



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

# Ứng dụng Logic mờ trong máy lọc nước thông minh

Vũ Thị Quyên <sup>1,\*</sup>, Đặng Mạnh Chính <sup>1</sup>, Bùi Thị Thêm <sup>2</sup>, Đặng Thành Trung <sup>3</sup>, Phùng Thị Mai <sup>3</sup>, Lê Minh Bằng <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Viện Công nghệ Thông tin, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>2</sup> Khoa cơ điện, Trường Đại học công nghiệp Quảng Ninh, Việt Nam

<sup>3</sup> Khoa Kỹ thuật điện, Trường Đại học điện lực, Việt Nam

<sup>4</sup> Quỹ Hỗ trợ Sáng tạo Kỹ thuật Việt Nam (VIFOTEC), Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

### TÓM TẮT

#### Quá trình:

Nhận bài 10/01/2019  
Chấp nhận 20/02/2019  
Đăng online 29/04/2019

#### Từ khóa:

Máy lọc nước  
Nội suy  
Logic mờ  
Cách mạng 4.0

*Chúng ta đang sống trong thời đại mà công nghệ phát triển nhanh chóng, các thiết bị điện tử gia dụng ngày càng trở nên hiện đại và thông minh hơn. Máy lọc nước, một thiết bị gia dụng phổ biến cũng không nằm ngoài xu thế đó. Tuy nhiên, do điều kiện nguồn nước đầu vào và lượng nước sử dụng của từng gia đình là khác nhau, vấn đề sục rửa, cảnh báo thay lõi nhằm đảm bảo chất lượng nước đầu ra chưa được các hãng máy lọc nước tập trung giải quyết. Do đó, trong khuôn khổ bài viết này, nhóm tác giả trình bày nghiên cứu, thiết kế thiết bị tự động sục rửa lõi lọc, đồng thời ứng dụng Logic mờ để tính toán thời điểm sục rửa, thay lõi phù hợp với chất lượng nước đầu vào của các vùng khác nhau. Bộ điều khiển đã được tích hợp với hãng máy lọc nước GFLife, cho kết quả thử nghiệm tốt tại nhiều địa điểm khác nhau.*

© 2019 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Ngày nay, máy lọc nước đã không còn xa lạ với hàng loạt các hãng sản xuất, vô vàn chủng loại và mức giá khác nhau,... Tuy nhiên, các máy lọc nước đều có một điểm chung là cần phải sục rửa lõi và thay lõi. Bởi sau thời gian hoạt động, các hợp chất bên trong các lõi lọc sẽ bị bào mòn, đồng thời một số kim loại hoặc tạp chất bị giữ lại trên thành các lõi lọc làm ảnh hưởng đến chất lượng nước. Hai câu hỏi được đặt ra ở đây: “Khi nào thì chúng ta nên tiến hành sục rửa tái sinh các lõi?” và “Khi

nào chúng ta nên tiến hành thay lõi”. Đây là những câu hỏi tương đối khó trả lời. Thường thì khi mua máy, nhà sản xuất sẽ tư vấn 3 tháng nên gọi thợ đến sục rửa lõi và 6 tháng nên thay lõi một lần. Đây chỉ là khuyến cáo của nhà sản xuất nhằm đảm bảo chất lượng nước lọc ra. Trên thực tế, lượng nước dùng hàng ngày của từng máy lọc nước là không giống nhau, chất lượng nước đầu vào tại từng địa điểm cũng không giống nhau. Cộng với việc đến thời điểm thay lõi, người sử dụng không để ý sẽ vượt quá thời gian thay lõi, trong thời gian sau đó, chất lượng nước sẽ không được đảm bảo như ban đầu. Ngoài ra, nếu đội ngũ kỹ thuật viên tới sục rửa các lõi không làm việc đúng quy trình, nó ảnh hưởng tới cả người sử dụng cũng như uy tín của

\*Tác giả liên hệ

E - mail: vtquyen@ioit.ac.vn

nhà cung cấp. Vô hình chung, bởi sự chủ quan trong sử dụng máy cũng như yếu tố khách quan mà chúng ta đã sử dụng nước không đạt chất lượng như mong muốn. Đây là vấn đề mà các nhà sản xuất máy lọc nước phải đối mặt và cần được giải quyết triệt để.

GFLife là sản phẩm máy lọc nước nano của phòng Hóa học xanh thuộc viện Hóa học, viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Bên cạnh những ưu điểm về mặt hóa học và vật liệu, nhóm nghiên cứu đưa ra giải pháp báo thay lõi dựa trên lượng nước tiêu thụ. Dựa vào điều kiện nước đặc thù của Việt Nam, cùng những tính chất hóa học của các hợp chất trong lõi máy lọc, nhóm nghiên cứu đã tính toán ra lượng nước tương ứng với độ hao mòn của các lõi. Từ đó tính toán được thời điểm cần thay lõi dựa vào lưu lượng để đảm bảo chất lượng nước lọc. Phương pháp này có ưu điểm do tính toán đảm bảo chất lượng nước lọc dựa trên đặc tính hóa học của các chất, vì thế không phụ thuộc vào tần suất sử dụng nước của người dùng. Do đó, chất lượng nước được đảm bảo hơn so với làm theo khuyến cáo như cũ.

*Bảng 1. Bảng lưu lượng báo thay lõi khi chưa có bo mạch điều khiển (Trần Quang Vinh và nnk., 2012).*

TT	Thay lõi	
	Tên lõi	Thời điểm thay lõi (lít)
Lõi 1	Than tre hoạt tính	2700
Lõi 2	Quặng mangan phủ nano oxit mangan	2700
Lõi 3	Vật liệu trao đổi cation	2700 (1350 lít thì tái sinh)
Lõi 4	Sứ xốp mao quản nano phủ bạc nano	10800
Lõi 5	Than gáo dừa hoạt tính	5400

Dựa vào quy trình kỹ thuật hóa học đã được tính toán chi tiết, nhóm nghiên cứu phòng ESLab viện Công nghệ thông tin đã phát triển bo mạch đo lưu lượng, tự động sục rửa các lõi theo quy trình chặt chẽ, qua đó tăng tuổi thọ của các lõi đồng thời đảm bảo chất lượng nước. Qua đó, giải quyết được hai vấn đề đã được đặt ra ở trên.

