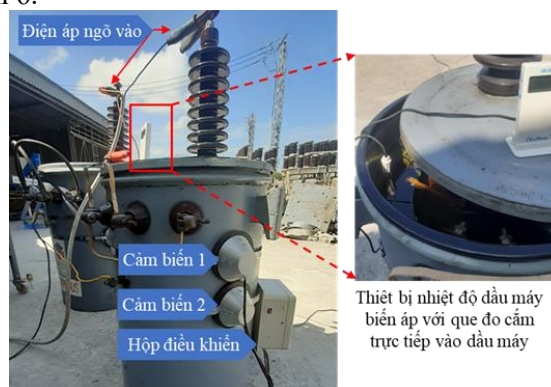
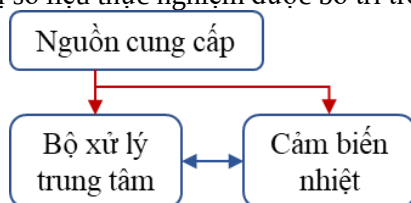
Loại máy	Cuộn cao áp (kV - A)	Cuộn hạ áp (V - A)	Tần số (Hz)
1	12,7 – 1,97	2x230 – (54,3-54,3)	50
2	(12,7-8,66) - (2,0 – 2,9)	2x230 – (54,3-54,3)	60

Thí nghiệm được thực hiện trên hai dòng máy của hãng THIDIBI như được trình bày trong Bảng 1, dung lượng 25kVA đang được bảo trì định kỳ tại đội quản lý vận hành lưới điện cao thế - công ty điện lực Bạc Liêu, thành phố Bạc Liêu. Trong quá trình thí nghiệm, MBA áp được nhân viên kỹ thuật của công ty điện lực Bạc Liêu giám sát và tư vấn trực tiếp. MBA sẽ được cấp dòng vận hành đạt từ 100% tải trở lên và vận hành liên tục từ 3,5 giờ đến 5,5 giờ tùy vào điều kiện thực tế của từng đợt thí nghiệm. Giá trị nhiệt độ sẽ được thu thập liên tục mỗi 5 phút trong suốt thời gian thí nghiệm.

2.4. Giải pháp cảnh báo

Dựa vào các tiêu chuẩn về vật tư thiết bị lưới điện của Tổng Công ty Điện lực miền Nam đã được ban hành ngày 03/9/2015, số EVN SPC-QLĐT/QuyĐ.114, MBA phân phối một pha loại 12,7/0,23 kV có nhiệt độ tối đa cho phép của lớp dầu trên bề mặt là 55°C và của cuộn dây là 60°C. Bên cạnh đó, căn cứ theo quyết định số 269/QĐ-EVN ngày 04/3/2019 về việc ban hành Quy trình quản lý vận hành và bảo dưỡng trạm biến áp phân phối trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam, cho phép máy biến áp vận hành điện áp cao bằng định mức ở nấc điện áp đang vận hành ngắn hạn 10% dưới 6 giờ một ngày.

Do hệ thống trong nghiên cứu này chỉ đo nhiệt độ cuộn MBA thông qua nhiệt độ vỏ, nên độ cảnh báo sẽ là hiệu số giữa nhiệt độ tối đa cho phép (60°C) và giá trị chênh lệch giữa nhiệt độ vỏ và nhiệt độ dầu MBA (gần cuộn dây). Giá trị chênh lệch này sẽ được xác định thông qua phân tích giá trị số liệu thực nghiệm được bố trí trong Hình 6.



