

GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỪ XA QUA MẠNG INTERNET VÀ HỖ TRỢ TIẾT KIỆM ĐIỆN CHO MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ THẾ HỆ CŨ

A SOLUTION FOR REMOTE CONTROL VIA INTERNET AND POWER SAVING SUPPORT FOR OLD GENERATION AIR CONDITIONERS

NGUYỄN HOÀNG THẨM^{1a}, LƯU TRỌNG HIẾU^{2b}, NGUYỄN CHÍ NGÔN²

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

²Trường Đại học Cần Thơ

^aEmail: thamnl80@gmail.com, ^bEmail: luutronghieu@ctu.edu.vn

Nhận bài (Received): 29/9/2022; Phản biện (Reviewed): 25/10/2022; Chấp nhận (Accepted): 21/11/2022

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một đề xuất giải pháp trang bị cho máy điều hòa không khí thế hệ cũ một mạch điều khiển dùng công nghệ IoT để có thể giám sát và điều khiển từ xa thiết bị qua mạng internet. Ngoài ra, mạch điều khiển còn được trang bị chức năng quan trọng là tự động dời điểm làm việc của máy lạnh về cận trên của vùng tiện nghi nhiệt theo tiêu chuẩn ASHRAE để tiết kiệm điện, bất chấp người dùng cài đặt nhiệt độ ở điểm nào. Cơ chế dời điểm làm việc của máy lạnh được thực hiện nhờ đặt lại nhiệt độ máy lạnh bằng sóng hồng ngoại và kiểm soát máy phun sương để bù độ ẩm không khí trong phòng. Kết quả kiểm nghiệm theo nhiều kịch bản cho thấy giải pháp đề xuất hoàn toàn khả thi.

Từ khóa: IoT, vùng tiện nghi nhiệt, máy điều hòa không khí, vi điều khiển, tiết kiệm điện.

ABSTRACT

This paper introduces a solution to equip old generation air conditioners with a single control circuit. The controller uses IoT technology to be able to monitor and remotely control the device via the internet. In addition, the control circuit is also equipped with the important function of automatically moving the operational point of the air conditioner to the upper edge of the thermal comfort zone according to ASHRAE standards to save electricity, regardless of where the user sets the temperature. The mechanism of moving the operational point of the air conditioner is made possible by resetting the air conditioner temperature by infrared waves and controlling the nebulizer to compensate for the humidity of the air in the room. Experimental results under many scenarios show that the proposed solution is completely feasible.

Keywords: IoT, thermal comfort zone, air conditioner, microcontroller, power saving.

1. Mở đầu

Ngày nay, máy điều hòa không khí được sử dụng rất phổ biến trong các hộ gia đình ở Việt Nam. Trung bình một hộ gia đình có từ 1 tới 2 máy, vì dùng điều hòa không khí rất có lợi cho sức khỏe của con người, nếu nhiệt độ quá cao, cơ thể sẽ bị mệt mỏi, hay nếu nhiệt độ quá thấp sẽ khiến cho cơ thể rét buốt, khó khăn trong hoạt động. Vậy nên máy lạnh sẽ giúp cho không khí được điều hòa về nhiệt độ thích hợp, trong lành hơn, giúp con người dễ dàng hoạt động hơn, nhất là với gia đình có người già và trẻ nhỏ. Điều khiển từ xa là một thành phần không thể thiếu đối với máy điều hòa không khí. Điều khiển từ xa dùng để điều khiển thiết bị mà không cần dây dẫn trong một phạm vi nhất định, một số thiết lập không thể thực hiện được nếu không có giải pháp này [1]. Nó thường dùng công nghệ hồng ngoại để giao tiếp không dây giữa bộ điều khiển và các thiết bị. Hạn chế của công nghệ này là yêu cầu đường ngắm (line of sight) nghĩa là cần một đường dẫn mở giữa máy phát và máy thu vì vậy các hạn chế về khoảng cách điều khiển sẽ xuất hiện. Để có thể điều khiển mà không bị hạn chế do đường ngắm, một số điều khiển từ xa dùng công nghệ RF cũng đã được phát triển [2]. Mỗi thiết bị cần có một điều khiển từ xa riêng nên tác giả [3] đề xuất thiết lập một cổng chuyển điện tử để giảm thiểu các bộ điều khiển cho từng thiết bị. Với yêu cầu ngày càng cao về khả năng điều khiển như các thiết bị điện và điện tử có thể được điều khiển và kiểm soát ở bất cứ nơi nào nhằm giải quyết việc quên tắt các máy điều hòa khi rời khỏi nhà, vừa tránh lãng phí điện

năng vừa đảm bảo an toàn thì với một bộ điều khiển từ xa truyền thống là không thể làm được [3].

