

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**

**BỘ MÔN ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**TRƯƠNG HỒNG PHÚC**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC  
NUÔI TÔM TRÊN CƠ SỞ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY**

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF CLOUD-BASED DATALOGGER  
SYSTEM FOR SHRIMP FARM**

**THẠC SĨ NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN & TỰ ĐỘNG HÓA**

**TP. HỒ CHÍ MINH, 2019**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**

**BỘ MÔN ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**TRƯƠNG HỒNG PHÚC - 1770039**

**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC  
NUÔI TÔM TRÊN CƠ SỞ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY**

**THẠC SĨ NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN & TỰ ĐỘNG HÓA**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN**

**TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU**

**PGS.TS. PHẠM NGỌC TUẤN**

**TP. HỒ CHÍ MINH, 2019**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH  
KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ  
BỘ MÔN: ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

---

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

---

TP. HCM, ngày....tháng 06 năm 2019

## NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SỸ CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

**Tên luận văn:**

THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM  
TRÊN CƠ SỞ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY

**Nhóm học viên thực hiện:**

TRƯƠNG HỒNG PHÚC- 1770039

**Cán bộ hướng dẫn:**

TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU

PGS.TS PHẠM NGỌC TUẤN

**Đánh giá Luận văn**

1. Về cuốn báo cáo:

Số trang \_\_\_\_\_ Số chương \_\_\_\_\_

Số bảng số liệu \_\_\_\_\_ Số hình vẽ \_\_\_\_\_

Số tài liệu tham khảo \_\_\_\_\_ Sản phẩm \_\_\_\_\_

Một số nhận xét về hình thức cuốn báo cáo:

2. Về nội dung luận văn:

3. Về tính ứng dụng:

4. Về thái độ làm việc của sinh viên:

**Đánh giá chung:** Luận văn đạt/không đạt yêu cầu của một luận văn tốt nghiệp kỹ sư,  
xếp loại Giỏi/ Khá/ Trung bình

**Điểm từng sinh viên:**

TRƯƠNG HỒNG PHÚC: ...../10

**Người nhận xét**

(Ký tên và ghi rõ họ tên)

**ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN CHI TIẾT**

<b>TÊN ĐỀ TÀI:</b>  <b>THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM TRÊN CƠ SỞ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY</b>	
<b>Cán bộ hướng dẫn: TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU</b>  <b>PGS. TS PHẠM NGỌC TUẤN</b>	
<b>Thời gian thực hiện:</b> Từ ngày 11/02/2019 đến ngày 15/06/2019	
<b>Học viên thực hiện:</b>  <b>TRƯƠNG HỒNG PHÚC - 1770039</b>	
<b>Nội dung đề tài:</b>  <b>Mục tiêu:</b> Thiết kế hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm nhằm cung cấp thông tin về giá trị của các tiêu chí chất lượng nước và cảnh báo, hỗ trợ ra quyết định cho người nuôi tôm.  <b>Phạm vi:</b> Cho các cỡ sở, doanh nghiệp, hộ nuôi tôm.  <b>Đối tượng:</b> Các ao, bể nuôi tôm.  <b>Phương pháp thực hiện:</b> Áp dụng kỹ thuật công cụ của IOT và công nghệ điện toán đám mây.  <b>Kết quả mong đợi:</b> Hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm, sử dụng được cho các ao, bể nuôi tôm.	
<b>Xác nhận của Cán bộ hướng dẫn</b>	<b>TP. HCM, ngày 15 tháng 06 năm 2019</b>  <b>Sinh viên</b>

## LỜI CẢM ƠN

Trong suốt thời gian học tập tại trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TPHCM. Ban giám hiệu nhà trường, Bộ môn kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa đã tạo điều kiện cho em học tập, thực hành cũng như toàn thể các Thầy Cô đã tận tình giảng dạy truyền đạt khối kiến thức và kinh nghiệm quý báu cho chúng em để làm hành trang vững chắc đầy tự tin khi bước vào đời. Để bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc em xin chân thành cảm ơn tất cả Quý Thầy Cô.

Để hoàn thành luận văn tốt nghiệp của mình, em đã trải qua không ít khó khăn, tuy nhiên nó chính là động lực để giúp em hoàn thành tốt luận văn của mình. Em xin cảm ơn Thầy Trương Đình Châu đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu cũng như tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong suốt quá trình học tập nghiên cứu và cho đến khi thực hiện đề tài luận văn.

Xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn đến Trung Tâm Phát Triển Công Nghệ Và Thiết Bị Công Nghiệp Sài Gòn – CENINTEC. PGS.TS Phạm Ngọc Tuấn và các anh em trung tâm đã không ngừng hỗ trợ và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho em trong suốt thời gian nghiên cứu và thực hiện luận văn.

Em cũng xin cảm ơn gia đình của mình luôn luôn động viên và giúp em có những điều kiện tốt nhất về vật chất và tinh thần để em hoàn thành quá trình học tập tại trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TpHCM. Bên cạnh gia đình, em cũng cảm ơn những người bạn cùng làm chung luận văn và cùng giúp đỡ nhau những lúc gặp khó khăn, đưa ra những lời khuyên bổ ích để em có thể hoàn thành luận văn của mình.

Cuối cùng, em xin chúc các Thầy, Cô sức khỏe, hạnh phúc và thành công trong sự nghiệp “trồng người” của mình.

Hồ Chí Minh, Ngày 15/06/2019

Học viên

*Trương Hồng Phúc*

## MỤC LỤC

Chương 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM.....	1
1.1. Tình hình của ngành công nghiệp thủy sản Việt Nam .....	1
1.1.1. Nhu cầu thủy sản thế giới .....	1
1.1.2. Tình hình nuôi trồng thủy sản .....	1
1.1.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam.....	2
1.1.3.1. Cơ hội đầu tư vào nuôi trồng thủy sản .....	2
1.1.3.2. Ngành nuôi tôm Việt Nam đang phát triển nhanh .....	3
1.1.3.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi tôm.....	3
1.2. Số hóa trong công, nông nghiệp.....	5
1.2.1. Giới thiệu .....	5
1.2.2. Xây dựng SCADA với điện toán đám mây .....	6
1.2.3. Tìm hiểu về IOT .....	6
1.2.3.1. Giới thiệu về IOT.....	6
1.2.3.2. Xu hướng và tính chất của The Internet of Things.....	7
1.3. Nông nghiệp chính xác.....	8
1.3.1. Giới thiệu nông nghiệp chính xác.....	8
1.3.2. Các thành phần của nông nghiệp chính xác .....	9
1.3.3. Ý nghĩa của nông nghiệp chính xác.....	9
1.3.4. Số hóa để tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp Việt Nam .....	10
1.3.5. Nuôi tôm chính xác .....	10
1.3.6. Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm.....	11
1.4. Tình hình nghiên cứu lĩnh vực quan trắc môi trường nước nuôi tôm..	12

1.5. Những điểm hạn chế.....	15
1.6. Sự cần thiết của đề tài .....	16
1.7. Mục tiêu của đề tài.....	17
1.8. Phạm vi nghiên cứu của đề tài.....	17
1.9. Phương pháp nghiên cứu .....	17
1.10. Kết luận chương 1.....	17
Chương 2. XÁC ĐỊNH CÁC YÊU CẦU VỀ CHỨC NĂNG VÀ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG QUAN TRẮC .....	19
2.1. Giới thiệu.....	19
2.2. Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm .....	20
2.2.1. Amonia $\text{NH}_3$ .....	20
2.2.2. Hydrosunfua ( $\text{H}_2\text{S}$ ).....	21
2.2.3. Độ pH.....	23
2.2.4. Độ mặn.....	24
2.2.5. Độ kiềm .....	25
2.2.6. Nhiệt độ.....	25
2.2.7. Độ trong .....	27
2.2.8. Ôxy hoà tan (DO).....	28
2.3. Chức năng của hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm .....	32
2.4. Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc.....	32
2.5. Kết luận chương 2 .....	34
Chương 3. THIẾT KẾ CẤU HÌNH VÀ THÀNH PHẦN .....	35
3.1. Nguyên lý chung .....	35



3.2. Nguyên lý hoạt động .....	36
3.3. Các thành phần cơ bản.....	37
3.3.1. Lấy mẫu nước đo .....	37
3.3.1.1. Lấy mẫu cố định tại ao nuôi.....	37
3.3.1.2. Lấy mẫu di động tại ao nuôi .....	38
3.3.1.3. Lấy mẫu cố định ở nhiều ao nuôi .....	38
3.3.1.4. Đánh giá lựa chọn phương án.....	39
3.3.2. Thu thập các thông số của nước .....	39
3.3.2.1. Giới thiệu.....	39
3.3.2.2. Các loại cảm biến.....	39
3.3.2.3. Đánh giá lựa chọn cảm biến .....	42
3.3.2.4. Lựa chọn cụ thể cảm biến.....	42
• Cảm biến nhiệt độ.....	43
• Cảm biến đo nồng độ Oxy hòa tan (DO).....	45
• Cảm biến pH .....	46
• Cảm biến độ mặn.....	47
• Cảm biến H <sub>2</sub> S.....	48
• Cảm biến NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	49
• Cảm biến đo độ kiềm .....	50
• Cảm biến đo độ trong.....	50
3.3.3. Truyền nhận và lưu trữ dữ liệu .....	52
3.3.3.1. Giới thiệu về mạng công nghiệp .....	52
3.3.3.2. Một số chuẩn truyền thông.....	55

3.3.3.3. Một số giao thức thường sử dụng.....	56
3.3.3.4. Lưu trữ dữ liệu .....	57
3.3.3.5. Đánh giá lựa chọn phương án.....	58
3.3.4. Ứng dụng tương tác với hệ thống.....	59
3.3.4.1. Giới thiệu.....	59
3.3.4.2. Đánh giá lựa chọn .....	60
3.4. Hoạt động của hệ thống.....	60
3.5. Nhận xét .....	61
<b>Chương 4. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG.....</b>	<b>63</b>
4.1. Xây dựng phương án thiết kế cho hệ thống quan trắc môi trường nước	63
4.1.1. Tủ điện và tủ đo.....	63
4.1.2. Bình chứa mẫu nước đo.....	64
4.1.3. Đánh giá lựa chọn phương án .....	67
4.2. Thiết bị điều khiển.....	68
4.2.1. Vi điều khiển .....	68
4.2.2. PLC.....	69
4.2.3. Đánh giá lựa chọn phương án .....	69
4.2.3.1. Hãng Siemens.....	70
4.2.3.2. Hãng Schneider .....	70
4.2.4. Chọn PLC.....	71
4.3. Thiết kế phần cứng của từng cụm .....	72
4.3.1. Cụm lấy mẫu.....	72
4.3.1.1. Bộ phận hút nước.....	72

4.3.1.2.	Bơm .....	73
4.3.1.3.	Bộ phận van .....	74
4.3.1.4.	Bộ phận đo các chỉ tiêu .....	76
4.3.2.	Cụm thu thập các thông số .....	77
4.3.3.	Cụm truyền thông, lưu trữ dữ liệu .....	77
4.3.3.1.	Cơ sở dữ liệu .....	77
4.3.3.1.	Truyền thông dữ liệu .....	78
4.3.4.	Cụm ứng dụng .....	80
4.4.	Kết luận chương 4 .....	81
Chương 5.	THIẾT KẾ GIẢI THUẬT VÀ PHẦN MỀM .....	82
5.1.	Thiết kế các giải thuật của hệ thống .....	82
5.2.	Giới thiệu các ứng dụng .....	85
5.2.1.	Ứng dụng web .....	85
❖	Ưu điểm .....	86
❖	Khuyết điểm .....	86
5.2.2.	Phát triển ứng dụng App .....	86
5.2.2.1.	Ứng dụng app Androi .....	86
5.2.2.2.	Ứng dụng app IOS .....	86
5.2.2.3.	Ứng dụng Windows .....	87
5.2.2.4.	Ưu điểm của những ứng dụng app .....	87
5.2.2.5.	Nhược điểm của ứng dụng app .....	87
5.3.	Nhận xét, lựa chọn phương án .....	87
5.4.	Thiết kế phần mềm điều khiển hệ thống .....	88
5.4.1.	Thiết kế cơ sở dữ liệu .....	88

5.4.2.	Thiết kế giao diện .....	92
5.4.2.1.	Giao diện web điều khiển. ....	93
5.4.2.2.	Giao diện web xem báo cáo. ....	95
5.4.2.3.	Giao diện phần mềm trên hệ điều hành windows.....	95
5.5.	Kết luận chương 5 .....	96
Chương 6.	THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG .....	98
6.1.	Tích hợp phần cứng, phần mềm hệ thống quan trắc.....	98
6.1.1.	Giới thiệu .....	98
6.1.2.	Hệ thống đo .....	99
6.1.3.	Hệ thống điện giám sát và cảnh báo.....	101
6.1.4.	Phần mềm .....	102
6.2.	Kiểm thử hệ thống quan trắc tự động.....	104
6.2.1.	Mục tiêu thử nghiệm .....	104
6.2.2.	Nội dung thử nghiệm .....	104
6.2.3.	Quy trình kiểm thử phần mềm quan trắc .....	105
6.2.4.	Quy trình vận hành hệ thống phần cứng.....	106
6.2.5.	Cơ sở hạ tầng và bố trí hệ thống .....	106
6.2.6.	Kết quả và đánh giá.....	108
	• Đối với phần mềm quan trắc .....	108
	• Đối với hệ thống phần cứng.....	109
6.3.	Kết luận chương 6 .....	110
Chương 7.	KẾT LUẬN, NHẬN XÉT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	112
7.1.	Kết quả thực hiện .....	112

7.2.	Những hạn chế của đề tài .....	113
7.3.	Hướng phát triển.....	114
7.4.	Kết luận chương 7 .....	116

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Sản lượng nuôi trồng và khai thác thủy sản Việt Nam (nghìn tấn) .....	16
Hình 2.1 Ảnh hưởng của pH đến mức độ sinh sống.....	24
Hình 2.2 Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ.....	26
Hình 3.1 Nguyên lý của hệ thống quan trắc.....	36
Hình 3.2 Cảm biến đo pH theo nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh).	40
Hình 3.3 Đo pH sử dụng điện cực màng thủy tinh .....	40
Hình 3.4 Cảm biến nguyên lý quang học .....	41
Hình 3.5 Cảm biến đo nhiệt độ TMP-BTA .....	45
Hình 3.6 Cảm biến đo nồng độ DO - ODO-BTA .....	46
Hình 3.7 Cảm biến đo pH - PHK-202 .....	47
Hình 3.8 Cảm biến đo độ mặn - KDM-202S.....	48
Hình 3.9 Cảm biến đo nồng độ NH <sub>4</sub> - NHN-202.....	49
Hình 3.10 Thiết bị đo độ trong.....	51
Hình 3.11 Mô hình phân cấp chức năng .....	53
Hình 4.1 Bình đo nằm ngang dạng hình chữ nhật.....	66
Hình 4.2 Bình đo đứng.....	67
Hình 4.3 PLC S7-1200 .....	70
Hình 4.4 PLC Modicon TM241CE40R. ....	71
Hình 4.5 Lúp bê và đầu lọc nhỏ.....	72
Hình 4.6 Rắc co nước nối giữa van và đường ống.....	73
Hình 4.7 Bơm chân không cánh inox .....	74
Hình 4.8 Van 2/2 thường đóng điện điều khiển 24V.....	75
Hình 4.9 Sơ đồ bố trí van trong tủ đo. ....	75
Hình 4.10 Hình ảnh bình đo và các cảm biến. ....	76
Hình 4.11 Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến. ....	77
Hình 4.12 Cơ sở dữ liệu của hệ thống.....	78
Hình 4.13 Sơ đồ nguyên lý truyền tín hiệu từ PLC về cơ sở dữ liệu. ....	79

Hình 4.14 Module Tplink TL-MR6400.....	80
Hình 5.1 Sơ đồ giải thuật của hệ thống. ....	84
Hình 5.2 Mô hình dữ liệu cơ bản của hệ thống quan trắc.....	88
Hình 5.3 Giao diện điều khiển hệ thống quan trắc.....	94
Hình 5.4 Giao diện điều khiển hệ thống (xem trên điện thoại).....	94
Hình 5.5 Giao diện trang chủ giám sát web.....	95
Hình 5.6 Giao diện cảnh báo trên web. ....	95
Hình 5.7 Giao diện hiển thị các chỉ tiêu đã đo được .....	96
Hình 5.8 Giao diện xem báo cáo trên phần mềm.....	96
Hình 6.1 Mặt trước của tủ đo.....	99
Hình 6.2 Mặt sau của tủ đo. ....	100
Hình 6.3 Bên trong tủ đo và bố trí cảm biến.....	101
Hình 6.4 Tủ điện giám sát và cảnh báo.....	102
Hình 6.5 Giao diện web giám sát hệ thống quan trắc. ....	103
Hình 6.6 Giao diện giám sát hệ thống quan trắc trên thiết bị điện thoại di động. .....	103
Hình 6.7 Quy trình kiểm thử phần mềm quan trắc.....	105
Hình 6.8 Sơ đồ lắp đặt hệ thống cho 8 ao nhỏ hơn 1500 m <sup>2</sup> . ....	107
Hình 6.9 Sơ đồ lắp đặt hệ thống cho 4 ao lớn hơn 2000 m <sup>2</sup> . ....	107
Hình 6.10 Tủ đo và tủ điều khiển thực tế được lắp đặt tại Cần Giờ. ....	108

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1 Môi trường nước ao nuôi tôm đảm bảo các chỉ tiêu .....	20
Bảng 2.2 Độc tính của H <sub>2</sub> S với các loại khí độc khác .....	23
Bảng 2.3 Nhiệt độ tối ưu và ngưỡng nhiệt độ gây chết của loài thủy sản.....	27
Bảng 2.4 Mức bão hòa oxy trong nước ở các nhiệt độ và độ mặn khác nhau....	29
Bảng 2.5 Nồng độ oxy hòa tan gây chết ở một số loài (mg/l) .....	30
Bảng 2.6 Ảnh hưởng của hàm lượng oxy đến tăng trưởng của tôm. ....	31
Bảng 2.7 Ảnh hưởng của oxy hoà tan đến tốc độ tăng trưởng của tôm. ....	31
Bảng 2.8 Chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm.....	33
Bảng 5.1 Lưu trữ thông tin của người dùng.....	89
Bảng 5.2 Quản lý danh sách các thông số chất lượng môi trường cần giám sát. .....	89
Bảng 5.3 Bảng MeasurementPoint.....	90
Bảng 5.4 Quản lý kết quả đo cho từng điểm. ....	90
Bảng 5.5 Quản lý ngưỡng và cảnh báo cho từng thông số trên từng điểm đo...	91
Bảng 5.6 Quản lý các hệ thống đo tự động.....	91
Bảng 5.7 Quản lý các đầu đo cho từng hệ thống. ....	92
Bảng 6.1 Đánh giá về chức năng phần mềm quan trắc .....	108
Bảng 6.2 Đánh giá về chức năng phần mềm quan trắc .....	109
Bảng 6.3 Các sự cố liên quan của hệ thống quan trắc.....	110



## **DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT**

PLC	Programable Logic Control
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
HTML	HyperText Markup Language
WinCC	Windows Control Center
HMI	Human Machine Interface
VPS	Virtual Private Server
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
WWW	World Wide Web
Analog	Tín hiệu tương tự
TCP	Transmission Control Protocol
DO	Dissolved Oxygen (Lượng Oxy hòa tan trong nước).
M2M	Machine to machine.
ISP	Internet Service Provider.
Wifi module	Thiết bị phát sóng wifi
Server	Máy chủ
Smartphone	Điện thoại thông minh.
API	Application Programming Interface
SQL	Structured Query Language
MS SQL	Microsoft Structured Query Language
IOT	Internet of Things

UNDP	Chương trình Phát triển Liên Hiệp Quốc.
BNNPTNT	Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn.
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam.
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam.

## **Chương 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM**

Chương này trình bày tình hình ngành công nghiệp nuôi tôm trên thế giới và ở Việt Nam. Tìm hiểu, phân tích tổng thể về các hệ thống quan trắc của thế giới và Việt Nam. Đây cũng là cơ sở để đưa ra sự cần thiết của đề tài, mục tiêu và nội dung để thực hiện đề tài.

### **1.1. Tình hình của ngành công nghiệp thủy sản Việt Nam**

#### **1.1.1. Nhu cầu thủy sản thế giới**

Nhu cầu tiêu thụ thủy sản của thế giới có tốc độ tăng trưởng ngày càng cao trong bối cảnh chính phủ của các nước khuyến cáo người dân giảm bớt ăn thịt thú có chân, đặc biệt là thịt đỏ và tăng cường ăn thủy sản để có lợi cho sức khỏe. Tiêu thụ thủy sản trên đầu người hàng năm ở Châu Âu, Bắc Mỹ, Đông Á đạt mức 20 kg vào năm 2014.

Đến năm 2030, dự kiến thế giới cần 232 triệu tấn thủy sản trong tình hình tổng sản lượng đánh bắt thủy sản của thế giới có xu hướng giảm dần. Vì vậy nuôi trồng thủy sản, dù chỉ mới bắt đầu có sản lượng đáng kể từ vài thập kỷ qua, phải gánh vác một nhiệm vụ đảm bảo 62% lượng tiêu thụ thủy sản vào năm này. Ngành nuôi trồng thủy sản đang trở nên ngày càng quan trọng trong tương lai.

Theo dự báo của Chương trình Phát triển Liên Hiệp Quốc (UNDP), nhu cầu tiêu thụ trên toàn cầu đối với con tôm sẽ đạt khoảng 6,55 triệu tấn vào năm 2020, trong khi nguồn cung chỉ đạt 4,49 triệu tấn, thiếu hụt khoảng 2,06 triệu tấn.

#### **1.1.2. Tình hình nuôi trồng thủy sản**

Ngành nuôi trồng thủy sản thế giới đã phát triển với những bước nhảy nhanh trong hai thập niên vừa qua, đóng góp hơn 50% sản lượng thủy sản của thế giới. Với mức dự báo tăng trưởng của đánh bắt thủy sản là 3%, nuôi trồng thủy sản là 33% trong các năm 2010 – 2021.

Dự báo đến năm 2020, nuôi trồng thủy sản sẽ đạt sản lượng 160 triệu tấn và đến năm 2030 là 180 triệu tấn trong khi đó khai thác, đánh bắt chỉ đáp ứng 85 triệu tấn (2020) và 80 triệu tấn (2030).

Theo báo cáo “Tình trạng ngành khai thác, đánh bắt và nuôi trồng thủy sản thế giới năm 2018” của FAO, Việt Nam là nước xuất khẩu thủy sản đứng hàng thứ ba (7,32 tỷ USD) sau Na Uy (10,77 tỷ USD) và Trung Quốc (20,13 tỷ USD). Xu hướng của sản xuất thủy sản thế giới là tỷ lệ đánh bắt thủy sản ngày càng giảm đi (53% năm 2016 và 46% năm 2030) và tỷ lệ nuôi trồng sẽ ngày càng tăng lên (47% năm 2016 và 53% năm 2030).

Từ thập niên 1970, Jacques-Yves Cousteau, nhà sinh thái học, nhà nghiên cứu biển và các dạng sinh vật sống trong nước nổi tiếng người Pháp đã phát biểu: “Với biển chúng ta phải nuôi trồng như nông dân chứ không phải đánh bắt. Văn minh là nuôi trồng chứ không phải đánh bắt”.

### **1.1.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam**

#### **1.1.3.1. Cơ hội đầu tư vào nuôi trồng thủy sản**

Peter Drucker, chuyên gia hàng đầu về tư vấn quản trị và kinh tế học đã từng phát biểu: “Nuôi trồng thủy sản, chứ không phải Internet, cho thấy cơ hội đầu tư tài chính hứa hẹn nhất trong thế kỷ 21”. Đầu tư cho nuôi trồng thủy sản trên thế giới dự kiến vào khoảng 100 tỷ USD trong thập niên tới theo tổ chức Liên minh thủy sản toàn cầu.

Các chuyên gia nhận định để lôi kéo nhà đầu tư, chỉ có một con đường: giới thiệu hiệu quả tài chính mang lại từ ngành nuôi trồng thủy sản đang mở rộng, được tổ chức tốt và có trách nhiệm với một nền tảng công nghệ vững chắc và thị trường toàn cầu đang ngày càng lớn.

Trong các loại thủy sản nuôi ở Việt Nam, con tôm được đặc biệt quan tâm vì có giá trị cao, có thể được nuôi công nghiệp, thâm canh, siêu thâm canh với qui

mô lớn và khả năng ứng dụng công nghệ cao. Xu thế của ngành thủy sản thế giới mang lại nhiều cơ hội cho ngành nuôi tôm Việt Nam

#### **1.1.3.2. Ngành nuôi tôm Việt Nam đang phát triển nhanh**

Sản lượng tôm sản xuất của Việt Nam có sự gia tăng nhanh chóng và triển vọng trở thành một ngành kinh tế quan trọng không chỉ phục vụ nhu cầu trong nước mà còn mang lại doanh thu xuất khẩu lớn. Năm 2017, xuất khẩu tôm của Việt Nam đạt 3,85 tỷ USD tăng 22,3 % so với năm 2016 với sản lượng 701.000 tấn, trên diện tích 721.000 ha, được xem là một kỳ tích. Đồng bằng Sông Cửu Long được mệnh danh là “vựa” thủy sản của cả nước với đóng góp gần 67% sản lượng nuôi trồng, 65% giá trị kim ngạch xuất khẩu, đưa Việt Nam đứng vào hàng thứ tư về nuôi tôm trên thế giới.

#### **1.1.3.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi tôm**

##### **❖ Những cơ hội lớn cho ngành nuôi tôm bao gồm:**

Ngành thủy sản nước ta đã mở rộng được đầu ra khi thâm nhập được hơn 160 thị trường trên thế giới. Thủy sản là một trong những ngành có cơ hội phát triển lớn khi Việt Nam ký kết các hiệp định thương mại với một số quốc gia (Hàn Quốc, Liên minh kinh tế Á – Âu, ...).

Hiện nay, mức tăng trưởng sản lượng tôm trên thế giới thấp hơn mức tăng trưởng của nhu cầu (sản lượng tôm dự báo tăng 4 – 5% trong khi nhu cầu dự báo tăng 7 – 8%). Cơ hội phát triển nuôi tôm là để đáp ứng sự thiếu hụt của thế giới khoảng 2 triệu tấn thủy sản vào năm 2020. Trong khi đó, xuất khẩu tôm của Việt Nam có xu hướng tăng, kim ngạch xuất khẩu tôm năm 2015 là 3 tỷ USD, năm 2016 là 3,1 tỷ USD và tăng đột phá ở năm 2017 với kim ngạch đạt 3,85 tỷ USD, năm 2018 là 3.55 tỷ USD, dự kiến năm 2019 là 4 tỷ USD và mục tiêu năm 2025 là 8,4 tỷ USD). Như vậy đây sẽ là cơ hội lớn cho ngành nuôi tôm Việt Nam.