Hình 5. Sơ đồ thiết kế mạch điện tử của trạm đo

Hình 6. Bố trí thí nghiệm thu thập nhiệt độ MBA

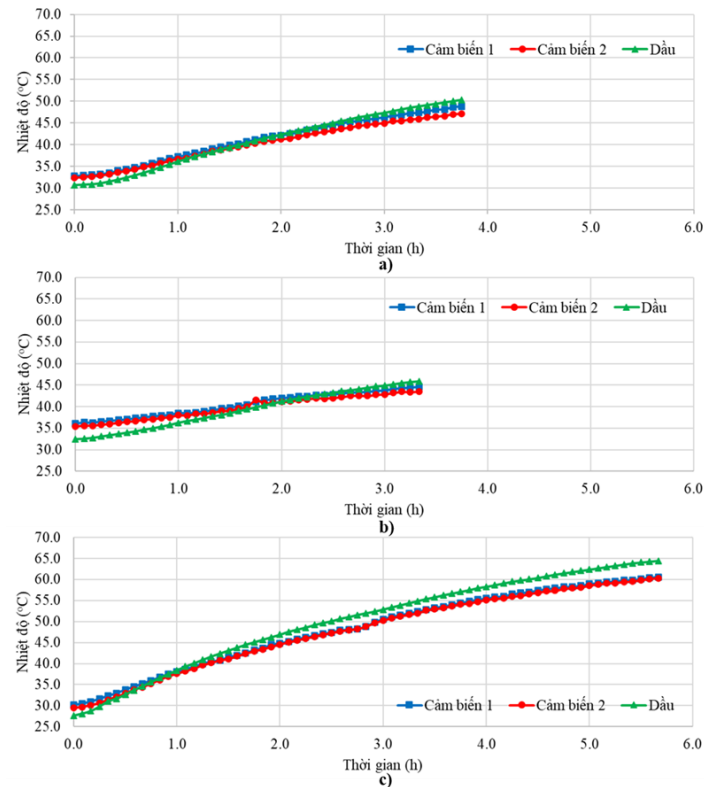
3. Kết quả và bàn luận

3.1. Tương quan nhiệt độ dầu và nhiệt độ vỏ máy biến áp

Các biểu đồ trong Hình 7 trình bày lại kết quả thí nghiệm khảo sát biến động nhiệt độ của MBA khi hoạt động từ 100% tải trở lên. Do hai loại MBA được thí nghiệm đang trong giai đoạn chờ bảo dưỡng nên nhiệt độ ban đầu khi bắt đầu cấp thấp hơn nhiệt độ môi trường. Nhiệt độ này tăng dần và lan truyền ra lớp vỏ nhờ vào lớp dầu tản nhiệt. Tuy nhiên, tùy theo tải cũng như loại biến áp mà thời điểm nhiệt độ bằng và vượt nhiệt độ vỏ khác nhau. Điển hình, Hình 8a và 8b cho thấy MBA loại 1 khi chạy 100% tải nhiệt độ lan truyền chậm hơn 104% tải. Cụ thể với 100% sau hơn 2 giờ thì nhiệt độ dầu mới bằng nhiệt độ vỏ, trong khi 104% chỉ sau hơn 1,5 giờ. Trong khi đó MBA loại 2 chạy 113% chỉ sau chưa được 1 giờ thì nhiệt độ dầu đã bằng nhiệt độ vỏ. Nếu duy trì tải trong thời gian dài thì nhiệt độ dầu trong máy sẽ tăng liên tục và tốc độ tăng nhanh chậm cũng phụ thuộc vào tải vận hành của MBA.

Do điều kiện khách quan nên MBA loại 1 chỉ có thể duy trì tải tối đa trong gần 4 giờ và nhiệt độ dầu chỉ 50°C vẫn nằm trong ngưỡng cho phép. Trong khi đó, MBA loại 2 có điều kiện thí nghiệm duy trì tải 113% đến gần 6 giờ và nhiệt độ của nó tăng lên rất cao, 65°C, vượt ngưỡng cảnh báo theo quy định của EVN. Bảng 2 liệt kê các giá trị MAE, thấp nhất và cao nhất của

chênh lệch điện áp giữa nhiệt độ dầu và vỏ MBA. Dựa vào bảng này, giá trị MAE của máy biến áp 2 được chọn làm giá trị tham chiếu để cảnh báo quá nhiệt dựa vào nhiệt độ vỏ. Sau khi MBA vận hành trong một khoảng thời gian dài thì nhiệt độ vỏ của nó luôn duy trì cao hơn nhiệt độ dầu. Kết quả là, khi nhiệt độ vỏ của MBA vượt quá hiệu số $(60 - 2,48)^{\circ}\text{C}$ hay $57,52^{\circ}\text{C}$ thì hệ thống sẽ phát cảnh báo trên ứng dụng web để nhà quản lý có chiến lược tìm hiểu và khắc phục sự cố kịp thời.



Hình 7. Nhiệt độ dầu và vỏ máy biến áp: a) Máy loại 1 chạy 104% tải lần 1, b) Máy loại 1 chạy 100% tải lần 2, c) Máy loại 2 chạy 113% tải

Bảng 2. Chênh lệch thấp nhất (MIN), cao nhất (MAX) và trung bình trị tuyệt đối chênh lệch (MAE) giữa nhiệt độ vỏ máy và nhiệt độ dầu

