

MỘT GIẢI PHÁP CẢI THIỆN ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA PHÉP ĐO LƯU LƯỢNG SỬ DỤNG CẢM BIẾN YF-S401 TRONG MÁY PHA CHẾ ĐỒ UỐNG

A SOLUTION FOR ACCURACY IMPROVEMENT OF WATER FLOW MEASUREMENT BASED ON YF-S401 SENSOR IN DRINK MIXER MACHINE

Hoàng Mạnh Kha*,
Lê Anh Tuấn, Nguyễn Thị Diệu Linh

TÓM TẮT

Máy pha chế đồ uống đang được ứng dụng ngày càng nhiều trong các cửa hàng dịch vụ đồ uống cũng như tại các gia đình. Trong tất cả các máy pha chế, ngoài việc đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm, độ chính xác trong việc đo lưu lượng là yếu tố được quan tâm nhiều nhất. Do giá thành của các máy pha chế đồ uống thông thường cần đảm bảo ở mức vừa phải, việc sử dụng các cảm biến lưu lượng quá đắt tiền là không khả thi. Hiện nay, một trong các cảm biến đo lưu lượng đang được sử dụng phổ biến trong các máy pha chế là cảm biến YF-S401. Bài báo này đề xuất giải pháp tăng độ chính xác của phép đo lưu lượng sử dụng cảm biến YF-S401 dựa trên hai giải pháp nhỏ: (i) xử lý nhiễu tín hiệu tại đầu ra của cảm biến và (ii) thực hiện hiệu chỉnh cảm biến trước khi sử dụng. Kết quả thực nghiệm cho thấy các giải pháp đề xuất đã cải thiện đáng kể độ chính xác của phép đo lưu lượng.

Từ khóa: Lưu lượng, máy pha chế, nhiễu tín hiệu.

ABSTRACT

Drink mixer machines are present in many drinking shops as well as in many families. In these machines, besides the hygiene and food safety, the precision of water flow measurement is considered as the most important. Due to the fact that drink mixer machines need to be kept at a reasonable cost, using expensive water flow sensor to satisfy the mentioned requirement is not feasible. Recently, the water flow sensor named YF-S401 has been utilized in many drink mixer machines. This paper proposes a solution for accuracy improvement of water flow measurement using YF-S401 based on two tasks: (i) noise suppression at the output of sensor and (ii) sensor calibration. The experimental results showed that our proposal helps to dramatically improve the water flow measurement performance.

Keywords: Water flow, drink mixer machine, noise.

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: khahoang@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/01/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/3/2021

Ngày chấp nhận đăng: 25/8/2021

1. GIỚI THIỆU

Trong thời đại phát triển mạnh mẽ các ứng dụng phục vụ hoạt động cuộc sống của con người dựa trên nền tảng

công nghệ điện tử, truyền thông, sức lao động của con người đang từng bước được thay thế bằng các thiết bị điện tử hiện đại. Tiêu biểu cho các sản phẩm thay thế sức người đang được triển khai rộng rãi trong thực tế có thể kể đến như máy giặt, máy rửa bát đĩa, máy pha cà phê tự động,... Hiện nay, tại các cửa hàng cung cấp các dịch vụ như đồ uống, việc pha chế các loại đồ uống thường vẫn đang được thực hiện một cách thủ công như đo tỉ lệ các loại nguyên liệu bằng các cốc có vạch đo thể tích. Điều này dẫn đến hiệu quả làm việc thấp, đồng thời độ chính xác về tỉ lệ các nguyên liệu khác nhau trong thành phẩm cuối cùng cũng không cao, đặc biệt mức độ chính xác phụ thuộc vào thao tác và tính cẩn thận của người pha chế.

Cùng với sự phát triển của khoa học - kỹ thuật, hiện nay trên thế giới đã ra đời rất nhiều sản phẩm máy pha chế đồ uống hay robot pha đồ uống tự động nhằm phục vụ nhu cầu con người. Các thiết bị pha chế đồ uống có thể được phân loại thành Robot tự động và máy pha chế đồ uống. Robot là thiết bị có thể thay thế hoàn toàn con người trong quá trình hoạt động. Máy tự động là thiết bị vẫn cần có sự điều khiển của con người.