Có thể tăng vượt bậc năng suất nuôi tôm nhờ ứng dụng công nghệ cao. Ví dụ: theo báo cáo của Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 2, năng suất nuôi tôm thẻ

chân trắng năm 2014 của Việt Nam trung bình là 3,62 tấn/ha/năm, nhưng có trang trại nuôi tôm siêu thâm canh ứng dụng công nghệ cao ở Bạc Liêu đạt năng suất 240 tấn/ha/năm. Tôm lớn có giá bán cao hơn khoảng 1,5 lần so với tôm nhỏ. Với diện tích nuôi trồng thủy sản là 1,1 triệu ha, trong đó có gần 100.000 ha nuôi tôm thẻ chân trắng, tăng diện tích nuôi trồng không được nhiều nên tăng mật độ nuôi để tăng năng suất và sản lượng tôm sẽ là hướng đi tất yếu.

#### **❖ Những hạn chế, bất cập, thách thức của ngành nuôi tôm**

Một số hạn chế, bất cập, thách thức của ngành nuôi tôm Việt Nam hiện nay như sau:

- Cơ sở hạ tầng kém phát triển.
- Chịu tác động nặng nề của biến đổi khí hậu.
- Thiếu điện, có nơi phải dùng cả điện sinh hoạt để nuôi tôm.
- Chưa áp dụng rộng rãi các tiêu chuẩn Việt Nam và quốc tế để phát triển bền vững.
- Quản lý chất lượng và an toàn thực phẩm còn hạn chế.
- Môi trường nước đầu vào để nuôi tôm ngày càng ô nhiễm do các chất thải công nghiệp và nông nghiệp chưa được xử lý. Độ mặn của nước đầu vào biến đổi thất thường do tác động của xâm nhập mặn và do lượng nước ngọt ngày càng giảm từ các đập thủy điện ngày càng nhiều ở thượng nguồn Sông Mê Kông.
- Dịch bệnh, năm 2012, cả nước có hơn 100 000 ha bị dịch bệnh (gần 15% diện tích nuôi tôm), trong đó Đồng bằng sông Cửu Long chiếm đa số. Thiếu nguồn tôm giống chất lượng cao, theo đó chỉ có 20% số cơ sở sản xuất tôm giống sử dụng nguồn tôm bố mẹ sạch bệnh.
- Sử dụng kháng sinh tràn lan nên gây nguy cơ kháng kháng sinh cho người dùng và bị hạn chế nhập khẩu vào các nước.

- Thiếu mô hình nuôi tôm mang lại hiệu quả kinh tế cao và bền vững. Tỷ lệ nuôi tôm thành công của Việt Nam chỉ đạt 33% - 35%, trong khi ở Indonesia, Ấn Độ, Thái Lan, ... tỷ lệ nuôi thành công tới 70% - 80%.
- Do đó, chi phí sản xuất cao.

Những hạn chế, bất cập, thách thức nêu trên cho thấy hệ thống nuôi tôm mở không còn phù hợp với ngành nuôi tôm Việt Nam do một số nhược điểm: không xử lý triệt để nước thải nuôi tôm trong khi ai cũng biết “nuôi tôm là nuôi nước”; phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu; nuôi trong ao có diện tích lớn (thể tích nước hàng ngàn mét khối) nên không kiểm soát và xử lý kịp thời trước những biến động của các thông số môi trường nước; sử dụng rất nhiều nước để thay nước cho các ao; không cách ly được khi có dịch bệnh xảy ra ở khu vực lân cận;...

## **1.2. Số hóa trong công, nông nghiệp**

### **1.2.1. Giới thiệu**

Số hoá trong công, nông nghiệp là một quá trình tất yếu trong nền sản xuất hiện đại và có tác động to lớn đến kinh tế và đời sống xã hội. Internet of Things (IoT) chính là điều kiện tiên quyết cho quá trình số hoá, gắn liền với một trong những xu hướng lớn nhất hiện nay trong lĩnh vực công nghiệp: Gia tăng các thiết bị, máy móc và sản phẩm gắn liền với tự động và mạng.

PLC là thiết bị điều khiển phổ biến trong các nhà máy hiện nay tại Việt Nam cũng như trên thế giới. Việc kết nối PLC với mạng internet, mà cụ thể là dịch vụ điện toán đám mây là con đường nhanh nhất và khả thi nhất cho quá trình số hoá diễn ra.

Các giao thức truyền thông phổ biến dùng cho lĩnh vực IoT hiện nay là:

MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

CoAP (Constrained Applications Protocol)

AMQP (Advanced Message Queue Protocol)

### **1.2.2. Xây dựng SCADA với điện toán đám mây**

SCADA dựa trên nền tảng đám mây đã làm giảm đáng kể chi phí liên quan đến một hệ thống SCADA truyền thống. Khi chuyển sang điện toán đám mây, các chi phí liên quan đến thay thế phần cứng đã lỗi thời như máy tính chạy Windows 7, Windows 10 sẽ không còn vì ứng dụng chạy trong môi trường ảo. Nhà cung cấp điện toán đám mây cập nhật phần cứng, và quá trình này không ảnh hưởng tới việc cài đặt đối với người dùng.

Chi phí phần cứng liên quan cũng có thể được thanh toán hàng tháng thay vì chi phí trả trước lớn ban đầu. Người sử dụng có thể mở rộng dung lượng lưu trữ khi cần và có thể thay thế mở rộng lưu trữ dữ liệu từng bước, mà không phải mua thêm phần cứng và phần mềm.

Việc sử dụng cơ sở hạ tầng điện toán đám mây trước đây thường cho phép triển khai và nâng cấp trong thời gian. Các nguồn tài nguyên máy tính có thể được thêm vào nhanh khi thêm các dự án SCADA được triển khai, hoặc nếu giải pháp không phù hợp hoặc không hoạt động có thể xóa tài nguyên.

Nhiều ứng dụng SCADA của nước và nước thải dựa vào việc giám sát từ xa các thiết bị quan trọng và xử lý thông qua trình duyệt web, điện thoại thông minh và các thiết bị di động khác. Sử dụng một giải pháp lưu trữ tự do với quyền truy cập được cung cấp bởi một ISP duy nhất có thể gây ra vấn đề nếu nhà cung cấp dịch vụ gặp phải sự gián đoạn. Điện toán đám mây cung cấp nhiều kết nối Internet, cung cấp độ tin cậy cao hơn và làm như vậy một cách hiệu quả về chi phí

### **1.2.3. Tìm hiểu về IOT**

#### **1.2.3.1. Giới thiệu về IOT**

IoT là thuật ngữ dùng để chỉ các đối tượng có thể được nhận biết cũng như chỉ sự tồn tại của chúng trong một kiến trúc mạng tính kết nối. Cụm từ này được đưa ra bởi Kevin Ashton vào năm 1999. Ông là một nhà khoa học đã sáng lập ra



Trung tâm Auto-ID ở đại học MIT. IoT sau đó cũng được dùng nhiều trong các bài báo của các hãng và nhà phân tích.

Tháng 6/2009, Ashton cho biết rằng hiện nay máy tính, Internet - gần như phụ thuộc hoàn toàn vào con người để chuyển tải dữ liệu. Gần như tất cả trong số 50 petabyte dữ liệu đang có trên Internet (2009) đều được ghi lại hoặc tạo ra bởi con người chúng ta, thông qua các cách thức như gõ chữ, nhấn nút, chụp ảnh, quét mã vạch...

Con người chính là nhân tố quyết định trong thế giới Internet hiện nay. Tuy nhiên con người lại có nhiều nhược điểm: chúng ta chỉ có thời gian hạn chế, khả năng tập trung và độ chính xác cũng ở mức thấp so với máy móc. Đây là một vấn đề lớn.

Máy tính có khả năng giúp con người thu thập tất cả những dữ liệu về mọi thứ xung quanh, chúng ta có thể theo dõi và đếm mọi thứ, giúp giảm hao phí, chi phí. Chúng ta sẽ biết chính xác khi nào các vật dụng cần phải sửa chữa, thay thế, khi nào chúng còn mới và khi nào thì chúng hết hạn sử dụng và có thể kiểm soát chúng mọi lúc mọi nơi. IoT có tiềm năng thay đổi thế giới, giống như cách mà Internet đã thay đổi cuộc sống hiện tại.

#### **1.2.3.2. Xu hướng và tính chất của The Internet of Things**

Sự thông minh và tự động trong điều khiển thực chất không phải là một phần trong ý tưởng về IoT. Các máy móc có thể dễ dàng nhận biết và phản hồi lại môi trường xung quanh. Gần đây người ta bắt đầu nghiên cứu kết hợp hai khái niệm IoT và autonomous control lại với nhau. Tương lai của IoT có thể là một mạng lưới các thực thể thông minh có khả năng tự tổ chức và hoạt động riêng lẻ tùy theo tình huống, môi trường, đồng thời chúng cũng có thể liên lạc với nhau để trao đổi thông tin, dữ liệu.

Việc tích hợp trí thông minh vào IoT còn có thể giúp các thiết bị, máy móc, phần mềm thu thập và phân tích các dấu vết điện tử của con người khi chúng ta

tương tác với những thứ thông minh, từ đó phát hiện ra các tri thức mới liên quan tới cuộc sống, môi trường, các mối tương tác xã hội cũng như hành vi con người.

Kiến trúc dựa trên sự kiện: Các thiết bị máy móc trong IoT sẽ phản hồi dựa theo các sự kiện diễn ra trong lúc chúng hoạt động theo thời gian thực. Một mạng lưới các cảm biến chính là một thành phần đơn giản của IoT.

Là một hệ thống phức tạp: IoT sẽ mang tính chất phức tạp bởi nó bao gồm một số lượng lớn các đường liên kết giữa những thiết bị, máy móc, dịch vụ với nhau, và còn có khả năng thêm vào các nhân tố mới.

Vấn đề không gian, thời gian: Trong IoT, vị trí địa lý chính xác của một vật nào đó là rất quan trọng. Hiện nay, Internet chủ yếu được sử dụng để quản lý thông tin được xử lý bởi con người.

Tuy nhiên, IoT về lý thuyết sẽ thu thập rất nhiều dữ liệu, trong đó có thể có những dữ liệu dư thừa và việc xử lý dữ liệu đó được xem như không hiệu quả. Ngoài ra, việc xử lý một khối lượng lớn dữ liệu trong thời gian ngắn đủ để đáp ứng cho hoạt động của các đối tượng cũng là một thách thức hiện nay.

### **1.3. Nông nghiệp chính xác**

#### **1.3.1. Giới thiệu nông nghiệp chính xác.**

Nông nghiệp chính xác là một khái niệm quản lý nông nghiệp dựa trên việc giám sát, đo lường và đáp ứng sự biến đổi trong và ngoài đồng ruộng, ao nuôi, trang trại.

Nông nghiệp chính xác là hệ thống sản xuất nông nghiệp nhằm đáp ứng chính xác yêu cầu của cây trồng, vật nuôi, thị trường, tránh lãng phí sử dụng phân bón, thuốc hóa học, thức ăn, qua đó góp phần bảo vệ môi trường, tiết kiệm năng lượng, giảm số lao động, chi phí, cuối cùng tăng lợi nhuận cho nông dân.

Nông nghiệp chính xác là một hình thức cải tiến sản xuất nông nghiệp bằng cách ứng dụng công nghệ hiện đại để tăng cao năng suất và giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường bằng cách sử dụng công nghệ thông tin để xử lý các dữ liệu có liên quan đến tình trạng vụ mùa, qua đó người nông dân có thể nắm bắt các thông tin và đưa ra các quyết định xử lý cần thiết, đúng thời điểm và chính xác. Tất cả các thao tác được máy móc thực hiện một cách tự động với tốc độ xử lý dữ liệu tối ưu, có độ tin cậy và tính ổn định cao.

### **1.3.2. Các thành phần của nông nghiệp chính xác**

Nông nghiệp chính xác có ba thành phần chính:

- Khối thu thập thông tin với quy mô và tần suất chính xác.
- Khối xử lý và diễn giải các dữ liệu thu thập được một cách chính xác.
- Khối thực hiện việc kiểm soát và quản lý đáp ứng với quy mô và thời gian chính xác

### **1.3.3. Ý nghĩa của nông nghiệp chính xác.**

Nông nghiệp chính xác mang lại hình ảnh người nông dân của thời đại cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, biết ứng dụng các công nghệ hiện đại vào quản lý trang trại của mình.

Về mặt kỹ thuật và kinh tế, chính xác ở đây có nghĩa là:

- Chính xác về giá trị bằng số của các yếu tố đầu vào: thông số môi trường nuôi trồng, thông số chất lượng nước, ...
- Chính xác về giá trị bằng số của các thông số quá trình, thông số công nghệ: lượng nước cần tưới, lượng phân cần bón, lượng thuốc cần xịt, lượng thức ăn/ lượng khoáng chất cần cung cấp, thời gian trồng/ nuôi, thời gian thu hoạch, thời gian vận chuyển, ...
- Chính xác về giá trị bằng số của các thông số vận hành thiết bị: tốc độ vòng quay, nhiệt độ, vận tốc, quãng đường di chuyển, phạm vi hoạt động, ...

- Chính xác về giá trị của các dữ liệu, thông tin được thu thập, xử lý, phân tích, dự báo.
- Chính xác về các giá trị đầu ra: năng suất, thông số đặc trưng của chất lượng, doanh thu, chi phí, giá trị gia tăng tạo ra, thông số an toàn và môi trường, ...

#### **1.3.4. Số hóa để tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp Việt Nam**

Chuyển đổi số không chỉ có thể và cần áp dụng cho công nghiệp mà còn có thể áp dụng cho nông nghiệp Việt Nam. Đối với nông nghiệp, có thể số hóa:

- Các yếu tố đầu vào trong sản xuất nông nghiệp.
- Các thông số của quá trình sản xuất và vận hành.
- Các yếu tố đầu ra: năng suất, tổng doanh thu (doanh thu + doanh thu gia tăng từ chế biến bán thành phẩm, xử lý chất thải), tổng chi phí, tổng lợi nhuận, thông số an toàn và môi trường.

Giải pháp tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp là đo lường, giám sát và điều khiển (duy trì, điều chỉnh) các yếu tố đầu vào và các thông số của quá trình sản xuất đảm bảo luôn đạt yêu cầu nhằm đạt các giá trị đầu ra tốt nhất.

Nghiên cứu, phát triển và ứng dụng rộng rãi các công nghệ của nông nghiệp chính xác một cách hiệu quả và tiến đến nuôi tôm chính xác trong điều kiện Việt Nam là hướng đi tất yếu.

#### **1.3.5. Nuôi tôm chính xác**

Nuôi tôm chính xác kế thừa các nội dung của nông nghiệp chính xác, sử dụng các công nghệ của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Internet, Di động, Dữ liệu lớn, M2M và cảm biến, Điện toán đám mây, Khoa học phân tích, Robot, Trí tuệ nhân tạo, ...) để giám sát và điều khiển:

- Tất cả giai đoạn sinh trưởng và phát triển của tôm một cách chính xác và được số hóa.

Nuôi tôm chính xác cần quan tâm:

- Quan sát và giám sát tôm vì chúng luôn thể hiện các hành động khác nhau theo từng thời điểm.

- Khả năng nhận biết và đáp ứng các nhu cầu sinh lý của tôm nhằm đảm bảo tôm sinh trưởng và phát triển tốt nhất, vì tôm không chỉ có nhu cầu sống mà còn có nhu cầu thể hiện bản năng của chúng.

Nuôi tôm chính xác cần đảm bảo:

- Các thay đổi tức thời của tôm phải được đo bằng hệ thống cảm biến.

- Có thể dự đoán sự thay đổi tình trạng của tôm thông qua số liệu thu được từ hệ thống cảm biến.

- Có thể giám sát và điều khiển trực tiếp từ xa.

Nuôi tôm chính xác cần có một nền tảng công nghệ nuôi tôm phù hợp, đó chính là hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn.

Một số ứng dụng điển hình của nuôi tôm chính xác

- Giám sát số lượng và sinh khối tôm
- Cho ăn chính xác
- Robot
- Chuỗi khối
- Giám sát môi trường nước nuôi tôm

#### **1.3.6. Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm**

Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm sử dụng công nghệ cảm biến, Internet, công nghệ dữ liệu và thiết bị di động để giám sát các chỉ tiêu môi trường nước nuôi thủy sản.

Đối với giám sát môi trường nước nuôi tôm, những chỉ tiêu môi trường nước nuôi tôm biến đổi nhanh (thay đổi liên tục trong ngày) như: nồng độ oxy

hòa tan; nhiệt độ; độ pH; Những chỉ tiêu này nhất thiết cần được theo dõi, giám sát suốt ngày đêm nên phải giám sát tự động và trực tuyến. Ngoài ra, một số chỉ tiêu khác như: TAN,  $\text{NH}_3$ , nitrit,  $\text{H}_2\text{S}$ , độ kiềm, độ mặn, nồng độ khoáng chất, nồng độ nitrat, nồng độ photpho, mật độ vi khuẩn, mật độ tảo, ... có tốc độ biến đổi không nhanh, có thể được thực hiện giám sát bằng dụng cụ đo hay máy đo cầm tay, định kỳ, rồi nhập vào thiết bị di động, để giảm chi phí đầu tư cho hệ thống giám sát.

#### **1.4. Tình hình nghiên cứu lĩnh vực quan trắc môi trường nước nuôi tôm.**

Chất lượng nước là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo các loài thủy sản sinh trưởng tốt và giảm dịch bệnh. Nhiều chỉ tiêu về chất lượng nước biến động liên tục trong ngày (nhiệt độ, pH, nồng độ ô xy hòa tan...) và khi chúng vượt ra ngoài ngưỡng cho phép sẽ khiến thủy sản chết ngay hay nếu không chết thì cũng không tăng trưởng bình thường được nữa.

Hệ thống quan trắc môi trường nước trong nuôi thủy sản đã được nghiên cứu và ứng dụng tại một số nơi trên thế giới, giúp giám sát liên tục chất lượng nước để không chỉ tạo môi trường lành mạnh cho thủy sản phát triển, giúp gia tăng năng suất nhờ tăng mật độ nuôi trồng và giảm chi phí trực tiếp là chi phí điện năng.

#### **Trên thế giới**

Bài báo [17] mô tả một hệ thống giám sát chất lượng nước trực tuyến cho nuôi cá thâm canh ở Trung Quốc, kết hợp công nghệ nhúng webserver với công nghệ viễn thông di động. Dựa trên dữ liệu lịch sử, hệ thống này được thiết kế để dự báo chất lượng nước với các mạng thần kinh nhân tạo và kiểm soát chất lượng nước vừa đúng lúc để giảm thiệt hại nặng nề. Mô hình dự báo nồng độ oxy hòa tan trước nửa giờ đã được đánh giá với các dữ liệu thực nghiệm. Các kết quả cho

thấy giám sát thông tin chất lượng nước trực tuyến, nhiều tham số ở khoảng cách xa có thể đạt độ chính xác chấp nhận được.

Báo cáo [18] giới thiệu kết quả nghiên cứu sử dụng công nghệ cảm biến không dây, công nghệ tính toán nhúng, công nghệ MEMS, công nghệ xử lý thông tin và công nghệ truyền thông không dây để xây dựng hệ thống mạng cảm biến không dây. Đây là hệ thống số, động, nối mạng, thông minh theo thời gian thực nhằm giám sát chất lượng nước nuôi trồng thủy sản. Hệ thống có thể phát hiện sai lệch các chỉ số (nhiệt độ, pH, DO, độ trong, ammonia, ...) theo thời gian thực và xây dựng cơ sở dữ liệu lịch sử của các chỉ số giám sát môi trường thủy sản. Hệ thống có thể thu thập dữ liệu giám sát tại chỗ hoặc từ xa và thực hiện hiển thị, phân tích động, theo thời gian thực. Nhờ vậy có thể cải thiện quá trình nuôi trồng, sử dụng nguồn nước, chất lượng môi trường nuôi trồng và giảm thiểu phát thải các chất gây ô nhiễm.

Báo cáo [19] giới thiệu một hệ thống tự động phát hiện lỗi của các thiết bị giám sát chất lượng nước dùng trong nuôi trồng thủy sản. Hệ thống này có thể phát hiện toàn bộ các thành phần như nền tảng, cổng nối, WSN, cảm biến, bộ tác động. Thông qua mạng cảm biến không dây, các dữ liệu được gửi đến máy chủ từ xa. Người nông dân có thể kiểm tra tình trạng của ao nuôi miễn là có sẵn internet. Nếu hệ thống giám sát bị lỗi, người dùng sẽ được báo động.

Bài báo [20] giới thiệu một hệ thống giám sát nuôi trồng thủy sản, đo các thông số (nhiệt độ, độ ẩm, pH) và truyền các giá trị đến bộ điều khiển ARM7 để được đọc và so sánh với các điểm cài đặt. Nếu các giá trị này vượt quá các điểm cài đặt tương ứng thì bộ điều khiển này sẽ hiển thị tin báo lỗi trên màn hình LCD cùng với báo động bằng âm thanh. Hệ thống dùng mô đun truyền thông không dây ZigBee.

Bài báo [21] giới thiệu việc thiết kế và thực hiện một hệ thống quản lý và giám sát theo thời gian thực các thông số trên cơ sở các cảm biến chất lượng nước, mạng cảm biến không dây và công nghệ quản lý thông tin. Hệ thống này có thể

giám sát các thông số chất lượng nước theo thời gian thực và điều khiển tự động (hoặc thủ công) thiết bị nuôi trồng thủy sản theo định thì, ngưỡng cài đặt hoặc dịch vụ nhắn tin di động. Ngoài ra, tùy theo đối tượng nuôi trồng thủy sản khác nhau, hệ thống cung cấp dịch vụ thông tin một cửa như cảnh báo và chẩn đoán bệnh thủy sản, cho ăn, v.v... Các ứng dụng khác nhau ở Trung Quốc đã chứng minh hệ thống có thể nâng cao một cách hiệu quả mức độ tin học hóa nuôi trồng thủy sản thâm canh và thực hiện toàn bộ quá trình quản lý thông tin nuôi trồng thủy sản.

### **Tại Việt Nam**

Công trình [153] và [154] của các tác giả thuộc Viện khoa học thủy lợi Việt Nam trình bày về hệ thống kiểm soát từ xa chất lượng nước ao nuôi phục vụ nuôi trồng thủy sản theo hướng công nghiệp tự động gửi số liệu chất lượng nước của ao nuôi về trung tâm điều hành qua mạng di động thông qua dịch vụ GPRS hoặc qua sóng vô tuyến. Hệ thống nhận lệnh điều khiển từ trung tâm qua mạng di động thông qua dịch vụ GPRS hoặc qua sóng vô tuyến để điều khiển cấp nước cho ao nuôi theo yêu cầu về chất lượng nước. Công nghệ được hình thành từ 2 sản phẩm: Thiết bị kiểm soát từ xa lượng nước phân phối trên hệ thống kênh tưới và thiết bị đo độ mặn.

Công trình [155] của Viện nghiên cứu điện tử, tin học và tự động hóa (VIELINA) nghiên cứu về hệ SCADA phục vụ quan trắc và điều khiển môi trường nuôi trồng thủy sản phục vụ xuất khẩu, với các cảm biến nhập khẩu từ nước ngoài, các thiết bị điện tử tự chế tạo.

Công trình [156] của VIELINA đã hoàn thiện công nghệ chế tạo ra các hệ thống quan trắc cảnh báo môi trường phục vụ các khu nuôi trồng thủy sản tập trung quy mô nuôi trồng công nghiệp.

Công trình [157] của VIELINA đã xây dựng một hệ thống quan trắc, quản lý môi trường nước hoàn chỉnh diện rộng qua mạng internet và các chuẩn truyền



thông công nghiệp quốc tế, từ đó đề xuất phương án hút mẫu từ xa để quan trắc môi trường nước.

Đề tài [158] thực hiện năm 2009 sử dụng 5 cảm biến đo pH, DO, độ mặn, độ đục, nhiệt độ thông dụng. Tín hiệu analog được truyền đến bộ chuyển đổi ADC 0809 kết nối với bộ vi khiển 8951, kết quả đo hiển thị trên màn hình LCD, cảnh báo bằng đèn LED 3 màu trên tủ điều khiển và giao tiếp với máy tính qua cổng RS232.

Đề tài [159] thực hiện năm 2014 của Công ty CP Viện máy và dụng cụ công nghiệp (IMI) sử dụng 3 đầu đo pH, ORP, nhiệt độ thông dụng. Tín hiệu analog được truyền đến bộ chuyển đổi A/D 10 bit của bộ vi điều khiển PIC 18F4550 để tính toán và hiển thị các thông số. Module truyền thông GSM sử dụng SIM900 có vai trò kết nối hệ thống điều khiển từ xa với các thiết bị cầm tay như điện thoại di động, sử dụng tin nhắn SMS để trao đổi thông tin. Các tác giả đã vận hành thử hệ thống để đo 3 thông số nước và điều khiển bơm nước, guồng nước tại ao nuôi tôm ở Ninh Bình.

Công trình nghiên cứu của Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh năm 2015 [161], hệ thống đang được Trung tâm Nghiên cứu và thiết kế vi mạch (ICDREC), Khu Nông nghiệp công nghệ cao (AHTP) và Công ty Mimosa Tek triển khai. Giải pháp thiết kế theo hướng đặt trực tiếp các cảm biến xuống hồ đo pH và nồng độ ô xy hòa tan (DO). Nghiên cứu này đang ở giai đoạn thử nghiệm.

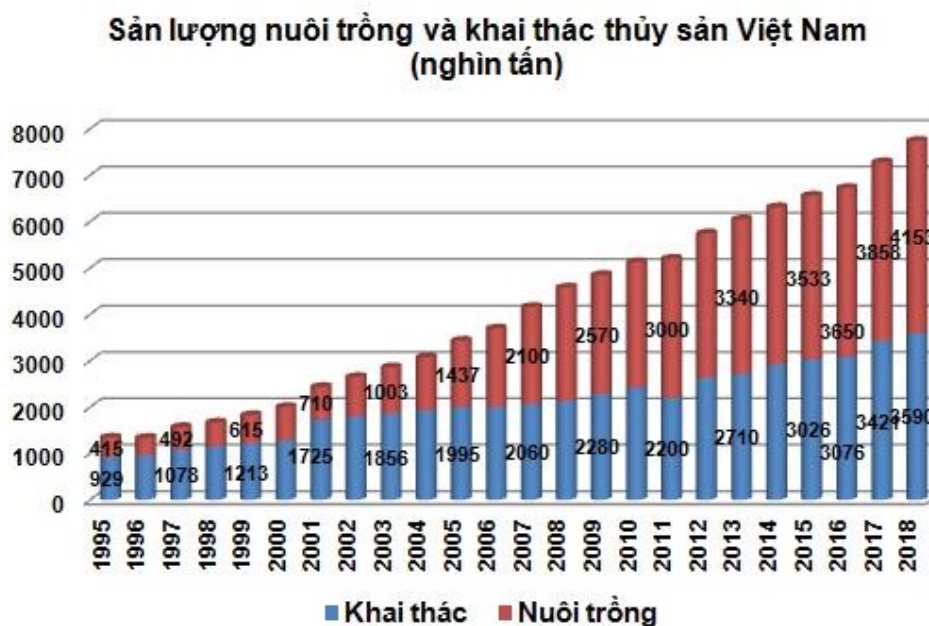
### **1.5. Những điểm hạn chế**

Hầu hết các hệ thống quan trắc môi trường hiện nay đều vận hành theo phương thức đặt tất cả cảm biến ngay tại vị trí cần đo ở ao nuôi sau đó truyền các kết quả đo về qua mạng có dây hay không dây. Phương pháp này là tốt cho việc giám sát môi trường nói chung, nhưng để áp dụng cho việc nuôi tôm thì không khả thi về mặt kinh tế do chi phí đầu tư (đặc biệt chi phí cảm biến) quá cao.