Theo [4, 5], ngưỡng nhiệt độ tốt nhất (sự tiện nghi nhiệt) với một người bình thường là từ 22 – 27°C với độ ẩm dao động từ 40 – 60 %. Ngoài khu vực này, một người bình thường sẽ trở nên hoặc quá nóng, quá lạnh và giảm năng suất làm việc cũng như gây căng thẳng cho đầu óc. Sự tiện nghi nhiệt (thermal comfort) có tác động lớn tới tâm trạng và sức khỏe của con người. Tuy nhiên, phương pháp thông thường kiểm soát máy điều hòa có thể không đảm bảo sự thoải mái về nhiệt, hơn nữa việc làm mát quá mức do người dùng thiết lập có thể gây ảnh hưởng tiêu cực tới sức khỏe đồng thời làm tăng mức tiêu thụ điện năng [6]. Hiệp hội Kỹ sư Mỹ về sưởi, làm lạnh và điều hòa không khí (ASHRAE) xác định vùng thoải mái của con người không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ mà còn phụ thuộc vào độ ẩm không khí. Tùy theo nhiệt độ và ẩm độ hiện tại, việc kiểm soát để đảm bảo điều hòa hoạt động trong vùng thoải mái, nhưng gần biên của vùng khó chịu sẽ giúp tiết kiệm năng lượng điện [5, 7]. Theo xu hướng của thời đại công nghiệp 4.0, áp dụng công nghệ IoT vào việc giám sát và điều khiển thiết bị điện gia dụng, đặc biệt là điều khiển máy điều hòa để tạo ra sự thoải mái về nhiệt, đồng thời góp phần tiết kiệm điện năng là một giải pháp tối ưu trong nghiên cứu này.

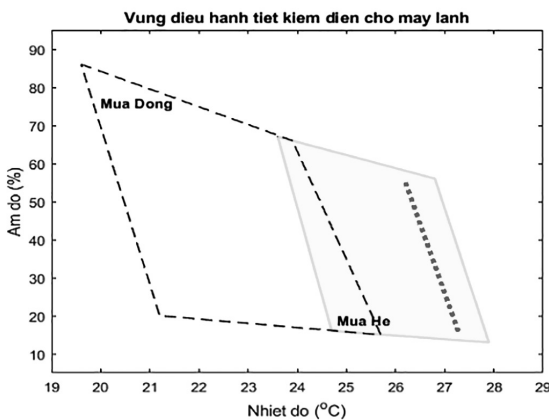
2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tổng quát của bài báo bao gồm hai phần chính: Nghiên cứu về kỹ thuật điều khiển máy điều hòa không khí, giám sát và điều chỉnh nhiệt độ trong phòng

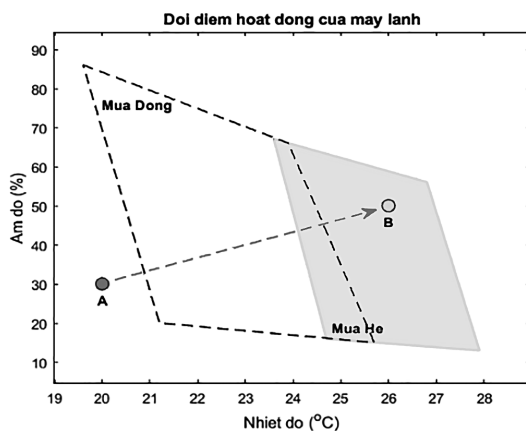
để có sự thoải mái về nhiệt, phù hợp với tương quan về ẩm độ, sau đó tiến hành thực nghiệm xây dựng mạch điện điều khiển để giám sát và điều khiển nhiệt độ cho căn phòng, lập trình giao diện điều khiển, bù sai số và hiệu chỉnh hệ thống.

2.1 Định nghĩa bài toán

Bài toán này ứng dụng công nghệ IoT để dời điểm hoạt động (Operational point) của máy lạnh về cận trên của vùng tiện nghi nhiệt theo tiêu chuẩn ASHRAE 2010 [7] để tiết kiệm điện, bắt chấp người dùng đặt nhiệt độ khởi động ở điểm nào (Hình 1 và Hình 2).