Robot tipsy [1]

Tại Mỹ, hãng Robotic Innovations đã phát triển thành công loại robot có thể pha chế cocktail thuần thực như con người và đưa vào sử dụng tại các trung tâm thương mại giải trí, tiêu biểu như Topsy Robot. Hệ thống robot Topsy có thể tùy chỉnh và có thể có hai, ba hoặc thậm chí nhiều cánh tay robot hoạt động độc lập với nhau. Người dùng có thể yêu cầu đồ uống ưa thích theo hàm lượng khác nhau qua máy tính và thẻ tín dụng. Thời gian chờ trung bình 70 giây cho một ly đồ uống, mỗi giờ robot bán được 50 đến 60 ly. Khi hoàn thành một ly cocktail tên của khách sẽ hiển thị trên màn hình, người dùng quét mã vạch và đến nhận đồ uống.

Robot Sawyer [2]

Tại Nhật Bản có rất nhiều địa điểm đã dùng Robot thay thế cho người pha chế đồ uống. Ví dụ như tại quán cà phê Henn-na Café tại một trung tâm thương mại ở Shibuya, Tokyo, Nhật Bản đã xuất hiện Robot mang tên Sawyer có thể

tự động pha chế và phục vụ nhiều loại đồ uống mà không cần bất kỳ sự can thiệp nào của con người. Để mua cà phê, khách hàng chỉ cần chọn đồ uống và mua vé tại một máy bán hàng tự động. Robot sẽ quét mã QR in trên tấm vé để xác định loại đồ uống mà khách hàng chọn và bắt đầu pha chế. Quá trình pha chế chỉ diễn ra trong vài phút.

Robot Barbot [3]

Lập trình viên người Na Uy Lukas Šidlauskas đã sáng chế ra robot Barbot có khả năng tạo ra những ly cocktail với các linh kiện điện tử giá rẻ. Những gì người uống cần làm là mở ứng dụng (hỗ trợ iOS, Android), chọn loại cocktail và gửi yêu cầu cho Barbot thực hiện. Hệ thống Barbot được làm từ bo mạch IoT Arduino Mega 2560, Genuino Mega 2560 cùng một số linh kiện điện tử khác.

Robot Café X [4]

Tại California, các cửa hàng cà phê lớn như Intelligentsia, Ritual hay Equator đã hợp tác với công ty Công nghệ Café X để tạo nên những con robot pha chế tự động trị giá 25.000 USD. Nó là Robot pha chế duy nhất tại cửa hàng Café X ở San Francisco với khả năng phục vụ được 120 suất đồ uống trong vòng 1 giờ. Chính việc không phải trả lương cho nhân viên đã khiến menu đồ uống có giá rẻ đến vậy.

Máy pha cocktail Somabar [5]

Năm 2015, một nhóm nghiên cứu phát triển tới từ Los Angeles Mỹ đã đưa ra thị trường máy pha chế tự động có tên là Somabar. Somabar được ra đời với mục tiêu giúp cho mọi người có thể thưởng thức những ly Cocktail chất lượng không thua gì tại các quán bar ngay tại nhà mình thông qua app điều khiển trên các thiết bị di động như điện thoại hay máy tính bảng của mình thông qua hệ thống App smartphone. Somabar có sẵn 6 ống đựng nguyên liệu pha chế để người dùng tự đổ những thành phần muốn pha vào và người dùng chỉ cần thiết lập các thông số về thành phần, máy sẽ tự tính toán, pha trộn các ly cocktail theo yêu cầu.

MonsiRobotic bartender [6]

Xuất hiện vào năm 2014, MonsiRobotic là sản phẩm trí tuệ của Barry Givens, đồng sáng lập - CEO của công ty Monsieur có trụ sở ở Atlanta, Mỹ. Thiết bị này là máy pha chế cocktail có thể tạo ra đến 300 loại thức uống.

Hiện nay, tại Việt Nam cũng đã có hai nhóm sinh viên tại Đại học Duy Tân [7] và Đại học FPT [8] cũng đã tiến hành chế tạo thử nghiệm máy pha chế đồ uống và đã có những kết quả bước đầu. Tuy nhiên các thiết kế tại Việt Nam mới chỉ dừng lại ở ý tưởng và thực thi các chức năng cơ bản, còn độ chính xác của phép đo lưu lượng, một trong các vấn đề cốt lõi của hệ thống, thì hầu như chưa được đề cập đến.