- Việc lắp đặt các cảm biến ngoài ao còn có nhược điểm là rất khó bảo quản, vệ sinh, hiệu chỉnh và bảo trì.
- Chưa có hệ thống giám sát tất cả 8 tiêu chí chất lượng nước.

### 1.6. Sự cần thiết của đề tài

Theo VASEP, Tổng diện tích nuôi trồng thủy sản năm 2018 ước đạt 1,3 triệu ha, trong đó 743 nghìn ha diện tích nuôi tôm. Nước ta được đánh giá là một trong những quốc gia có diện tích nuôi tôm lớn trên thế giới. Tuy nhiên, trong bối cảnh bất lợi về thời tiết, nắng nóng kéo dài, xâm nhập mặn, mưa trái mùa, nguồn nước cấp bị ô nhiễm (nhiều thông số môi trường tại các điểm quan trắc đầu nguồn nước cấp đều vượt ngưỡng cho phép) làm cho dịch bệnh như đốm trắng, hoại tử gan tụy, đường ruột, phân trắng, vi bào tử trùng...phát triển, gây chết tôm nuôi, giảm sản lượng tôm thu hoạch và gây thiệt hại cho người nuôi.



Hình 1.1 Sản lượng nuôi trồng và khai thác thủy sản Việt Nam (nghìn tấn)

Vì thế cần phải có các giải pháp giúp ngành tôm Việt Nam phát triển bền vững, giảm dịch bệnh và giảm ô nhiễm môi trường. Một trong những ứng dụng giúp giải quyết vấn đề này là hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm.

### **1.7. Mục tiêu của đề tài**

Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị đo độ kiềm để có các biện pháp can thiệp kịp thời và theo dõi mọi lúc mọi nơi chỉ số độ kiềm của môi trường ao nuôi tôm giúp chúng phòng tránh được dịch bệnh, đảm bảo một vụ mùa mới thắng lợi.

### **1.8. Phạm vi nghiên cứu của đề tài**

Trong nội dung và phạm vi giới hạn của đề tài liên quan đến thiết bị đo độ kiềm từ các ao, hồ nuôi trồng thủy sản để kiểm soát các chỉ tiêu nước nằm trong giới hạn cho phép và có biện pháp xử lý kịp thời khi có sự thay đổi bất chợt của độ kiềm, do đó có thể tránh được bệnh tật cho các loài thủy sản, tăng lợi nhuận.

Quá trình giám sát được thực hiện ở những vị trí định trước trong hồ, đảm bảo các yếu tố giám sát luôn trong khoảng thích hợp và có giải pháp điều chỉnh khi những yếu tố vượt ngưỡng giới hạn cho phép.

### **1.9. Phương pháp nghiên cứu**

*Áp dụng phương pháp thiết kế ngược:* trên cơ sở tham khảo các công nghệ, kỹ thuật và các mẫu máy đang được sử dụng trong nước và trên thế giới, nghiên cứu đã tổng hợp lại các ưu điểm để từ đó đưa ra thiết kế hợp lý nhất.

*Áp dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết:* Bằng phương pháp tiếp cận hệ thống có sẵn tại địa phương nghiên cứu (Cần Giờ) và kế thừa các thành tựu nghiên cứu lý thuyết để rút ra thời gian nghiên cứu và tiết kiệm về chi phí vật chất.

*Nghiên cứu lý thuyết quy hoạch thực nghiệm* để thiết kế xây dựng cơ sở tiến hành thực nghiệm sau khi máy, thiết bị đã hoàn thành.

### **1.10. Kết luận chương 1**

Qua bối cảnh của ngành thủy hải sản trên thế giới và ở Việt Nam, nhu cầu thủy hải sản ngày càng tăng. Ngành nuôi trồng đang giữ vai trò quan trọng và là xu

hướng của ngành thủy sản nói chung và nuôi tôm nói riêng. Tuy nhiên chất lượng của thủy sản đang là thách thức của người nuôi tôm. Việc ứng dụng công nghệ vào quản lý môi trường nước nuôi tôm là cần thiết.

Công nghệ số đang phát triển và ứng dụng công nghệ số là xu hướng tất yếu của ngành thủy sản. Để đảm bảo được môi trường nước cho tôm cần phải giám sát chất lượng nước.

Trên thế giới, các nghiên cứu và ứng dụng hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm hiện nay chủ yếu dùng mạng có dây hoặc không dây giám sát tự động các thông số: nhiệt độ, pH, độ mặn, độ đục, nồng độ ô xy hòa tan. Các thông số khác như: độ kiềm,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  được giám sát off-line một đến hai lần mỗi tuần. Một số dự án đã bắt đầu sử dụng Internet và mạng di động trong vận hành.

Ở Việt Nam những công trình nghiên cứu có liên quan đến hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm ở Việt Nam chủ yếu dùng mạng cáp giám sát 5 tiêu chí chất lượng nước: pH, DO, độ mặn, độ đục, nhiệt độ, chưa sử dụng công nghệ Internet và di động; còn dùng mạng không dây chỉ mới giám sát 2 tiêu chí chất lượng nước là pH và DO.

Như vậy giám sát chất lượng nước (quan trắc môi trường nước) là yêu cầu tất yếu và cho thấy tính cấp thiết của đề tài. Các chỉ tiêu và yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc môi trường nước được trình bày ở chương 2.

## **Chương 2. XÁC ĐỊNH CÁC YÊU CẦU VỀ CHỨC NĂNG VÀ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG QUAN TRẮC**

Chương 2 xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống thiết bị quan trắc môi trường nước nuôi tôm. Đưa ra các yêu cầu của hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm tại Việt Nam riêng cũng như thế giới nói chung, từ đó xác định phương án thiết kế cấu hình của hệ thống quan trắc.

### **2.1. Giới thiệu**

Chất lượng nước là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo các loài thủy sản sinh trưởng tốt và giảm dịch bệnh. Nhiều chỉ tiêu về chất lượng nước biến động liên tục trong ngày (nhiệt độ, pH, nồng độ ô xy hòa tan...) và khi chúng vượt ra ngoài ngưỡng cho phép sẽ khiến thủy sản chết ngay hay nếu không chết thì cũng không tăng trưởng bình thường được nữa.

Đối với ngành thủy sản nói chung và ngành nuôi tôm nói riêng thì việc giám sát, theo dõi những biến động bất thường của các thông số về môi trường chất lượng nước như: nhiệt độ, pH, độ kiềm, độ cứng, ... là những yếu tố quyết định trực tiếp đến năng suất và chất lượng của tôm. Điều đó đòi hỏi có các hệ thống quan trắc tự động và xử lý môi trường ao nuôi tôm tiến tiến, để có thể biết được những thay đổi bất lợi đến sức khỏe của tôm. Qua đó có những biện pháp kịp thời xử lý tránh những hậu quả ảnh hưởng đến năng suất sau này.

Hệ thống quan trắc và xử lý nước nuôi tôm sẽ giúp cho người nuôi nắm bắt được các thông số môi trường nuôi vào bất kỳ thời điểm nào trong ngày thông qua các thiết bị di động thông minh một cách nhanh chóng và kịp thời mà không cần phải có mặt tại khu vực nuôi trồng. Từ đó mang lại hiệu quả rõ rệt trong công tác xử lý và khắc phục sự cố một cách kịp thời, đồng thời tăng năng suất, bảo đảm an toàn thực phẩm, giảm sử dụng các hóa chất kháng sinh cấm vào quá trình nuôi.

## 2.2. Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm

8 yếu tố cần giám sát trong môi trường ao nuôi tôm được mô tả trong bảng 2.1.

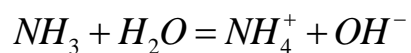
Bảng 2.1 Môi trường nước ao nuôi tôm đảm bảo các chỉ tiêu

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Mức tối ưu	Giới hạn cho phép
1	NH <sub>3</sub>	mg/l	< 0,1	< 0,3
2	H <sub>2</sub> S	mg/l	< 0,03	< 0,05
3	pH		7,5 – 8,5 8,0 – 8,3	7 ÷ 9, dao động trong ngày không quá 0,5
4	Nhiệt độ	°C	20 – 30	18 – 33
5	Độ mặn	‰	10 – 25	5 – 35
6	Ôxy hoà tan (DO)	mg/l	> 4	≥ 3,5
7	Độ trong	cm	30 – 35	20 – 50
8	Độ kiềm	mg/l	80 – 120	60 – 180

### 2.2.1. Amonia NH<sub>3</sub>

Khái niệm

Ammoniac NH<sub>3</sub> được hình thành trong ao do sự phân hủy protein trong thức ăn thừa và xác chết thủy sinh vật và chất thải của tôm, cá bởi vi khuẩn. Ammonia là chất khí nhưng rất dễ hòa tan vào nước.



Do đó trong môi trường nước ammonia ở hai dạng: ammonium  $\text{NH}_4^+$  (ion hóa) hay ammonia  $\text{NH}_3$  (không ion hóa). Tỷ lệ ammonia không ion hóa có trong nước phụ thuộc vào pH và nhiệt độ theo mối quan hệ tỷ lệ thuận.

### **Tác động**

$\text{NH}_3$  là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ sống, sinh trưởng đối với thủy sinh vật. Tác dụng độc hại của  $\text{NH}_3$  đối với cá là khi hàm lượng  $\text{NH}_3$  trong nước cao, cá khó được bài tiết  $\text{NH}_3$  từ máu ra môi trường ngoài.  $\text{NH}_3$  trong máu và các mô tăng làm pH máu tăng dẫn đến rối loạn những phản ứng xúc tác của enzyme và độ bền vững của màng tế bào, làm thay đổi độ thẩm thấu của màng tế bào đưa đến cá chết vì không điều khiển được quá trình trao đổi muối giữa cơ thể và môi trường ngoài. Độ độc của  $\text{NH}_3$  đối với một số loài giáp xác cũng đã được nghiên cứu, ở nồng độ 0,09 mg/l  $\text{NH}_3$  làm giảm sự sinh trưởng của tôm càng xanh, ở nồng độ 0,45 mg/l làm giảm 50% sự sinh trưởng của các loài tôm.

Ở hàm lượng dưới mức gây chết,  $\text{NH}_3$  cũng có ảnh hưởng xấu đến thủy sinh vật:

- Nó gia tăng tính miễn cảm của động vật đối với những điều kiện không thuận lợi của môi trường như sự dao động của nhiệt độ, thiếu oxy.
- Ức chế sự sinh trưởng bình thường.
- Giảm khả năng sinh sản, giảm khả năng chống bệnh

Hàm lượng  $\text{NH}_3$  và  $\text{NO}_2$  cao trong môi trường nước gây độc trên tôm nuôi, biểu hiện rõ nhất là tôm chậm tăng trưởng, giảm ăn, nổi đầu, chết dần hàng ngày, nếu tình trạng kéo dài tôm sẽ giảm sức đề kháng.

### **2.2.2. Hydrosulfua ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

#### **Khái niệm**

Hydro sunfua là loại khí tan trong nước có mùi trứng thối. Trong điều kiện yếm khí, có hai dạng sunfua trong nước:  $\text{HS}^-$  và  $\text{S}^{2-}$ . Các ion  $\text{HS}^-$  và  $\text{S}^{2-}$  có mặt

trong nước với hàm lượng lớn khi  $\text{pH} > 10$ . Trong đó chỉ có dạng khí  $\text{H}_2\text{S}$  là chất độc.

Ở nhiệt độ  $24\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 5$  thì 99,1%  $\text{H}_2\text{S}$  ở dạng khí gây độc;  $\text{pH} = 8$  thì chỉ có 8%  $\text{H}_2\text{S}$  ở dạng khí gây độc.

Khí  $\text{H}_2\text{S}$  được hình thành trong các ao nuôi tôm, cá là do quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh hoặc quá trình phản sunphat hóa với sự tham gia của các vi khuẩn yếm khí.

### **Tác động**

Trước hết,  $\text{H}_2\text{S}$  sẽ cản trở tôm sử dụng oxy trong ao. Do vậy, nếu tôm tiếp xúc với  $\text{H}_2\text{S}$  trong thời gian ngắn sẽ làm tôm suy yếu, hoạt động chậm chạp và dễ nhiễm bệnh. Hoặc cũng trong thời gian ngắn, nhưng tôm nuôi tiếp xúc với lượng lớn  $\text{H}_2\text{S}$  sẽ xảy ra hiện tượng chết hàng loạt. Vì các mô mềm như mang, ruột, thành dạ dày và gan tụy của tôm đều bị tổn thương.  $\text{H}_2\text{S}$  cũng làm cho tôm bị stress, giảm sức đề kháng và tăng nguy cơ nhiễm bệnh.

- Gây thối nước ở nồng độ cao.
- Giảm sự sinh sản của tôm, cá dù ở một lượng rất nhỏ nhưng nếu hiện diện trong một thời gian liên tục.
- Độc tính của  $\text{H}_2\text{S}$  gây kìm hãm quá trình trao đổi chất của tế bào, giảm oxy trong máu.

Mức độ gây hại của  $\text{H}_2\text{S}$ :

- Giảm tăng trưởng khi hàm lượng  $\text{H}_2\text{S}$  trong ao nuôi là 0,003 – 0,011 mg/l.
- Gây chết 0,8 mg/l đối với cá bột ở  $\text{pH}$  6,8; nhiệt độ  $25 - 30\text{ }^\circ\text{C}$ ; 1,0 mg/l đối với cá bột ở  $\text{pH}$  7,0; nhiệt độ  $25 - 30\text{ }^\circ\text{C}$ ; 1,3 mg/l đối với cá giống; 1,4 mg/l đối với cá trưởng thành.
- Ngưỡng  $\text{H}_2\text{S}$  an toàn cho tôm sú là 0,033 mg/l và trên cá là 0,002 mg/l. Đối với tôm post thẻ chân trắng (cảm nhiễm  $\text{LC}_{50}$  trong 48 giờ) thì



ngưỡng  $\text{H}_2\text{S}$  an toàn lên đến 0,0087 mg/l và đối với tôm thẻ nhỏ thì ngưỡng chịu đựng lên đến 0,0185 mg/l.

Tôm sú thường sống tập trung ở đáy ao. Đây là nguyên nhân khiến tôm bị stress (sốc) và yếu, dễ bị cảm nhiễm vi khuẩn *Vibrio*, hoặc nghiêm trọng hơn là tôm sẽ bị chết do  $\text{H}_2\text{S}$  (hội chứng thối trắng nuôi đầu).

Khi hàm lượng  $\text{H}_2\text{S}$  nhiều, ao sẽ xuất hiện những bọt bong bóng lâu tan nổi trên mặt nước. Nền đáy chuyển màu đen và có mùi thối. Thỉnh thoảng tôm giảm ăn mạnh vào buổi sáng, tôm chết rải rác, kiểm tra tôm, vỏ có màu sẫm, hồng hoặc đen.

Bảng 2.2 Độc tính của  $\text{H}_2\text{S}$  với các loại khí độc khác

Chất khí	Hàm lượng (mg/l)	Mức độ gây độc (X lần)
$\text{H}_2\text{S}$	0,02	1000
$\text{NH}_3$	2	100
$\text{NO}_2$	20	1

### 2.2.3. Độ pH

Khái niệm.

pH (potential hydrogenii) được định nghĩa là  $-\log$  của nồng độ ion  $\text{H}^+$  có trong nước ( $[\text{H}^+]$ ). pH là chỉ số đo đặc trưng về độ axit hoặc độ kiềm của nước. pH thấp chứa nhiều axit và pH cao chứa nhiều kiềm và pH = 7 được gọi là trung tính. Trong vùng có pH rất cao hay rất thấp, các loại thủy động vật không sống được.

pH là một trong những nhân tố môi trường có ảnh hưởng rất lớn trực tiếp và gián tiếp đối với đời sống thủy sinh vật như: sinh trưởng, tỉ lệ sống, sinh sản và dinh dưỡng. pH thích hợp cho thủy sinh vật là 6,5 - 9. Khi pH môi trường quá cao hay quá thấp đều không thuận lợi cho quá trình phát triển của thủy sinh vật. Tác động chủ yếu của pH khi quá cao hay quá thấp là làm thay đổi độ thẩm thấu của

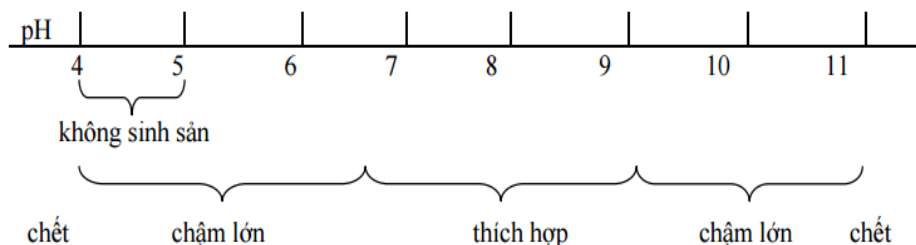
màng tế bào dẫn đến làm rối loạn quá trình trao đổi muối - nước giữa cơ thể và môi trường ngoài.

### Tác động

Ảnh hưởng của pH đến tôm, cá trong ao: pH < 5 sẽ làm giảm khả năng vận chuyển oxy của hemoglobin, mang tiết ra nhiều chất nhầy, da và phần ngoài cơ thể tiết ra nhiều nhớt, một số vùng trên da trở nên đỏ.

Giảm khả năng đề kháng của cá, tôm đối với bệnh, nhất là bệnh vi khuẩn.

Ảnh hưởng mang tính chất sinh lý của pH đối với tôm, cá nuôi là duy trì sự cân bằng pH của máu trong cơ thể. Khi pH giảm xuống thấp (pH < 5) sẽ làm giảm khả năng vận chuyển oxy của hemoglobin, hậu quả là mang tiết ra nhiều chất nhầy, da và phần ngoài cơ thể tiết ra nhiều nhớt, một số vùng da trở nên đỏ, đồng thời làm giảm khả năng đề kháng của cá, tôm đối với bệnh, nhất là bệnh vi khuẩn. Khi pH tăng cao (pH > 9) sẽ làm cho các tế bào ở mang và các mô của tôm bị phá hủy.



Hình 2.1 Ảnh hưởng của pH đến mức độ sinh sống.

#### 2.2.4. Độ mặn

##### Khái niệm

Hàm lượng tổng cộng của các chất rắn vô cơ hòa tan (tính theo gam, trong điều kiện chân không) có trong 1 kg nước biển (cũng ở trong điều kiện chân không) ở điều kiện tất cả cacbonat  $\text{CO}_3^{2-}$  chuyển sang oxit, số đương lượng của ion  $\text{Br}^-$  và  $\text{I}^-$  được thay thế bằng số đương lượng ion  $\text{Cl}^-$ , tất cả các chất hữu cơ bị

oxy hóa, phần bã được sấy khô ở 480 °C đến trọng lượng không đổi, được gọi là độ mặn.

#### **2.2.5. Độ kiềm**

##### **Khái niệm**

Độ kiềm là số đo khả năng trung hòa acid của nước. Độ kiềm của nước tự nhiên do muối của các acid yếu gây nên, mặc dù các chất kiềm yếu và kiềm mạnh cũng có thể gây ra độ kiềm.

Độ kiềm của nước là khả năng thu nhận acid ( $H^+$ ) của nước do sự có mặt của các bazơ trong đó. Khi đưa acid vào nước, pH của nước giảm, mức độ giảm pH của nước phụ thuộc vào loại và nồng độ bazơ trong nước.

Độ kiềm trong nước ít có tác động trực tiếp đến đời sống của các loài thủy động vật mà tác động lên các yếu tố có liên quan và ảnh hưởng trực tiếp hơn cũng như ảnh hưởng đến trạng thái của ao hồ, ví dụ sự phát triển của thủy thực vật (tảo). Yếu tố tác động gián tiếp chính có thể kể ra là: ảnh hưởng tới pH, ảnh hưởng tới sinh trưởng của thủy thực vật và đặc tính của kim loại nặng trong nước.

#### **2.2.6. Nhiệt độ**

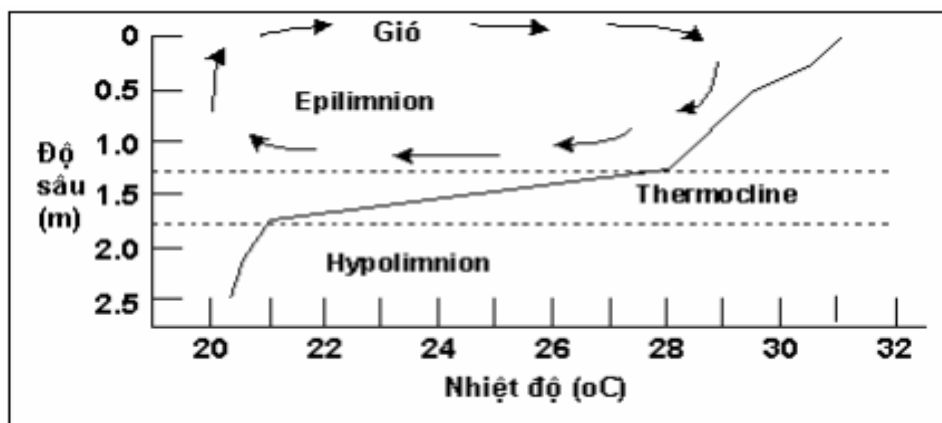
##### **Khái niệm**

Nhiệt độ là đại lượng biểu thị trạng thái nhiệt của nước. Nước trong ao nuôi được cung cấp nhiệt từ các nguồn: bức xạ nhiệt của mặt trời, sự tỏa nhiệt từ đất, từ các phản ứng hóa học và từ sự phân hủy các chất hữu cơ trong nước và nền đáy ao.

##### **Quy luật biến động**

- Biến động theo mùa, biến động theo ngày.
- Buổi sáng nhiệt độ thấp nhất: thời gian từ 2 – 5 h.
- Buổi chiều nhiệt độ cao nhất: thời gian từ 14 – 16 h.
- Nhiệt độ trung bình: thời gian 10 h.

Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ. Trong ao hồ có khả năng xảy ra sự phân tầng nhiệt độ bởi vì năng lượng được hấp thu nhanh ở bề mặt nước và tầng nước ấm phía trên nhẹ hơn tầng nước lạnh phía dưới. Do sự phân bố nhiệt độ khác nhau ở các độ sâu khác nhau và sự tác động của gió chỉ có ảnh hưởng trên bề mặt, một ao hồ có khả năng phân chia thành ba tầng nhiệt độ khác nhau.



Hình 2.2 Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ.

### Tác động

Nhiệt độ ảnh hưởng tăng trưởng, trao đổi chất, sức ăn, khả năng kháng bệnh, sinh sản, tỷ lệ sống của các loài thủy sinh vật và còn ảnh hưởng đến độ hòa tan của các chất khí có trong nước, năng suất sinh học sơ cấp, độ độc của một số hợp chất trong nước.

Tôm, cá có thể chịu đựng sự thay đổi nhiệt độ 0,2 °C/phút, nhưng khi nhiệt độ thay đổi đột ngột 3 hay 4 °C hoặc vượt quá giới hạn thích ứng sẽ gây sốc, thậm chí làm tôm, cá chết. Nhiệt độ tối ưu trong nuôi tôm sú 28 – 30 °C, nhiệt độ thích hợp cho tôm thẻ 25 -30 °C.

### Khoảng nhiệt độ thích hợp

Là khoảng nhiệt độ nơi mà các động vật có thể sống sót, tăng trưởng. Nhiệt độ trên hoặc dưới khoảng nhiệt độ này sẽ dẫn đến tử vong ở cá/tôm.

Bảng 2.3 Nhiệt độ tối ưu và ngưỡng nhiệt độ gây chết của loài thủy sản.

Loài	Nhiệt độ tối ưu (°C)	Ngưỡng nhiệt độ gây chết	
		Ngưỡng thấp (°C)	Ngưỡng cao (°C)
Cá chép	23 – 27	0 – 10	31 – 36
Cá tra	26 – 30	0 – 10	35 – 40
Tôm sú	28 – 33	15	35
Tôm nước ngọt	29 – 31	10 – 14	35

### 2.2.7. Độ trong

#### Khái niệm

Ở tất cả các loại nước, sông hay nước ao hồ đều có vật chất lơ lửng tạo nên độ đục của nước. Hàm lượng vật chất lơ lửng cao là do xói mòn đất, hoạt động của máy móc cơ khí với một cường độ lớn, những hành động phá rừng làm phá hủy đất, và việc đổ các chất thải công nghiệp, chất thải của các xưởng chế biến và chất thải sinh hoạt. Ngoài ra, các vật chất hữu cơ hòa tan, hay sự phong phú của tảo cũng góp phần tạo nên độ đục của nước.

Độ trong của nước là khả năng ánh sáng mặt trời xuyên qua nó. Ở những thủy vực khác nhau, nguyên nhân gây ra độ trong khác nhau.

#### Tác động

Độ trong thấp làm giảm ánh sáng mặt trời xâm nhập vào trong nước qua đó ức chế sự tăng trưởng của thực vật phù du, giảm sản xuất ôxy trong ao. Ở tôm, nếu độ trong thấp có thể gây ra chênh lệch nhiệt độ và phân tầng ôxy hòa tan trong ao nuôi. Nó cũng có thể gây ra tắc nghẽn mang tôm hoặc gây chấn thương trực tiếp đến các mô của tôm.

Độ trong quá cao, nước nghèo dinh dưỡng, sinh vật phù du kém phát triển sẽ hạn chế thành phần thức ăn tự nhiên của cá, tôm làm giảm năng suất nuôi trong ao. Đối với các ao nuôi nước quá trong sẽ làm cá nuôi trở nên nhạy cảm, sợ và bỏ ăn. Đặc biệt, với các ao ương giống sẽ làm giảm tỷ lệ sống trong khi ương một cách đáng kể do thiếu hụt lượng thức ăn tự nhiên.

Giá trị độ trong nhỏ hơn 20 cm thì ao đục. Nếu ao đục sẽ nảy sinh vấn đề thiếu Oxy vào buổi sáng sớm, độ pH ao nuôi sẽ tăng cao ( $\text{pH} > 9$ ) vào buổi trưa nắng. Nếu do đục vô cơ (đục phù sa), năng suất ao sẽ không cao.

