

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI
TRƯỜNG THCS VÀ THPT TẠ QUANG BỬU



BÁO CÁO CUỘC THI KHOA HỌC KỸ THUẬT

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC
DÙNG TRONG NUÔI TRỒNG THỦY HẢI SẢN**

Lĩnh vực dự thi: Khoa học Trái Đất và Môi trường

Thành viên nhóm nghiên cứu: Lê Ngọc Quang Huy
Lê Trịnh Quốc Huỳnh

HÀ NỘI, 2019

MỤC LỤC

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
1.2. Mục đích nghiên cứu	1
1.3. Nhiệm vụ nghiên cứu.....	1
1.4. Phương pháp nghiên cứu	2
1.5. Kết luận	2
CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	3
2.1. Môi trường sống của thủy hải sản	3
2.1.1. Nhiệt độ	3
2.1.2. Độ pH	3
2.1.3. Các thông số khác.....	3
2.2. Các thiết bị sử dụng	4
2.2.1. Cảm biến đo pH	4
2.2.2. Cảm biến đo nhiệt độ.....	4
2.2.3. Vi điều khiển	5
2.2.4. Màn hình LCD 16x2.....	5
2.2.5. Module SIM.....	6
2.3. Kết luận	6
CHƯƠNG III. CÔNG CỤ THIẾT KẾ.....	7
3.1. Phần mềm thiết kế mạch.....	7
3.1.1. Giới thiệu về phần mềm kiCad	7
3.1.2. Quy trình thiết kế mạch.....	8
3.2. Kết luận.....	8
CHƯƠNG IV. PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG	9
4.1. Tổng quan về hệ thống	9
4.1.1. Yêu cầu chức năng.....	9
4.1.2. Yêu cầu phi chức năng.....	9
4.2. Thiết kế hệ thống	9

4.2.1. Sơ đồ khối	9
4.2.2. Thiết kế chi tiết hệ thống	10
CHƯƠNG V. KẾT QUẢ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	14
5.1. Kết quả.....	14
5.2. Đánh giá.....	15
5.3. Các vấn đề còn tồn tại.....	15
5.4. Định hướng tiếp theo	16
5.5. Kết luận.....	16
TÀI LIỆU THAM KHẢO	17
PHỤ LỤC	18

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Thủy sản Việt Nam trong 10 năm qua đã có những bước phát triển vượt bậc, trở thành một trong những nước có tốc độ phát triển thủy sản nhanh trên thế giới. Ngành nuôi trồng thủy hải sản không chỉ cung cấp thực phẩm, tạo nguồn dinh dưỡng cho con người mà còn giúp tạo việc làm, xóa đói giảm nghèo cho người dân. Ngành nuôi trồng thủy hải sản hiện nay chiếm 1/3 tổng sản lượng thủy hải sản của cả nước. Tuy nhiên, việc nuôi trồng thủy hải sản ở nước ta hiện nay có quy mô còn nhỏ lẻ, thô sơ, chưa áp dụng hiệu quả các công nghệ mới vào sản xuất kinh doanh. Một số loài thủy sản như tôm sú, tôm thẻ chân trắng.....rất khó nuôi, nhạy cảm với biến động môi trường, chỉ cần một thay đổi nhỏ có thể dẫn đến chết hàng loạt, gây thiệt hại nặng nề cho người dân. Trong đó, nguồn nước là yếu tố quyết định đến quá trình sinh trưởng, phát triển của chúng. Chính vì vậy, việc giám sát và quản lý môi trường nước liên tục để có thể kịp thời phát hiện và xử lý mỗi khi môi trường nuôi trồng có dấu hiệu chuyển biến xấu là rất cần thiết.

Tuy nhiên, hiện nay ở nước ta, việc đo đạc và quan trắc chỉ số nước vẫn còn thực hiện bằng phương pháp thủ công, độ chính xác chưa cao, tốn nhiều thời gian, công sức và cả tiền bạc. Do đó, nghiên cứu thiết kế thiết bị đo đạc, quan trắc chỉ số nước chính xác, thông minh, phù hợp với người tiêu dùng là rất cần thiết.

Vấn đề nghiên cứu sản xuất thiết bị đo đạc, quan trắc chỉ số nước không còn là vấn đề mới trên thế giới. Trên thế giới đã xuất hiện nhiều dòng, chủng loại máy khác nhau với tỉ lệ sai số rất thấp, song phần lớn là dạng máy đo cầm tay, đòi hỏi người dùng phải bỏ nhiều thời gian, công sức để đo đạc, hơn nữa giá thành rất cao, không phù hợp với tình trạng kinh tế người nông dân Việt Nam.

Từ những lí do trên, chúng em tiến hành đề tài nghiên cứu: *“Thiết kế hệ thống quan trắc môi trường nước dùng trong nuôi trồng thủy hải sản”*.