Loại máy	MAE	MIN	MAX
1	1,56	0,04	3,27
2	2,48	0,06	4,18

3.2. Ứng dụng thu thập dữ liệu trên dịch vụ web server và kịch bản cảnh báo

Hệ thống cũng được vận hành thử nghiệm tại công ty điện lực Bạc Liêu, ba trạm đo được lắp đặt trên 3 MBA với bố trí tương tự như Hình 6. Ứng dụng giám sát và cảnh báo có giao diện chính như Hình 8, bao gồm bảng hiển thị trạng thái vận hành của MBA, biểu đồ về dữ liệu lịch sử, bản đồ lắp đặt (chức năng này hiện chưa cài đặt, sẽ vận hành theo tọa độ thực tế khi triển khai hệ thống). Hệ thống hoạt động xuyên suốt trong vòng hai ngày 18 và 19 tháng 3 năm 2022. Bên cạnh cảnh báo vượt ngưỡng nhiệt độ cho phép như tính toán, hệ thống cũng được thử nghiệm cảnh báo khi nhiệt độ tăng đột ngột (tăng từ 3°C trở lên trong 5 phút) và khi nhiệt độ giảm đột ngột (giảm từ 3°C trở xuống trong 5 phút).

3.3. Bàn luận

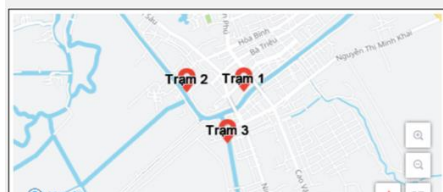
Kết quả triển khai thực nghiệm cho thấy hệ thống được phát triển có khả năng giám sát liên tục và đưa ra cảnh báo khi nhiệt độ vượt ngưỡng cho phép theo quy định vận hành. Các trạm đo đã được cấu hình và quản lý một cách hiệu quả thông qua dịch vụ AWS IoT của Amazon và tất cả các dữ liệu được lưu trữ để phục vụ cho mục đích giám sát và phân tích đưa ra đánh giá. Ứng dụng web mặc dù giao diện còn đơn giản nhưng đã hoạt động ổn định, có thể kết nối, truy xuất cơ sở dữ liệu để phân tích, đưa ra cảnh báo và biểu diễn trực quan dưới dạng biểu đồ thời gian thực giúp đội quản lý vận hành và đội quản lý có thể giám sát dễ dàng các MBA đang hoạt động và nhanh chóng phát hiện sự cố và đưa ra giải pháp khắc phục kịp thời. Điều này góp phần giảm thiểu các thiệt hại do sự cố MBA xảy ra như mất điện hay cháy nổ. Hệ thống này hoàn toàn có thể cải tiến và đóng góp giải pháp cho các nghiên cứu về lưới điện thông minh sau này.

Bạc Liêu, ngày 19 tháng 3 năm 2022 9:41:37

Trạm số	Cảm biến	Nhiệt độ	Trạng thái
Trạm 1	Cảm biến 1	37.35°C	Hoạt động ổn định
	Cảm biến 2	36.85°C	Nhiệt độ tăng đột ngột
Trạm 2	Cảm biến 1	38.18°C	Nhiệt độ tăng đột ngột
	Cảm biến 2	37.79°C	Nhiệt độ tăng đột ngột
Trạm 3	Cảm biến 1	35.00°C	Hoạt động ổn định
	Cảm biến 2	0.00°C	Hoạt động ổn định

Định vị hệ thống giám sát

Trạm số 1: Trạm Trần Huỳnh, 1x25kVA, Hiệu: Thibidi
Trạm số 2: Trạm Cư xá điện lực, 1x25kVA, Hiệu: Cơ điện Thủ Đức
Trạm số 3: Trạm Công Bình, 1x25kVA, Hiệu: Thibidi



Trạm số 1: (Cập nhật: 2022-03-19 09:40:40)



Trạm số 2: (Cập nhật: 2022-03-19 09:40:42)



Hình 8. Một phần giao diện chính của ứng dụng web để giám sát và cảnh báo

Bên cạnh đó, nghiên cứu này cũng đã bước đầu khảo sát và đưa ra mối quan hệ giữa nhiệt độ cuộn dây MBA và vỏ của nó để đưa ra một giải pháp giám sát không xâm lấn giúp hệ thống dễ lắp đặt, an toàn và không ảnh hưởng đến lưới điện đang vận hành. Tuy nhiên, để việc cảnh báo được chính xác thì cần khảo sát tương quan giữa hai nhiệt độ này trong nhiều trường hợp hơn nữa cũng như thử nghiệm vận hành trên lưới để tìm ra ngưỡng cảnh báo phù hợp nhất.