Hình 1: Vùng điều hành tiết kiệm điện cho máy lạnh



Hình 2: Dời điểm làm việc của máy lạnh từ A về B để tiết kiệm điện

Tiêu chuẩn ASHRAE xác lập vùng tiện nghi nhiệt có tương quan giữa nhiệt độ và ẩm độ không khí trong phòng. Tùy thuộc vào ẩm độ, mà nhiệt độ tiện nghi có thể thay đổi như Hình 3.1. Căn cứ theo dữ liệu thực nghiệm của ASHRAE tại [7], khi vào mùa hè, nhiệt độ từ 26°C đến 27°C và độ ẩm từ 19,8% đến 57,3% thuộc vùng tiện nghi nhiệt mà ở đó khả năng tiết kiệm điện là tối ưu nhất, do máy lạnh hoạt động ở công suất thấp. Từ [7], chọn 2 tọa độ cận biên trên của vùng tiện nghi nhiệt, nghiên cứu này rút ra được mối tương quan giữa độ ẩm không khí và nhiệt độ theo đường thẳng, nằm ở cận trên của vùng tiện nghi nhiệt, như sau:

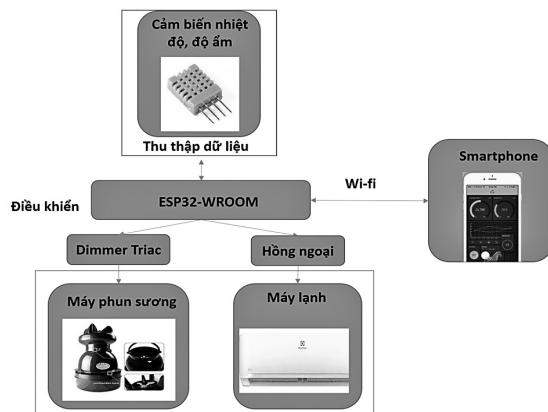
$$t = -0.027h + 27.528 \quad (1)$$

Trong đó, t là nhiệt độ phòng, h là độ ẩm không khí trong phòng.

Như vậy, bài toán này trở nên đơn giản là điều chỉnh nhiệt độ của máy lạnh theo ẩm độ không khí trong phòng, tuân theo tương quan công thức (1). Điểm hoạt động tiết kiệm nhất được chọn có nhiệt độ là 26°C và ẩm độ là 50%. Nếu ẩm độ phòng thấp, hệ thống sẽ bổ sung bằng cách phun sương. Nếu nhiệt độ hoạt động của máy lạnh (thực tế là nhiệt độ phòng được đo bằng cảm biến nhiệt) nằm ở vị trí bất kỳ đều được hệ thống kéo về 26°C như minh họa trên hình 2, dời điểm làm việc từ A sang điểm B.

2.2 Thiết kế hệ thống

Hệ thống bao gồm các thành phần chính trên hình 3: Bộ điều khiển, bộ thu thập dữ liệu, các thiết bị chấp hành được vận hành thông qua ứng dụng trên điện thoại thông minh.



Hình 3: Tổng quan về hệ thống



Hình 4: Giao diện điều khiển trên điện thoại

Thí nghiệm thực hiện trên mô-đun ESP32-WROOM, máy lạnh Gree 2HP GWC18PC-K3D0P4, máy phun sương bù ẩm TL-5500, Cảm biến nhiệt độ độ ẩm DH11, Dimmer AC BTA24 điều khiển máy phun sương, kit hồng ngoại NodeMCU ESP32. Trong đó ESP32-WROOM: Đảm nhiệm vai trò đọc giá trị từ các cảm biến, điều khiển thiết bị chấp hành, giao tiếp với ứng dụng Blynk trên điện thoại thông minh thông qua Wifi. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm: thu thập dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm từ môi trường gửi về ESP32-WROOM. Điện thoại thông minh: Vận hành hệ thống cũng như giao tiếp với ESP32-WROOM thông qua Wifi. Máy phun sương: Thay đổi độ ẩm của môi trường. Máy lạnh: Tạo nhiệt độ thích hợp cho môi trường.

Giao diện trên điện thoại được xây dựng trên ứng dụng Blynk [8], hình 4.