1.2. Mục đích nghiên cứu

- Thiết kế thiết bị quan trắc có độ chính xác cao, thông minh và thân thiện với người dùng, cho phép người dùng giám sát các chỉ số về nhiệt độ, pH của môi trường nước mà không cần phải tới tận địa điểm nuôi trồng thủy hải sản.
- Thiết bị cần có hệ thống cảnh báo cho người dùng khi các chỉ số vượt ngưỡng hay nằm ngoài mức cho phép, gây ảnh hưởng tới năng suất, gây hại cho thủy hải sản.
- Ngoài ra, hệ thống có giá thành hợp lý, phù hợp với kinh tế người nông dân.

1.3. Nhiệm vụ nghiên cứu

1. Nghiên cứu, tìm hiểu môi trường sống của các loài thủy, hải sản.

2. Lựa chọn các thông số môi trường để đưa vào quan trắc
3. Thiết kế và lắp đặt phần cứng mạch đo hai thông số: độ pH và nhiệt độ
4. Lập trình phần mềm
5. Chạy thử nghiệm hệ thống và đánh giá.

1.4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết: phân tích, nghiên cứu tư liệu, tài liệu, lý luận từ nhiều nguồn, phân tích từng bộ phận. Tổng hợp, liên kết từng mặt, từng bộ phận thông tin đã được phân tích tạo ra một hệ thống lý thuyết mới đầy đủ và sâu sắc để trình bày và báo cáo.

Phương pháp thực nghiệm: sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với nghiên cứu thực nghiệm.

- Dựa vào lý thuyết về mạch và datasheet của các cảm biến để thiết kế mạch đo.
- Tiến hành pha dung dịch và thực nghiệm để xác định các hệ số trong công thức chuyển đổi.
- Chạy thử nghiệm hệ thống và đánh giá kết quả

1.5. Kết luận

Chương này đã trình bày tính cấp thiết của đề tài, mục đích và nhiệm vụ của việc nghiên cứu, các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu. Chương tiếp theo sẽ trình bày về các cơ sở lý thuyết sử dụng trong đề tài này.

CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Môi trường sống của thủy hải sản

2.1.1. Nhiệt độ

Tôm, cá là động vật biến nhiệt, thân nhiệt thay đổi theo môi trường sống, do vậy trong quá trình sinh trưởng và phát triển, khi gặp điều kiện thời tiết thay đổi (đặc biệt là nhiệt độ tăng lên) sẽ thúc đẩy quá trình trao đổi chất trong cơ thể vật nuôi tăng cao. Theo đó, vật nuôi phải tăng cường hô hấp để cung cấp ôxy, chúng sử dụng thức ăn nhiều hơn, quá trình tiêu hóa cũng nhanh hơn. Tuy nhiên, sự tiêu hóa thức ăn nhiều như vậy trong khi lượng men tiêu hóa trong cơ thể tôm, cá lại có hạn nên sẽ khó có thể hấp thụ được chất dinh dưỡng trong thức ăn như ở nhiệt độ bình thường và tiêu tốn nhiều thức ăn, hiệu quả tiêu hóa không cao.

Bên cạnh đó, lượng thức ăn sau khi tiêu hóa được tôm, cá thải ra, gặp nhiệt độ cao quá trình phân hủy sẽ xảy ra nhanh, tiêu tốn nhiều ôxy gây thiếu ôxy cục bộ ở tầng đáy, đồng thời sinh ra nhiều khí độc (H_2S) và vi khuẩn gây bệnh.

2.1.2. Độ pH

Độ $pH = -\log[H^+]$ (1) là thông số để đánh giá độ axit-bazơ của dung dịch.

Thang đo pH được chia làm 2 khoảng:

- Dung dịch có độ pH từ 0 – 7 là dung dịch có tính axit
- Dung dịch có độ pH từ 7 – 14 là dung dịch có tính bazơ
- Độ pH = 7 chỉ dung dịch có tính trung tính (nước nguyên chất).

2.1.3. Các thông số khác

Ngoài nhiệt độ và pH, môi trường nước nuôi thủy sản còn chịu ảnh hưởng của các yếu tố: độ mặn (EC/TDS), oxy hòa tan (DO), chỉ số tiềm năng OXH – Khử ở tầng đáy (ORP), độ trong, độ kiềm.

Trong nghiên cứu này, chúng em quyết định lựa chọn đo hai thông số pH và nhiệt độ để đưa vào hệ thống quan trắc của mình vì:

- Đây là 2 thông số quen thuộc trong chương trình phổ thông.
- Đồng thời, nhận thấy được rằng đây là hai thông số cơ bản nhất của mọi nguồn nước. Độ pH và nhiệt độ có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, quyết định tính chất cơ bản của mỗi nguồn nước, không chỉ nguồn nước lợ.