#### **2.2.8. Ôxy hoà tan (DO)**

##### **Khái niệm**

Oxy hòa tan là yếu tố môi trường nước quan trọng chi phối quá trình hô hấp, điều hòa trao đổi chất và các quá trình sinh lý khác của sinh vật sống trong nước. Oxy có được trong ao là do các nguyên nhân: oxy hòa tan có sẵn trong nước cấp vào ao, oxy từ không khí hòa tan vào nước, oxy có được do hoạt động quang hợp của thủy sinh thực vật.

Quy luật biến đổi của oxy hòa tan trong nước ao nuôi.

- Sự biến đổi ngày đêm.
- Biến đổi theo chiều thẳng đứng.
- Biến đổi theo mùa.

##### **Tác động của các yếu tố khác đến hàm lượng oxy hòa tan**

- Áp suất: Áp suất riêng phần của oxy phụ thuộc vào hỗn hợp khí và áp suất bên trong các phản ứng sinh học.
- Nhiệt độ: Độ hòa tan của oxy từ không khí vào nước bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ. Độ hòa tan của oxy sẽ giảm trong nước nóng và tăng trong nước lạnh hơn. Điều này xảy ra là do oxy có khả năng len lỏi vào giữa các mối nối hydro bên ngoài của các phân tử nước mà không buộc chúng tách ra. Sau đó oxy được lồng trong các phân tử nước mà có thể giữ chúng vào khá yếu.

- Độ mặn: Các ion hòa tan trong nước biển có ảnh hưởng đến sự hòa tan của oxy. Độ hòa tan của oxy trong nước tỷ lệ nghịch với độ mặn của nước.
- Ngoài ra, diện tích mặt tiếp xúc giữa ao và không khí, tốc độ gió, ... cũng ảnh hưởng đến sự hòa tan của oxy hòa tan từ không khí vào nước.

Bảng 2.4 Mức bão hòa oxy trong nước ở các nhiệt độ và độ mặn khác nhau.

Nguồn: FAO (2002)

<b>Độ mặn</b> <b>Nhiệt độ (°C)</b>	<b>Nước ngọt</b>	<b>7,5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>36</b>
20	9,1	8,7	8,5	8,3	7,4
22	8,8	8,4	8,2	8,0	7,1
24	8,4	8,1	7,9	7,7	6,9
26	8,1	7,8	7,7	7,5	6,6
27	8,0	7,6	7,6	7,3	6,5
28	7,8	7,5	7,5	7,2	6,4
29	7,7	7,4	7,4	7,1	6,3
30	7,6	7,3	7,2	7,0	6,2

### Tác động

#### a) Tích cực

Cung cấp khí oxy cần thiết cho hoạt động sống của động vật thủy sản. Khí oxy hô hấp vào là điều kiện bảo đảm thông qua phản ứng sinh hóa trên cấp độ phân tử để cuối cùng đi đến thực hiện chuyển hóa năng lượng. Một khi bị thiếu khí oxy, quá trình phản ứng sinh hóa này sẽ bị chấm dứt, động vật sẽ chết. Trong thực tiễn, mọi người nhận thức khá rõ về việc tăng oxy có thể giải quyết vấn đề nổi đầu và dự phòng nổi đầu của vật nuôi, nhưng chính vì như thế mà rất nhiều người nuôi chỉ coi đó như một biện pháp “cứu mạng”, vẫn chưa nhận thức được nguy hại của oxy thấp gây ra cho môi trường nước và vật nuôi thủy sản.

Vi sinh vật hiếu khí đóng vai trò rất quan trọng đối với phân giải các chất hữu cơ trong nước. Khí oxy có thể oxy hóa trực tiếp các chất độc hại trong nước và dưới đáy ao; giảm hoặc loại bỏ độc tính của nó.

Oxy hòa tan trong nước đầy đủ giúp cải thiện nâng cao khả năng chịu đựng của vật nuôi đối với các nhân tố bất lợi của môi trường. Những động vật sống trong môi trường oxy thấp kéo dài, sức miễn dịch sẽ giảm, khả năng kháng bệnh kém. Nghiên cứu cho thấy rõ, khi tình trạng thiếu oxy hòa tan trong nước kéo dài, nguy cơ phát sinh bệnh do vi khuẩn rất dễ dàng tăng lên.

#### **b) Tiêu cực**

Oxy hòa tan là một trong những yếu tố chất lượng nước quan trọng nhất và dễ phát sinh vấn đề nhất trong nuôi trồng thủy sản; lượng oxy hòa tan thực tế trong nước chịu sự ảnh hưởng chung của các nhân tố sinh học, vật lý và hóa học mà thay đổi theo thời gian. Khi hàm lượng oxy hòa tan trong nước không đủ, trước hết sẽ trực tiếp sản sinh ra những ảnh hưởng bất lợi đối với vật nuôi; thông qua tác động đến các chỉ tiêu sinh học và hóa học trong môi trường nước sẽ ảnh hưởng gián tiếp đến vật nuôi, gây nguy hại cho sinh trưởng, sinh sôi và thậm chí là sự sống còn của vật nuôi ở mức độ khác nhau. Nhẹ thì làm suy giảm chất lượng nước, sinh trưởng phát triển chậm; nặng thì xuất hiện nổi đầu, chết nổi và cuối cùng dẫn đến chết hàng loạt.

Bảng 2.5 Nồng độ oxy hòa tan gây chết ở một số loài (mg/l)

<b>Chủng loài động vật</b>	<b>Nồng độ nguy kịch</b>	<b>Nồng độ gây chết</b>
Cá nước lạnh	5,0 – 6,0	2,5 – 3,5
Cá nước ấm	4,0 – 5,0	1,0 – 2,0
Tôm	3,0 – 4,0	0,5 – 1,0



Hàm lượng oxy càng thấp thì tốc độ bắt mồi của tôm càng chậm. Chẳng hạn với hàm lượng oxy trên 04 mg/l, sau 60 phút, tôm ăn hết thức ăn. Với hàm lượng oxy thấp hơn 02 mg/l, sau 60 phút lượng thức ăn còn thừa lại đến 45.27%.

Bảng 2.6 Ảnh hưởng của hàm lượng oxy đến tăng trưởng của tôm.

Hàm lượng oxy hòa tan (mg/l)	% thức ăn còn lại			
Thời gian (phút)	15	30	45	60
> 4 (mg/l)	21,03	2,6	0	0
2 – 4 (mg/l)	56,10	13,22	0	0
<2	84,28	73,31	59,27	45,27

Hàm lượng oxy càng cao thì tốc độ tăng trưởng của tôm nuôi càng nhanh. Việc duy trì DO đầy đủ và ổn định càng có ý nghĩa ở giai đoạn sau của vụ nuôi. Thí nghiệm trên được thực hiện với tôm nuôi có trọng lượng ban đầu khoảng 7,6 gram/con. Ở điều kiện DO > 04 mg/l và DO = 02 – 04 mg/l, tốc độ tăng trưởng của tôm nuôi sau 30 ngày thử nghiệm lần lượt là 16,0 gram/con và 15,64 gram/con, khác biệt này không lớn lắm, tuy nhiên ở ngày thứ 60, tốc độ tăng trưởng khác biệt đáng kể, tôm nuôi đạt trọng lượng bình quân 28,16 gram/con ở điều kiện DO > 04 mg/l và chỉ đạt 25,01 gram/con ở điều kiện DO = 02 – 04 mg/l.

Bảng 2.7 Ảnh hưởng của oxy hoà tan đến tốc độ tăng trưởng của tôm.

Ngày tuổi	Tỷ lệ sống (%)		
Hàm lượng oxy hòa tan	D.O > 4 mg/l	D.O 2 – 4 mg/l	D.O < 2 mg/l
0	7,67	7,62	7,68
10	10,40	9,54	8,91
20	12,80	11,74	11,05

30	16,00	15,64	14,32
40	18,94	18,12	17,22
50	25,26	23,13	23,01
60	28,16	25,01	25,09

### 2.3. Chức năng của hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm

Quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm là quá trình theo dõi có hệ thống về môi trường nước nuôi, các yếu tố tác động lên môi trường nước nhằm cung cấp thông tin phục vụ đánh giá hiện trạng, diễn biến chất lượng và các tác động xấu đối với môi trường nước nuôi tôm.

Quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm là quá trình theo dõi, giám sát các thông số chất lượng môi trường nước (độ pH, độ kiềm, các khí độc, ...) thông qua các thiết bị, phương tiện tự động, giúp cá nhân, cơ quan quản lý nắm rõ, chủ động với những yếu tố có thể xảy ra với môi trường nước nuôi tôm.

Chức năng của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm:

- Góp phần xác định các thay đổi hoặc diễn biến chất lượng môi trường (qua các thông số) liên tục theo thời gian và không gian.
- Giúp xác định nhanh, phát hiện sớm các vấn đề về chất lượng nước.
- Giúp kiểm soát quá trình sản xuất và vấn đề môi trường của các ao nuôi.
- Cảnh báo kịp thời khi có vấn đề xấu xảy ra
- Duy trì chất lượng nước trong ao tối ưu cho sự phát triển của tôm

### 2.4. Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc

- Giám sát chất lượng nước ao nuôi dựa theo quy chuẩn QCVN 02 – 19: 2014/BNNPTNT được trình bày ở bảng 2.8. Các tiêu chuẩn được xác định

theo thông tư số 22/2014/TT- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (BNNPTNT): Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về điều kiện nuôi thủy sản.

- Giúp người nuôi có thể giám sát nước ao 24/24 qua điện thoại thông minh và các thiết bị có kết nối Internet.
- Có hệ thống cảnh báo khi có những điểm bất lợi xảy ra cho người nuôi.
- Ứng dụng trong nhiều quy mô như nuôi nhỏ lẻ, vừa và lớn; có thể sử dụng để đo nhiều ao/bể/hồ đo cùng lúc giúp giảm chi phí đầu tư cho người nuôi.

Bảng 2.8 Chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm.

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị cho phép
1	Ôxy hoà tan (DO)	mg/l	$\geq 3,5$
2	pH		7 ÷ 9, dao động trong ngày không quá 0,5
3	Độ mặn	‰	5 ÷ 35
4	Độ kiềm	mg/l	60 ÷ 180
5	Độ trong	cm	20 ÷ 50
6	NH <sub>3</sub>	mg/l	< 0,3
7	H <sub>2</sub> S	mg/l	< 0,05
8	Nhiệt độ	°C	18 ÷ 33

Để giảm chi phí đầu tư, 7 chỉ tiêu ô xy hòa tan, nhiệt độ, pH, độ mặn, độ kiềm, nồng độ NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S được đo tập trung bằng cách hút nước từ điểm cần đo tới máy đo. Riêng chỉ tiêu có thể có sai số lớn sau khi nước di chuyển trên đường ống từ điểm cần đo tới máy đo như độ trong sẽ được đo bằng cảm biến, được lắp đặt ngay tại điểm lấy mẫu trong ao.

Khi theo dõi quá trình biến động của môi trường nước nuôi tôm, hệ thống quan trắc phải luôn luôn cung cấp những số liệu cần thiết thông qua các cảm biến.

Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động:

- Quan trắc tự động được 8 thông số theo tiêu chuẩn QCVN 02 – 19: 2014/BNNPTNT.
- Ứng dụng những công nghệ mới như công nghệ web, công nghệ di động, công nghệ IoT giúp đơn giản hóa và nâng cao hiệu quả vận hành.
- Ứng dụng cho những ao nuôi nhỏ, vừa và lớn, dễ dàng trong việc vận hành, hiệu chuẩn và bảo trì.
- Giảm số lượng cảm biến cần sử dụng, có thể dùng để đo nhiều ao với nhiều điểm đo, làm giảm đáng kể chi phí đầu tư trên một ao nuôi.

## **2.5. Kết luận chương 2**

Như vậy, Để đảm bảo chất lượng nước nuôi trồng thủy sản, phải kiểm soát được 8 thông số của môi trường nước nuôi tôm. Báo cáo đã trình bày một số kết quả về xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động và xử lý môi trường nước nuôi tôm cụ thể là xác định 8 yếu tố chính tác động tới môi trường nước nuôi tôm, đưa ra các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật cho cá hệ thống quan trắc và xử lý môi trường nước nuôi tôm:

- Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm.
- Chức năng của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm.
- Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm.

Các cấu hình và thành phần cơ bản của một hệ thống quan trắc được trình bày ở chương 3.

### Chương 3. THIẾT KẾ CẤU HÌNH VÀ THÀNH PHẦN

Trên thế giới, các hệ thống quan trắc tự động các tiêu chí chất lượng nước như nhiệt độ, độ pH, độ mặn, độ đục, nồng độ ô xy hòa tan, ... với mạng truyền thông có dây hoặc không dây, dùng Internet và công nghệ di động, được nghiên cứu, ứng dụng và thương mại hóa rộng rãi.

Tại Việt Nam, cho đến nay đã có một số nghiên cứu và ứng dụng hệ thống giám sát tự động các tiêu chí chất lượng nước như nhiệt độ, pH, nồng độ ô xy hòa tan dùng chủ yếu là mạng truyền thông có dây. Mạng không dây, dùng Internet và công nghệ di động mới bắt đầu được nghiên cứu. Các tiêu chí chất lượng khác chưa được quan tâm giám sát, vận hành.

Ở chương 3, Hệ thống được đề xuất một cách tối ưu phù hợp với môi trường ở Việt Nam và xu hướng công nghệ hiện tại.

#### 3.1. Nguyên lý chung

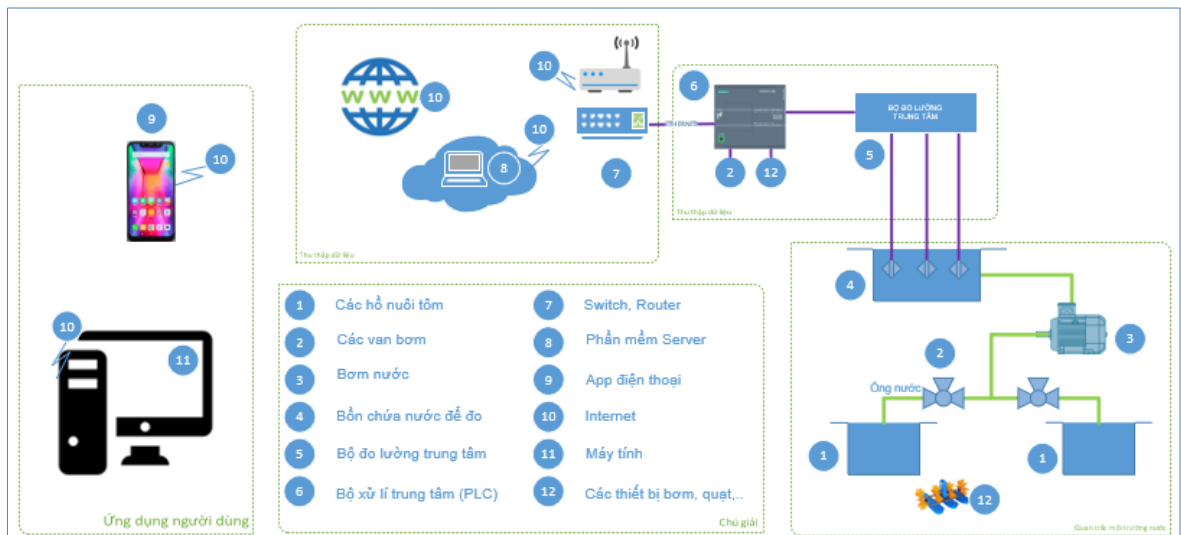
Hệ thống đề xuất là một tổ hợp hệ thống hoàn chỉnh, thiết kế gọn nhẹ, dễ vận chuyển và lắp đặt. Một hệ thống có thể đo cùng lúc cho 4 ao nuôi bố trí tương đối gần nhau. Về vận hành, hệ thống cần được tính toán lưu lượng nước, tiết diện ống, sao cho sự chênh lệch số liệu đo được với thực tế là thấp nhất. Về nguyên tắc hoạt động, nước được bơm lên bồn chứa được bố trí bên trong hệ thống, nơi có các đầu dò đo các chỉ số: pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO),  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , độ mặn, độ đục, ... Các giá trị đo được thu thập và xử lý. Sau đó, các kết quả sẽ được chuyển về trung tâm xử lý và các thiết bị di động có cài đặt phần mềm thông qua thiết bị phát wifi (sử dụng mạng 4G hoặc Internet). Từ phần mềm đã được cài đặt sẵn, người sử dụng có thể truy cập và xem thông tin bất cứ lúc nào. Trong những trường hợp khẩn cấp, khi kết quả đo vượt ngoài biên độ giá trị cài đặt (quá cao hoặc quá thấp so với giá trị chấp nhận được), thì thông tin sẽ được thông báo tức thì dưới dạng tin nhắn qua thiết bị cầm tay và báo còi ngay tại nơi đặt hệ thống.

Về vận hành, hệ thống cần được tính toán lưu lượng nước, tiết diện ống, sao cho sự chênh lệch số liệu đo được với thực tế là thấp nhất.

Trong những trường hợp khẩn cấp, khi kết quả đo vượt ngoài biên độ giá trị cài đặt (quá cao hoặc quá thấp so với giá trị chấp nhận được), thì thông tin sẽ được thông báo tức thì và báo còi ngay tại nơi đặt hệ thống.

### 3.2. Nguyên lý hoạt động

Để đo nước từ một vị trí nào đó trong hồ, người sử dụng điều khiển cho PLC kích hoạt bơm hút nước từ van ở vị trí đó, thông qua máy tính, smartphone được kết nối với mạng nội bộ của hệ thống. Nước đến bình đo được đo 6 thông số trên bằng cảm biến, và nước tiếp tục được bơm sang thiết bị đo thực hiện các phương pháp đo. Thông số nước được các cảm biến gửi về PLC, PLC có nhiệm vụ xử lý các tín hiệu đo được từ cảm biến. Sau đó, PLC tiến hành gửi giữ dữ liệu lên máy chủ thông qua wifi module và đồng thời được hiển thị trên màn hình điện thoại thông minh. Nước sau khi đo xong thông qua van xả, nước được xả ra môi trường, bình đo và cảm biến được làm sạch. Trong trường hợp bơm tụt áp, van mồi được kích hoạt để mồi nước bơm.



Hình 3.1 Nguyên lý của hệ thống quan trắc.

Trong đó:

1. Điểm lấy mẫu nước cấp, điểm lấy mẫu giữa ao nuôi tôm, điểm lấy mẫu cạnh bờ ao nuôi, 2. Các van điện từ, 3. Bơm lấy nước mẫu đo, 4. Bồn chứa nước để đo, 5. Bộ đo lường trung tâm, 6. Bộ xử lý trung tâm, thiết bị điều khiển, 7. Các thiết bị mạng switch, router, 8. Server, 9. App điện thoại, 10. Internet, 11. Ứng dụng người dùng, 12. Các thiết bị bơm, quạt nước, còi hú...

### **3.3. Các thành phần cơ bản**

Trên cơ sở nghiên cứu các yêu cầu của hệ thống giám sát môi trường nước, và dựa trên nguyên lý hoạt động tổng quát, chương này tiến hành thiết kế các cấu hình và thành phần cơ bản của hệ thống quan trắc. Đây là cơ sở để đưa ra đưa ra phương án để thiết kế phần cứng và phần mềm của hệ thống giám sát môi trường nước.

Cấu hình cơ bản của một hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm được thể hiện ở 3.1 và bao gồm các thành phần chính sau

#### **3.3.1. Lấy mẫu nước đo**

Để đánh giá được thông số chất lượng của nước, chúng ta có nhiều phương án để lấy mẫu tuy nhiên cần đảm bảo các nguyên tắc chủ yếu cần được đảm bảo khi lấy mẫu nước là:

- Mẫu nước lấy phải đại diện được cho toàn bộ nước ở địa điểm nghiên cứu.
- Thể tích của mẫu nước cần phải đủ để phân tích các thành phần cần thiết bằng các phương pháp.
- Việc lấy và bảo quản, vận chuyển mẫu cần được thực hiện như thế nào để không làm thay đổi hàm lượng của các cấu tử cần xác định hoặc các tính chất của nước.

##### **3.3.1.1. Lấy mẫu cố định tại ao nuôi**

Ở phương pháp này, mỗi ao/ hồ nuôi tôm. Đặt 1 thiết bị để đo các thông số cần quan trắc.

Ưu điểm:

- Dễ thực hiện, đơn giản.

Nhược điểm:

- Chi phí cho thiết bị quan trắc cao nếu người nuôi tôm có nhiều ao/ hồ nuôi vì mỗi ao/hồ cần một thiết bị để quan trắc môi trường nước.

#### **3.3.1.2. Lấy mẫu di động tại ao nuôi**

Ở phương pháp này, mỗi ao/ hồ nuôi tôm có 1 thiết bị để đo các thông số cần quan trắc di chuyển xung quanh hồ để thực hiện lấy mẫu ngẫu nhiên

Ưu điểm:

- Có thể đo được nhiều điểm trong một ao hồ nuôi tôm.
- Các điểm đo được linh hoạt, ngẫu nhiên.

Nhược điểm:

- Chi phí cho thiết bị quan trắc cao nếu người nuôi tôm có nhiều ao/ hồ nuôi vì mỗi ao/hồ cần một thiết bị để quan trắc môi trường nước.
- Thiết bị di chuyển trong nước, không cố định, độ ổn định không cao.

#### **3.3.1.3. Lấy mẫu cố định ở nhiều ao nuôi**

Ở phương pháp này, các ao/ hồ nuôi tôm gần nhau có thể dùng một thiết bị để đo các thông số cần quan trắc. Các điểm lấy mẫu cố định ở nhiều ao/hồ nuôi tôm. Trong ao nuôi thủy sản, nồng độ oxy hòa tan (DO) phân bố tang dần từ trong ra ngoài theo đường kính, nên DO thấp nhất là ở khu vực giữa ao. Đây điểm có vị trí thấp nhất, xác định được DO ở vị trí này có thể ước tính được hàm lượng chất độc trong ao để lên phương án xử lý. Điểm thứ hai, là điểm các góc ao 1/6 đường chéo ao. Điểm này đại diện gần bờ nhất và cũng là khu vực tôm ăn và phát triển.

Ưu điểm:

- Có thể đo được nhiều ao hồ nuôi tôm.
- Tiết kiệm chi phí thay vì mỗi ao/hồ cần một thiết bị.

Nhược điểm:



- Nếu người nuôi tôm chỉ có một ao/ hồ nuôi tôm, chi phí đầu tư thiết bị cao, không cần thiết.

#### **3.3.1.4. Đánh giá lựa chọn phương án**

Ở ba phương án, mỗi phương án đều có ưu và nhược điểm. Tuy nhiên xét trong điều kiện nuôi tôm ở các ao hồ, trong điều kiện người nuôi tôm có nhiều ao hồ, các ao hồ gần nhau, phương án ba là phương án khả thi nhất và tính ổn định cao và hiệu quả nhất. Đối với những ao có diện tích nhỏ ( $<1500 \text{ m}^2$ ) thì sự thay đổi chất lượng giữa điểm gần bờ và điểm giữa ao là không nhiều nên có thể dùng cho 8 ao/ hồ nuôi tôm. Đối với những ao có diện tích lớn ( $>2000 \text{ m}^2$ ) đo mỗi ao 2 điểm để có kết quả chính xác chất lượng nước trong ao.

### **3.3.2. Thu thập các thông số của nước**

#### **3.3.2.1. Giới thiệu**

Để thu thập được các thông số của nước, cần có thiết bị cảm biến đo. Dựa vào các thông số và yêu cầu kỹ thuật của từng thông số như tầm giới hạn của các giá trị đo, độ ổn định, độ chính xác độ phân giải.... các thông số này đã được giới thiệu chi tiết ở chương 2.

Trên thị trường hiện nay có rất nhiều những loại cảm biến được chế tạo sẵn để thực hiện chức năng quan trắc môi trường nước (nhiệt độ, pH, DO,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , độ mặn) và cũng có những thiết bị cảm biến không được chế tạo sẵn có mà phải được thiết kế lại phù hợp như (độ kiềm, độ trong).

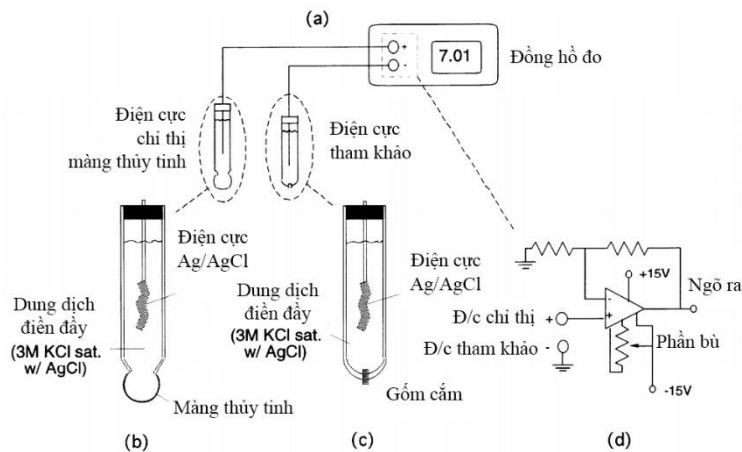
#### **3.3.2.2. Các loại cảm biến**

Có 2 loại cảm biến được sử dụng để đo các chỉ tiêu: Loại cảm biến nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh) và cảm biến nguyên lý quang học.

Phương án 1: Cảm biến nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh)



Hình 3.2 Cảm biến đo pH theo nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh)  
Sơ đồ cấu tạo:



- (a) Hệ thống đo gồm pH mét, điện cực chỉ thị và điện cực mẫu.
- (b) Cấu trúc điện cực chỉ thị.
- (c) Cấu trúc điện cực mẫu.
- (d) Mạch khuếch đại.

Hình 3.3 Đo pH sử dụng điện cực màng thủy tinh

Phần lớn các pH mét thương mại đều có vi xử lý làm nhiệm vụ đo pH chuyển đổi, bù nhiệt độ, hiệu chỉnh lại độ nghiêng của đường thẳng quan hệ giữa điện áp và pH.

Ưu điểm, nhược điểm:

**Ưu điểm**

- + Giá thành rẻ hơn so với đầu đo sử dụng nguyên lý quang.
- + Phổ biến trên thị trường.

### Nhược điểm

- + Cần bảo quản trong dung dịch đệm sau khi sử dụng.
- + Sau một thời gian sử dụng phải tiến hành thay đầu dò nếu muốn đảm bảo độ chính xác.
- + Phải thường xuyên căn chỉnh mới đạt được độ chính xác cao.
- + Dễ bị nhiễm các ion dẫn đến sai số trong quá trình đo.
- + Thời gian ổn định để đọc được các thông số đo lâu hơn so với các đầu đo sử dụng nguyên lý quang.
- + Dễ bị dao động nếu có tác động trong quá trình đo.