Vì vậy, để triển khai thực tiễn các máy pha chế đồ uống sản xuất được tại Việt Nam với giá thành rẻ, bài báo này trình bày giải pháp để nâng cao độ chính xác phép đo lưu lượng sử dụng cảm biến lưu lượng giá rẻ YF-S410 [9]. Bài báo trình bày hai giải pháp xử lý nhiễu và sai số của cảm biến như sau:

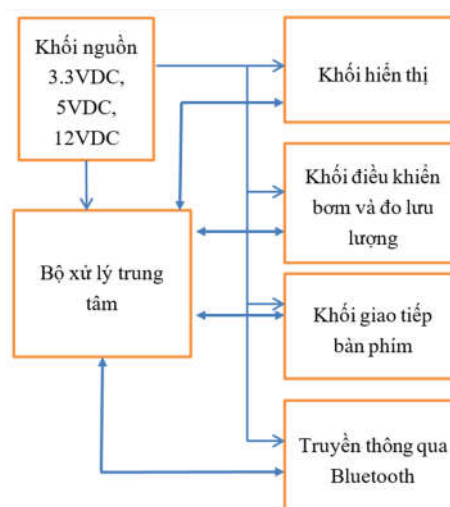
- Thiết kế mạch điện tử để xử lý nhiễu tại đầu ra cảm biến.
- Quy trình hiệu chỉnh cảm biến bán tự động trong quá trình sử dụng.

Bố cục nội dung của bài báo như sau: Mục 2 trình bày các nội dung chính trong thiết kế máy pha chế đồ uống. Giới thiệu về cảm biến lưu lượng YF-S401 và một số vấn đề cần được quan tâm khi sử dụng cảm biến YF-S401 được trình bày trong mục 3. Mục 4 trình bày giải pháp để xử lý nhiễu và quy trình thực hiện tự động hiệu chỉnh cảm biến. Các kết quả thực nghiệm để đánh giá hiệu quả của đề xuất được trình bày trong mục 5. Mục 6 trình bày các kết luận của bài báo.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG MÁY PHA CHẾ ĐỒ UỐNG

Trong nội dung nghiên cứu này, máy pha chế đồ uống được thiết kế với các tính năng cơ bản như sau: Mạch điện tử và chương trình điều khiển cho máy pha chế có khả năng bơm và đo thể tích các nguyên liệu thành phần từ 6 bình chứa với độ chính xác 5%. Có tích hợp kết nối Bluetooth để nhận lệnh thực thi pha chế đồ uống từ người dùng qua ứng dụng trên điện thoại thông minh. Ứng dụng trên điện thoại thông minh: Kết nối được với mạch điều khiển trung tâm của máy pha chế, cho phép người dùng lựa chọn 10 đồ uống mặc định (chế độ Auto) hoặc tự chọn tỉ lệ theo nhu cầu riêng của bản thân (chế độ Manual).

Sơ đồ khối máy pha chế đồ uống được thể hiện trên hình 1.