3. Kết quả

3.1. Thực nghiệm

Ở thực nghiệm này, tại thời điểm khảo sát, nhiệt độ phòng cao và ẩm độ không khí trong phòng cũng cao (Hình 5). Mục tiêu của thực nghiệm là chứng minh mạch điều khiển có thể kiểm soát để đưa nhiệt độ phòng về giá trị 26°C và ẩm độ không khí trong phòng về giá trị 50%.

Giai đoạn chuẩn bị: Máy lạnh được tắt, phòng đóng cửa trong điều kiện nắng chiều nhẹ để đưa nhiệt độ phòng lên cao, khoảng 30°C. Đồng thời, máy phun sương được cho hoạt động hết công suất để nâng ẩm độ không khí trong phòng lên trên 80%.

Giai đoạn thực nghiệm: Tại thời điểm thực nghiệm, máy lạnh được cho chạy hết công suất bằng cách đặt nhiệt độ ở giá trị thấp nhất (18°C) và tốc độ quạt tối đa trong thời gian khoảng 10 phút, nhằm đảm bảo độ ổn định hoạt động của máy lạnh trước khi tiến hành thí nghiệm. Dữ liệu thực nghiệm được trình bày trên Bảng 1 và kết quả minh họa sự dịch chuyển của điểm làm việc của máy lạnh về giá trị mong muốn được thể hiện trên Hình 6.

Bảng 1: Dữ liệu thực nghiệm

Mẫu No.	Nhiệt độ không khí trong phòng (°C)	Ẩm độ không khí trong phòng (%)
1	29,4	82,1
2	28,3	80,2
3	27,4	78,3
4	26,5	76,4
5	25,1	70,2
6	24,7	68,2

Mẫu No.	Nhiệt độ không khí trong phòng (°C)	Âm độ không khí trong phòng (%)
7	24,1	65,1
8	23,8	58,4
9	24,1	55,1
10	25,3	51,2
11	25,8	49,8
12	26,2	49,9
13	26,3	49,5
14	26,1	49,2
15	26,2	49,6

Từ kết quả Hình 6 ta thấy :

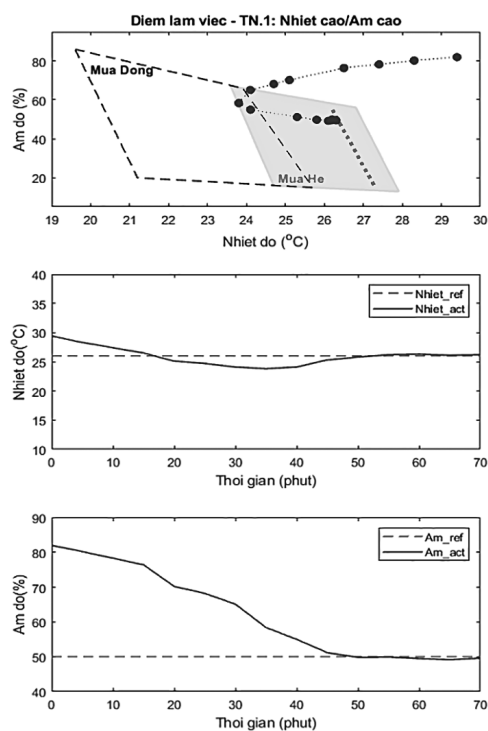
- Do ẩm độ không khí cao hơn 50%, nên máy phun sương hoàn toàn không hoạt động. Ẩm độ phòng giảm là do hơi nước trong không khí ngưng tụ theo thời gian trên giàn lạnh của máy.

- Nhiệt độ phòng từ 29,4°C giảm sâu xuống 23,8°C thấp hơn nhiệt độ đặt (26°C), nhưng máy lạnh vẫn tiếp tục chạy để giảm ẩm độ.

- Khi ẩm độ giảm dần về 50%, lúc này mạch điều khiển được kích hoạt và kéo nhiệt độ phòng về giá trị mong muốn 26°C. Thực nghiệm cho thấy đạt giá trị mong muốn trong khoảng 50 phút (Hình 6)



Hình 5: Bố trí thực nghiệm



Hình 6: Kết quả thực nghiệm

Rõ ràng Hình 6 cho thấy điểm hoạt động của máy lạnh đã được đưa về cận trên của vùng tiện nghi nhiệt ASHRAE tại 26°C, mặc dù giá trị nhiệt độ đặt lúc đầu ở giá trị thấp nhất là 18°C. Kết quả thực nghiệm đáp ứng được mục tiêu mong đợi.