2.2. Các thiết bị sử dụng

2.2.1. Cảm biến đo pH



Hình 1. Cảm biến đo pH-BTA (*Texas–Verniner.vn*)(1)

Hình 1 là cảm biến pH-BTA dùng để đo độ pH của nước do hãng Vernier sản xuất. Các thông số của pH-BTA như sau:

- ✓ Dải đo: 0 – 14 pH
- ✓ Thời gian đáp ứng: 1 giây
- ✓ Dải nhiệt độ cho phép: 5 – 80°C
- ✓ Kích thước: đường kính 12mm
- ✓ Giá trị hiệu chuẩn của nhà sản xuất: slope = -7.78, intercept = 16.34

2.2.2. Cảm biến đo nhiệt độ

Giống với cảm biến pH, cảm biến nhiệt độ của Vernier có độ chính xác cao, giá thành hợp lý với quy mô dự án, ngoài ra còn có thiết kế bền, phù hợp với quá trình quan trắc lâu dài.



Hình 2. Cảm biến nhiệt độ (*Texas–Verniner.vn*)(2)

Các thông số của cảm biến nhiệt độ:

- ✓ Thời gian đáp ứng (tương ứng với môi trường làm việc).
 - Nước (được lưu thông): 10 giây.
 - Không khí tĩnh: 400 giây

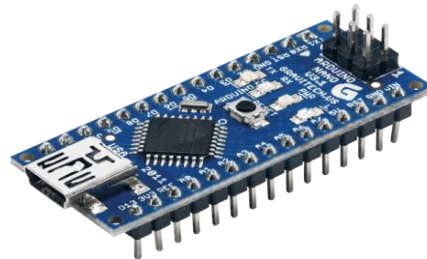
- Không khí (được lưu thông): 90 giây
- ✓ Nhiệt độ làm việc tối đa cho phép: 150 độ C
- ✓ Dải đo: -40 - 135⁰C
- ✓ Dung sai (tương ứng với 2 mốc t⁰ làm việc chuẩn): ±0.2⁰C ở 0⁰C, ±0.5⁰C ở 100⁰C
- ✓ Độ phân giải (tương ứng với 4 khoảng của dải đo):

-40 ÷ 0 ⁰ C: 0.17 ⁰ C	40 ÷ 100 ⁰ C: 0.1 ⁰ C
0 ÷ 40 ⁰ C: 0.03 ⁰ C	100 ÷ 135 ⁰ C: 0.25 ⁰ C
- ✓ Chiều dài: 15,5cm
- ✓ Phần kim loại: Chiều dài: 10,5cm, Đường kính 4mm
- ✓ Phần cán: Chiều dài: 5cm, Đường kính 1,25mm

2.2.3. Vi điều khiển

Khi lựa chọn vi điều khiển, chúng em đưa ra các tiêu chí sau:

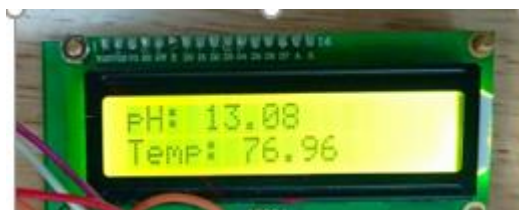
- + Để đảm bảo tính gọn nhẹ của thiết bị, vi điều khiển phải nhỏ, chiếm ít diện tích
- + Đủ khả năng xử lý tính toán dữ liệu từ 2 cảm biến, đồng thời tương tác với người dùng qua SMS.
- + Dễ sử dụng, có nhiều tài liệu tham khảo, có nhiều thiết bị tương thích
- + Giá thành không cao so với mặt bằng chung
- Vi điều khiển Nano của Arduino đáp ứng đầy đủ các nhu cầu trên



Hình 3. Vi điều khiển Arduino Nano

2.2.4. Màn hình LCD 16x2

Màn hình LCD: Sử dụng loại màn hình LCD text 16x2, có nhiệm vụ hiển thị 2 thông tin pH và nhiệt độ ngay sau khi được đo.



Hình 4. Màn hình LCD hiện thông số pH, nhiệt độ

2.2.5. Module SIM

Do đặc điểm môi trường đặt thiết bị chỉ có mạng di động và dữ liệu gửi đi có kích thước nhỏ nên ta chọn gửi dữ liệu thông qua GSM/GPRS về server trung tâm bằng module SIM.

Đối với công nghệ truyền thông, có rất nhiều các giải pháp khác nhau để truyền, nhận dữ liệu. Chúng em bắt đầu với phương án SMS vì:

- + Lập trình đơn giản
- + Không cần thông qua server, loại bỏ vấn đề phải cung cấp cơ sở hạ tầng, dịch vụ cho người dùng



Hình 5. Module GSM/GPRS SIM-800L

2.3. Kết luận

Chương này đã trình bày các lý thuyết cơ bản về hai thông số độ pH và nhiệt độ trong môi trường nước, các cảm biến, cách thức đọc số liệu từ cảm biến, vi điều khiển module SIM. Chương tiếp theo sẽ tiếp tục trình bày về các công cụ hỗ trợ thiết kế, xây dựng hệ thống.