### Phương án 2: Cảm biến nguyên lý quang học



Hình 3.4 Cảm biến nguyên lý quang học

### Nguyên lý hoạt động:

Một đầu đo sử dụng nguyên lý quang học bao gồm 2 đèn LED màu xanh và màu đỏ, diode quang học. Bắt đầu quá trình đo, đèn LED màu xanh sẽ phát ánh sáng xanh tới màng sensor có phủ vật liệu phát quang để kích thích và làm phát ra ánh sáng màu đỏ. Khi có sự hiện diện oxy trong nước thời gian để phát ra ánh sáng sẽ ngắn và cường độ yếu hơn hơn so với khi không có oxy. Một diode quang học sẽ đo cường độ và thời gian này, một đèn LED màu đỏ khác sẽ phát ánh sáng màu đỏ đến lớp màng và cũng được đo bằng diode quang cường độ phản xạ để so sánh làm chuẩn với cường độ ánh sáng đỏ phát ra từ lớp vật liệu. Thời gian chênh lệch sẽ tỉ lệ với nồng độ oxy hòa tan.

Ưu, nhược điểm:

**Ưu điểm**

- + Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không cần dung dịch thay thế, giảm chi phí bảo trì thay thế màng và thay thế dung dịch điện phân.
- + Thời gian đầu đo sử dụng nguyên lý quang nhanh
- + Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không cần hiệu chuẩn thường xuyên, chỉ cần 1 hoặc 2 lần trong năm, so với phương pháp khác là hàng tháng.
- + Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không bị nhiễu do các ion như ion kim loại nặng.
- + Độ chính xác cao hơn đầu đo sử dụng nguyên lý hóa học.

**Nhược điểm**

- + Giá thành cao.
- + Không phổ biến bằng đầu đo nguyên lý hóa học.
- + Cần giữ đầu đo sạch mới có thể cho chính xác.

**3.3.2.3. Đánh giá lựa chọn cảm biến**

Nếu sử dụng phương án đầu đo nguyên lý hóa học sẽ có thể cho kết quả đo không chính xác vì nước ao nuôi trồng thủy sản có thể chứa các ion dẫn tới sự nhiễu điện. Mặt khác, sau một thời gian sử dụng đầu đo nguyên lý hóa học cần phải thay đầu dò, thời gian căn chỉnh khi sử dụng đầu đo nguyên lý hóa học rất thường xuyên, cũng như đầu đo phải được ngâm thường xuyên trong dung dịch bảo quản. Những đầu trên dẫn đến sự bất tiện và tốn chi phí cho người sử dụng.

**3.3.2.4. Lựa chọn cụ thể cảm biến**

Hiện nay, trên thị trường có nhiều cảm biến có thông số kỹ thuật khác nhau và phù hợp với các yêu cầu khác nhau. Đối với hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm sẽ chọn những cảm biến khác nhau. Cụ thể:

- **Cảm biến nhiệt độ**

Cảm biến nhiệt độ được chia ra làm các loại: Cặp nhiệt điện (Thermocouple), Nhiệt điện trở (RTD-resistance temperature detector), Thermistor, Bán dẫn (Diode, IC ,...), Đo nhiệt không tiếp xúc (hỏa kế- Pyrometer). Dừng hồng ngoại hay laser. Trong đó cảm biến cặp nhiệt điện và nhiệt điện trở được sử dụng nhiều nhất, nên xét chọn hai loại cảm biến này.

**Cảm biến cặp nhiệt điện**

Ưu điểm:

- Phạm vi rộng phụ thuộc vào loại thermocouple, có thể ở mức thấp nhất là  $-270^{\circ}\text{C}$  và cao nhất đến  $2300^{\circ}\text{C}$ .
- Nếu nhiệt độ tối đa cần đo trên  $850^{\circ}\text{C}$ , chỉ có thermocouple đáp ứng được yêu cầu
- Cấu trúc dây đo lớn có thể chịu được độ rung cao.
- Chi phí ban đầu thấp.

Nhược điểm:

- Tính chính xác thấp hơn RTD.
- Do sự xuống cấp của điểm nối nóng theo thời gian và đặc biệt ở nhiệt độ cao hơn khiến sai lệch không thể đoán trước và thất thường.
- Phải được sử dụng với dây nối dây thermocouple phù hợp và cũng có thể bị xuống cấp.
- Chi phí vận hành cao hơn RTD.

**Cảm biến điện trở RTD**

Ưu điểm:

- Khả năng lặp lại tốt hơn so với thermocouple.
  - Sai số có thể dự đoán được trong khi thermocouple sai lệch là ngẫu nhiên.
- Giúp người dùng ít hiệu chỉnh thường xuyên và do đó giảm chi phí bảo trì.

- Độ nhạy, tính tuyến tính tốt hơn so với thermocouple. Khi kết hợp với sự tuyến tính hóa được thực hiện trong bộ chuyển đổi chất lượng, độ chính xác tốt hơn nhiều so với một thermocouple và có thể đến khoảng 0.1 °C.

Nhược điểm:

- Chi phí ban đầu cao.
- Phạm vi đo từ -200 đến 850 °C, chỉ đo ở nhiệt độ thấp.

### **Thermistor**

Ưu điểm:

- Bền, chi phí thấp, dễ chế tạo.

Nhược điểm:

Chỉ tuyến tính trong khoảng nhiệt độ nhất định 50-150 °C.

Trong điều kiện nuôi tôm tại Việt Nam, khi nhiệt độ thấp hơn 15 °C hoặc cao hơn 33°C trong 24 giờ hoặc lâu hơn, tôm sẽ chết. Tôm bị ngạt khi nhiệt độ từ 15-22 °C và 30-33 °C. Như vậy yêu cầu tầm giá trị của nhiệt độ trong khoảng 15 đến 33 °C. Và nhiệt độ môi trường ở Việt Nam nằm trong khoảng từ 10 đến 40 °C. Sai số cho phép là  $\pm 0.5$  °C. Môi trường nước mặn.

Với các yêu cầu như đã phân tích, các cảm biến nhiệt độ trên thị trường đều đáp ứng được như TMP-BTA (Vernier), cảm biến nhiệt độ PT100, Atex,... Tuy nhiên, đây là cảm biến hoạt động trong môi trường nước mặn liên tục nên cần sự ổn định, bền cho các cảm biến, và phù hợp với môi trường nước mặn. Với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo nhiệt độ của hãng Vernier (TMP-BTA) đáp ứng được yêu cầu.



Hình 3.5 Cảm biến đo nhiệt độ TMP-BTA

Với các thông số:

Tầm nhiệt độ đo:  $-40$  to  $135^{\circ}\text{C}$ ;

Nhiệt độ tối đa mà cảm biến hoạt động được là  $150^{\circ}\text{C}$ .

Độ phân giải khi đo 13-bit là  $0.02^{\circ}\text{C}$  (0 to  $40^{\circ}\text{C}$ ).

Độ chính xác là  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  tại  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  tại  $100^{\circ}\text{C}$ .

- **Cảm biến đo nồng độ Oxy hòa tan (DO)**

Oxy hòa tan là yếu tố môi trường nước quan trọng chi phối quá trình hô hấp, điều hòa trao đổi chất và các quá trình sinh lý khác của sinh vật sống trong nước. Trường hợp nồng độ oxy thấp hơn  $3.5\text{ mg/l}$  tôm sẽ bị thiếu oxy, bỏ ăn, chậm lớn, nếu nồng độ oxy thấp hơn  $2\text{ mg/l}$  thì tôm sẽ chết. Trường hợp nồng độ oxy quá cao, nhất là đến ngưỡng bão hòa thì cần giảm cấp khí để tiết kiệm năng lượng điện. Như vậy yêu cầu tầm giá trị của nồng độ oxy hòa tan trong khoảng 0 đến  $15\text{ mg/L}$ . Sai số cho phép là  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . Môi trường nước mặn.

Trên thị trường hiện tại có rất nhiều hãng có các cảm biến đo nồng độ Oxy hòa tan (DO). Tuy nhiên với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo nồng độ DO của hãng Vernier (ODO-BTA) đáp ứng được yêu cầu.



Hình 3.6 Cảm biến đo nồng độ DO - ODO-BTA

Với các thông số:

Tầm giá trị đo: 0 to 20 mg/L

Độ chính xác:  $\pm 0.2$  mg/L dưới 10 mg/L;  $\pm 0.4$  mg/L above 10 mg/L

Độ phân giải: 0.006 mg/L

- **Cảm biến pH**

Trong tự nhiên, chỉ số pH là một trong những chỉ tiêu quan trọng về chất lượng nước, nó là chỉ số độ axit hay độ bazo của nước và gắn liền với chế độ khí của vùng nước. pH trong ngày không nên biến động quá 0.5. Nếu pH biến động lớn có thể làm tôm, cá bị sốc, yếu và bỏ ăn.

Nếu pH cao hay thấp kéo dài sẽ làm tôm chậm tăng trưởng, còi cọc, dễ nhiễm bệnh, hao hụt. pH < 7.0 hay pH > 8.2, chất lượng nước không đảm bảo.

Tầm giá trị của pH từ 0 đến 14.

Trên thị trường hiện tại có rất nhiều hãng có các cảm biến đo pH. Với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo pH của hãng Vernier (PHK-202) đáp ứng được yêu cầu.





Hình 3.7 Cảm biến đo pH - PHK-202

Với các thông số:

Đo phạm vi: 0.00 ~ 14.00pH

Độ chính xác 0.1PH

Tín hiệu đầu ra PHK-202 RS485 (Modbus/RTU)

- **Cảm biến độ mặn**

Độ mặn là nồng độ của tất cả các muối khoáng có trong nước. Độ mặn của nước tự nhiên liên quan đến nồng độ khoáng. Độ mặn càng cao thì nồng độ khoáng càng cao. Độ mặn thích hợp cho tôm là từ 5 – 25 mg/l.

Độ mặn cao thì nồng độ khoáng cao và có khả năng nuôi mật độ cao, tôm phát triển tốt, không tốn khoáng bổ sung. Độ mặn cao sẽ giảm ảnh hưởng của nitrite tới sự phát triển của tôm. Tuy nhiên, độ mặn cao hơn 25 mg/l được coi là không phù hợp, khiến tôm dễ mắc một số bệnh và kém phát triển.

Trên thị trường hiện tại có rất nhiều hãng có các cảm biến đo độ mặn. Với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo độ mặn của hãng Vernier (KDM-202S) đáp ứng được yêu cầu.



Hình 3.8 Cảm biến đo độ mặn - KDM-202S

Với các thông số:

Phạm vi đo: 0.00~70PSU

Độ chính xác  $\pm 1.5\%$  F.S

Nhiệt độ cảm biến hoạt động: 0~65°C

Tín hiệu đầu ra RS485 (Modbus/RTU)

- **Cảm biến H<sub>2</sub>S**

Khí H<sub>2</sub>S được hình thành trong các ao nuôi tôm, cá là do quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh hoặc quá trình phản ứng sunphat hóa với sự tham gia của các vi khuẩn yếm khí. H<sub>2</sub>S độc với tôm. Thường H<sub>2</sub>S phát sinh trong ao đất. Trong ao lót bạt, thường không hình thành lớp bùn đáy ao nên không có hay có rất ít H<sub>2</sub>S.

Trong môi trường nước nuôi tôm H<sub>2</sub>S < 0,05 mg/l.

Với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo H<sub>2</sub>S của hãng Vernier (KDM-202S) đáp ứng được yêu cầu.

Với các thông số:

Phạm vi đo: 0.00~70PSU

Độ chính xác  $\pm 1.5\%$  F.S

Nhiệt độ cảm biến hoạt động:  $0\sim 65^{\circ}\text{C}$

Tín hiệu đầu ra RS485 (Modbus/RTU)

- **Cảm biến  $\text{NH}_4^+$**

Ammonia được tạo ra trong thủy vực từ quá trình phân hủy các protein trong xác bã động thực vật. Ammonia khi được hình thành có thể hòa tan trong nước dưới dạng không phân ly  $\text{NH}_3$  và dạng ion  $\text{NH}_4^+$ .  $\text{NH}_3$  độc đối với tôm.  $\text{NH}_3$  cao khiến tôm chậm lớn và có thể chết khi nồng độ  $\text{NH}_3$  cao trên  $1.5 \text{ mg/L}$  ( $\text{mg/l}$ ). Giá trị của nồng độ  $\text{NH}_3$  cho phép là  $< 0.3 \text{ mg/L}$  ( $\text{mg/l}$ ).

Tuy nhiên trên thị trường hiện tại chỉ có cảm biến  $\text{NH}_4^+$ . Để đo được nồng độ  $\text{NH}_3$  cần chuyển đổi giá trị về bằng phần mềm sau khi đã đo được nồng độ  $\text{NH}_4^+$ .

Với những yêu cầu về chức năng, độ ổn định, giá thành thì cảm biến đo nồng độ của hãng Chemins Instrument (NHN-202) đáp ứng được yêu cầu.



Hình 3.9 Cảm biến đo nồng độ  $\text{NH}_4$  - NHN-202

Với các thông số:

Phạm vi đo: 0~1000 mg/l

Độ chính xác  $\pm 5\%$  F.S

Nhiệt độ hoạt động 0~40°C

Độ phân giải 0.1mg/l

Tín hiệu đầu ra RS485 (Modbus/RTU)

- **Cảm biến đo độ kiềm**

Theo TCVN 02 – 09: 2014/BNNT, độ kiềm trong ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng phải đảm bảo [23]:

- Mức tối ưu:  $80 \div 120$  mg/l.
- Giới hạn cho phép:  $60 \div 180$  mg/l.

Trên thế giới có nhiều thiết bị, cảm biến đo độ kiềm như máy đo độ kiềm và độ pH của hãng HANNA (HI 84531), Máy đo độ kiềm tự động TITRALAB AT1000 Series (HACH), Thiết bị đo độ kiềm cầm tay HI755 (HANNA), tuy nhiên những máy đo này thích hợp ở phòng thí nghiệm, chưa có cơ chế lấy mẫu tự động.

Ở Việt Nam hiện tại vẫn còn sử dụng phương pháp thủ công nên thiết bị đo độ kiềm vẫn chưa được nghiên cứu và chế tạo, đặc biệt trong lĩnh vực thủy sản. Do đó trung tâm CENNITEC đã chế tạo thiết bị đo độ kiềm tự động và theo dõi mọi lúc mọi nơi chỉ số độ kiềm của môi trường ao nuôi tôm.

Các thông số của cảm biến đo độ kiềm

Tầm giá trị đo: 0 – 500 mg/L

Độ phân giải: 1 mg/L

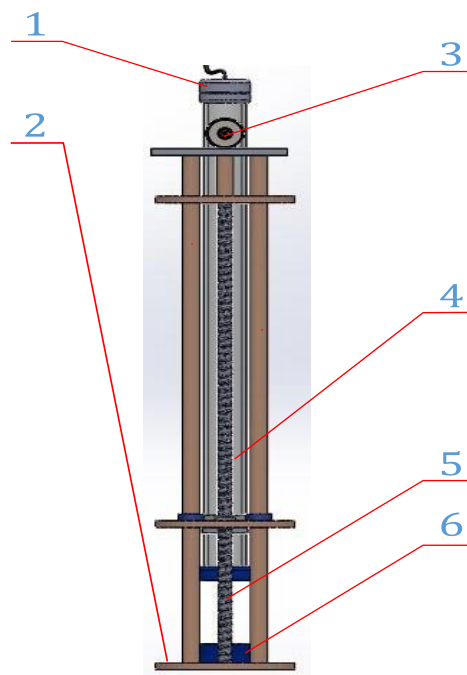
- **Cảm biến đo độ trong**

Hiện nay, ở Việt Nam, chưa có cảm biến đo độ trong. Để đo độ trong người ta dùng đĩa Secchi. Đĩa Secchi là một đĩa tròn đường kính 20 - 25 cm, mặt trên chia

thành những rẻ quạt đen trắng, phía dưới gắn một vật nặng, phía trên gắn thước dây. Thả đĩa xuống nước và cho đĩa từ từ chìm xuống cho đến khi nào không còn phân biệt được ranh giới giữa hai vùng trắng đen nữa thì đọc chỉ số trên thước dây.

Độ trong của nước là khả năng ánh sáng mặt trời xuyên qua nó. Độ trong của nước không phải là chỉ tiêu nghịch của độ đục. Độ trong thể hiện mật độ tảo có trong nước vì nó đo độ sâu mà ánh sáng có thể đi qua từ trên mặt nước. Nó được sử dụng rộng rãi trong ngành thủy sản.

Do đó, Trung tâm CENNITEC đã thiết kế chế tạo thiết bị đo độ trong. Được trình bày như hình Hình 3.7



Hình 3.10 Thiết bị đo độ trong

1. Cụm cảm biến

2. Khung máy

3. Động cơ DC

4. Ống đo

5. Trục vít

6. Đền

Các thông số

Tầm giá trị đo: 5 – 70 cm

Độ phân giải: 0.1 cm

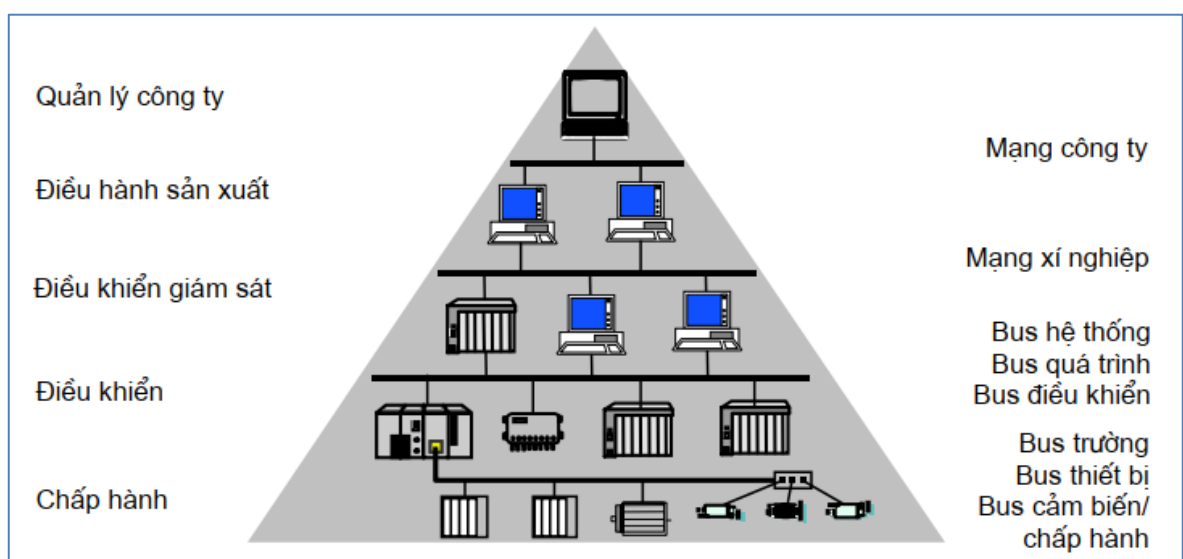
### 3.3.3. Truyền nhận và lưu trữ dữ liệu

#### 3.3.3.1. Giới thiệu về mạng công nghiệp

Mạng truyền thông công nghiệp hay mạng công nghiệp chỉ các hệ thống mạng truyền thông số, truyền bit nối tiếp, được sử dụng để ghép nối các thiết bị công nghiệp. Các hệ thống truyền thông công nghiệp phổ biến hiện nay cho phép liên kết mạng ở nhiều mức khác nhau, từ các cảm biến, cơ cấu chấp hành dưới cấp trường cho đến các máy tính điều khiển, thiết bị quan sát, máy tính điều khiển giám sát và các máy tính cấp điều hành nhà máy, quản lý công ty.

Để sắp xếp, phân loại và phân tích đặc trưng các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp, ta dựa vào mô hình phân cấp như hình 3.11

Tương ứng với năm cấp chức năng là bốn cấp của hệ thống truyền thông. Từ cấp điều khiển giám sát trở xuống thuật ngữ “bus” thường được dùng thay cho “mạng”, với lý do phần lớn các hệ thống mạng phía dưới đều có cấu trúc vật lý hoặc logic kiểu bus.



Hình 3.11 Mô hình phân cấp chức năng

**Bus trường (fieldbus)** là các hệ thống bus nối tiếp, sử dụng kỹ thuật truyền tin số để kết nối các thiết bị thuộc cấp điều khiển (PC, PLC) với nhau và với các thiết bị ở cấp chấp hành, hay các thiết bị trường. Các chức năng chính của cấp chấp hành là đo lường, truyền động và chuyển đổi tín hiệu trong trường hợp cần thiết. Các thiết bị có khả năng nối mạng là các vào/ra phân tán (distributed I/O), các thiết bị đo lường (sensor, transducer, transmitter) hoặc cơ cấu chấp hành có tích hợp khả năng xử lý truyền thông. Một số kiểu bus trường chỉ thích hợp nối mạng các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành với các bộ điều khiển, cũng được gọi là bus chấp hành/cảm biến.

Các hệ thống bus trường được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là PROFIBUS, ControlNet, INTERBUS, CAN, WorldFIP, P-NET, Modbus và gần đây phải kể tới Foundation Fieldbus. DeviceNet, AS-i, EIB và Bitbus.

**Bus hệ thống, bus điều khiển:** Các hệ thống mạng công nghiệp được dùng để kết nối các máy tính điều khiển và các máy tính trên cấp điều khiển giám sát với nhau được gọi là bus hệ thống (system bus) hay bus quá trình (process bus). Qua bus hệ thống mà các máy tính điều khiển có thể phối hợp hoạt động, cung cấp dữ liệu quá trình cho các trạm kỹ thuật và trạm quan sát (có thể gián tiếp thông qua hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu trên các máy chủ) cũng như nhận mệnh lệnh, tham số điều khiển từ các trạm phía trên. Các trạm kỹ thuật, trạm vận hành và các trạm chủ cũng trao đổi dữ liệu qua bus hệ thống. Ngoài ra các máy in báo cáo và lưu trữ dữ liệu cũng có thể được kết nối qua mạng này.

Khi bus hệ thống được sử dụng chỉ để ghép nối theo chiều ngang giữa các máy tính điều khiển, người ta thường dùng khái niệm bus điều khiển. Vai trò của bus điều khiển là phục vụ trao đổi dữ liệu thời gian thực giữa các trạm điều khiển trong một hệ thống có cấu trúc phân tán. Bus điều khiển thông thường có tốc độ truyền không cao, nhưng yêu cầu về tính năng thời gian thực thường cao.

Do các yêu cầu về tốc độ truyền thông và khả năng kết nối dễ dàng nhiều loại máy tính, hầu hết các kiểu bus hệ thống thông dụng đều dựa trên nền Ethernet, như Industrial Ethernet, Fieldbus Foundation's HighSpeed Ethernet, Ethernet/IP.

**Mạng xí nghiệp** là một mạng LAN bình thường, có chức năng kết nối các máy tính văn phòng thuộc cấp điều hành sản xuất với cấp điều khiển giám sát. Thông tin được đưa lên trên bao gồm trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật, các giàn máy cũng như của hệ thống điều khiển tự động, các số liệu tính toán, thống kê về diễn biến quá trình sản xuất và chất lượng sản phẩm. Thông tin theo chiều ngược lại là cá thông số thiết kế, công thức điều khiển và mệnh lệnh điều hành. Ngoài ra, thông tin cũng được trao đổi giữa các máy tính thuộc cấp điều hành sản xuất, ví dụ hỗ trợ kiểu làm việc theo nhóm, sử dụng chung các tài nguyên nối mạng (máy in, máy chủ,...).

Khác với các hệ thống bus cấp dưới, mạng xí nghiệp không yêu cầu nghiêm ngặt về tính năng thời gian thực. Việc trao đổi dữ liệu thường diễn ra không định kỳ, nhưng có khi số lượng lớn tới hàng Mbyte. Hai loại mạng được dùng phổ biến cho mục đích này là Ethernet và Token-Ring, trên cơ sở các giao thức chuẩn như TCP/IP và IPX/SPX.

### **Mạng công ty**

Mạng công ty nằm trên cùng trong mô hình phân cấp hệ thống truyền thông của một công ty sản xuất công nghiệp. Đặc trưng của mạng công ty gần với một mạng viễn thông hoặc một mạng máy tính diện rộng nhiều hơn trên các phương diện phạm vi và hình thức dịch vụ, phương pháp truyền thông và các yêu cầu về kỹ thuật. Chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng, cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin nội bộ và với các khách hàng như thư viện điện tử, thư điện tử, hình ảnh, cung cấp dịch vụ truy cập Internet và thương mại điện tử, v.v... Hình thức tổ chức ghép nối mạng, cũng như các công nghệ được áp dụng rất đa dạng, tùy thuộc vào đầu tư của công ty. Trong nhiều trường hợp, mạng



công ty và mạng xí nghiệp được thực hiện bằng một hệ thống mạng duy nhất về mặt vật lý, nhưng chia thành nhiều phạm vi và nhóm mạng làm việc riêng biệt.

Mạng công ty có vai trò như một đường cao tốc trong hệ thống hạ tầng cơ sở truyền thông của một công ty, vì vậy đòi hỏi về tốc độ truyền thông và độ an toàn, tin cậy đặc biệt cao. Fast Ethernet, FDDI, ATM là một vài ví dụ công nghệ tiên tiến được áp dụng ở đây trong hiện tại và tương lai.

Ngày nay, mạng xí nghiệp và mạng công ty được gom lại thành nhóm là ERP.

### 3.3.3.2. Một số chuẩn truyền thông

**Profibus:** Mạng Profibus được phát triển đầu tiên tại Đức, sau đó áp dụng rộng rãi ở Châu Âu theo chuẩn EN 50170. Đây là mạng ở mức tế bào và mức trường, thông tin truyền trên cáp hai sợi hay sợi quang, vận tốc truyền thấp hơn so với mạng Ethernet, từ 9.6kb/s đến 12Mb/s theo chuẩn RS485.

Mạng Profibus có các biến thể: Profibus DP dùng cho tự động hoá sản xuất ở mức trường, liên kết với các tín hiệu quá trình, profibus FMS dùng cho tự động hoá tổng quát ở mức tế bào, liên kết với PLC và PC, dùng chung mạng DP, profibus PA (Process Automation): áp dụng tự động hoá cần độ an toàn cao, kết nối trực tiếp cảm biến và chấp hành.

**Modbus:** là một giao thức do hãng Modicon (sau này thuộc AEG và Schneider Automation) phát triển. Theo mô hình ISO/OSI thì Modbus là một chuẩn giao thức và dịch vụ thuộc lớp ứng dụng, vì vậy có thể được thực hiện trên các cơ chế vận chuyển cấp thấp như TCP/IP, MAP (Manufacturing Message Protocol), Modbus Plus và ngay cả qua đường truyền nối tiếp RS-232.