Ứng dụng web cũng cần được cải tiến vấn đề bảo mật. Ứng dụng hiện tại chưa tập trung vào vấn đề bảo mật hệ thống, tất cả các dữ liệu được thu trực tiếp từ máy chủ của AWS IoT và tất cả người sử dụng đều có thể truy cập vào. Điều này đồng nghĩa với việc nếu biết được cơ chế trao đổi giữa AWS IoT và ứng dụng thì hoàn toàn có thể tạo ra các cảnh báo giả để đánh lừa đội vận hành nhằm với mục đích phá rối.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã thiết kế thành công hệ thống giám sát và cảnh báo quá nhiệt MBA phân phối trong quá trình vận hành dựa trên nền tảng công nghệ IoTs. Các trạm đo được lắp đặt trực tiếp trên MBA để đo nhiệt độ vận hành bằng phương pháp không tiếp xúc. Nhiệt độ cuộn dây MBA được đo gián tiếp qua vỏ máy. Nền tảng AWS IoT của hãng Amazon được áp dụng để quản lý và thu thập toàn bộ dữ liệu đo và lưu vào cơ sở dữ liệu NoSQL (Amazon DynamoDB). Một ứng dụng web cũng đã được phát triển thành công để kết nối, thu thập và phân tích dữ liệu để đưa ra cảnh báo một cách chính xác và kịp thời. Đồng thời dữ liệu cũng được vẽ trực quan theo thời gian thực đội vận hành thử nghiệm có thể theo dõi liên tục. Thành công bước đầu của nghiên cứu này là bước đệm để đề xuất các nghiên cứu phức tạp hơn như xây dựng lưới điện

thông minh, hệ thống phân tích dự đoán bảo trì bảo dưỡng dựa trên dữ liệu thu thập và nhiều ứng dụng khác nữa trong tương lai của ngành điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] M. F. Chen, H. C. Chiu, K. S. Tseng, Y. C. Yang, C. Y. Chou, and J. A. Jiang, "An IoT-based Temperature Monitoring System for Underground Cable Tunnels," *IEEE PES GTD Gd. Int. Conf. Expo. Asia*, 2019, pp. 960–964, doi: 10.1109/GTDAsia.2019.8715849.
- [2] C. Kumar and M. Liserre, "Operation and control of smart transformer for improving performance of medium voltage power distribution system," *IEEE 6th Int. Symp. Power Electron. Distrib. Gener. Syst.*, 2015, doi: 10.1109/PEDG.2015.7223092.
- [3] Y. Wu, L. Liu, C. Shi, K. Ma, Y. Li, and H. Mu, "Research on Measurement Technology of Transformer No-load Loss Based on Internet of Things," in *APAP 2019 - 8th IEEE International Conference on Advanced Power System Automation and Protection*, 2019, pp. 150–153, doi: 10.1109/APAP47170.2019.9224961.
- [4] M. Kaczmarek, D. Brodecki, and R. Nowicz, "Analysis of operation of voltage transformers during interruptions and dips of primary voltage," *10th Int. Conf. Electr. Power Qual. Util. EPQU'09*, 2009, doi: 10.1109/EPQU.2009.5318848
- [5] R. S. Girgis, M. Bernesjö, and J. Anger, "Comprehensive analysis of load noise of power transformers," *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. PES '09*, 2009, pp. 1–7, doi: 10.1109/PES.2009.5275883
- [6] T. R. Chaves, M. A. I. Martins, K. A. Martins, A. F. de Macedo, and S. de Francisci, "Application Study in the Field of Solutions for the Monitoring Distribution Transformers of the Overhead Power Grid," *Energies*, vol. 14, 2021, Art. no. 6072, doi.org/10.3390/en14196072
- [7] R. R. Pawar, P. A. Wagh, and S. B. Deosarkar, "Distribution transformer monitoring system using Internet of Things (IoT)," *International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)*, 2017, doi:10.1109/ICCIDS.2017.8272671
- [8] J. Ramesh, S. Shahriar, A. R. Al-Ali, A. Osman, and M. F. Shaaban, "Machine Learning Approach for Smart Distribution Transformers Load Monitoring and Management System," *Energies*, vol. 15, no. 21, 2022, Art. no. 7981, doi: 10.3390/en15217981.
- [9] Amazon, "AWS IoT Core - Developer Guide," [Online]. Available: <https://docs.aws.amazon.com/iot/latest/developerguide/iot-dg.pdf#what-is-aws-iot>. [Accessed May 10, 2022].
- [10] Espressif, "ESP32-WROOM-32SE," 2022. [Online]. Available: <https://www.espressif.com>. [Accessed May 14, 2022].
- [11] Melexis, "MLX90614 family," Datasheet Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39, 2019
- [12] M. INTEGRATED, "DS18B20 programmable resolution 1-wire digital thermometer," Rev, vol. 4, p. 22, 2008.
- [13] W. Gay, "DHT11 sensor," in *Advanced Raspberry Pi*. Springer, 2018, pp. 399–418.