3.2. Kết quả kiểm chứng với thiết bị nhiệt ẩm kế tiêu chuẩn

Trong phần thực nghiệm, dụng cụ đo nhiệt độ và độ ẩm Beurer HM16 [9] được sử dụng để hiệu chỉnh và đối sánh kết quả điều khiển. Nhiệt ẩm kế Beurer HM16 là sản phẩm của công ty sản xuất thiết bị y tế Beurer - Đức (Đạt chuẩn và đáng tin cậy). Kết quả đối sánh giữa nhiệt độ và độ ẩm trên nhiệt ẩm kế Beurer HM16 và giá trị thu thập được bằng cảm biến trên mạch điều khiển ở từng thời điểm khác nhau được minh họa từ Hình 7 đến Hình 8. Từ kết quả đối sánh có thể nhận thấy, nhiệt độ và độ ẩm sau khi hiệu chỉnh chênh lệch không đáng kể so với dụng cụ đo.



Hình 7: So sánh giữa thiết bị và Nhiệt ẩm kế Beurer HM16 tại nhiệt độ 29°C và độ ẩm 58% (thông số trên điện thoại hiển thị nhiệt độ 29,3°C và ẩm độ 54%)



Hình 8: Nhiệt độ và độ ẩm hiển thị trên điện thoại so với nhiệt ẩm kế tại nhiệt độ 25,5°C và độ ẩm 69% (thông số trên điện thoại hiển thị nhiệt độ 25,8°C và ẩm độ 70%)

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này chúng tôi đã thực hiện việc điều khiển máy điều hòa không khí thế hệ cũ bằng công nghệ IoT. Cụ thể là điều khiển máy lạnh và máy phun sương từ xa bằng công nghệ IoT. Hệ thống đã được thiết kế và chạy thực tế trong phòng thí nghiệm có gắn máy lạnh và máy phun sương để không chế nhiệt độ và độ ẩm môi trường theo các giá trị đặt. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống có thể được điều khiển từ xa, thông số môi trường có thể được điều chỉnh bằng tay và tự động. Thực nghiệm cũng đã chứng minh được tính khả thi của việc dời điểm hoạt động của máy lạnh về cận trên của vùng tiện nghi nhiệt theo tiêu chuẩn ASHRAE. Cụ thể là máy lạnh sẽ hoạt động ở 26°C và ẩm độ 50% bất chấp người dùng đặt trước ở nhiệt độ nào, nhờ việc đặt lại nhiệt độ cho máy lạnh dùng sóng hồng ngoại và kiểm soát ẩm độ không khí dùng máy phun sương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. K. Kaphungkui, "RF based Remote Control for Home Electrical Appliances," *International journal of innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering*, vol. 3, no. 7, pp. 42-44, 2015.
- [2] M. Muthiah and A. V. Natesh, "Low cost smart glove for universal control of IR devices," in *2016 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*, 20-22 Oct. 2016 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISTAS.2016.7764274.
- [3] S. G. Fatima, S. K. Fatima, and S. A. Sattar, "Home automation using zigbee technology," *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 92-96, 2019.
- [4] E. Naboni, D. S.-H. Lee, and K. Fabbri, "Thermal Comfort-CFD maps for Architectural Interior Design," *Procedia Engineering*, vol. 180, pp. 110-117, 2017/01/01/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.170>.

- [5] Sensirion, “Conditions of Thermal Comfort Influence of Humidity and Temperature on Personal Well-Being,” *Application Note*, no. Version 2.0, 2010.
- [6] A. M. Ali, S. A. A. Shukor, N. A. Rahim, Z. M. Razlan, Z. A. Z. Jamal, and K. Kohlhof, “IoT-Based Smart Air Conditioning Control for Thermal Comfort,” in *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)*, 29-29 June 2019 2019, pp. 289-294, doi: 10.1109/I2CACIS.2019.8825079.
- [7] ASHRAE, “ASHRAE standard - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy,” 2010, vol. ASHRAE Standard 55-2010.
- [8] VN-Tech. “Blynk là gì.” <https://vn-tech.net/blynk-la-gi> (accessed July 2022).
- [9] Beurer. “Nhiệt ẩm kế Beurer HM16, đồng hồ đo nhiệt độ độ ẩm, màn hình LCD, có móc treo tường.” <https://www.beurer.vn/nhiet-am-ke-beurer-hm16> (accessed July 2022).