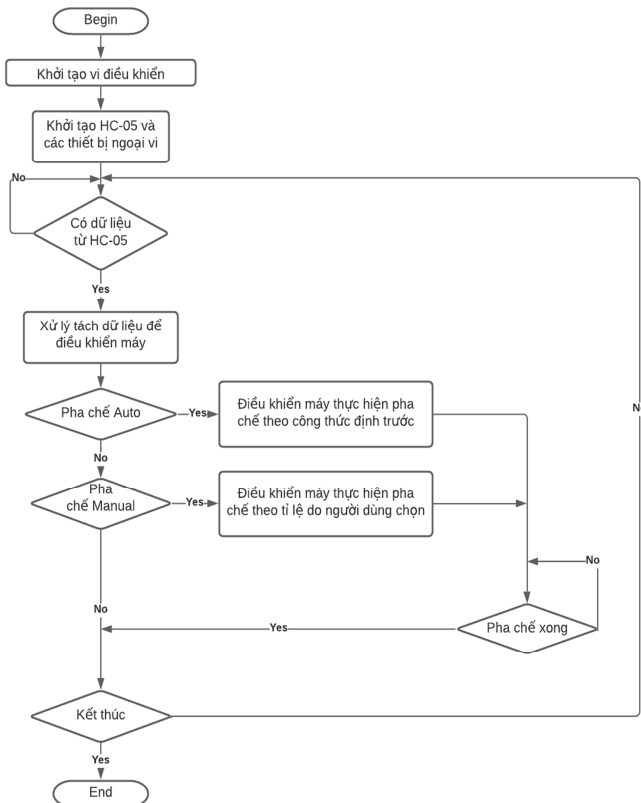


Hình 1. Sơ đồ khối mạch điều khiển máy pha chế đồ uống

Thuật toán điều khiển máy pha chế đồ uống

Để thực hiện viết chương trình điều khiển cho máy pha chế đồ uống, thuật toán điều khiển được thực hiện như hình 2. Quá trình thực hiện lưu đồ thuật toán cụ thể như sau: Khởi tạo cho vi điều khiển gồm các lệnh để cấu hình cho vi điều khiển như thiết lập cấu hình các cổng vào/ra, thiết lập cấu hình và chế độ hoạt động các cổng giao tiếp theo các chuẩn như UART, thiết lập cấu hình và chế độ hoạt động của các Timer, ADC và thiết lập cấu hình ngắt. Khởi tạo cho module Bluetooth và các thiết bị ngoại vi: là quá trình vi điều khiển thực hiện các lệnh cấu hình cho thiết bị

ngoài để hoạt động đúng theo chức năng mong muốn. Chờ nhận dữ liệu từ module Bluetooth HC-05, đọc và kiểm tra lệnh nhận được để thực hiện điều khiển quá trình pha trộn nguyên liệu tạo đồ uống mong muốn. Màn hình LCD hiển thị trạng thái hoạt động của thiết bị (đang pha chế, đã hoàn thành,...).



Hình 2. Thuật toán chương trình điều khiển máy pha chế đồ uống

3. CẢM BIẾN LƯU LƯỢNG YF-S401

Cảm biến lưu lượng nhỏ YF-S401 được đầu nối tiếp với đường ống dẫn, sử dụng bánh quay để xác định lượng nước đã chảy qua đường ống. Bánh quay có gắn một bản có từ tính, một cảm biến từ hiệu ứng Hall được gắn ở phía còn lại của mặt nhựa để đo xem bánh quay đã quay bao nhiêu vòng.

Một số thông số kỹ thuật chính của cảm biến theo datasheet:

- Công thức tính lưu lượng nước: 1 lít nước tương ứng với 5880 xung vuông tại đầu ra của cảm biến.
- Điện áp làm việc: 5 - 24VDC
- Dòng điện làm việc: 15mA (tại 5VDC)
- Áp suất nước tối đa: < 0,8MPa
- Nhiệt độ hoạt động: lớn nhất 80°C.
- Nhiệt độ chất lỏng: lớn nhất 120°C.
- Sai số: 5%.

Với các thông số kỹ thuật chính như trên, ta có thể nhận thấy tham số danh định của cảm biến là 5880 xung/l, tuy nhiên sai số của cảm biến là 5%, vì vậy để có thể sử dụng

cảm biến với độ chính xác mong muốn, tùy theo từng cảm biến khác nhau, người dùng cần thực hiện quy trình hiệu chỉnh cảm biến trước và trong quá trình sử dụng.

Thêm vào đó, qua quá trình đo tín hiệu đầu ra của cảm biến, nhóm tác giả nhận thấy nhiều xung kim tại đầu ra của cảm biến xuất hiện khá nhiều (xem hình 3 để thấy kết quả đo thực tế). Nguyên nhân là do không gian trong máy pha chế đồ uống để lắp động cơ máy bơm và cảm biến khá hẹp, các đầu ra của cảm biến bị nhiễu khi động cơ máy bơm hoạt động. Trong khi đó, việc kiểm soát lưu lượng của cảm biến này dựa trên việc giám sát số xung (sườn dương hoặc sườn âm) tại đầu ra của cảm biến. Do đó, việc xuất hiện xung kim tại đầu ra cảm biến dẫn kết quả đo lưu lượng không còn đáng tin cậy. Thực tế cho thấy thường lượng nước bơm ra ít hơn so với yêu cầu. Việc này có thể ảnh hưởng đến hoạt động kinh doanh của cửa hàng nếu khách hàng phàn nàn về việc đồ uống có thể tích ít hơn so với menu.



Hình 3. Tín hiệu đầu ra của cảm biến YF-S401 khi động cơ máy bơm hoạt động

4. GIẢI PHÁP TĂNG ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA PHÉP ĐO LƯU LƯỢNG

Với các phân tích và quá trình khảo sát như trình bày trong mục 3, việc ứng dụng cảm biến YF-S401 trong các máy pha chế thực tế cần phải có giải pháp tăng cường độ chính xác của kết quả đo lưu lượng.

Trong mục này, hai giải pháp được nhóm tác giả thực hiện sẽ được trình bày chi tiết.