Tuy nhiên, thông số ở Bảng 1 là thông số được tính toán thống kê trung bình dựa vào thu thập chất lượng nước trên địa bàn Hà Nội. Nó sẽ không đảm bảo tính chính xác của thời điểm sục rửa, cũng như thay lõi bởi chất lượng nguồn nước trên

cả nước là rất khác biệt. Do đó, trong bước thứ hai của quá trình phát triển, nhóm nghiên cứu đã đưa ra phương pháp tính toán thời điểm sục rửa cũng như thay lõi dựa trên logic mờ với đầu vào hệ thống là nồng độ pH và thông số tổng chất rắn hòa tan trong nước (TDS). Đây là 2 thông số ảnh hưởng trực tiếp tới độ hao mòn và tuổi thọ của lõi lọc. Sử dụng logic mờ dựa vào 2 thông số đầu vào này sẽ hỗ trợ bộ điều khiển tính toán ra quyết định thời điểm sục rửa, thay lõi, giải quyết triệt để bài toán của tất cả các máy lọc nước gặp phải ở trên.

## **2. Nghiên cứu, thiết kế mạch giám sát điều khiển cho máy lọc nước**

Trong phần này, nhóm nghiên cứu sẽ trình bày từng bước nghiên cứu, thiết kế thiết bị giám sát điều khiển nhằm giải quyết những vấn đề đã nêu ở phần trước về thời điểm sục rửa, thời điểm thay lõi và quy trình sục rửa để đảm bảo chất lượng nước trong suốt quá trình hoạt động lâu dài của máy lọc.

### **2.1. Quy trình giám sát điều khiển**

Quy trình giám sát, điều khiển máy lọc nước được các chuyên gia Hóa học từ phòng Hóa học xanh dày công nghiên cứu. Mục đích của nghiên cứu là muốn ứng dụng tự động hóa vào thiết bị máy lọc nước, thay thế cho việc nhân viên kỹ thuật tới sục rửa, tái sinh các lõi định kỳ. Bản chất của việc này chính là dùng nước rửa các lõi, đồng thời sử dụng muối ngậm lõi trao đổi ion+. Việc này hoàn toàn có thể sử dụng máy móc thay thế con người.

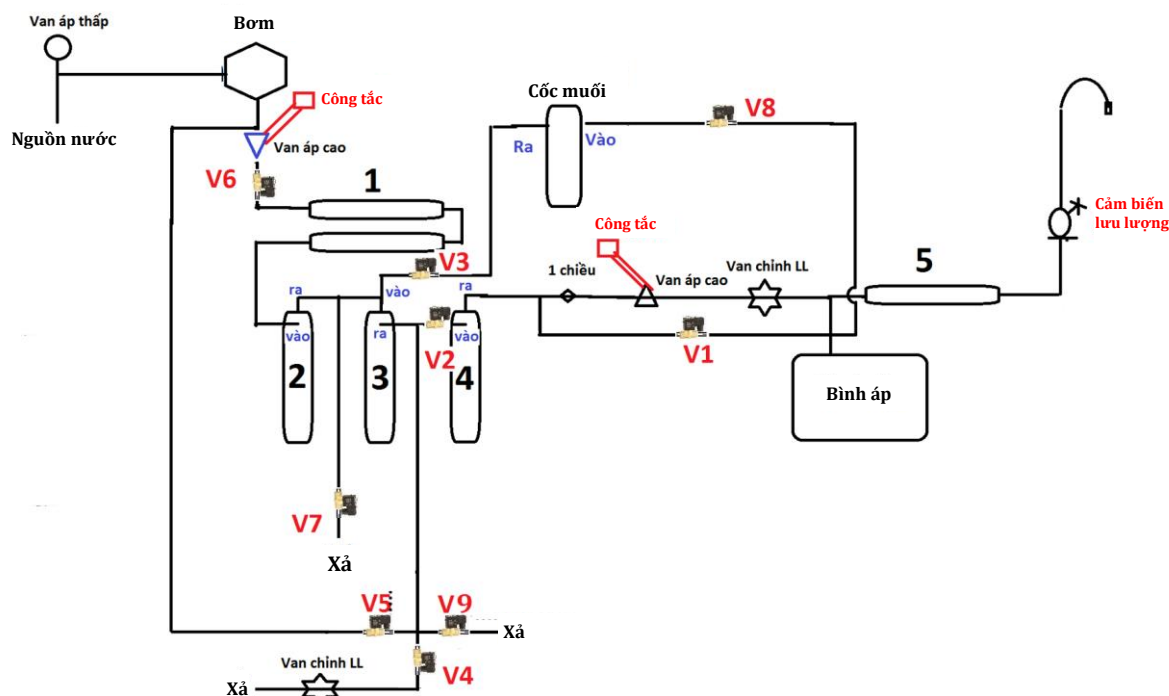
Để làm được điều đó, máy lọc nước cần được tích hợp hệ thống 9 van điện từ, đặt tại các điểm tương ứng trên sơ đồ trên. Kèm theo đó là 2 công tắc áp cao nhằm bảo vệ đường ống nước bên trong, 1 công tắc áp thấp đảm bảo an toàn nguồn nước đầu vào. Dựa vào việc điều khiển đóng mở các van trên và bật tắt bơm nước, chúng ta có thể điều khiển tự động quy trình sục rửa.

*Chú thích:*

- 1, 2, 3, 4, 5 là các lõi lọc của máy lọc nước (tên các lõi lọc đã trình bày ở Bảng 1).

- V1, V2,...V9 là các van điện từ.

Nguyên lý hoạt động của máy lọc nước: theo sơ đồ Hình 1, nước từ vòi sẽ chảy qua 1 van áp thấp, sau đó qua bơm vào hệ thống lọc. Nước sau



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo máy lọc nước.

khi được lọc chảy qua van một chiều, van chính lưu lượng, công tắc áp cao vào bình áp. Khi sử dụng, nước chảy từ bình áp qua cột làm ngọt nước rồi tới vòi ra.