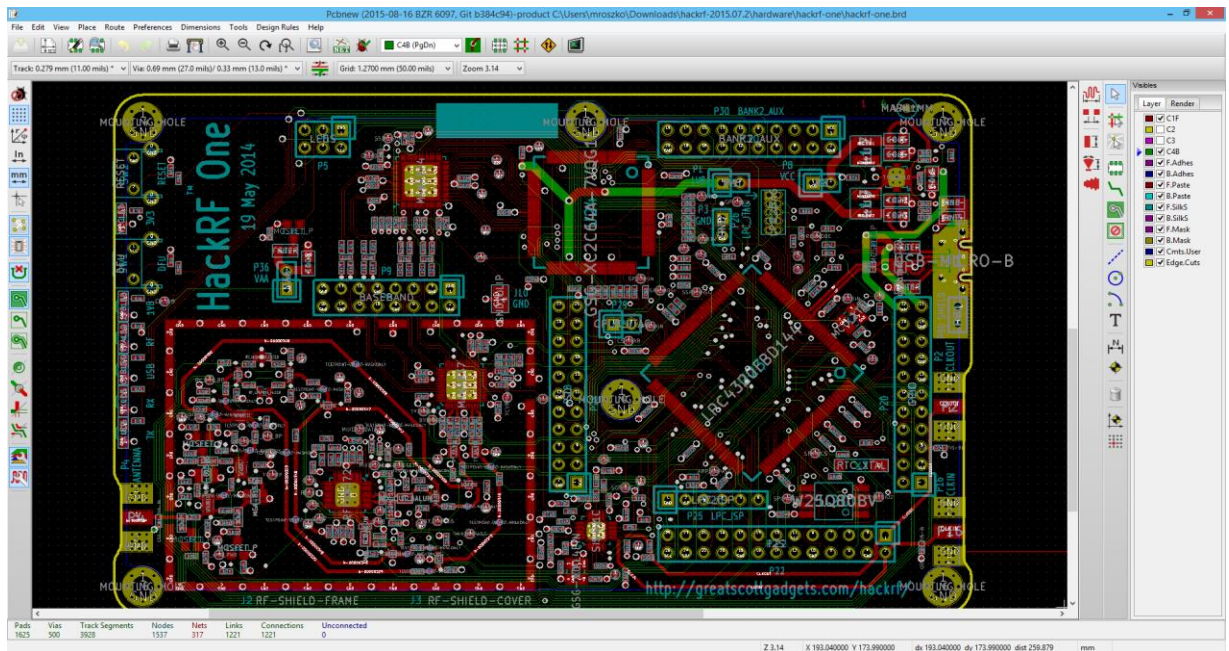
CHƯƠNG III. CÔNG CỤ THIẾT KẾ

3.1. Phần mềm thiết kế mạch

3.1.1. Giới thiệu về phần mềm KiCad

Trên thế giới có nhiều công ty với nhiều phần mềm thiết kế mạch khác nhau, tuy nhiên chúng em lựa chọn phần mềm KiCAD là một phần mềm mã nguồn mở (Giấy phép GNU GPL v3+), vì:

- + Phần mềm miễn phí, phù hợp với mục đích nghiên cứu khoa học của học sinh
- + Có đầy đủ các tính năng để thiết kế mạch in, phù hợp với quá trình cải tiến, nâng cấp thiết bị lâu dài, được cộng đồng cập nhật thường xuyên



Hình 6. Giao diện của phần mềm KiCAD

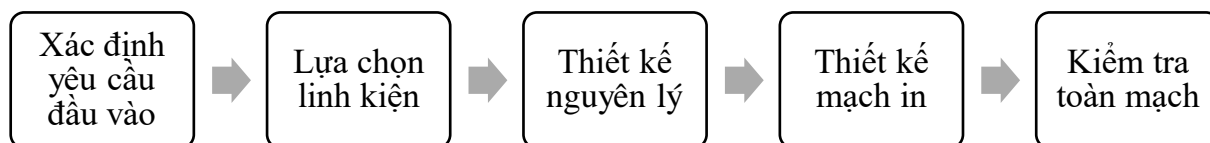
KiCAD có 4 chức năng chính:



Hình 7. Từ trái sang phải: Trình biên tập bố cục nguyên lý, Trình biên tập kí hiệu, Trình biên tập bố cục PCB, Trình biên tập Footprint

3.1.2. Quy trình thiết kế mạch

Quy trình thiết kế mạch điện tử trên phần mềm Kicad gồm các bước như (Hình 8).