4.1. Thiết kế mạch điện tử xử lý nhiễu tại đầu ra của cảm biến

Một trong các giải pháp rất đơn giản nhưng hiệu quả về thiết kế mạch điện tử để xử lý nhiễu tín hiệu là áp dụng các bộ lọc tích cực thông thấp để lọc bỏ các thành phần tín hiệu có tần số cao hơn tần số tín hiệu mong muốn cũng được áp dụng nhiều trong quá trình thiết kế mạch điện tử [10-12]. Để thực hiện xử lý nhiễu trong mạch điều khiển máy pha chế, nhóm tiến hành đo và khảo sát các xung ghi nhận được tại đầu ra của cảm biến khi chạy máy bơm. Kết quả đo cho thấy các xung không mong muốn xuất hiện có độ rộng xung khoảng cỡ xấp xỉ 1µs (như thể hiện trên hình 3) tương ứng với tần số xấp xỉ 1MHz. Trong khi đó, theo

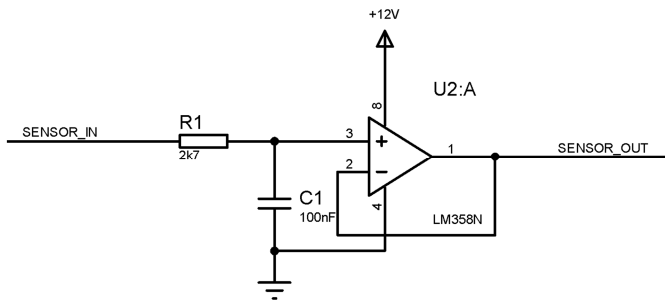
thông số kỹ thuật của cảm biến, tần số xung vuông lớn nhất của cảm biến ứng với tốc độ bơm 6 lít/phút (tốc độ tối đa mà cảm biến có thể đo được) là $5880 \cdot 6/60 \sim 588$ (Hz). Từ đó, nhóm tác giả đề xuất sử dụng bộ lọc tích cực thông thấp [10-12] (hình 4) có tần số cắt $f_c \sim 600$ Hz để loại bỏ toàn bộ các thành phần tần số cao và giữ lại các xung có ý nghĩa trong tín hiệu đầu ra của cảm biến.

Các phần tử trong mạch lọc thông thấp được xác định từ công thức:

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad (1)$$

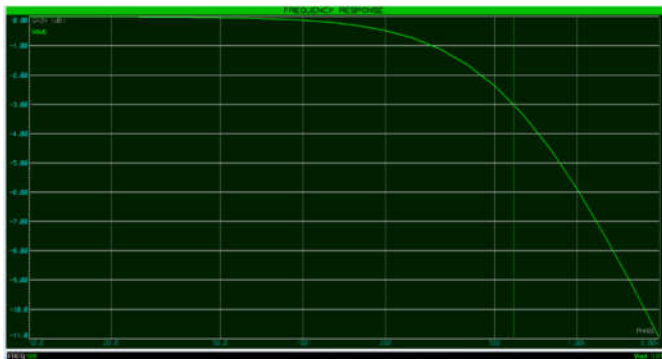
Trong đó: R có đơn vị là Ohm (Ω), C có đơn vị là Farad (F) và f_c có đơn vị là Hz.

Như vậy, để có tần số cắt như mong muốn là 600Hz, giả sử ta chọn $C_1 = 100$ nF, sử dụng công thức (1) ta xác định được $R_1 = 2,657$ k Ω , theo giá trị thực tế ta chọn $R_1 = 2,7$ k Ω . Khi đó xác định lại tần số cắt theo (1) ta được $f_c = 589$ Hz. Tần số này hoàn toàn phù hợp với tần số cắt mong muốn được tính từ thông số của cảm biến lưu lượng.



Hình 4. Mạch lọc tích cực thông thấp

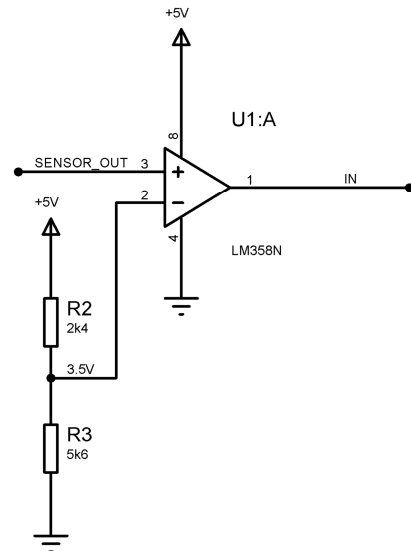
Đáp ứng biên độ - tần số của mạch lọc tích cực thông thấp hình 4 được thể hiện như kết quả mô phỏng hình 5.