#### Quy trình điều khiển máy lọc nước

Trạng thái 1\* Trạng thái hoạt động ổn định: mở van từ V6, V2. Đóng các van từ còn lại.

Trạng thái 2\* Khi lượng nước lọc đạt ngưỡng sục rửa (ngưỡng sục rửa là số lít mà máy sẽ tiến hành sục rửa. Việc tính toán ngưỡng sục rửa sẽ được trình bày trong phần tiếp theo của bài báo), thực hiện quy trình tái sinh, sục rửa lõi vào 12 giờ đêm ngày hôm đó. Hệ thực hiện quá trình qua 2 giai đoạn: sục rửa và tái sinh, cụ thể:

+ Sục rửa: mở van từ V1, V2, V9. Đóng các van từ còn lại. Thực hiện quá trình sục rửa trong 10 phút.

+ Tái sinh: sau khi sục rửa, chuyển sang giai đoạn tái sinh, gồm 6 giai đoạn:

- Rửa ngược: mở van từ V5, V7. Đóng các van từ còn lại. Thực hiện trong 10 phút. Sau đó chuyển sang giai đoạn 2: trao đổi.

- Trao đổi: mở van từ V8, V3, V4. Đóng các van từ còn lại. Cho bơm hoạt động để lấy nguồn nước phục vụ cho trao đổi. Tái sinh trong 20 phút, sau đó chuyển sang giai đoạn ngâm vật liệu.

- Ngâm vật liệu: đóng tất cả các van. Thực hiện trong 60 phút.

- Rửa xuôi chậm 1: mở van từ V6, V4. Đóng các van từ còn lại. Rửa xuôi chậm trong 30 phút, sau đó chuyển sang giai đoạn rửa xuôi nhanh.

- Rửa xuôi nhanh: mở van V6, V4, V9. Đóng các van còn lại. Thực hiện rửa xuôi nhanh trong 15 phút, sau đó chuyển sang rửa xuôi chậm 2.

- Rửa xuôi chậm 2: mở van từ V6, V4. Đóng các van từ còn lại. Rửa xuôi chậm 2 trong 30 phút.

Sau quá trình rửa xuôi chậm 2, đưa hệ về trạng thái hoạt động ổn định - trạng thái 1\*: mở van từ V6, V2. Đóng các van từ còn lại.

Quá trình tái sinh, sục rửa được thực hiện liên tục mỗi khi lưu lượng lọc đạt ngưỡng sục rửa kế tiếp lưu lượng đã lọc.

Tái sinh, sục rửa bằng tay ở thời điểm bất kỳ: Thiết kế 02 nút A và B để khi ấn vào bằng tay, hệ sẽ thực hiện quá trình sục rửa (nút A) hoặc tái sinh (nút B). Sau khi các quá trình được thực hiện xong hệ tự động quay về trạng thái hoạt động ổn định - trạng thái 1\*.

Bên cạnh đó, còn có một số yêu cầu khác với mạch điều khiển: mạch phải lưu được lượng nước đã sử dụng, trạng thái của máy trong trường hợp mất điện; phải có màn hình LCD hiển thị thông tin cho khách hàng.

### Quy trình cảnh báo thay lõi lọc tự động

Khi nước được chảy qua cảm biến lưu lượng, cảm biến sẽ đo lượng nước rồi chuyển thành một giá trị xung để đưa vào bộ vi xử lý. Vi xử lý sau khi nhận được giá trị xung được gửi đến thì dựa vào đó sẽ tính ra giá trị lít nước đã được sử dụng để đưa kết quả ra các led cảnh báo, hiển thị ra LCD và gửi kết quả lên server trung tâm qua Wi-fi.

Máy lọc nước có 5 lõi lọc, và sau một thời gian sử dụng thì cần thay lõi. Việc thay lõi của máy phụ thuộc vào lượng nước sử dụng của mỗi hộ gia đình và chất lượng nước đầu vào tại nơi gia đình đó sử dụng.

Hệ logic mờ trong bộ điều khiển sẽ tính toán ra 'ngưỡng sục rửa' và từ đó tính ra thời điểm thay lõi.

+ Đèn Báo thay lõi sẽ sáng khi lượng nước sử dụng đạt đến mức cần thay lõi, kết hợp với tiếng "Bíp" (âm thanh của chuông báo) sẽ cảnh báo cho người sử dụng. Đèn chỉ tắt, tiếng "Bíp" không kêu nữa khi thợ đến và ấn nút Reset để đưa lưu lượng cụm lõi 1, 2, 3, 4, 5 về 0.

Qua quá trình thử nghiệm và tính toán (của các chuyên gia phòng Hóa học xanh thuộc viện Hóa học, viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam): cứ sau 16 lần tự động sục rửa, mạch sẽ báo thay lõi 1 lần. Từ đó ta có chu trình cảnh báo thay lõi như sau:

- Khi thể tích lọc đạt 16 lần ngưỡng sục rửa, LCD hiển thị báo thay lõi 1, 2, 3. Sau khi thợ THAY LỖI, ấn nút reset để đưa lưu lượng của riêng cụm lõi 123 về 0.

- Khi thể tích lọc đạt 32 lần ngưỡng sục rửa, LCD hiển thị báo thay lõi 1, 2, 3, 5. Sau khi thợ thay lõi, ấn nút reset để đưa lưu lượng của riêng cụm lõi 1, 2, 3, 4, 5 về 0.

- Khi thể tích lọc đạt 48 lần ngưỡng sục rửa, LCD hiển thị báo thay lõi 1, 2, 3. Sau khi thợ thay lõi, ấn nút reset để đưa lưu lượng cụm lõi 1, 2, 3, 4, 5 về 0.

- Khi thể tích lọc đạt 64 lần ngưỡng sục rửa tiếp theo, LCD hiển thị báo thay lõi 1, 2, 3, 4, 5. Sau khi thợ thay lõi, ấn nút reset để đưa lưu lượng của cụm lõi 12345 về 0.

Như vậy, sau quá trình đạt  $16 \times 4 = 64$  lần ngưỡng sục rửa, tất cả các lõi trong hệ thống được thay mới hoàn toàn.