Hình 8. Quy trình thiết kế mạch điện tử

- Xác định các yêu cầu đầu vào gồm: yêu cầu chức năng và yêu cầu phi chức năng của mạch.
- Lựa chọn linh kiện: từ các yêu cầu của mạch, lựa chọn những linh kiện phù hợp để đảm bảo các chức năng của mạch hoạt động ổn định và tối ưu về diện tích, công suất tiêu thụ.
- Thiết kế mạch nguyên lý: kết nối các linh kiện với nhau đảm bảo đúng theo các định luật về mạch điện, dòng điện và datasheet của linh kiện.
- Thiết kế mạch in: chọn footprint phù hợp cho từng linh kiện ở mạch nguyên lý và cập nhật sang file mạch in, sắp xếp các linh kiện trên board mạch in sao cho gọn và thuận tiện cho việc đi dây sau đó đi dây kết nối các linh kiện với nhau.
- Kiểm tra toàn mạch: kiểm tra lại toàn bộ mạch theo các tiêu chí: tất cả các chân linh kiện được nối hết, tất cả các đường dây được đi hết, các đường dây không bị chồng lên nhau,...

3.2. Kết luận

Chương này đã trình bày về các công cụ sử dụng trong đề tài, xây dựng hệ thống gồm phần cứng là mạch đo. Chương tiếp theo sẽ trình bày chi tiết về quá trình thiết kế hệ thống.

CHƯƠNG IV. PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG

4.1. Tổng quan về hệ thống

4.1.1. Yêu cầu chức năng

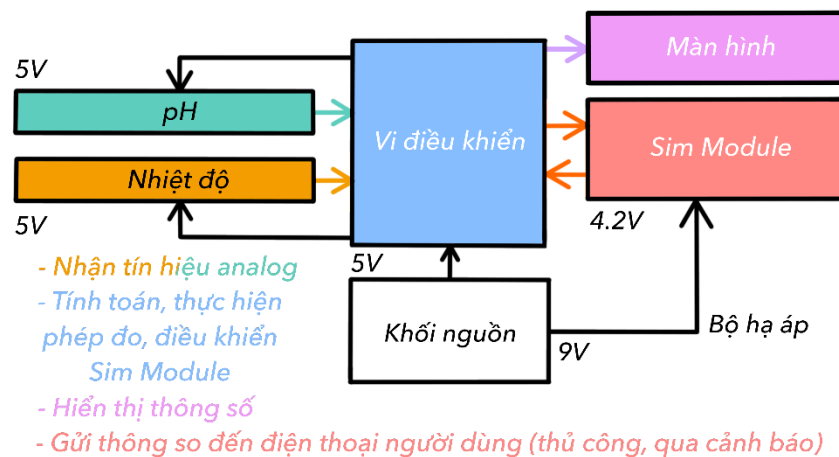
- ✓ Đo được thông số pH, nhiệt độ trong môi trường nước.
- ✓ Hiển thị kết quả đo được lên màn hình LCD
- ✓ Gửi dữ liệu SMS cho người dùng

4.1.2. Yêu cầu phi chức năng

- ✓ Kết quả đo có độ chính xác cao với sai số pH $\pm 0,1$, nhiệt độ $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Mạch đo dễ sử dụng và có độ bền cao.

4.2. Thiết kế hệ thống

4.2.1. Sơ đồ khối

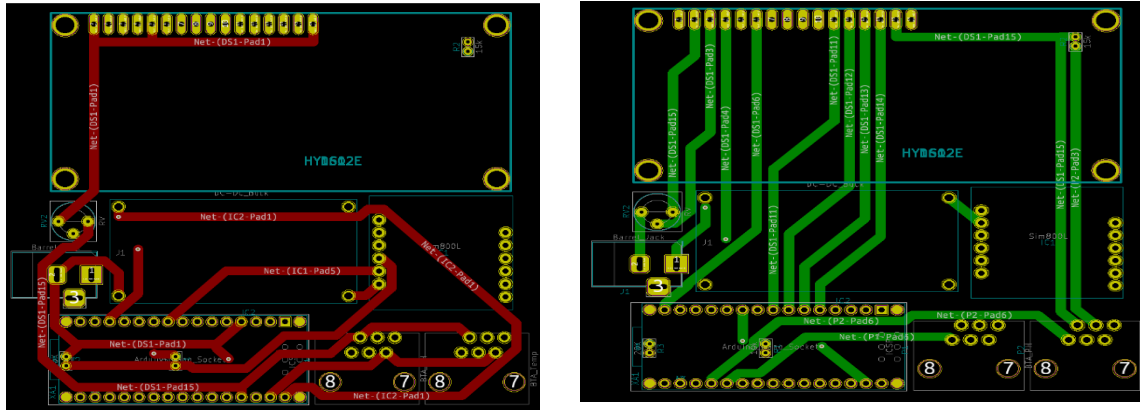


Hình 9. Sơ đồ khối của mạch

Hình 9 là sơ đồ khối của mạch, gồm 5 khối chính:

1. Khối nguồn: Đây là khối cung điện duy trì hoạt động của các khối còn lại.
2. Khối vi điều khiển: Đây là khối xử lý trung tâm của hệ thống. Nó có nhiệm vụ đọc dữ liệu từ khối cảm biến, thực tính toán, chuyển đổi ra giá trị tương ứng của các thông số theo các công thức, xuất ra khối hiển thị để hiển thị kết quả đo được đồng thời gửi dữ liệu đó lên một server.
3. Khối hiển thị màn hình: Khối này gồm 1 màn LCD text 16x2, có chức năng hiển thị các thông số của môi trường nước sau khi đã đo được từ các cảm biến và thực hiện tính toán, quy đổi thành công.
4. Khối truyền thông: Khối này gồm 1 module SIM đã đăng ký gói cước mạng 3G. Dữ liệu đo được sẽ được vi điều khiển truyền cho module SIM để gửi tin nhắn SMS cho người dùng.
5. Khối cảm biến: Thu thập thông số chất lượng nguồn nước gồm pH và nhiệt độ.

Bước 5: Vẽ mạch in



Hình 13. Hai lớp PCB trên (trái) và dưới (phải)

4.2.2.2. Lập trình phần mềm hệ thống

a. Chuẩn hóa công thức

Căn chỉnh sensor nhiệt độ:

- Công thức xác định nhiệt độ đo được từ cảm biến:

$$T = \frac{1}{K_0 + K_1(\ln 1000R_x) + K_2(\ln 1000R_x)^3} - 273.15 \quad (2)$$

Trong đó: $K_0 = 1.02119 \times 10^{-3}$, $K_1 = 2.22468 \times 10^{-4}$, $K_2 = 1.33342 \times 10^{-7}$

R_x là giá trị nhiệt điện trở mắc từ chân VRes đến nguồn của cảm biến, $R_x = \frac{R \cdot U}{5 - U}$

($R = 15 \text{ k}\Omega$, U là giá trị điện áp đọc được từ cảm biến).

```
float Temp = analogRead(A0);  
Temp = Temp / 1023.0 * 5;  
Temp = (14.8*Temp)/(5-Temp);  
Temp = 1.0 / (0.00102119 + 0.000222468*log(1000 * Temp)+0.000000133342*log(1000 * Temp)*log(1000 * Temp)*log(1000 * Temp)) - 273.15;  
Temp = Temp * 0.88888888889 + 2.34444444444;
```

Hình 14. Code căn chỉnh Sensor nhiệt độ

- Hiệu điện thế đi vào (0-5V) khi đi vào Arduino được chuyển thành tín hiệu 10 - bit (từ 0 – 1023). Trong công thức, dữ liệu được chuyển ngược lại thành hiệu điện thế và lắp vào công thức của nhà sản xuất theo công thức (2). Cuối cùng, dữ liệu được căn chỉnh 2 điểm để đồng nhất với máy đo chuẩn.

Căn chỉnh sensor pH:

```
float pH = analogRead(A1);  
if (pH < 346) {  
    pH = (pH * -0.02173913043478260869565 + 14.53173913043478260869565);  
}  
else {  
    pH = (pH * -0.0263157894736842105 + 16.11526315789473684210);  
}
```

Hình 15. Code căn chỉnh Sensor pH

Sensor được căn chỉnh theo 3 điểm tạo nên 2 phương trình đường thẳng tương ứng với các giá trị $pH < 7$ và $pH > 7$.

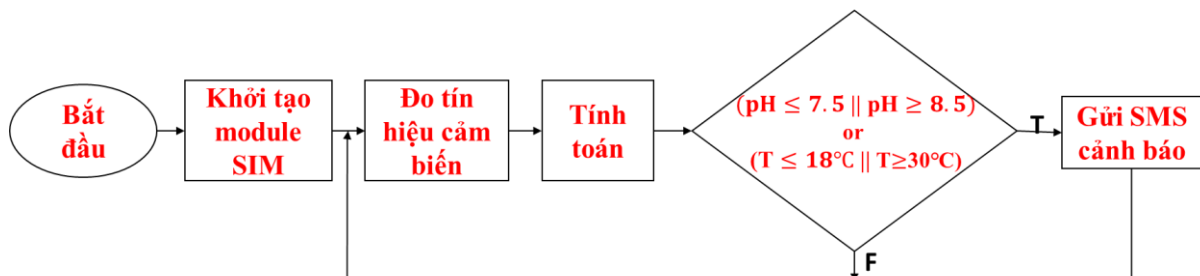
b. Một số lệnh AT sử dụng điều khiển module sim 800L

Để truyền dữ liệu ta cần cấu hình và gửi dữ liệu cho module sim thông qua giao tiếp UART bằng tập lệnh AT. Một số câu lệnh cơ bản được cho trong Bảng