Modbus RTU hoạt động dựa trên nguyên tắc Master – Slave tức là một bên nhận (Master) và một bên truyền tín hiệu (Slave) thông qua địa chỉ thanh ghi. Phương thức truyền của Modbus RTU bằng đường truyền vật lý RS232 hoặc RS485, Modbus TCP/IP thì truyền trên địa chỉ IP thông qua Ethernet.

**Ethernet/IP:** Ethernet là kiểu mạng cục bộ (LAN) được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Ethernet chỉ là mạng cấp dưới (lớp vật lý và một phần lớp liên kết dữ liệu), vì vậy có thể sử dụng các giao thức khác nhau ở phía trên, trong đó TCP/IP là tập giao thức được sử dụng phổ biến nhất. Tuy vậy, mỗi nhà cung cấp sản phẩm có thể thực hiện giao thức riêng hoặc theo một chuẩn quốc tế cho giải pháp của mình trên cơ sở Ethernet. High Speed Ethernet (HSE) của Fieldbus Foundation chính là một trong tám hệ bus trường được chuẩn hóa quốc tế theo IEC 61158

Ethernet được sử dụng đầu tiên vào năm 1975 để nối mạng 100 trạm máy tính với cáp đồng trục dài 1km, tốc độ truyền 2,94 Mbit/s và áp dụng phương pháp truy nhập bus CSMA/CD. Từ sự thành công của sản phẩm này, Xerox đã cùng DEC và Intel đã xây dựng một chuẩn 10 Mbit/s Ethernet. Chuẩn này chính là cơ sở cho IEEE 802. Đặc biệt, với phiên bản 100 Mbit/s (Fast Ethernet, IEEE 802.3u), Ethernet ngày càng đóng một vai trò quan trọng trong các hệ thống công nghiệp. Bên cạnh việc sử dụng cáp đồng trục, đôi dây xoắn và cáp quang, gần đây có Ethernet không dây (Wireless LAN, IEEE 802.11).

### 3.3.3.3. Một số giao thức thường sử dụng

Bất cứ sự giao tiếp nào cũng cần một ngôn ngữ chung cho các các thiết bị, máy tính. Trong kỹ thuật truyền thông, bên cung cấp dịch vụ cũng như bên sử dụng dịch vụ đều phải tuân thủ theo các qui tắc, thủ tục cho việc giao tiếp, đó là giao thức. Giao thức chính là cơ sở cho việc thực hiện và sử dụng các dịch vụ truyền thông.

Giao thức cấp thấp gần với phần cứng, thường được thực hiện trực tiếp bởi các mạch điện tử. Một số ví dụ giao thức cấp thấp quen thuộc là TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) được dùng phổ biến trong Internet, HART (Highway Addressable Remote Transducer) dùng trong điều khiển quá trình, HDLC (High Level Data-link Control) làm cơ sở cho nhiều giao

thức khác và UART dùng trong đa số các giao diện vật lý của các hệ thống bus trường.

Giao thức cấp cao gần với người sử dụng, thường được thực hiện bằng phần mềm. Một số ví dụ về giao thức cấp cao là FTP (File Transfer Protocol) dùng trong trao đổi file từ xa, HTTP (Hypertext Transfer Protocol) dùng để trao đổi các trang HTML trong các ứng dụng Web, MMS (Manufacturing Message Specification) dùng trong tự động hóa công nghiệp.

#### **3.3.3.4. Lưu trữ dữ liệu**

Vai trò chính của Server (Máy chủ) là lưu trữ, cung cấp và xử lý dữ liệu rồi chuyển đến các máy trạm liên tục cho người dùng hay một tổ chức qua mạng LAN hoặc internet. Máy chủ được thiết kế để có thể chạy liên tục trong thời gian dài và chỉ tắt đi khi có sự cố gì đó cần bảo trì.

Dựa theo phương pháp xây dựng máy chủ, có 3 loại máy chủ thường gặp:

Máy chủ vật lý: là máy chủ chạy trên phần cứng và các thiết bị hỗ trợ riêng biệt gồm: HDD, CPU, RAM, Card mạng... Việc nâng cấp hoặc thay đổi cấu hình của máy chủ vật lý đòi hỏi phải thay đổi phần cứng của máy chủ.

Máy chủ ảo (Virtual Private Server – VPS): là loại máy chủ được tách từ máy chủ vật lý kể trên ra bằng phương pháp sử dụng công nghệ ảo hóa. Từ một máy chủ vật lý, có thể tách được thành nhiều máy chủ ảo khác nhau có chức năng như máy chủ vật lý và chia sẻ tài nguyên trên máy chủ vật lý gốc.

Máy chủ đám mây (Cloud Server): là máy chủ được kết hợp từ nhiều máy chủ vật lý gốc khác nhau cùng với hệ thống lưu trữ và máy chủ đám mây được xây dựng trên nền tảng công nghệ điện toán đám mây.

Hiện nay, máy chủ ảo VPS đang được sử dụng rộng rãi với giá thành hợp lý. Người dùng chỉ cần thuê một máy chủ ảo VPS và có thể thực hiện cài đặt các ứng

dụng và lưu trữ dữ liệu một cách linh hoạt. VPS phổ biến với hai hệ điều hành Windows và Linux.

Có nhiều phần mềm database như MySQL, SQL Server, MongoDB, .... Trong đó MySQL, SQL Server, ... là cơ sở dữ liệu SQL. MongoDB là cơ sở dữ liệu NoSQL. MySQL là hệ cơ sở dữ liệu mã nguồn mở được sử dụng miễn phí. SQL Server là phần mềm server được phát triển bởi hãng Microsoft và có bản quyền, chính vì điều này mà SQL Server có hiệu suất và bảo mật dữ liệu tốt hơn.

Như vậy hệ thống lưu trữ dữ liệu được đề xuất dùng máy chủ ảo (VPS) với hệ điều hành Windows và dùng phần mềm cơ sở dữ liệu SQL Server. Cả hệ điều hành và phần mềm server đều của hãng Microsoft nên tính bảo mật cao, phù hợp với ứng dụng dành cho doanh nghiệp.

#### **3.3.3.5. Đánh giá lựa chọn phương án**

Đối với hệ thống quan trắc môi trường nước, ứng dụng này áp dụng mô hình mạng công nghiệp ở 3 cấp độ. (Chấp hành, điều khiển, điều khiển giám sát). Ở Mức kết nối vào ERP, chỉ truyền tín hiệu để lưu trữ vào database.

Ở mức chấp hành: Sử dụng chuẩn Profibus, Modbus để truyền dữ liệu từ cảm biến về PLC

Ở mức điều khiển, điều khiển giám sát: Sử dụng chuẩn Ethernet/IP để truyền thông tin giữa PLC với máy tính, PLC với HMI.

Ở mức SCADA, ERP: Sử dụng chuẩn Ethernet/IP thông qua giao thức HTTP truyền dữ liệu về server. Hệ thống được đặt ở những nơi thuận lợi có mạng internet hoặc ở những nơi vùng sâu, vùng xa. Nên cần chọn những thiết bị module internet hỗ trợ mạng dây hoặc hỗ trợ sử dụng SIM.

Một phần mềm lắng nghe được những dữ liệu gửi lên Server và lưu vào cơ sở dữ liệu. Server lưu trữ dữ liệu là phần mềm SQL Server được đặt trên máy chủ ảo VPS với hệ điều hành Windows.

### 3.3.4. Ứng dụng tương tác với hệ thống

#### 3.3.4.1. Giới thiệu

HMI (Human Machine Interface) là thiết bị giao tiếp giữa người điều hành và máy móc thiết bị. Nói một cách chính xác, bất cứ cách nào mà con người “giao tiếp” với một máy móc qua 1 màn hình giao diện thì đó là một HMI. Màn hình HMI hiện nay đã quá quen thuộc với con người, đặc biệt trong công nghiệp, nó đóng vai trò vô cùng quan trọng trong phần giao tiếp giữa người và máy.

HMI truyền thống gồm:

- Thiết bị nhập thông tin: công tắc chuyển mạch, nút bấm...
- Thiết bị xuất thông tin: đèn báo, còi, đồng hồ đo, các bộ tự ghi dùng giấy.

Nhược điểm của HMI truyền thống:

- Thông tin không đầy đủ.
- Khả năng lưu trữ thông tin hạn chế.
- Độ tin cậy và ổn định thấp.
- Đối với hệ thống rộng và phức tạp: độ phức tạp rất cao và rất khó mở rộng.

Các thiết bị HMI hiện đại:

Do phát sự phát triển của công nghệ thông tin, HMI ngày nay sử dụng các thiết bị tính toán mạnh hơn. HMI trên nền PC (Windows hoặc MAC) như SCADA, Citect...HMI trên nền nhúng: HMI chuyên dụng, hệ điều hành là Windows CE 6.0

Các ưu điểm của HMI hiện đại:

- Tính đầy đủ kịp thời và chính xác của thông tin.
- Tính mềm dẻo, dễ thay đổi bổ xung thông tin cần thiết.
- Tính đơn giản của hệ thống, dễ mở rộng, dễ vận hành và sửa chữa.
- Tính “Mở”: có khả năng kết nối mạnh, kết nối nhiều loại thiết bị và nhiều loại giao thức.
- Khả năng lưu trữ cao.

Ngày nay, Các hãng tích hợp nền web để thiết kế giao diện điều khiển thân thiện hơn với con người.

Ngoài ra các thông số được đưa về lưu trữ chung tại một server chứa database. Các web, app, ứng dụng, ... dựa vào dữ liệu từ server này. Người sử dụng thao tác trên web, app, ... để giám sát và điều khiển ứng dụng.

#### **3.3.4.2. Đánh giá lựa chọn**

Ở hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm, sử dụng HMI tích hợp chạy nền web để giám sát và điều khiển. Ở nền web, ứng dụng sẽ không phụ thuộc vào hệ điều hành của máy tính.

Ngoài ra dữ liệu còn được gửi về Server. Người sử dụng có thể giám sát từ xa thông qua web trên điện thoại di động smartphone (của 2 hệ điều hành Androi, IOS) hoặc giám sát qua phần mềm.

### **3.4. Hoạt động của hệ thống**

Bình thường để đo được các chỉ tiêu của các ao/hồ nuôi tôm, mỗi hồ cần dùng mỗi cảm biến để đo và truyền dữ liệu về server để xử lý, lưu trữ.

Để giảm chi phí đầu tư, 7 chỉ tiêu ô xy hòa tan, nhiệt độ, pH, độ mặn, độ kiềm, nồng độ  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  được đo tập trung bằng cách hút nước từ điểm cần đo tới máy đo. Riêng các chỉ tiêu có thể có sai số lớn sau khi nước di chuyển trên đường ống từ điểm cần đo tới máy đo như độ trong sẽ được đo bằng cảm biến, được lắp đặt ngay tại điểm lấy mẫu trong ao.

Mẫu nước từ điểm cần đo được bơm hút lên và đi qua hệ thống đường ống và van điện từ về khu vực đặt các cảm biến đo trong tủ điện. Van xả và cảm biến lưu lượng sẽ giúp cho hệ thống xả nước cũ, bơm nước mới, đo đúng thời điểm mẫu đo ổn định nhất. Các cảm biến đo thực hiện việc đo 8 thông số.

Các dữ liệu đo được truyền đến PLC. Tại đây dữ liệu được lưu trữ, xử lý và truyền đến server qua mạng Internet và 3G. Server có chức năng lưu trữ dữ liệu,

thông tin và cho phép máy tính, thiết bị di động truy xuất các dữ liệu, thông tin này.

Máy tính trung tâm được kết nối với PLC và server qua mạng LAN và Internet, hỗ trợ người dùng truy xuất dữ liệu, thông tin từ server; hiển thị thông tin trên màn hình lớn tình trạng các thiết bị và thông số cần giám sát; cài đặt các thông số điều khiển; ra các lệnh điều khiển.

Thiết bị di động (smartphone, tablet) có các chức năng tương tự như máy tính trung tâm và dùng màn hình của chính thiết bị di động.

Như vậy, khi cần điều khiển các thiết bị, người dùng có thể ra lệnh trên thiết bị di động hoặc máy tính, truyền đến PLC. PLC sẽ tác động đến các rơ le, khởi động từ của tủ điện điều khiển để thực hiện việc đóng/mở các thiết bị như: thiết bị cho tôm ăn, bơm sục khí, bơm nước, quạt nước, các van và một số thiết bị khác. Hệ thống cũng có thể được điều khiển bằng tay qua các nút nhấn trên tủ điện điều khiển. Số điểm lấy mẫu nước đo có thể tăng thêm tùy theo nhu cầu giám sát tuy nhiên số cảm biến vẫn không thay đổi.

Sơ đồ bố trí của các thiết bị đo và các cụm chính của hệ thống được thể hiện trên hình 3.1.

### **3.5. Nhận xét**

Hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm được đề xuất có các đặc điểm như sau:

- Quan trắc tự động được 8 thông số theo tiêu chuẩn.
- Ứng dụng những công nghệ mới như công nghệ web, công nghệ di động, công nghệ IoT giúp đơn giản hóa và nâng cao hiệu quả vận hành.
- Ứng dụng cho những ao nuôi nhỏ, vừa và lớn, dễ dàng trong việc vận hành, hiệu chuẩn và bảo trì.

- Giảm số lượng cảm biến cần sử dụng, có thể dùng để đo nhiều ao với nhiều điểm đo, làm giảm đáng kể chi phí đầu tư trên một ao nuôi.



## Chương 4. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

Sau khi xác định nguyên lý hoạt động của hệ thống quan trắc tự động cũng như từng thiết bị trong hệ thống, chương 4 sẽ đi vào phần thiết kế các bộ phận trong hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm.

### 4.1. Xây dựng phương án thiết kế cho hệ thống quan trắc môi trường nước

Đối với phần máy đo cần thiết kế chế tạo phần cơ khí của máy đo, bao gồm tủ máy, bơm nước, các van lấy nước, van xả, van tràn, ... và bình đo, nơi 7 cảm biến được lắp đặt. Yêu cầu đối với máy đo là đảm bảo độ an toàn, độ tin cậy (bằng cách giám sát hoạt động của các bộ phận của máy), độ chính xác (có bộ phận vệ sinh đầu cảm biến DO quang sau mỗi lần đo), dễ bảo trì (việc tháo lắp, vệ sinh, thay màng, hiệu chuẩn cần được thực hiện dễ dàng, quá trình đo cần được theo dõi trực quan).

Máy đo có một hệ thống điều khiển giúp đóng mở các van cấp nước, các van xả nước, điều khiển thời gian bơm nước trước khi thực hiện đo để đảm bảo nước tại điểm đo đã được bơm lên bình đo và các chỉ số đã ổn định và đại diện cho điểm đo, thực hiện phép đo, lấy dữ liệu đo, mở van xả, .... Ngoài ra, hệ thống còn hỗ trợ giám sát hoạt động của bơm, giám sát hoạt động của van xả ..., hiệu chuẩn các cảm biến đo.

Trên cơ sở nghiên cứu thiết kế cấu hình và quy trình vận hành của hệ thống giám sát môi trường nước, chương này xác định các phương án hiện hành, phân tích đánh giá các phương án từ đó đưa ra phương án hợp lý, sơ đồ nguyên lý, sơ đồ hoạt động cho hệ thống cũng như tính toán thiết kế các bộ phận, các chi tiết của hệ thống giám sát môi trường nước.

#### 4.1.1. Tủ điện và tủ đo

Tủ điện được thiết kế và thi công đảm bảo được chức năng cung cấp nguồn điện để các thiết bị hoạt động và có khả năng chứa tất cả những thiết bị phục vụ cho hệ thống hoạt động dựa theo các tiêu chuẩn TCVN 4255:2008, IEC

60529:2001: tiêu chuẩn về cấp bảo vệ của vỏ tủ, TCVN 799-1:2009, IEC 60439-1:2004 tiêu chuẩn tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp.

Như đã phân tích ở chương 3, Tủ điện và tủ đo được thiết kế đặt cố định tại vị trí sao cho đường ống dẫn đến các ao hồ nuôi tôm là tối ưu nhất. Tủ đo có chức năng chứa các thiết bị (Động cơ, Van, ống, bình đo, ...) để lấy mẫu nước đo cho hệ thống. Tủ điện là trung tâm của hệ thống chứa các thiết bị bao gồm (PLC, Role, CB, các module chuyển đổi tín hiệu,...) chức năng chính điều khiển toàn bộ quá trình đo. Trong quá trình hoạt động để tránh những trường hợp ngắt điện không mong muốn, UPS cũng được bổ sung vào hệ thống có chức năng duy trì nguồn điện trong khoảng một giờ, giúp hệ thống ổn định hơn không bị ảnh hưởng bởi các trường hợp bị mất điện đột ngột.

Để không bị ảnh hưởng bởi những sự cố do nước gây ra trong quá trình hoạt động, tủ đo và tủ điện được tách riêng. Tuy nhiên cả hai tủ này được thiết kế nằm gần nhau để thuận lợi trong quá trình lắp đặt, vận hành và sửa chữa.

Hệ thống có thể giám sát 8 ao cùng lúc nên việc bố trí hệ thống van và bơm cần đảm bảo nhỏ gọn, dễ tháo lắp và bảo trì. Các đường hút nước lên từ ao được điều khiển thông qua các van từ. Do đó, hai bộ phận chính trong tủ đo là bơm và van điện từ. Bơm và van điện từ được lựa chọn theo các tiêu chuẩn và yêu cầu kỹ thuật. Do thể tích bình đo không quá lớn, lượng nước mẫu cần lấy không nhiều nên hệ thống sử dụng ống  $\phi 21$  nhằm đảm bảo thiết bị nhỏ gọn, chi phí đầu tư không cao.

#### **4.1.2. Bình chứa mẫu nước đo**

Bình đo có tác dụng chứa nước mẫu được lấy từ ao thông qua các van và bơm, tại đây có gắn các cảm biến để thu thập các thông số chất lượng nước. Các cảm biến sẽ được gắn vào bình đo để đo, bình đo gồm các cảm biến DO, pH, độ mặn,  $H_2S$  và  $NH_4^+$ . Còn lại, cảm biến nhiệt độ sẽ được gắn ở vị trí trước khi nước đi qua

bơm nhằm tránh sai số do nước đi qua bơm sẽ bị thay đổi nhiệt độ. Do đó, bình đo có yêu cầu:

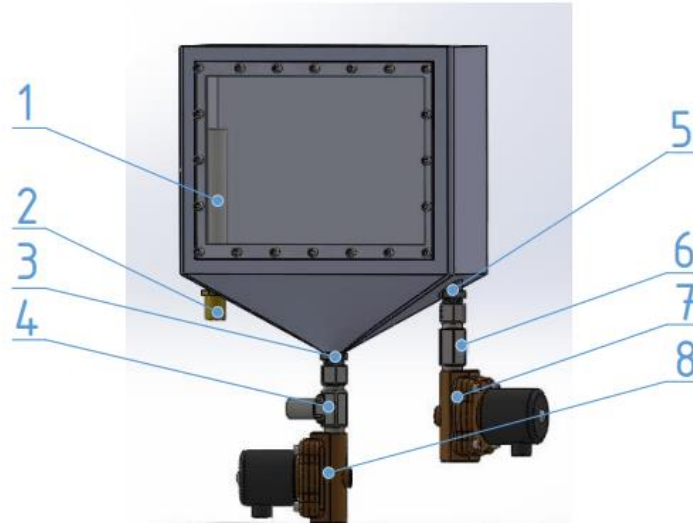
- Thiết kế nhỏ gọn nhưng phải đảm bảo đủ không gian để chứa các cảm biến.
- Nước được bơm từ dưới lên từ từ qua van để đảm bảo độ ổn định của nước.
- Cảm biến được lựa chọn hoạt động được trong môi trường nước mặn.
- Có bộ phận rửa, làm sạch cảm biến.
- Có bộ phận để định lượng mức nước mẫu trong bình đo

Có 2 phương án để bố trí bình:

❖ Phương án 1: Bình đo được thiết kế có dạng hình hộp chữ nhật

Nhằm tạo nhiều không gian bố trí các cảm biến lớn, ở bề mặt ngoài bình đo có gắn một tấm nhựa trong suốt để có thể dễ dàng quan sát bên trong. Phía trên có đệm gắn các cảm biến để đảm bảo độ kín của bình đo và dễ dàng tháo lắp các cảm biến khi cần căn chỉnh hoặc lau rửa, bảo trì. Do các cảm biến ngâm trong nước để đo nên trong thiết kế bình đo cần có bộ phận để rửa các đầu cảm biến, tránh gây sai số khi đo.

- Sơ đồ bố trí



Trong đó:

- |                               |                    |                           |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1. Ống xả tràn                | 2. Ống nối xả tràn | 3. Ống nối cấp- xả nước   |
| 4. Ống xả nước                | 5. Ống nối         | 6. Ống nối nhanh          |
| 7. Van điện từ - Cấp nước rửa |                    | 8. Van điện từ - Cấp nước |

Hình 4.1 Bình đo nằm ngang dạng hình chữ nhật

- Ưu nhược điểm

#### Ưu điểm

- + Bố trí dễ dàng trong tủ đo.
- + Không gian bố trí cảm biến lớn nên có thể gắn được nhiều cảm biến.
- + Dễ dàng vệ sinh bình đo khi được lắp ngoài.

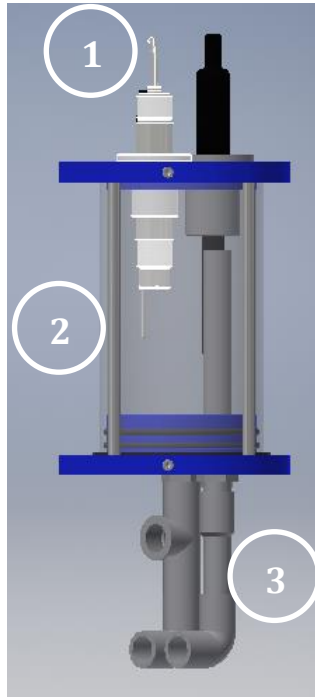
#### Nhược điểm

- + Chiều dài bề ngang của bình đo có diện tích khá lớn.

#### ❖ Phương án 2: Bình đo có dạng hình trụ tròn.

Bình đo được thiết kế có dạng hình trụ tròn, có đáy làm bằng nhựa và được gia công lõm ở giữa giúp đảm bảo nước được xả hết khi xả nước. Phần thân được làm bằng nhựa mica trong suốt giúp có thể quan sát bên trong. Nắp được thiết kế để có thể đỡ các cảm biến.

- Sơ đồ bố trí



Trong đó:

1. Các cảm biến                      2. Bình đo đứng                      3. Ống dẫn

Hình 4.2 Bình đo đứng

- Ưu nhược điểm

#### **Ưu điểm**

- + Mẫu nước bơm vào được bơm từ dưới lên do đó không bị xáo trộn nên giữ nguyên được các thông số nước.
- + Dễ dàng lắp đặt, vận hành và bảo trì.
- + Dễ dàng vệ sinh bình đo khi được lắp ngoài.

#### **Nhược điểm**

- + Không gian bố trí lớn. Khi sử dụng nhiều cảm biến thì đường kính tăng lên.

#### **4.1.3. Đánh giá lựa chọn phương án**

Yêu cầu của việc giám sát môi trường nước là phải đảm bảo được độ chính xác và độ tin cậy của việc đo các thông số chất lượng nước. Đồng thời mẫu nước đo phải đạt được yêu cầu giữ nguyên được các thông số như nước trong hồ, tránh

bị xáo trộn nhằm tránh sự thay đổi các thông số, đặc biệt là nồng độ oxy hòa tan trong nước.

Qua phân tích của hai phương án trên, cả hai phương án đều đảm bảo khả năng dễ chế tạo, lắp đặt, vận hành và bảo trì. Nhưng để đảm bảo không gian bố trí các cảm biến, đồng thời phải đảm bảo thiết kế nhỏ gọn của thiết bị giám sát chất lượng nước phương án 1 thiết kế bình đo là phù hợp hơn.

Bình đo được thiết kế có dạng phía trên là hình hộp chữ nhật, phía dưới có dạng hình chóp ngược nhằm giúp đảm bảo nước được xả hết khi xả nước.

Vật liệu làm bình đo là inox 304 chống gỉ khi làm trong môi trường nước mặn.

Bình đo gồm chứa 5 cảm biến DO, pH, độ mặn,  $H_2S$  và  $NH_4$ , còn lại cảm biến nhiệt độ sẽ được đặt ở tủ đo – trước khi nước đi qua bơm do tránh sai số đo khi nước đi qua bơm. Dựa trên kích thước của các cảm biến ở trên, để đảm bảo không gian đủ để bố trí các cảm biến, đồng thời dễ lắp ráp và bảo trì.

## **4.2. Thiết bị điều khiển**

### **4.2.1. Vi điều khiển**

Vi điều khiển là hệ thống bao gồm một vi xử lý có hiệu suất đủ dùng và giá thành thấp kết hợp với các khối ngoại vi như bộ nhớ, các module vào/ra, các module biến đổi số sang analog và analog sang số.

Hiện tại có các dòng Vi xử lý đang được sử dụng phổ biến: 8051, PIC, ARM  
Ưu điểm:

- Xử lý được nhiều thuật toán phức tạp
- Giá thành thiết bị rẻ

Nhược điểm:

- Không thích hợp với môi trường công nghiệp
- Khả năng chịu rung, bụi, tiếng ồn thấp
- Khả năng mở rộng chương trình, bảo trì.
- Khó thay đổi phần cứng

#### 4.2.2. PLC

PLC là thiết bị điều khiển lập trình được nó cho phép thực hiện linh hoạt các thuật toán điều khiển logic thông qua một ngôn ngữ lập trình. Các hãng PLC phổ biến trên thị trường gồm Rockwell, Siemens, Schneider, Mitsubishi, ...

Ưu điểm:

- Ngôn ngữ lập trình dễ học, người dùng có thể Lập trình dễ dàng để nâng cấp mở rộng sau này.
- PLC hiện nay được chế tạo và cải tiến Gọn nhẹ để người dùng có thể dễ dàng bảo quản và sửa chữa.
- PLC có tin cậy cao trong môi trường tủ bảng điện công nghiệp.
- Giao tiếp được với các thiết bị thông minh khác như: máy tính, nối mạng, các môi Modul mở rộng đáp ứng được cuộc cách mạng công nghiệp 4.0.

Nhược điểm:

- Hạn chế trong việc xử lý các thuật toán phức tạp
- Giá thành thiết bị tương đối cao so với vi điều khiển.

#### 4.2.3. Đánh giá lựa chọn phương án

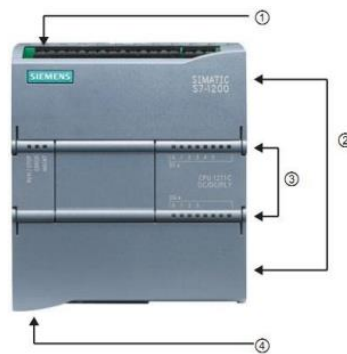
Đối với môi trường công nghiệp, PLC là phương án lựa chọn tối ưu so với vi điều khiển. Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm đã thiết kế gồm 3 Digital Input (Start, Stop, Emergency), 4 Serial RS 485, 2 Analog Input, 20 Digital Output. Chức năng: Gửi tín hiệu về máy chủ, thực hiện đóng mở van điều khiển, role.