### 2.2. Thiết kế thiết bị nhúng giám sát điều khiển

Dựa vào phần trên, chúng ta có thể nắm được sơ bộ quy trình kỹ thuật của máy lọc nước GFLife cũng như quy trình cảnh báo thay lõi của bo mạch chủ.

Trong phần này, nhóm tác giả sẽ trình bày chi tiết giải pháp thiết kế bo mạch điều khiển, các vấn đề kỹ thuật cũng như các module chính của bo mạch.

Nhiệm vụ của bo mạch là thu thập, đo đạc lượng nước sử dụng thông qua cảm biến lưu lượng, từ đó lưu vào bộ nhớ ROM của vi điều khiển. Ở đây chúng tôi phải sử dụng bộ nhớ ROM để đảm bảo lưu lượng nước được lưu lại trong trường hợp mất điện hoặc nguồn điện dừng đột ngột, đảm bảo độ tin cậy và chính xác của phương pháp. Sau đó, dựa vào lượng nước sử dụng thu thập được, mạch điều khiển bơm và các van điện tử hoạt động theo đúng quy trình công nghệ, kèm theo hiển thị các thông số cần thiết lên màn hình LCD của thiết bị. Để giải quyết bài toán nguồn nước đầu vào khác nhau sẽ ảnh hưởng tới "ngưỡng sục rửa" và thời điểm thay lõi, nhóm đã sử dụng 2 cảm biến đo pH và tổng chất rắn hòa tan trong nước (TDS), sau đó sử dụng thuật toán logic mờ được trình bày ở phần sau để tính toán ra các ngưỡng giá trị này.

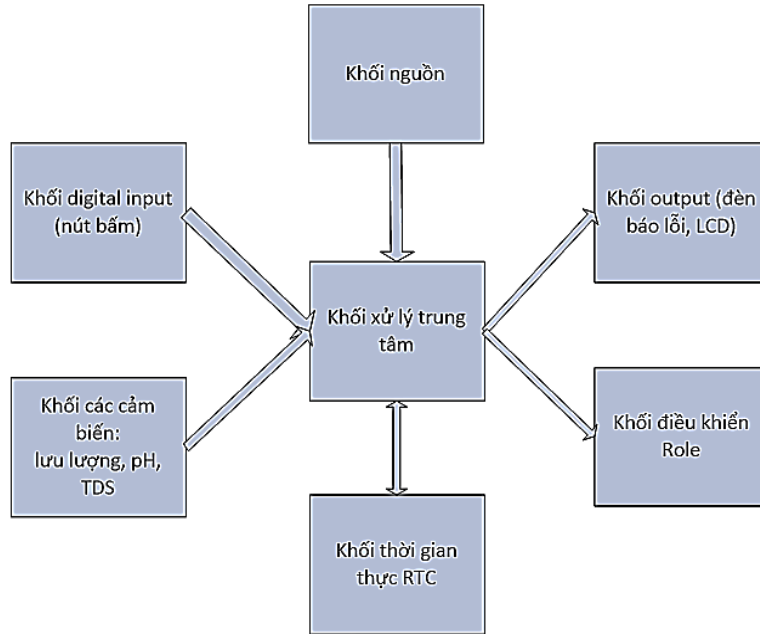
Theo nghiên cứu (Vũ Thị Quyên và nnk., 2018), nhóm đã sử dụng cảm biến lưu lượng S201, cảm biến hoạt động dựa trên cánh quạt nước và cảm biến Hall bên trong, khi nước chảy qua làm quay cánh quạt, thông qua cảm biến Hall tạo ra xung vuông từ NPN: tín hiệu xung vuông sẽ được đưa vào ngắt của vi điều khiển để tính toán ra lưu lượng chảy qua. Nhóm đã ứng dụng thuật toán nội suy để tìm ra phương pháp tính toán chính xác lượng nước chảy qua cảm biến thông qua xung nhận về. Kết quả của nghiên cứu đó tiếp tục được kế thừa ở nghiên cứu này. Ngoài ra, bộ điều khiển còn sử dụng cảm biến đo pH, đo độ cứng của nước để lấy thông số của chất lượng nước đầu vào, đây cũng chính là giá trị đầu vào cho khối xử lý trung tâm tính toán mờ. Ngoài ra, bộ điều khiển còn có một số nút bấm để chỉnh sửa thời gian, chạy chế độ sục rửa, tái sinh bằng tay khi cần thiết.

Sau khi đo đạc được lưu lượng nước đã sử dụng, bộ điều khiển sẽ hiển thị lưu lượng nước trên màn hình LCD, đồng thời hiển thị chế độ hoạt động, các lõi cần thay. Đồng thời, bộ điều khiển sẽ điều khiển hệ thống rơ le theo quy trình đã được vạch sẵn. Ngoài ra, mạch cũng được tích hợp khối