Bảng 1. Một số tập lệnh AT điều khiển module SIM800L

Lệnh	Ý nghĩa
AT	Kiểm tra hoạt động của tập lệnh AT
AT+CMGF=1	Chọn định dạng tin nhắn SMS dưới dạng văn bản
AT+CMGS= +xx	Gửi SMS đến số điện thoại (trong đó +xx là số điện thoại)

c. Lưu đồ hoạt động



Hình 16. Lưu đồ hoạt động của hệ thống

Quá trình hoạt động của hệ thống đã được mô tả trong Hình 16 và khi pH hoặc nhiệt độ nằm ngoài ngưỡng cho phép ($pH \leq 7.5$ hoặc $pH \geq 8.5$ hoặc nhiệt độ ≤ 18 hoặc nhiệt độ ≥ 30) thì thiết bị sẽ gửi lại số đo pH, nhiệt độ tại thời điểm hiện tại về máy điện thoại của người dùng.

Khi người dùng nhấn câu lệnh “STATE” thiết bị sẽ gửi lại số đo pH, nhiệt độ tại thời điểm hiện tại về máy điện thoại của người dùng.

d. Lập trình app điện thoại

Với mục đích giảm chi phí, công sức xây dựng cơ sở hạ tầng cho webserver, các kết quả đo được trực tiếp gửi lên một file dữ liệu sử dụng google Drive qua Google Drive API. Các dữ liệu này được gửi về app điện thoại hiển thị trực tiếp cho người dùng.

Concept giao diện app điện thoại:

- Để giúp cho người dùng dễ nhận biết và sử dụng, app được thiết kế đơn giản và tối giản nhất. Khi mở ứng dụng, màn hình hiển thị 2 mục gồm “Đo” và “Thống kê”.
- Với mục đo, chỉ gồm một nút bấm dành cho người dùng khi muốn bắt đầu tiến hành đo đạc.



Hình 17. Hình ảnh Concept giao diện app điện thoại

Sau khi hệ thống gửi và nhận kết quả, màn hình hiển thị 2 thông số nhiệt độ và pH. Đồng thời, các kết quả được so sánh và đưa ra thông báo cho người dùng khi thông số nằm trong hay ngoài ngưỡng cho phép.

Trong mục thống kê, màn hình hiển thị một đồ thị thống kê tất cả các kết quả đo qua thời gian, giúp cho người dùng có thể dễ dàng thấy được những sự thay đổi của môi trường nước và sớm đưa ra các dự đoán, phương hướng.

CHƯƠNG V. KẾT QUẢ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1. Kết quả

Sau khi hoàn thành thiết bị, nhóm nghiên cứu thực hiện đo kiểm tra các thông số. Đối với thông số nhiệt độ, thực hiện đo tổng cộng 10 lần và so sánh với kết quả của nhiệt kế điện tử. Đối với thông số pH, thực hiện đo 10 lần với các loại dung dịch chuẩn pH 4, 7, 10.

Bảng 1: Kết quả đo nhiệt độ thực tế

Lần	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nhiệt độ đo được	32.40	32.99	32.90	32.57	32.23	32.57	32.74	32.23	32.06	32.06
Nhiệt độ chuẩn	32.90	32.80	32.80	32.80	32.80	32.90	32.60	32.50	32.30	32.30
Sai số	0.50	0.19	0.10	0.23	0.57	0.33	0.14	0.27	0.24	0.24
Sai số TB	0.281									

Sau 10 lần đo nhiệt độ ta thấy sai số trung bình của nhiệt độ là 0.281 phù hợp với yêu cầu sai số đầu vào là ± 0.3 °C. Trong đó, sai số lớn nhất là 0.57 ở lần đo 5.

Bảng 2: Các kết quả đo pH thực tế

Dung dịch pH chuẩn

Dung dịch chuẩn	Lần	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH = 4	pH đo được	3.90	3.92	3.94	3.94	3.99	3.92	3.92	3.90	3.97	3.90
	Sai số	0.10	0.08	0.06	0.06	0.01	0.08	0.08	0.10	0.03	0.10
	Sai số TB	0.07									
pH = 7	pH đo được	6.99	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.05	7.06	7.05	7.03
	Sai số	0.01	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.03
	Sai số TB	0.05									
pH = 10	pH đo được	9.96	9.92	9.94	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.94	9.96
	Sai số	0.04	0.08	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04
	Sai số TB	0.048									

Với pH chuẩn = 4, sau 10 lần đo, ta thấy sai số trung bình bằng 0.07, sai số lớn nhất bằng 0.10 ở các lần đo số 1, 8, 10; sai số thứ 2 ở lần đo bằng 0.08 ở các lần đo 2, 6, 7.

Với pH chuẩn = 7, sau 10 lần đo, ta thấy sai số trung bình bằng 0.05, sai số lớn nhất bằng 0.06 ở các lần đo số 2, 3, 4, 5, 6, 8.