Hiện tại có nhiều PLC có thể thực hiện được các chức năng như đã thiết kế, Tuy nhiên có một số dòng PLC của các hãng cần xem xét và đánh giá.

#### 4.2.3.1. Hãng Siemens

Siemens có các dòng PLC như S7-200, S7-300, S7-400. Dòng S7-200 dành cho các ứng dụng vừa và nhỏ với khoảng dưới 24 đầu vào/16 đầu ra (CPU 226). Tuy nhiên hiện nay dòng này đang được Siemens thay thế bằng dòng PLC S7-1200.

PLC S7 1200 cung cấp một cổng PROFINET để giao tiếp qua một mạng PROFINET. Các module truyền thông là có sẵn dành cho việc giao tiếp qua các mạng RS232 hoặc RS485.



Hình 4.3 PLC S7-1200

- ① Bộ phận kết nối nguồn.
- ② Các bộ phận kết nối nối dây của người dùng
- ③ Các LED trạng thái dành cho I/O tích hợp
- ④ Bộ phận kết nối PROFINET (phía trên của CPU).

Các kiểu CPU khác nhau nên các tính năng đa dạng và dung lượng giúp cho người dùng tạo ra các giải pháp có hiệu quả cho nhiều ứng dụng khác nhau.

#### 4.2.3.2. Hãng Schneider

Hãng Schneider có các dòng PLC dành cho những ứng dụng cỡ nhỏ như dòng TWINDO, Modicon TM241,... các loại PLC cỡ trung và lớn như Modicon TM340, M580... Tuy nhiên với những yêu cầu của hệ thống quan trắc như đã phân tích. PLC Modicon TM241 là tối ưu nhất. PLC Modicon TM241 là tiêu chuẩn cho các thiết bị điều khiển nhỏ gọn. Điểm nổi bật của PLC này là truy cập không giới hạn



thông qua Ethernet và đơn giản hóa việc bảo trì với bất kỳ thiết bị di động nào thông qua các trang giám sát được thiết kế trực tiếp bên trong và được lưu trữ trong máy chủ web của PLC.



Hình 4.4 PLC Modicon TM241CE40R.

Ưu điểm: Modicon TM241

- Lập trình trực quan các ứng dụng có sẵn và các khối chức năng.
- Tích hợp tất cả các đặc điểm và tính năng để thiết kế và xây dựng một hệ thống dễ dàng.
- Thiết bị có tính linh hoạt và khả năng mở rộng, cho phép nâng cấp dễ dàng để đạt được hiệu suất cao hơn.
- Kết nối mọi nơi thông qua Ethernet, truy cập không dây, web server để đơn giản hóa việc tích hợp và bảo trì máy

#### 4.2.4. Chọn PLC

Lựa chọn phần cứng đáp ứng theo các tiêu chí đáp ứng được

- Các yêu cầu chức năng: thu thập được tất cả 8 thông số của môi trường nước thông qua các chuẩn truyền thông Modbus, Ethernet. Truyền thông đến server thông qua chuẩn HTTP thông qua cổng Ethernet, TCP/IP.
- Yêu cầu kỹ thuật: Sai số của các thiết bị đo không vượt quá 1%, khả năng hoạt động tốt trong môi trường công nghiệp.
- Độ ổn định, tin cậy cao.
- Dễ lập trình, giao diện thân thiện với người dùng, dễ nâng cấp và mở rộng.

- Giá thành của PLC: Hiện tại giá thành của 2 PLC này tại thị trường Việt Nam có giá không chênh lệch nhau quá nhiều.

Cả hai dòng PLC S7 1200 và Modicon TM241 đều đáp ứng được các yêu cầu đặt ra, tuy nhiên PLC Modicon TM241 hỗ trợ người dùng thiết kế giao diện web theo hướng đối tượng, dễ dàng hơn ở đề tài này chọn Modicon TM241.

### 4.3. Thiết kế phần cứng của từng cụm

#### 4.3.1. Cụm lấy mẫu

##### 4.3.1.1. Bộ phận hút nước

###### a) Đầu hút

Bộ phận đầu hút trong hệ thống giám sát môi trường nước được đặt chìm sâu dưới hồ tại 3 vị trí mép hồ, tâm hồ và giữa mép hồ với tâm hồ. Bộ phận này luôn nằm sâu dưới nước tại vị trí gần đáy hồ. Vì vậy bộ phận này được thiết kế bao gồm lớp bê và bộ lọc nước.



Hình 4.5 Lớp bê và đầu lọc nhỏ.

Lớp bê hoạt động có tác dụng cho nước di chuyển theo 1 chiều nhất định, đầu hút luôn nằm sâu dưới nước nên việc chỉ cho nước đi vào đường uống khi có lệnh lấy mẫu đo là rất quan trọng. Hoạt động của lớp bê giúp tránh được sự mất áp của hệ thống. Lớp bê được sử dụng trong hệ thống giám sát là loại lớp bê dùng trong các trường hợp hút sâu, có thêm bộ phận lò xo đẩy bên trong so với các loại lớp bê thông thường khác. Bộ phận lò xo này sẽ đảm bảo cho lớp bê luôn kín bên trong, chống lại áp lực nước.

Vì đầu hút luôn nằm sâu dưới hồ, nên bộ phận đầu lọc lớn và nhỏ là cần thiết để giúp đầu hút tránh được các sinh vật phù du, tảo, con nuôi, chất thải, rác và những thứ khác có thể làm tắc nghẽn đầu hút.

b) Đường ống

Đường ống trong hệ thống giám sát môi trường nước sử dụng các ống nhựa PVC. Các đường ống này làm nhiệm vụ dẫn nước giữa các đầu hút, bơm, van, bình đo. Các ống nhựa PVC đảm bảo tính kinh tế và phổ biến, dễ dàng tìm kiếm thay thế. Giữa bộ phận van và các đường ống sử dụng các rắc co nối để dễ dàng tháo lắp, thay thế.

Các đường ống do nằm ngoài trời nên được bọc cách nhiệt để đảm bảo nước đưa vào bình đo có cùng thông số về nhiệt độ với nước dưới hồ. Điều này sẽ đảm bảo được các kết quả đo, từ đó đánh giá được tình trạng nước hồ để khắc phục kịp thời nếu có sự cố.



Hình 4.6 Rắc co nước nối giữa van và đường ống

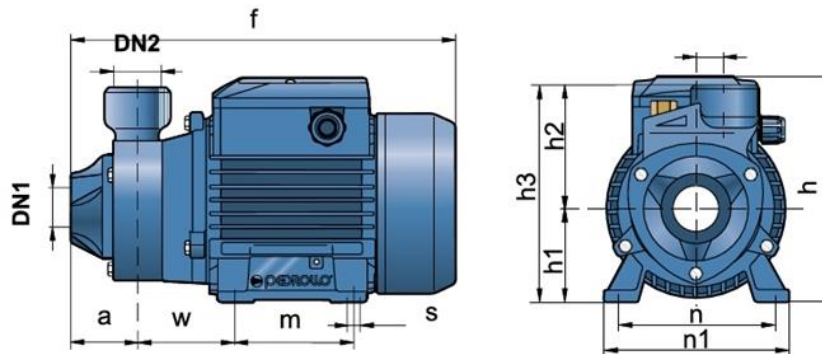
**4.3.1.2. Bơm**

Bơm trong hệ thống giám sát môi trường làm nhiệm vụ hút nước từ hồ lên trong quá trình lấy mẫu đo, sau đó đưa vào bình đo thực hiện các thao tác đo rồi cuối cùng đẩy nước qua van xả ra ngoài. Vì nước hồ tôm chứa nhiều các chất có thể làm rỉ bơm nên sử dụng bơm cánh inox thay vì bơm cánh đồng. Bơm chân không vì nó là thiết bị dùng để loại bỏ không khí, chất khí, hơi nước...để giúp cho quá trình đo đạc được chính xác hơn.

Do đặc điểm của ngành nuôi tôm ở Việt Nam nói chung và trong đề tài nói riêng là mô hình nhỏ lẻ nên điểm đặt hút nước ở độ sâu tối đa là 3m. Khoảng

cách từ điểm hút đến thiết bị tối đa là 100m do đó cột áp tối thiểu của máy bơm là 3m.

Hiện nay, có nhiều hãng bơm như Panasonic, Shimizu, JLM, ...Tuy nhiên do yêu cầu về hoạt động ổn định, hoạt động trong môi trường nước mặn nên lựa chọn bơm của hãng JLM. Với các thông số kỹ thuật Model: JLM60-600, hút sâu 9m, cột áp 40 m, lưu lượng  $3(m^3/h)$ , công suất: 600 W, điện áp 220V.



Hình 4.7 Bơm chân không cánh inox

#### 4.3.1.3. Bộ phận van

Hệ thống có van bơm, van xả, van mồi, van áp suất.

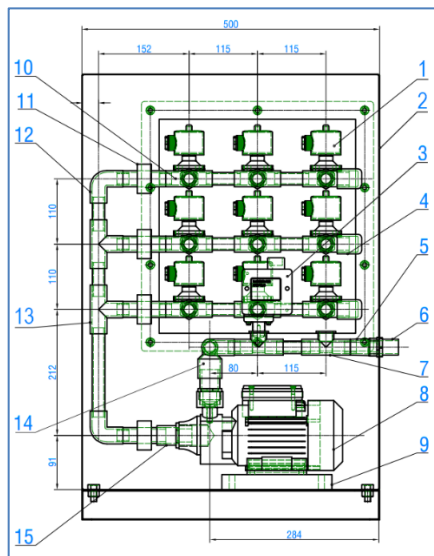
Mỗi đường ống dẫn của một đầu hút tại một vị trí cụ thể trong hồ đều được nối với van bơm. Van bơm trong hệ thống giám sát môi trường nước là loại van 2/2 thường đóng loại điện điều khiển 24V. Do toàn bộ hệ thống được điều khiển bằng tín hiệu từ PLC nên sử dụng loại van điện điều khiển để PLC có thể điều khiển đóng mở được.

Hệ thống có tổng cộng 12 van (bao gồm cả van xả, van mồi và van áp suất). Các van được bố trí thích hợp trong tủ đo. Van xả được đặt sau bình đo làm nhiệm vụ xả nước sau quá trình đo. Van mồi làm nhiệm vụ mồi nước trong các trường hợp tụt áp của hệ thống làm nước không thể bơm lên bình đo được. Van áp suất nằm sau relay áp suất, khi áp suất hệ thống đến ngưỡng, relay áp suất truyền dữ liệu về PLC kích van áp suất hoạt động.

Các van trong hệ thống giám sát môi trường nước đều chọn loại van inox để tránh tác động của nước trong hồ nuôi thủy sản làm gỉ sét.



Hình 4.8 Van 2/2 thường đóng điện điều khiển 24V.



- |                     |                    |             |               |                  |
|---------------------|--------------------|-------------|---------------|------------------|
| 1. Các van bơm      | 2. Tủ đo           | 3. Rơ le áp | 4. Nắp khóa   | 5. Nối ren trong |
| 6. Nối ren ngoài    | 7. Chữ T ren trong | 8. Bơm nước | 9. Đế lót bơm |                  |
| 10. Chữ T ren ngoài | 11. Khớp nối sóng  | 12. Co 90   | 13. Chữ T     |                  |
| 14. Co 90 rút       | 15. Nối ren ngoài  |             |               |                  |

Hình 4.9 Sơ đồ bố trí van trong tủ đo.

#### 4.3.1.4. Bộ phận đo các chỉ tiêu

##### Bình đo

Như đã trình bày ở phần 4.1.2, Bình đo trong hệ thống giám sát môi trường nước là dạng bình hình trụ đứng. Bình được thiết kế với vỏ ngoài trong suốt để có thể dễ dàng quan sát hoạt động bên trong bình.

Nước được bơm từ dưới lên từ từ qua van để đảm bảo độ ổn định của nước. Dưới đáy bình có dạng phễu để đảm bảo xả hoàn toàn nước ra ngoài sau mỗi lần đo. Phía trên có đệm gắn các cảm biến để đảm bảo độ kín của bình đo và dễ dàng tháo lắp các cảm biến khi cần căn chỉnh hoặc lau rửa.

##### Cảm biến

Như đã trình bày ở phần 3.3.2.2, Cảm biến trong hệ thống giám sát môi trường nước bao gồm 6 loại cảm biến và 2 máy đo đo 8 thông số khác nhau: Nồng độ oxy hòa tan (DO), pH, nhiệt độ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ . Các cảm biến này hoạt động dựa trên nguyên lý quang học.



Hình 4.10 Hình ảnh bình đo và các cảm biến.

### 4.3.2. Cụm thu thập các thông số

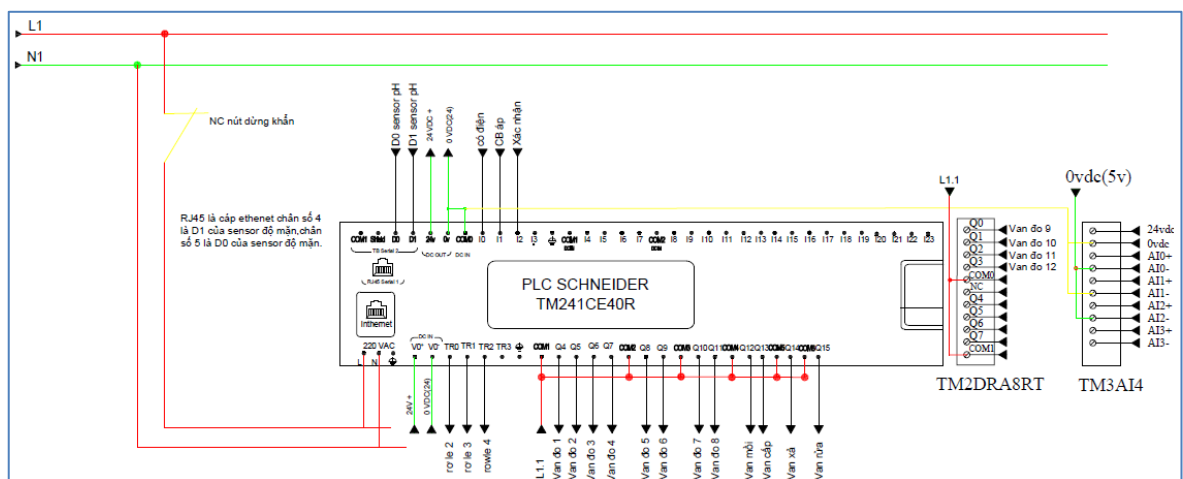
Các cảm biến sau khi đo được các thông số. PLC có nhiệm vụ lấy tín hiệu từ cảm biến về dựa vào đầu ra của các cảm biến. Trong đó:

Tín hiệu đầu ra của cảm biến đo nhiệt độ và cảm biến đo nồng độ ôxy hòa tan là tín hiệu analog. Các tín hiệu này sẽ được kết nối vào kênh AI0 và AI1 của PLC.

Tín hiệu đầu ra của cảm biến đo độ trong và độ kiềm là tín hiệu số đã được xử lý nên sẽ được truyền thẳng vào vùng nhớ của PLC để gửi vào về server lưu trữ.

Tín hiệu đầu ra của cảm biến đo độ mặn, độ pH,  $H_2S$ ,  $NH_3$  là modbus truyền theo chuẩn RS485 nên sẽ kết nối vào chân D0 và D1 của PLC.

Sơ đồ nguyên lý của mạch điều khiển được thể hiện như hình 4.11.



Hình 4.11 Sơ đồ nguyên lý kết nối cảm biến.

Sau khi thu thập đầy đủ các thông số của môi trường nước, PLC sẽ gửi dữ liệu về server.

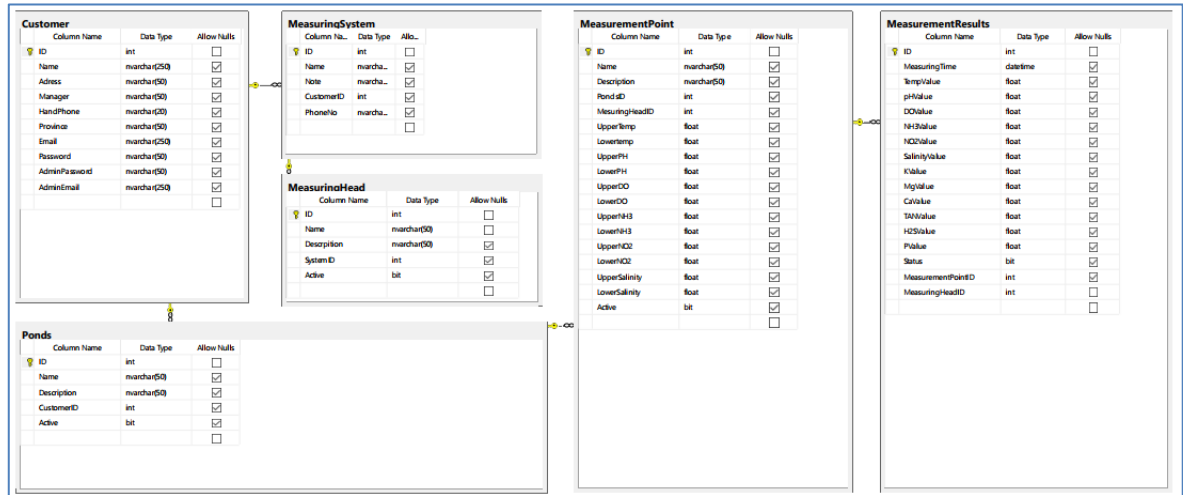
### 4.3.3. Cụm truyền thông, lưu trữ dữ liệu

#### 4.3.3.1. Cơ sở dữ liệu

Tất cả thông tin dữ liệu của hệ thống được lưu trữ ở phần mềm server (Microsoft SQL Server 2014) chạy hệ điều hành Windows Server 2012.

Cơ sở dữ liệu của hệ thống được thiết kế có các chức năng lưu trữ:

- Thông tin người dùng
- Các ao nuôi, hồ nuôi tôm
- Giới hạn đo, giới hạn cho phép
- Kết quả đo các thông số



Hình 4.12 Cơ sở dữ liệu của hệ thống

#### 4.3.3.1. Truyền thông dữ liệu

Để truyền dữ liệu từ PLC về database, Sử dụng một phần mềm trung gian đặt trên Server để nhận dữ liệu từ PLC. Sau khi Phần mềm nhận được các thông số đo từ PLC gửi lên. Phần mềm sẽ ghi vào cơ sở dữ liệu những thông tin mà PLC đã cung cấp.

Nguyên lý của truyền thông tin về cơ sở dữ liệu được trình bày như hình bên dưới 4.13.





Hình 4.13 Sơ đồ nguyên lý truyền tín hiệu từ PLC về cơ sở dữ liệu.

### Đối với PLC:

Sau khi đo đạc và thu thập được các thông tin, các chỉ số, PLC sẽ gửi chuỗi dữ liệu về phía server đã được cài đặt trước. Các bước để PLC gửi thông tin về server:

1. Kiểm tra kết nối
2. Gửi thông tin
3. Ngắt kết nối

Thông tin chuỗi truyền về bao gồm các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước và các thông số cần thiết để định danh ao nuôi bao gồm:

DB name, MeasuringTime, TempValue, pHValue, DOValue, NH3Value, NO2Value, SalinityValue, H2Svalue, Pvalue, TranspValue, TurbidityValue, NitratValue, MeasuringHeadID

### Đối với phía Server:

Trên Server sẽ có một phần mềm trung gian có chức năng nhận dữ liệu từ PLC gửi lên và thực hiện cập nhật vào trong database.

Phần mềm được viết bằng ngôn ngữ C# trên phần mềm Visual Studio 2015. Phần mềm đóng vai trò là server luôn luôn lắng nghe các kết nối client ở cổng 35000. Thời gian đợi của server là 20s. Cơ chế nhận dữ liệu theo mô hình Socket

TCP/IP. Sau khi phần mềm nhận được dữ liệu từ phía PLC gửi về. Phần mềm có nhiệm vụ tách các chuỗi và lưu các giá trị vào database.

Như vậy các thông số thu thập được của hệ thống được lưu trữ vào database. Đây là cơ sở để thực hiện phân tích, đánh giá của ao/ hồ nuôi tôm.

Các thiết bị phần cứng hỗ trợ lưu trữ dữ liệu bao gồm: module router truyền dữ liệu từ PLC về server. Để đảm bảo trong tất cả các điều kiện có sử dụng mạng dây hay sử dụng 4G thì hệ thống vẫn hoạt động được. Thiết bị kết nối internet thỏa mãn được điều kiện sử dụng trong đề tài Module Tplink TL-MR6400 như hình 4.14



Hình 4.14 Module Tplink TL-MR6400

#### **4.3.4. Cụm ứng dụng**

Tất cả các dữ liệu của hệ thống quan trắc đều được lưu tập trung tại một cơ sở dữ liệu. Để xem, sử dụng, phân tích dữ liệu người dùng cần truy xuất những dữ liệu phù hợp với nhu cầu của mình phù hợp với mục đích cần sử dụng.

Hệ thống được điều khiển và giám sát bởi các phần mềm sẽ được trình bày cụ thể chi tiết trong chương 5. Phần cứng hỗ trợ để sử dụng cho hệ thống này là Máy tính chạy hệ điều hành Windows, smartphone có kết với internet.

#### **4.4. Kết luận chương 4**

Chương 4 vừa trình bày phương án thiết kế cho hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm, sơ đồ nguyên lý, sơ đồ động, các bộ phận cơ khí của hệ thống, bộ phận điện điều khiển của hệ thống. Đây là cơ sở để phục vụ cho việc chế tạo và lắp ráp phần cứng của hệ thống quan trắc.

## Chương 5. THIẾT KẾ GIẢI THUẬT VÀ PHẦN MỀM

Chương 5 trình bày thiết kế giải thuật của hệ thống và lựa chọn phương án, giải pháp thực hiện phần mềm. Thiết kế cơ sở dữ liệu, giao diện, chức năng của phần mềm ứng dụng.

### 5.1. Thiết kế các giải thuật của hệ thống

Từ những yêu cầu xử lý thực tế, cần tìm ra các giải thuật tương ứng để xác định trình tự các thao tác máy tính phải thực hiện để cho ra kết quả mong muốn, đây là bước xây dựng giải thuật cho bài toán xây dựng các giải thuật, lập trình các phần mềm quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm.

Các chỉ tiêu chất lượng nước, bao gồm nhiệt độ, nồng độ oxy hòa tan, pH, độ mặn, nồng độ  $\text{NH}_3$  và  $\text{H}_2\text{S}$  được đo bằng cảm biến nhúng trong nước tại bồn đo trong thiết bị.

Thứ tự ưu tiên của hệ thống là chế độ khẩn cấp, chế độ điều khiển bằng tay, chế độ tự động.

Giải thuật điều khiển của Phần mềm điều khiển của thiết bị quan trắc được trình bày trên hình 5.1.

Các bước đo cụ thể:

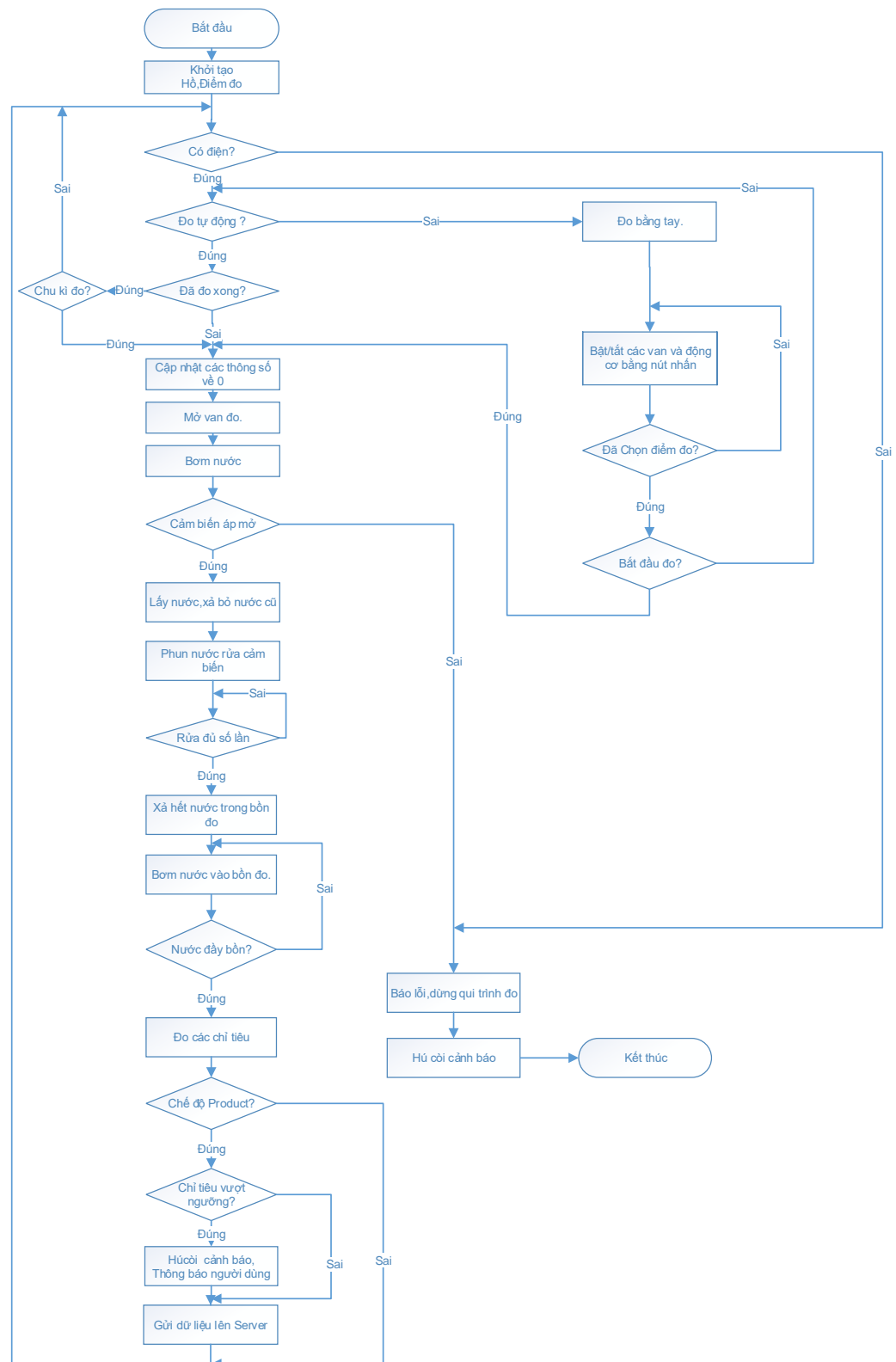
Bước 1: Khởi tạo điểm đo: chọn vị trí đo trong số các vị trí cần đo được đặt ở ao nuôi.