Hình 5. Đáp ứng biên độ - tần số của mạch lọc tích cực thông thấp

Như thể hiện trên hình 5, tại tần số cắt $f_c = 589$ Hz thì biên độ của tín hiệu đầu ra giảm 3 dB so với tín hiệu đầu vào. Với tín hiệu đầu vào có biên độ đỉnh-đỉnh là 5V thì biên độ tín hiệu đầu ra là $5/\sqrt{2}$ (V). Như vậy, nếu xung nhiễu tại tần số 589Hz có biên độ xấp xỉ 5V thì đầu ra của mạch lọc vẫn tồn tại xung nhiễu với biên độ xấp xỉ 3,5V, biên độ này vẫn đủ lớn để vi điều khiển nhận biết và đếm xung, do đó chưa hoàn toàn loại bỏ được thành phần xung nhiễu không mong muốn.

Để tiếp tục tăng hiệu quả chống nhiễu, nhóm tác giả thực hiện đưa tín hiệu đầu ra của bộ lọc tích cực thông thấp qua một mạch so sánh nhằm gia tăng khả năng loại bỏ xung nhiễu được đưa đến vi điều khiển. Mạch so sánh được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Mạch so sánh lọc các xung có biên độ nhỏ hơn 3,5V

4.2. Đề xuất quy trình hiệu chỉnh cảm biến bán tự động

Sau khi xử lý triệt nhiễu xung kim tại đầu ra của cảm biến, do bản thân cảm biến cũng có sai số, quá trình hiệu chỉnh cảm biến để đảm bảo hoạt động đúng yêu cầu là cần thiết. Thông thường, người dùng cảm biến sẽ thực hiện hiệu chỉnh một lần trước khi sử dụng bằng các phương pháp khác nhau, chủ yếu là dùng phương pháp thủ công như bơm chính xác một thể tích nước nào đó rồi ghi nhận số xung tại đầu ra của cảm biến. Cách làm này thường sẽ đảm bảo hoạt động của cảm biến trong thời gian đầu sử dụng sau khi hiệu chỉnh. Với các thiết bị có sử dụng vi mạch khả trình để đo và kiểm soát lưu lượng, các tham số thu được của hoạt động hiệu chỉnh cảm biến sẽ được sử dụng để viết chương trình điều khiển.

Tuy nhiên, trong thực tế, các thiết bị thương mại không chỉ cần hoạt động chính xác trong một khoảng thời gian ngắn như vậy. Sau một thời gian hoạt động đủ lâu, các thiết bị thường sẽ có sai số trong quá trình hoạt động mà không thể hiệu chỉnh lại được do chương trình điều khiển đã được cố định từ khi sản xuất thiết bị. Thực tế nhiều thiết bị cho phép người sử dụng có thể hiệu chỉnh cảm biến tại chỗ mà không cần sự có mặt của chuyên gia hay người phát triển sản phẩm. Với mô hình máy pha chế đồ uống đang được nghiên cứu, nhóm tác giả thực hiện hiệu chỉnh cảm biến bán tự động cho từng cảm biến theo quy trình như sau:

- Lấy đầy nước vào các bình chứa nguyên liệu (0,5 lít/bình).
- Chuyển thiết bị sang chế độ hiệu chỉnh cảm biến.
- Bật các máy bơm bằng thao tác trên phím điều khiển của máy bơm.

- Sau khi bơm hết các bình nước, chương trình sẽ tự động cập nhật các tham số và công thức tính lưu lượng của cảm biến căn cứ vào số xung thực tế đếm được cho từng cảm biến.

- Kết thúc quá trình hiệu chỉnh cảm biến và chuyển về chế độ hoạt động bình thường.

5. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Đánh giá khả năng xử lý nhiễu và tác dụng của đề xuất đến dung tích nước được bơm: nhóm tác giả thực hiện bơm 10 lần cho mỗi bơm trong máy pha chế, mỗi lần bơm 500ml vào một bình chứa. Kết quả cho thấy nếu không áp dụng giải pháp dùng tụ lọc, lượng nước được bơm vào bình trung bình (sau 10 lần bơm) chỉ đạt xấp xỉ 200ml. Trong khi đó kết quả dung tích nước bơm được sau khi có tụ lọc trung bình đạt xấp xỉ 500ml. Kết quả đó thể hiện rõ lưu lượng nước đo được sau khi lắp tụ lọc đạt độ chính xác gần 100% so với độ chính xác chỉ đạt khoảng 40% trước khi lắp tụ lọc.