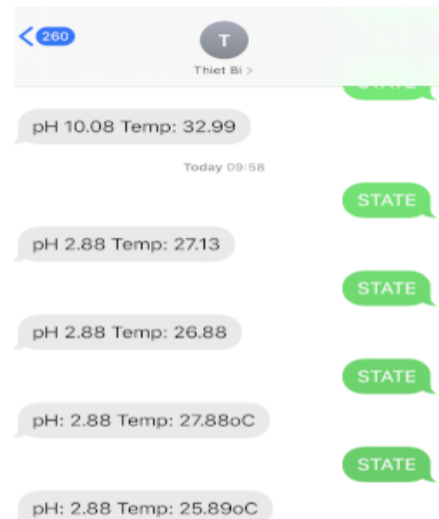
Với pH chuẩn = 10, sau 10 lần đo, ta thấy sai số trung bình bằng 0.048, sai số lớn nhất bằng 0.08 ở lần đo số 2; sai số thứ 2 ở lần đo bằng 0.06 ở các lần đo 3, 9.

Các kết quả này phù hợp với sai số đầu vào ± 0.1

Kết quả đo nhiệt độ và pH sẽ được hiện lên màn hình LCD và gửi về điện thoại (khi có yêu cầu từ người dùng và khi các thông số vượt ngưỡng cho phép).



Hình 18. Mạch đo các thông số pH, nhiệt độ môi trường nước



Hình 19. Giao diện giám sát qua tin nhắn

5.2. Đánh giá

So sánh thiết bị với các máy đo trên thị trường với máy đo nhiệt độ cầm tay Hanna HI90509 và bút đo pH Hanna HI90108 ta có bảng so sánh dưới đây.

Bảng 3. So sánh thiết bị đo với máy đo trên thị trường

Thông số	Thông số Nhiệt độ		Thông số pH	
	Hana HI90509	Thiết bị đo	Hanna HI90108	Thiết bị đo
Độ chính xác	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.281^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.1\text{ pH}$	$\pm 0.07\text{ pH}$
Thang đo	$-50^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$	$0.0\text{ pH} \sim 14.0\text{ pH}$	$0.0\text{ pH} \sim 14.0\text{ pH}$

Như vậy từ bảng trên ta thấy độ chính xác của thiết bị đo có sai số nhỏ hơn với máy đo trên thị trường và hơn nữa còn có thêm phần cảnh báo với người dùng bằng SMS khi các chỉ số đo vượt quá ngưỡng cho phép.

5.3. Các vấn đề còn tồn tại

Hệ thống vẫn còn nhiều điểm hạn chế cần được khắc phục và hoàn thiện:

- Sau một thời gian hoạt động dưới môi trường nước, đầu đo bị bám bẩn và bị oxy hóa khiến độ chính xác của kết quả đo giảm.
- Số lượng thông số đo mới chỉ đo thông số pH và nhiệt độ, nên cần tích hợp đo nhiều thông số trên cùng một hệ thống.

5.4. Định hướng tiếp theo

Định hướng phát triển của hệ thống:

- Tích hợp thêm nhiều cảm biến, tăng thêm thông số đo.
- Xây dựng webserver để thu thập, lưu trữ và quản lý các thông số đo được.
- Cải thiện module SIM và thuật toán để ổn định việc truyền thông lên server.
- Phát triển App quản lý dữ liệu trên điện thoại di động thêm nhiều thông số và tính năng.

5.5. Kết luận

Chương này đã trình bày xong các kết quả đạt được, đưa ra các vấn đề còn tồn tại và định hướng phát triển tiếp theo cho hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://www.vernier.com/products/sensors/ph-sensors/fph-bta/?search=fp&category=autosuggest>, truy nhập cuối cùng ngày 14/10/2019.
- [2] <https://www.vernier.com/products/sensors/sal-bta/>
- [3] <https://voer.edu.vn/m/do-man/780a40ad>
- [4] Vernier (2016) *Tris-Compatible Flat pH Sensor Datasheet* [Online]. Available: <https://www.vernier.com/files/manuals/fph-bta/fph-bta.pdf>
- [5] <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen>
- [6] Quy hoạch nuôi tôm nước lợ vùng ĐB Sông Cửu Long đến năm 2020, tầm nhìn 2030 - Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn, 2015.

PHỤ LỤC

Các khối code chính

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Temp: " + String(Temp));  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("pH: " + String(pH));
```

Hình 20. Hiển thị trên màn hình LCD

```
if (pH >= 8.5 or pH <= 7.5 or Temp <= 18 or Temp >= 30) {  
    updateSerial();  
    mySerial.println("AT+CMGS=\"+84854043390\"");  
    updateSerial();  
    SensorCalc();  
    String sendData = "pH " + String(pH) + " Temp: " + String(Temp);  
    mySerial.print(sendData);  
    mySerial.write(26);  
    updateSerial();  
}
```

Hình 21. Gửi dữ liệu SMS