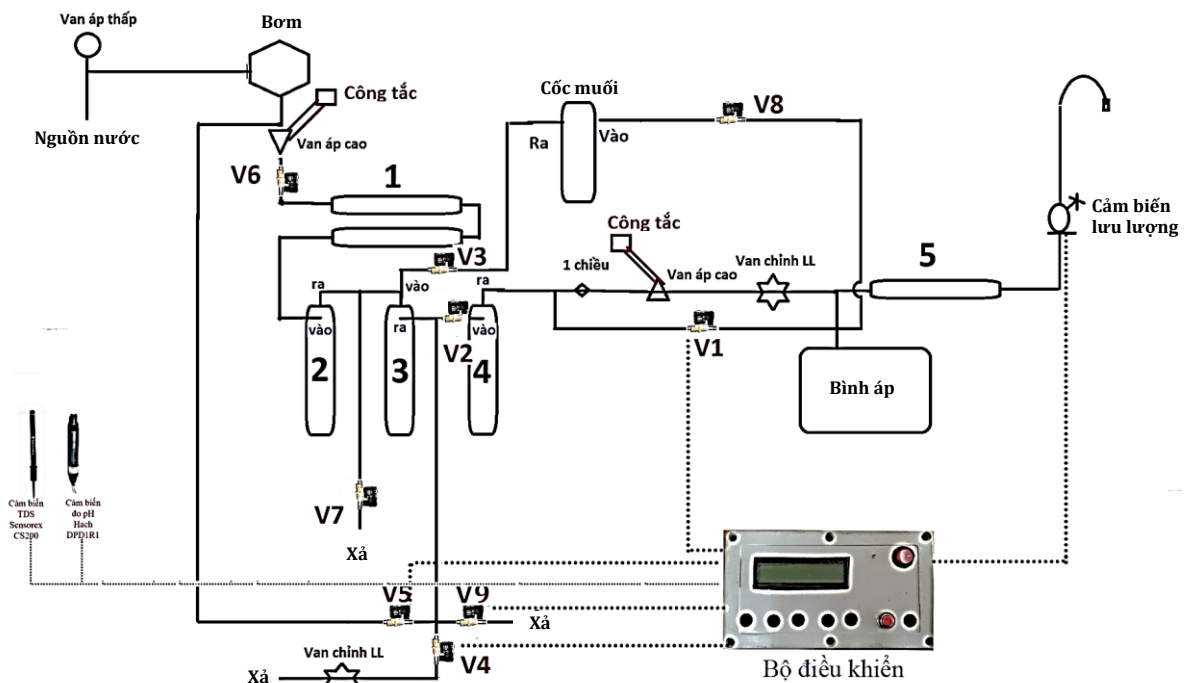
thời gian thực RTC kèm theo pin để đảm bảo quy trình hoạt động đúng theo thời gian chính xác, bộ đếm thời gian hoạt động khi mất điện và đảm bảo thời gian tái sinh tự động vào 0 giờ đêm để không ảnh hưởng tới khách hàng.

Đóng vai trò khối xử lý trung tâm của bộ điều khiển là vi xử lý STM32F405RGT6 của STMicroelectronics. Đây là vi xử lý 32 bit thuộc

dòng vi xử lý hiệu năng cao của STM, hỗ trợ xung nhịp lên tới 168 MHz, bộ nhớ Flash 1 Mbyte vô cùng mạnh mẽ, đảm bảo hoạt động ổn định trong thời gian dài. Vi xử lý này có tổng cộng 64 chân, trong đó hỗ trợ tới 53 chân vào ra, đủ để đáp ứng yêu cầu làm việc với số lượng lớn đầu vào ra như trong ứng dụng này. Đồng thời, trong nghiên cứu



Hình 2. Sơ đồ khối thiết bị giám sát điều khiển hệ thống.



Hình 3. Sơ đồ máy lọc nước cùng hệ thống giám sát điều khiển.

này, vi xử lý cần đảm bảo hiệu năng tính toán đủ mạnh để tính toán logic mờ được trình bày ở phần tiếp theo.

### 2.3. Ứng dụng Logic mờ cho bộ điều khiển

Logic mờ (Fuzzy logic) được phát triển từ lý thuyết tập mờ để thực hiện lập luận một cách xấp xỉ thay vì lập luận chính xác. Logic mờ có thể được coi là một ứng dụng của lý thuyết tập mờ để xử lý các giá trị trong thế giới thực cho các bài toán phức tạp (Klir et al., 1995). Trong nghiên cứu này, logic mờ đóng vai trò như bộ não của hệ thống điều khiển, nó thay thế con người ra quyết định khi nào cần tái sinh, sục rửa hệ thống dựa vào thông số nguồn nước đầu vào.

Như đã trình bày ở phần trên, đối với các máy lọc nước, việc sục rửa, tái sinh và thay lõi là vô cùng quan trọng, nó quyết định chất lượng nước đầu ra của máy lọc. Bước đầu giải quyết vấn đề này là đo đặc lượng nước sử dụng, sục rửa, tái sinh và thay lõi dựa trên “ngưỡng sục rửa”, khi đạt lượng nước đã quy định trước, máy tự động tiến hành sục rửa, tái sinh. Tuy nhiên, chất lượng nước đầu vào ở các vùng lắp đặt máy lọc nước là không như nhau, vì vậy “ngưỡng sục rửa” cũng không giống nhau cho từng vùng. Để giải quyết triệt để vấn đề này, nhóm nghiên cứu quyết định ứng dụng tính toán logic mờ để thay thế con người ra quyết định về lượng nước cần tiến hành sục rửa. Bởi logic mờ hoạt động dựa trên kinh nghiệm của con người. Ở đây, chúng ta áp dụng một nguyên tắc đơn giản theo kinh nghiệm của các chuyên gia hóa học: “Khi tổng chất rắn hòa tan trong nước càng lớn thì càng nhanh phải thay lõi, khi nồng độ pH trong nước càng lớn thì cũng càng nhanh phải thay lõi”. Lý do đơn giản bởi khi tổng chất rắn hòa tan trong nước (TDS) càng lớn, có nghĩa trong nước càng có nhiều kim loại nặng, khi nước qua các lõi lọc thì sẽ có càng nhiều kim loại bị giữ lại trên bề mặt, càng làm giảm hiệu quả của lõi lọc, và cần sớm được sục rửa. Tương tự như vậy, độ pH càng lớn có nghĩa nước càng có tính chất axit (Trần Thị Thanh Trúc và nnk., 2017), khi nước có tính chất axit thì sẽ càng nhanh ăn mòn các lõi lọc, vì vậy các lõi cần phải được thay thế sớm.

#### a. Thiết kế tập mờ cho tín hiệu đầu vào pH và TDS

Nguồn nước đầu vào cho các hệ thống máy lọc nước đều cần đảm bảo chất lượng nước sinh hoạt, nếu chất lượng nước đầu vào quá kém thì cần lắp

thêm bộ tiền xử lý để đạt được chất lượng nước sinh hoạt trước khi vào các máy lọc nước sinh hoạt. Vì vậy, trong nghiên cứu này, dải đầu vào tập mờ của tín hiệu pH và TDS sẽ ở trong dải chất lượng nước sinh hoạt.