Đánh giá khả năng thực hiện hiệu chỉnh cảm biến bán tự động, nhóm tác giả thực hiện việc chạy thử hai chương trình điều khiển: chương trình 1 chạy theo thông số danh định của cảm biến, chương trình 2 chạy chương trình thực hiện hiệu chỉnh cảm biến bán tự động theo quy trình đã trình bày trong mục 4.2. Kết quả cho thấy kết quả đo lưu lượng sau khi chạy chương trình hiệu chỉnh cảm biến cho sai số trung bình tuyệt đối trong khoảng nhỏ hơn 2%, trong khi chương trình chạy theo thông số danh định thì luôn có sai số trung bình tuyệt đối khoảng 10%. Điều đó thể hiện chương trình hiệu chỉnh cảm biến đã phát huy tác dụng.

Ngoài ra, để đánh giá mức độ chính xác và độ ổn định của máy pha chế đồ uống trong các điều kiện khác nhau của nguồn cấp và vòi dẫn, nhóm tác giả thực hiện bơm cố định 500ml mỗi loại nguyên liệu vào 6 bình chứa khác nhau (có khắc vạch tại vị trí thể tích 500ml). Nguyên liệu để thử nghiệm dùng nước lọc. Để kiểm soát xem mỗi loại nguyên liệu có được bơm đúng theo thể tích mong muốn không, người kiểm tra thực hiện đọc thể tích đã được bơm vào mỗi bình chứa theo vạch có sẵn. Độ chính xác và ổn định được đánh giá bằng cách tổng hợp theo bảng cho mỗi trường hợp thử nghiệm, thực hiện 10 lần pha trộn cho mỗi trường hợp.

Thử nghiệm trong điều kiện nguồn ổn định, vòi dẫn bình thường

Bảng 1 trình bày kết quả đo thử nghiệm 10 lần cho 2 máy bơm 1 và 4 trong điều kiện nguồn nuôi ổn định và vòi dẫn ở điều kiện bình thường. Kết quả bơm cho thấy sai số lớn nhất (giá trị in đậm) của thể tích cần bơm là 2%. Như vậy đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra của sản phẩm.

Bảng 1. Kết quả kiểm tra hoạt động khi nguồn ổn định, vòi dẫn bình thường

Lần thử nghiệm	Bơm 1 (ml)	Bơm 4 (ml)
1	495	495
2	490	500
3	490	500
4	505	500

5	500	495
6	490	500
7	500	500
8	500	495
9	500	500
10	505	505

Thử nghiệm trong điều kiện nguồn không ổn định, vòi dẫn bình thường

Bảng 2 trình bày kết quả đo thử nghiệm 10 lần cho 2 máy bơm 1 và 4 trong điều kiện nguồn nuôi không ổn định và vòi dẫn ở điều kiện bình thường. Việc thử nghiệm nguồn nuôi không ổn định được thực hiện bằng cách sử dụng nguồn một chiều điều chỉnh được điện áp ra để cấp nguồn cho thiết bị, người thực hiện thử nghiệm điều chỉnh tăng giảm nguồn nuôi trong phạm vi không quá 2VDC so với điện áp 12VDC. Kết quả bơm cho thấy sai số lớn nhất (giá trị in đậm) của thể tích cần bơm là 3%. Như vậy đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra của sản phẩm. Điều đó cho thấy, để tiếp tục hoàn thiện sản phẩm và hạn chế ảnh hưởng của nguồn cấp không ổn định, cần phải có giải pháp để hiệu chỉnh lại các tham số của chương trình điều khiển thích nghi với nguồn nuôi.

Bảng 2. Kết quả kiểm tra hoạt động khi nguồn không ổn định, vòi dẫn bình thường

Lần thử nghiệm	Bơm 1 (ml)	Bơm 4 (ml)
1	495	500
2	495	505
3	495	505
4	510	500
5	505	500
6	500	505
7	515	500
8	495	495
9	505	505
10	515	500

Thử nghiệm trong điều kiện nguồn ổn định, vòi dẫn có lúc bị tắc

Bảng 3 trình bày kết quả đo thử nghiệm 10 lần cho 2 máy bơm 1 và 4 trong điều kiện nguồn nuôi ổn định và vòi dẫn có lúc bị kẹt. Kết quả bơm cho thấy sai số lớn nhất (giá trị in đậm) của thể tích cần bơm là 2%. Như vậy đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra của sản phẩm. Kết quả cho thấy việc đôi khi bị kẹt/tắc ống bơm hầu như không ảnh hưởng đến dung tích cần bơm.