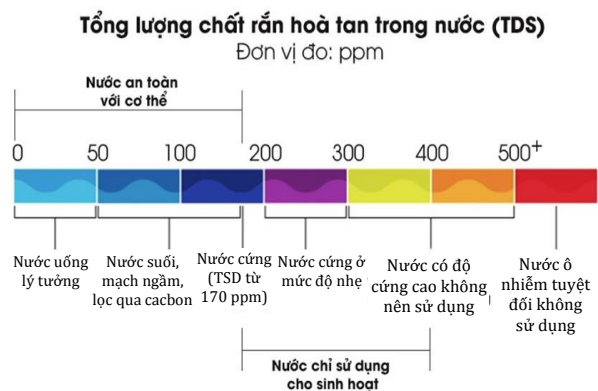
Dải giá trị đầu vào của pH 6÷9, dải giá trị đầu vào của TDS là từ 0 tới 400. Mỗi tín hiệu đầu vào sẽ được chuyển đổi thành tập giá trị mờ với 3 giá trị hàm liên thuộc “thấp, trung bình, cao” (Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước, 1997) và được phân chia theo các khoảng giá trị như trong Hình 6, Hình 7.

#### b. Thiết kế tập mờ tín hiệu đầu ra cho ngưỡng sục rửa

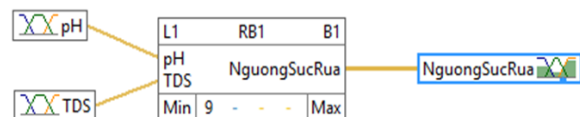
Dải tín hiệu đầu ra được xác định theo kinh nghiệm của các chuyên gia hóa học phòng Hóa học xanh, giá trị mặc định ban đầu của ngưỡng sục rửa là 300 lít. Dựa vào việc tính toán giới hạn của các hợp chất, dải giá trị của ngưỡng sục rửa là từ 100 lít tới 400 lít. Đồng thời tập mờ của tín hiệu đầu ra được thiết kế theo 3 giá trị của hàm liên thuộc “ngắn, trung bình, dài” (Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước, 1997) như trong Hình 8.

#### c. Thiết kế luật mờ

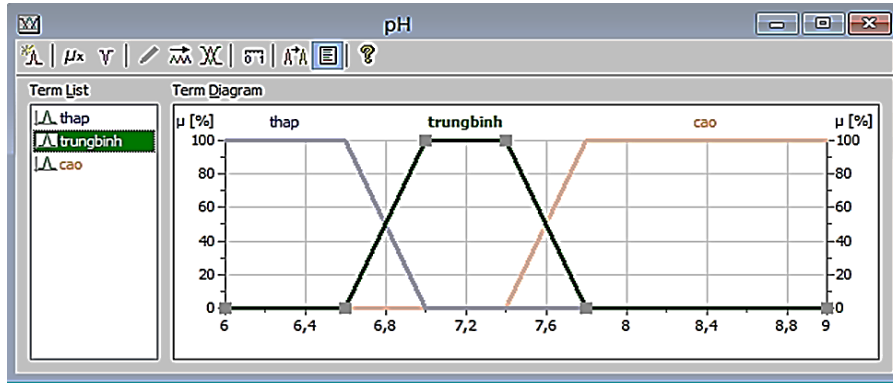
Luật mờ được thiết kế dựa trên quy luật: “Khi pH càng cao và TDS càng cao, ngưỡng sục rửa càng ngắn và ngược lại”. Đồng thời với 3 dải giá trị hàm liên thuộc cho mỗi biến đầu vào, tổng cộng chúng ta sẽ thiết kế 9 luật điều khiển như trong Hình 9.



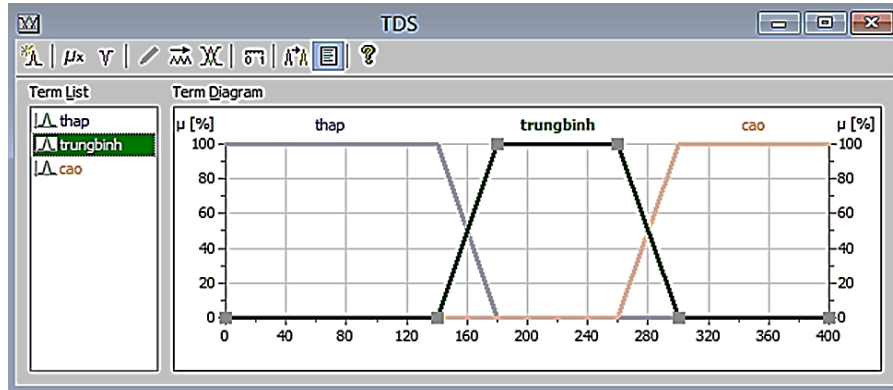
Hình 4. Ý nghĩa chỉ số TDS.



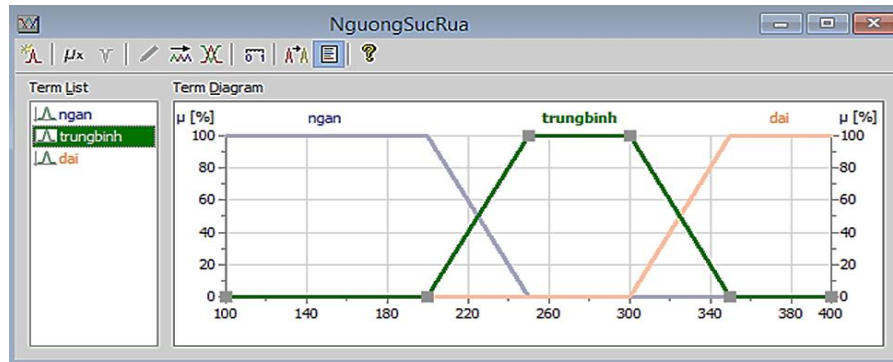
Hình 5. Sơ đồ hệ thống tính toán mờ.



Hình 6. Dải giá trị đầu vào pH.



Hình 7. Dải giá trị đầu vào TDS.



Hình 8. Tập mờ tín hiệu đầu ra.

Rule Blocks						
RB1						
	Name	If	And	Operators	Then	With
	B1	RB1	2	Min / Max		
	B1.G1	RB1	*XX pH		*XX NguongSucRua	DoS [%]
	B1.G1.R1		LA pH.thap		LA NguongSucRua.dai	100
	B1.G1.R2		LA pH.thap		LA NguongSucRua.trungbinh	100
	B1.G1.R3		LA pH.thap		LA NguongSucRua.trungbinh	100
	B1.G1.R4		LA pH.trungbinh		LA NguongSucRua.dai	100
	B1.G1.R5		LA pH.trungbinh		LA NguongSucRua.trungbinh	100
	B1.G1.R6		LA pH.trungbinh		LA NguongSucRua.trungbinh	100
	B1.G1.R7		LA pH.cao		LA NguongSucRua.trungbinh	100
	B1.G1.R8		LA pH.cao		LA NguongSucRua.ngan	100
	B1.G1.R9		LA pH.cao		LA NguongSucRua.ngan	100

Hình 9. Luật mờ của hệ thống.

### 3. Kết quả

Trong phần này, nhóm tác giả sẽ trình bày những kết quả đã thu được trong quá trình nghiên cứu, sau đó thử nghiệm lắp đặt bộ điều khiển tại một số khu vực khác nhau ở Việt Nam. Kết quả thu được từ tính toán mờ được mô hình hóa trong phần mềm Fuzzy Tech nhằm thể hiện trực quan hơn (Hình 10, 11, 12).

Qua quá trình kiểm thử và lắp đặt thực tế, bộ điều khiển máy lọc nước hoạt động tốt và ổn định, chạy đúng quy trình theo thời gian xác lập, tự động

tái sinh sục rửa lúc 0 giờ đêm không ảnh hưởng tới khách hàng, đảm bảo đo đạc chính xác lưu lượng, báo thay lõi đúng theo yêu cầu ban đầu. Dưới đây là 3 kết quả thu được trong quá trình lắp đặt máy lọc nước tại 3 địa điểm: Hàng Bạc - Hà Nội, Mỹ Đình - Hà Nội và Mỹ Lộc - Nam Định như Hình 13, 14, 15.

Trong thời gian triển khai lắp đặt thực tế, nhóm tác giả thu thập được nhiều kết quả khác nhau ở từng vùng. Tuy nhiên, trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi đưa ra 3 kết quả tiêu biểu, đại diện cho 3 chất lượng nước khác nhau:



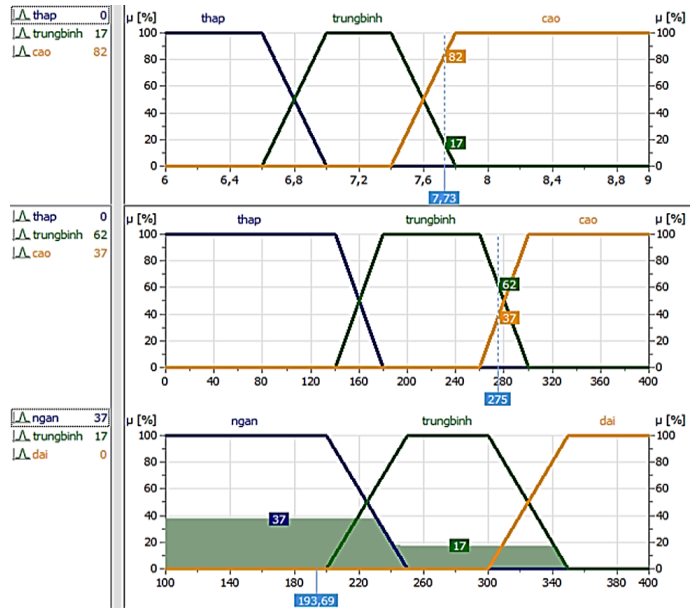
Hình 10. Màn hình hiển thị ở chế độ bình thường.



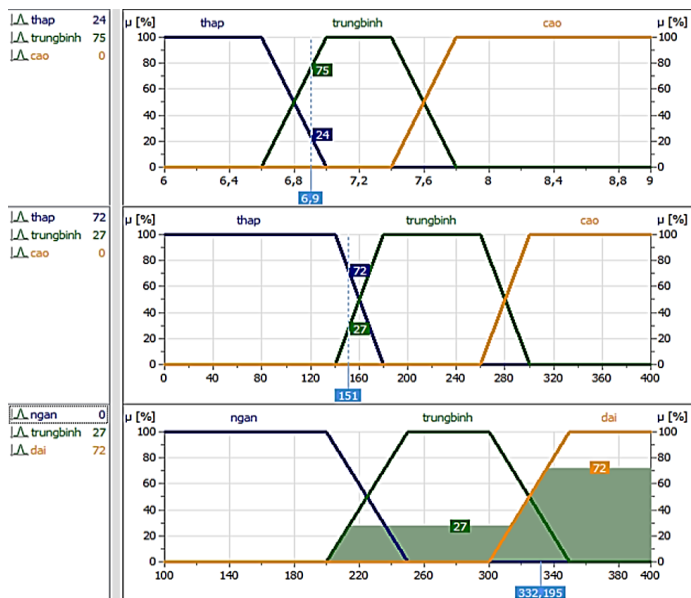
Hình 11. Bộ điều khiển ở chế độ sục rửa tự động.



Hình 12. Bộ điều khiển báo thay lõi 123.

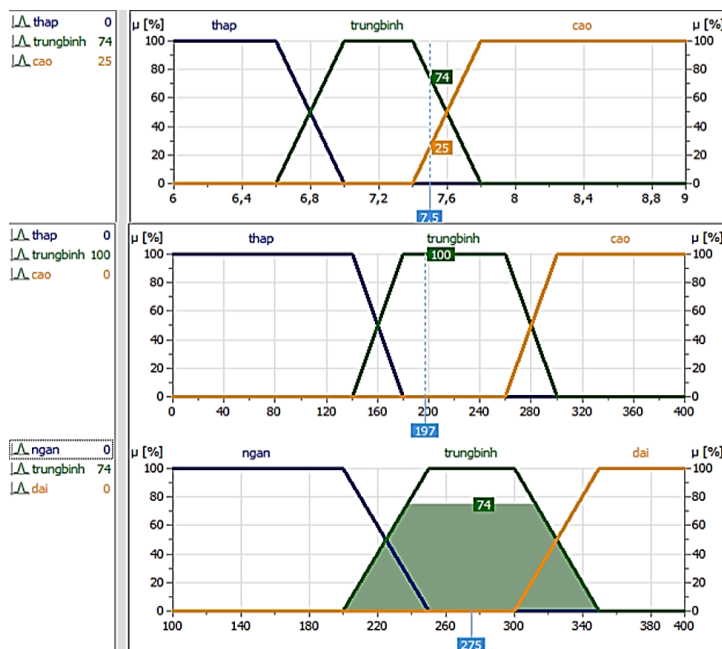


Hình 13. Kết quả tính toán mờ tại Hàng Bạc.