Bảng 3. Kết quả kiểm tra hoạt động khi nguồn ổn định, vòi dẫn có lúc bị tắc

Lần thử nghiệm	Bơm 1 (ml)	Bơm 4 (ml)
1	490	495
2	510	500
3	495	500
4	500	500

5	495	495
6	495	495
7	505	500
8	500	495
9	505	500
10	505	500

Thử nghiệm trong điều kiện nguồn không ổn định, vòi dẫn có lúc bị tắc

Bảng 4 trình bày kết quả đo thử nghiệm 10 lần cho 2 máy bơm 1 và 4 trong điều kiện nguồn nuôi không ổn định và vòi dẫn có lúc bị kẹt. Kết quả bơm cho thấy sai số lớn nhất (giá trị in đậm) của thể tích cần bơm là 3%. Như vậy đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra của sản phẩm.

Bảng 4. Kết quả kiểm tra hoạt động khi nguồn không ổn định, vòi dẫn bị tắc

Lần thử nghiệm	Bơm 1 (ml)	Bơm 4 (ml)
1	495	500
2	505	495
3	490	505
4	505	500
5	495	495
6	500	500
7	510	500
8	485	495
9	495	500
10	500	505

Các kết quả thử nghiệm cho thấy các giải pháp đề xuất đã cải thiện đáng kể độ chính xác của phép đo lưu lượng, ngay cả khi có xảy ra một số thay đổi bất thường của nguồn cấp hay vòi dẫn bị tắc, nghẽn.

6. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày việc thiết kế hệ thống máy pha chế đồ uống điều khiển qua điện thoại thông minh. Để giảm thiểu chi phí của máy pha chế, cảm biến thông dụng YF-S401 được sử dụng để đo lưu lượng. Hai giải pháp để cải thiện độ chính xác phép đo lưu lượng đã được đề xuất trong bài báo, một là triệt nhiễu tại đầu ra của cảm biến, hai là thực hiện hiệu chỉnh cảm biến bán tự động. Hiệu quả của các giải pháp đề ra đã được khảo sát, kết quả thực nghiệm cho thấy độ chính xác của phép đo lưu lượng đã được cải thiện, giúp cho sản phẩm từng bước tiếp cận được với sản phẩm thương mại.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội thông qua đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ mã số 36-2019-RD/HĐ-ĐHCN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. <http://thetipsyrobot.com/>
- [2]. <https://robots.ieee.org/robots/sawyer/?gallery=photo1>
- [3]. <https://create.arduino.cc/projecthub/sidlauskas/barbot-cocktail-mixing-robot-0318aa>
- [4]. <https://tuoitre.vn/robot-pha-120-coc-ca-phe-gio-de-doa-nhan-vien-pha-che-20180509162426608.htm>
- [5]. <https://www.kickstarter.com/projects/somabar/somabar-automated-craft-cocktail-appliance>
- [6]. <https://www.kickstarter.com/projects/monsieur/monsieur-the-artificially-intelligent-robotic-bart>
- [7]. <https://thanhnien.vn/giao-duc/san-pham-cua-sv-duy-tan-duoc-chuyen-giao-cong-nghie-cho-doanh-nghiep-775037.html>
- [8]. <https://daihoc.fpt.edu.vn/sinh-vien-fpt-sang-ta%CC%A3o-may-pha-che-do-uong-dieu-khien-bang-smartphone/>
- [9]. Water Flow Sensor YF-S401 Datasheet
- [10]. Eugen Raduca, 2003. *Study of the Low-Pass and High-Pass, First and Second Order Actives Filters*. VII th International Symposium Interdisciplinary Regional Research - ISIRR 2003, Romania, Volume 7.
- [11]. Bruce Carter, L.P. Huelsman, 2001. *Handbook Of Operational Amplifier Active RC Networks*. Application Report, Texas Instruments.
- [12]. Deliyannis, Theodore L. et al., 1999. "Frontmatter", *Continuous-Time Active Filter Design*. Boca Raton: CRC Press LLC.

AUTHORS INFORMATION

Hoang Manh Kha, Le Anh Tuan, Nguyen Thi Dieu Linh

Faculty of Electronics Engineering, Hanoi University of Industry