Hình 14. Kết quả tính toán mờ tại Mỹ Đình.





Hình 15. Kết quả tính toán mờ tại Mỹ Lộc - Nam Định.

- Kết quả đầu tiên tại đường Hàng Bạc, Hà Nội, với thông số nguồn nước đầu vào pH = 7,73, TDS = 275 ngưỡng sục rửa tính toán ra là 193 lít, thấp hơn giá trị mặc định, do đó thời gian thay lõi cũng sớm hơn. Đây là khu phố cổ, đường ống nước tương đối cũ ảnh hưởng tới nguồn nước đầu vào với pH khá cao và nước khá cứng.

- Kết quả thứ hai tại chung cư mới khu Mỹ Đình, Hà Nội, thông số nguồn nước đầu vào pH = 6,9, TDS = 151 ngưỡng sục rửa sẽ là 332 lít. Đây là khu vực mới được xây dựng, chất lượng nguồn nước tương đối tốt nên thời gian thay lõi sẽ được kéo dài hơn.

- Kết quả thứ ba tại vùng nông thôn mới huyện Mỹ Lộc, Nam Định, với pH = 7,5, TDS = 197 ngưỡng sục rửa là 275 lít. Chất lượng nước máy tại đây kém hơn một chút so với khu đô thị mới tại Hà Nội, tuy nhiên cũng đảm bảo chất lượng khá tốt, nên thời gian thay lõi ở mức trung bình.

#### 4. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung xây dựng giải pháp tự động hóa bộ điều khiển cho máy lọc nước gia đình GFLife của phòng Hóa học xanh. Biến máy lọc nước thông thường thành hệ thống có khả năng tự động sục rửa, tái sinh và báo thay các lõi lọc theo quy trình xác định sẵn. Đảm bảo chất lượng nước lọc đồng thời tăng tuổi thọ của

các lõi lọc, qua đó giúp tiết kiệm chi phí bảo trì cho cả khách hàng cũng như nhà sản xuất. Bước tiếp theo, nhóm ứng dụng logic mờ vào bộ điều khiển, giúp cho bộ điều khiển trở nên thông minh hơn, thay thế con người ra quyết định khi nào cần sục rửa tái sinh, khi nào cần thay lõi. Mục đích của việc giúp máy lọc nước trở nên thông minh hơn nhằm giải quyết vấn đề chất lượng nguồn nước đầu vào khác nhau, đảm bảo chất lượng nước đầu ra có chất lượng tốt cho mọi khách hàng sử dụng máy lọc này. Xây dựng dựa trên kinh nghiệm của những chuyên gia hóa học, logic mờ đã giúp chúng ta giải quyết tốt vấn đề này. Không dừng lại ở đó, việc lắp đặt hệ thống máy lọc nước tích hợp cảm biến pH và TDS, cùng với việc xây dựng hệ thống Internet vạn vật (IoT), chúng ta sẽ xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu lớn về chất lượng nước ở những vùng có lắp đặt máy lọc GFLife. Từ đó có thể liên kết với các công ty cung cấp nước sạch để xây dựng hệ thống giám sát chất lượng nước cung cấp cho người dân, đảm bảo lợi ích cho xã hội.

#### Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của đề tài: *Nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển tự động để nâng cao tuổi thọ lõi lọc cho máy lọc nước*, Viện Công nghệ thông tin - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mã số: CS19.02.

**Tài liệu tham khảo**

32 - 37.

Klir, George J and Bo Yuan, 1995. Fuzzy sets and fuzzy logic. *Theory and Applications*. ISBN 01310 11715.

Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước, 1997. Lý thuyết điều khiển mờ. *Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật*. Hà Nội.

Vũ Thị Quyên, 2018. Cải thiện độ chính xác phép đo lượng nước sử dụng cho thiết bị báo thay lõi của máy lọc nước. Hội thảo quốc gia lần thứ XXI. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, Hà Nội.

Trần Thị Thanh Trúc, 2017. Khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng xử lý TDS và độ mặn của nước biển giả định bằng màng lọc UF và RO. *Tạp chí Khoa học Thủ Dầu Một*. Nhà xuất bản Trường Đại học Thủ Dầu Một. 3-7.

Trần Quang Vinh, 2012. Đề tài khoa học cấp Nhà nước. *Nghiên cứu sản xuất vật liệu và công nghệ xử lý nước cấp an toàn sinh học có sử dụng nano bạc*. Viện Hóa học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

**ABSTRACT****Application of fuzzy logic in water purifi**

Quyên Thi Vu <sup>1</sup>, Chinh Manh Dang <sup>1</sup>, Them Thi Bui <sup>2</sup>, Trung Thanh Dang <sup>3</sup>, Mai Thanh Thi Phung <sup>3</sup> and Bang Minh Le <sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Information Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam*

<sup>2</sup> *Falcuty of Electro-Mechanics, Quang Ninh University of Industry, Vietnam*

<sup>3</sup> *Falcuty of Electrical Engineering, Electric Power University, Vietnam*

<sup>4</sup> *Vietnam fund for supporting technological creations (VIFOTEC), Vietnam*

We are living in an era where technology is growing rapidly, electronic household appliances are becoming more modern and smarter. Water purifiers, a popular one are not out of that trend. However, due to the difference in water supply conditions and the amount of water used by each family, the problem of cleaning and replacing the core to ensure output water's quality has not been concentrated. Therefore, in this article, the authors presented the research, designing the device to automatically clean the filter cores, and applied Fuzzy Logic to calculate the time of washing, replacing cores according to the input water's quality in different regions. The controller has been integrated in the GFLife water purifier, providing good test results in many different locations.”