Bước 2: Kiểm tra mất điện, nếu sai thực hiện bước tiếp theo và ngược lại kết thúc quá trình đo.

Bước 3: Chọn đo tự động hoặc đo bằng tay để tiến hành đo.

Đo tự động	Đo bằng tay
Bước 4: Cập nhật các thông số về 0. Bước 5: Mở van đo.	Bước 4: Mở van xả Bước 5: Bật động cơ bơm nước Bước 6: Mở van cấp

<p>Bước 6: Bật động cơ bơm nước.</p> <p>Bước 7: Mở cảm biến (nếu cảm biến hoạt động thực hiện bước tiếp theo hoặc ngược lại kết thúc quá trình đo).</p> <p>Bước 8: Lấy nước xả bỏ nước cũ.</p> <p>Bước 9: Cấp nước rửa cảm biến.</p> <p>Bước 10: Cấp nước vào bình đo.</p> <p>Bước 11: Tắt động cơ.</p> <p>Bước 12: Đo các thông số chất lượng nước.</p> <p>Bước 13: Gửi dữ liệu về máy chủ.</p> <p>Bước 14: kiểm tra thông số vượt ngưỡng (nếu có còi báo động ngược lại kết thúc quá trình đo), qua chu trình mới.</p>	<p>Bước 7: Báo lỗi bằng đèn báo sau đó kết thúc quá trình đo, quay lại chu trình mới.</p>
--	---



Hình 5.1 Sơ đồ giải thuật của hệ thống.

## 5.2. Giới thiệu các ứng dụng.

Ứng dụng là chương trình có khả năng làm cho máy tính thực hiện trực tiếp một công việc nào đó người dùng muốn thực hiện.

Để đáp ứng nhu cầu quản lý quá trình nuôi tôm, một phần mềm ứng dụng được thiết kế và phát triển bao gồm các chức năng: Ghi nhận tất cả các kết quả đo các thông số chất lượng nước khi thực hiện đo bằng tay và tự động. Bao gồm: nồng độ ô xy hòa tan, pH, nhiệt độ, độ kiềm,  $\text{NH}_3$ , độ trong,  $\text{H}_2\text{S}$  và một số chỉ tiêu khác.

Phần mềm ứng dụng dùng cho nhập liệu được thiết kế chạy trên thiết bị di động, sử dụng đơn giản, phù hợp với trình độ của người sử dụng. Phần mềm phân tích là một ứng dụng chạy trên máy tính dùng cho người quản lý.

Hiện nay có nhiều ứng dụng điều khiển như web, ứng dụng android, IOS, phần mềm chạy trên nền windows thực hiện được các chức năng như đã thiết kế.

### 5.2.1. Ứng dụng web

Một trang web bao gồm text, hình ảnh và video, liên kết với nhau thông qua các link. Tác dụng của website là lưu trữ và hiển thị thông tin. Người dùng chỉ có thể đọc, xem, click các link để di chuyển giữa các trang.

Hiện nay, với sự ra đời của các ngôn ngữ server: Nodejs, ... các website đã trở nên “động” hơn, có thể tương tác với người dùng. Do đó, người dùng có thể dùng web để thực hiện một công việc nào đó bằng máy tính, từ đó web app ra đời. Ngôn ngữ để tạo ra giao diện web là HTML, CSS, Javascript.

Hiện nay nhiều hãng đã tích hợp web trong PLC. Người dùng có thể lập trình giao diện điều khiển bằng web như Siemens, Schneider, .... Ở Siemens người dùng có thể lập trình bằng ngôn ngữ lập trình web. Ở Schneider, người lập trình có thể lập trình bằng trực quan bằng cách kéo thả giao diện.

❖ **Ưu điểm**

- Không phụ thuộc vào hệ điều hành.
- Dễ sử dụng trên mọi thiết bị có trình duyệt web.

❖ **Khuyết điểm**

- Phải luôn đảm bảo kết nối ổn định
- Không tính cá nhân hóa.
- Khó khăn trong việc gửi thông báo đến người dùng, chỉ khi nào người dùng đăng nhập vào mới xem được thông báo.

## **5.2.2. Phát triển ứng dụng App**

### **5.2.2.1. Ứng dụng app Android**

Android là một hệ điều hành dựa trên nền tảng Linux được thiết kế dành cho các thiết bị di động có màn hình cảm ứng như điện thoại thông minh và máy tính bảng. Android ra mắt vào năm 2007. Chiếc điện thoại đầu tiên chạy Android được bán vào năm 2008. Android có mã nguồn mở và Google phát hành mã nguồn. Chính vì yếu tố này mà các thiết bị chạy hệ điều hành android chiếm tỉ lệ cao.

Những yếu tố này đã giúp Android trở thành nền tảng điện thoại thông minh phổ biến nhất thế giới và được các công ty công nghệ lựa chọn khi họ cần một hệ điều hành không nặng nề, có khả năng tinh chỉnh, và giá rẻ chạy trên các thiết bị công nghệ cao thay vì tạo dựng từ đầu. Một trong những ngôn ngữ lập trình ứng dụng Android là Java.

### **5.2.2.2. Ứng dụng app IOS**

iOS (iPhone OS) là hệ điều hành trên các thiết bị di động của hãng Apple. Đây là hệ điều hành chạy trên các sản phẩm iPhone, iPad, và iPod Touch và là hệ điều hành phổ biến thứ 2 trên toàn cầu, sau Android. Ngôn ngữ lập trình IOS là Swift.



### 5.2.2.3. Ứng dụng Windows

Hiện nay hệ điều hành Windows chiếm tỉ lệ  $\frac{3}{4}$  trên tổng các hệ điều hành. Do đó các ứng dụng windows cũng phát triển theo tỉ lệ thuận với hệ điều hành. Một trong những công cụ để viết phần mềm windows chiếm đông đảo người sử dụng là Visual studio.

### 5.2.2.4. Ưu điểm của những ứng dụng app

- Có tính cá nhân hóa hơn
- Dễ dàng trong việc gửi thông báo đến người dùng.
- Sử dụng các tính năng của thiết bị di động
- Khả năng hoạt động ngoại tuyến đối với một số app di động.

### 5.2.2.5. Nhược điểm của ứng dụng app

- Phụ thuộc vào hệ điều hành, tuy nhiên hiện tại 2 hệ điều hành đang chiếm phần lớn thị trường là Android, iOS đối với các thiết bị di động.
- Tốn chi phí xây dựng nhiều phần mềm cho nhiều hệ điều hành chỉ thực hiện cùng một chức năng.

## 5.3. Nhận xét, lựa chọn phương án

Theo [90], Tính đến tháng 5/2019, trên toàn thế giới, các ứng dụng chạy trên nền tảng hệ điều hành Windows chiếm 39.89%, hệ điều hành Android chiếm 35.41%, hệ điều hành iOS chiếm 13.28%. Tỉ lệ này ở Việt Nam lần lượt là 76.2%, 8.06%, 6.15%. Như vậy tỉ lệ người dùng ứng dụng phần mềm trên Windows chiếm đa số.

Theo [100], Tính đến tháng 5/2019, trên toàn thế giới, đối với ứng dụng di động, tỉ lệ người sử dụng ứng dụng Android chiếm 74.85% và iOS là 22.94%.

Với những ưu và khuyết điểm đã phân tích của mỗi loại ứng dụng web, app và những số liệu khách quan từ thống kê trên thế giới nói chung và ở Việt Nam

nói riêng, ứng dụng quan trắc môi trường nước tự động ưu tiên phát triển web, phần mềm trên hệ điều hành windows và phần mềm ứng dụng trên android.

Như vậy hệ thống quan trắc môi trường nước sẽ thực hiện các ứng dụng theo thứ tự

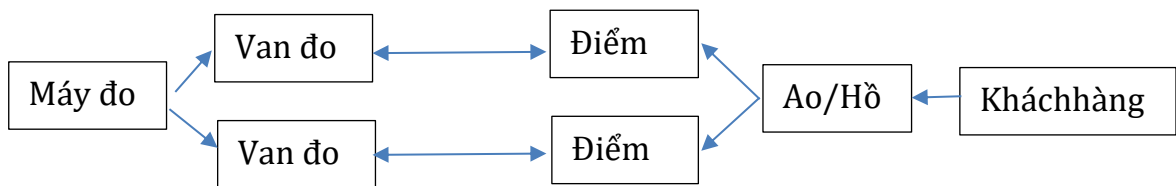
1. Ứng dụng web (điều khiển) và ứng dụng web để giám sát.
2. Phần mềm giám sát các thông số trên hệ điều hành Windows
3. Ứng dụng giám sát các thông số trên thiết bị di động hệ điều hành Androi, IOS.

#### 5.4. Thiết kế phần mềm điều khiển hệ thống

##### 5.4.1. Thiết kế cơ sở dữ liệu

Sau khi hoàn thành xây dựng giải thuật, bước lập trình sẽ được thực hiện để tạo ra sản phẩm phần mềm. Tuy nhiên sau khi hoàn thành, phần mềm vẫn có thể có một số lỗi và cần được kiểm thử để đánh giá chất lượng do đó phần mềm cần trải qua bước kiểm thử để hoàn thiện. Một trong những các yếu tố để đảm bảo phần mềm hoạt động tốt là cơ sở dữ liệu phải chính xác từ khâu thiết kế. Sau khi phân tích các yêu cầu và chức năng của hệ thống quan trắc. Cơ sở dữ liệu được thiết kế chi tiết.

Mô hình quản lý dữ liệu cơ bản được thể hiện ở hình 5.2.



Hình 5.2 Mô hình dữ liệu cơ bản của hệ thống quan trắc.

Cơ sở dữ liệu cụ thể của hệ thống bao gồm các bảng:

- Bảng Users

Lưu trữ thông tin của người dùng sử dụng các phần mềm.

Bảng 5.1 Lưu trữ thông tin của người dùng.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
UserName	nvarchar(25)	Tên người dùng
FullName	nvarchar(50)	Tên đầy đủ của người dùng
Email	nvarchar(50)	Email của người dùng
Password	nvarchar(50)	Mật khẩu
Note	nvarchar(50)	Ghi chú
Admin	bool	Quyền admin ?

- Bảng Parameter

Dùng để quản lý danh sách các thông số chất lượng môi trường cần giám sát

Bảng 5.2 Quản lý danh sách các thông số chất lượng môi trường cần giám sát.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
Name	nvarchar(50)	Tên thông số
UOMID	int	ID của đơn vị tính , <> null
OrderBy	int	Dùng để sắp xếp thứ tự dữ liệu
Alarm	bool	Xác định xem có cảnh báo tự động hay không
Lower	float	Giới hạn dưới
Upper	float	Giới hạn trên

- Bảng MeasurementPoint

Dùng để quản lý các điểm đo trên các đối tượng. Trên 1 đối tượng có thể thực hiện đo trên nhiều điểm. Thí dụ, 1 ao nuôi tôm thì có thể đo 1 điểm ở giữa, 1 điểm ngoài bờ ao.

Bảng 5.3 Bảng MeasurementPoint.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
Name	nvarchar(50)	Tên điểm đo
Description	nvarchar(50)	Mô tả điểm đo
ObjectID	int	ID của đối tượng được đo
MesuringHeadID	int	ID của điểm đo của hệ thống đo tự động (dùng để khai báo kết nối giữa hệ thống đo tự động và điểm đo. Nếu điểm này không có kết nối với hệ thống tự động thì nó sẽ là null.

- Bảng MeasurementValue

Dùng để quản lý kết quả đo cho từng điểm

Bảng 5.4 Quản lý kết quả đo cho từng điểm.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
ParameterID	int	ID của thông số đo
MeasurementPointID	int	ID của điểm được đo
Value	float	Giá trị đo được
Note	nvarchar(250)	Ghi chú
MeasurmenrtTime	datetime	Thời gian đo
Manual	bool	Đo bằng tay hay đo tự động

- Bảng AlarmLevel

Quản lý ngưỡng và cảnh báo cho từng thông số trên từng điểm đo.

Bảng 5.5 Quản lý ngưỡng và cảnh báo cho từng thông số trên từng điểm đo.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
MeasurementPointID	int	ID của điểm đo
ParameterID	int	ID của thông số đo
LowerLevel	float	Ngưỡng dưới
UpperLevel	float	Ngưỡng trên
Alarm	bool	Có cần cảnh báo tự động hay không

- Bảng MeasuringSystem

Quản lý các hệ thống đo tự động

Bảng 5.6 Quản lý các hệ thống đo tự động.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
Name	nvarchar(50)	Tên hệ thống đo tự động
Note	nvarchar(50)	Ghi chú
LocationID	int	ID của địa điểm
PhoneNo	nvarchar(20)	Số Điện thoại
Cycle	int	Chu kỳ truy vấn dữ liệu cảnh báo
IpPLC	nvarchar(50)	Ip của PLC nếu có (có thể null)

- Bảng MeasuringHead

Dùng để quản lý các đầu đo cho từng hệ thống

Bảng 5.7 Quản lý các đầu đo cho từng hệ thống.

Trường	Dữ liệu	Ý nghĩa
ID	int	Trường khóa
Name	nvarchar(50)	Tên đầu đo
Descrpition	nvarchar(50)	Mô tả đầu đo
SystemID	int	ID của hệ thống đo
IpPLC	nvarchar(50)	Lưu trữ IP cho đầu đo

#### 5.4.2. Thiết kế giao diện

Giao diện của phần mềm đóng vai trò quan trọng trong quá trình sử dụng. Đây là bộ mặt của hệ thống. Việc thiết kế giao diện phải đảm bảo được các tính năng của hệ thống và dễ sử dụng cho người dùng.

Giao diện giám sát và điều khiển cho người sử dụng được thiết kế nhằm cho người dùng điều khiển trực tiếp hệ thống. Ngày nay, người sử dụng yêu cầu một mức độ hoàn hảo của mọi thiết kế giao diện nhằm đạt được tối ưu chức năng sử dụng đặt ra.

Giao diện giám sát và điều khiển phải đạt các yêu cầu sau:

- Thiết kế phải hướng tới người sử dụng, có nghĩa là giao diện được thiết kế nhằm cho người dùng điều khiển trực tiếp hệ thống.
- Các giúp đỡ định hướng cụ thể, rõ ràng.

Vấn đề chủ yếu hiện nay thường gặp ở các giao diện là người dùng không ý thức được người dùng đang ở đâu trong tổ chức thông tin. Vì vậy, các biểu tượng phải nhất quán, dễ hiểu, các lược đồ đồ họa phải đồng nhất và bản khái quát (đồ họa hay văn bản). Màn hình tổng hợp có thể cho người dùng sự tin tưởng là người dùng có thể tìm thấy, điều khiển chính xác cái họ muốn mà không lãng phí

thời gian. Người dùng phải luôn có khả năng quay trở lại trang chủ (giao diện chính) và các điểm chủ chốt.

- Cho phép truy nhập trực tiếp.

Mục đích là cung cấp cho người dùng thông tin cần thiết với ít bước nhất và với thời gian ngắn nhất. Điều này có nghĩa là cần thiết kế cấu trúc thông tin hiệu quả nhất, giảm tối đa các bước qua hệ thống menu. Đơn giản và nhất quán, các biểu tượng nên đơn giản, quen thuộc với người dùng.

- Tính ổn định.

Tính ổn định thiết kế có nghĩa là giữ các thành phần trong giao diện làm việc ổn định. Tính ổn định chức năng có 2 thành phần – đặt các chức năng đúng chỗ ngay từ đầu và sau đó giữ chúng hoạt động nhịp nhàng trong suốt thời gian vận hành.

#### **5.4.2.1. Giao diện web điều khiển.**

Giao diện điều khiển được thiết kế với tiêu chí thực hiện được các chức năng quan trắc, giao diện đơn giản dễ sử dụng.

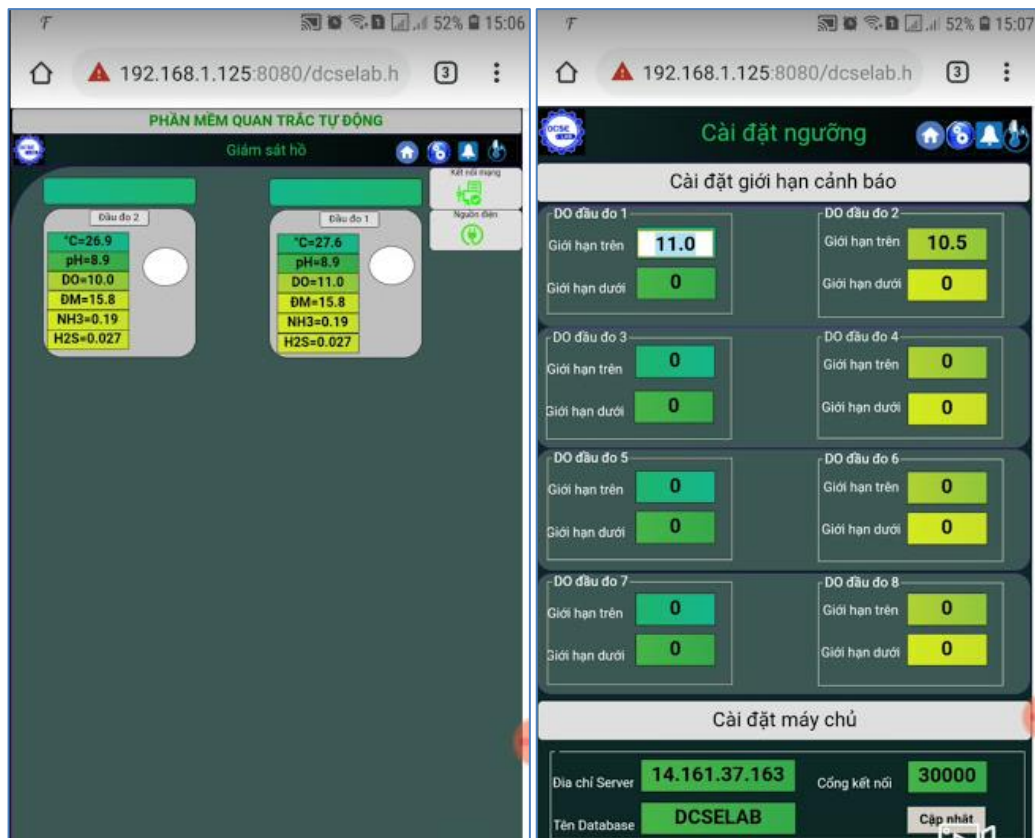
Các chế độ đo gồm: Chế độ đo bằng tay và chế độ đo tự động, chức năng thử nghiệm. Cho phép cài đặt: Thời gian giữa hai chu trình đo, chọn các điểm đo, tối đa là 8 điểm

Màn hình hiển thị trực quan quy trình đo bao gồm: Xả nước, cấp nước, rửa cảm biến, bơm nước lấy mẫu và đo. Các kết quả đo cũng được hiển thị trực quan trên giao diện điều khiển.

Giao diện web tự động điều chỉnh kích thước phù hợp với màn hình trên điện thoại.



Hình 5.3 Giao diện điều khiển hệ thống quan trắc

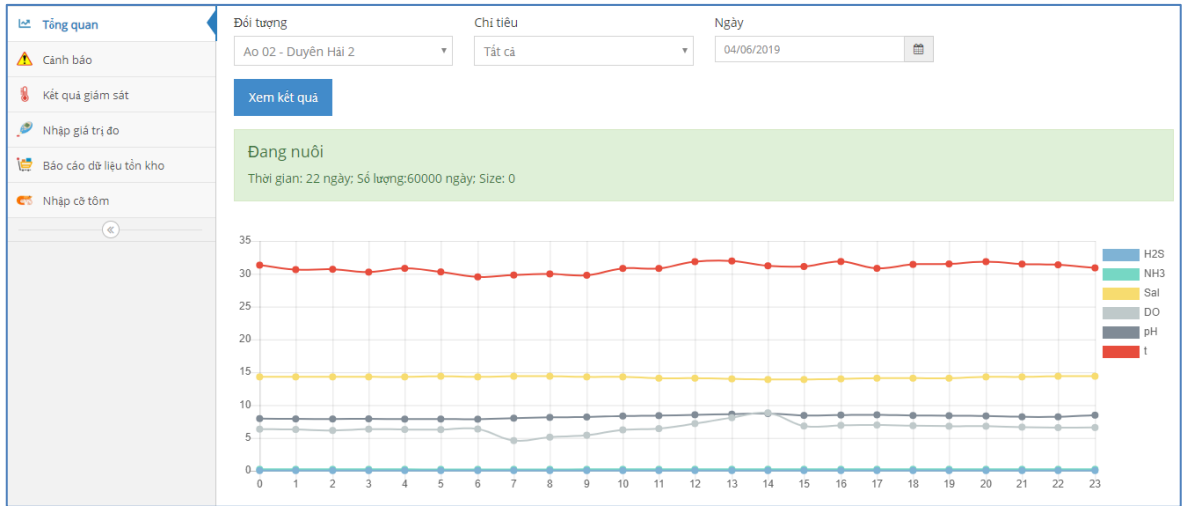


Hình 5.4 Giao diện điều khiển hệ thống (xem trên điện thoại)



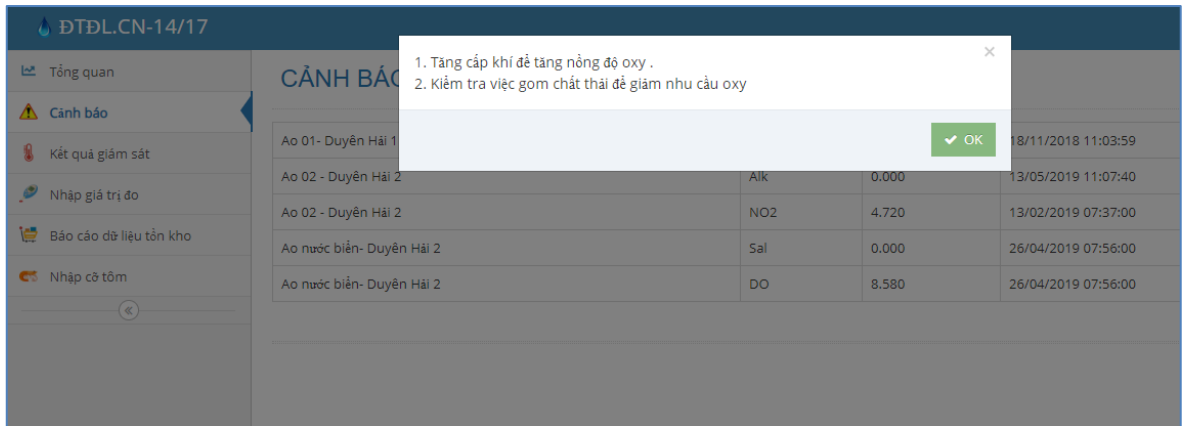
### 5.4.2.2. Giao diện web xem báo cáo.

Hiện nay có nhiều công nghệ để thiết kế và lập trình web.



Hình 5.5 Giao diện trang chủ giám sát web

Giao diện cảnh báo hỗ trợ người dùng khi các chỉ tiêu chất lượng nước nằm ngoài phạm vi cho phép.



Hình 5.6 Giao diện cảnh báo trên web.

### 5.4.2.3. Giao diện phần mềm trên hệ điều hành windows.

Hình 5.7 Giao diện hiển thị các chỉ tiêu đã đo được

Ngày	Giá Trị Max	Giá Trị Min	Giá Trị Trung Bình
21/04	29.79 16:32	28.27 20:47	29.0
22/04	30.83 13:07	27.46 05:17	29.5
23/04	30.79 14:59	28.32 06:58	29.2
24/04	31.94 12:29	27.87 03:38	30.1
26/04	27.86 07:56	27.86 07:56	27.9

Hình 5.8 Giao diện xem báo cáo trên phần mềm

## 5.5. Kết luận chương 5

Qua phân tích và đánh giá. Chương 5 đã trình bày thuật toán của hệ thống quan trắc môi trường nước. Cơ sở dữ liệu, giao diện của ứng dụng phần mềm cũng đã được thiết kế dành cho hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm.

Việc ứng dụng công nghệ IoT (Internet Of Things) tích hợp công nghệ thông tin và tự động hóa trong sản xuất nông nghiệp công nghệ cao, hệ thống phần mềm góp phần trong việc thiết kế và xây dựng hệ thống giám sát các thông số môi trường ao nuôi một cách tự động, đem lại hiệu quả thiết thực cho người nuôi thủy sản.

Từ cơ sở thiết kế đã được trình bày trong chương có thể lập trình ứng dụng để kết nối với phần cứng của hệ thống. Quá trình kết nối, tích hợp sẽ được trình bày ở chương 6.

## Chương 6. THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG

Hệ thống quan trắc tự động các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước nuôi tôm là hệ thống gồm các thành phần chính: phần cứng của hệ thống và phần mềm quan trắc môi trường nước.

Phần cứng: Tủ đo, bộ điều khiển, hệ thống máy chủ và thiết bị mạng truyền thông, các thiết bị di động được kết nối với máy chủ thông qua mạng internet. Phần mềm: phần mềm quan trắc chạy trên nền tảng Windows và Android. Hệ thống phần cứng sau khi được thiết kế, chế tạo và lắp đặt sẽ được tích hợp với phần mềm và vận hành kiểm thử hệ thống.

Nội dung này sẽ trình bày quá trình tích hợp phần cứng, phần mềm và kiểm thử hệ thống quan trắc tự động.

### 6.1. Tích hợp phần cứng, phần mềm hệ thống quan trắc

#### 6.1.1. Giới thiệu

Hệ thống quan trắc tự động các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước nuôi tôm có chức năng lấy mẫu từ 8 điểm đo trong ao nuôi đưa về thiết bị đo trung tâm để phân tích. Kết quả đo sau đó được chuyển về để lưu trữ ở máy chủ trung tâm để người dùng theo dõi kết quả trên thiết bị di động theo thời gian thực. Đồng thời dựa vào kết quả giám sát, hệ thống tự động điều khiển các thiết bị trong ao nuôi để tiết kiệm điện năng. Cấu hình hệ thống được trình bày như hình 1 dưới đây.

Các chức năng của hệ thống quan trắc tự động các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước nuôi tôm:

- Giám sát tự động các chỉ tiêu chất lượng nước cho nhiều điểm đo trên nhiều ao.
- Giám sát được nồng độ oxy hòa tan (DO), nhiệt độ, pH, độ mặn,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .
- Cảnh báo tự động khi chỉ tiêu đo được nằm ngoài ngưỡng cho phép.

- Tối ưu hoạt động của thiết bị bằng cách điều khiển tự động dựa trên kết quả giám sát.
- Lưu trữ và phân tích dữ liệu lịch sử của các ao nuôi.
- Cảnh báo cúp điện.

### 6.1.2. Hệ thống đo

Hệ thống đo gồm 2 phần, hệ thống đo và hệ thống giám sát được bố trí lắp đặt trên một tủ đo như hình 6.1.



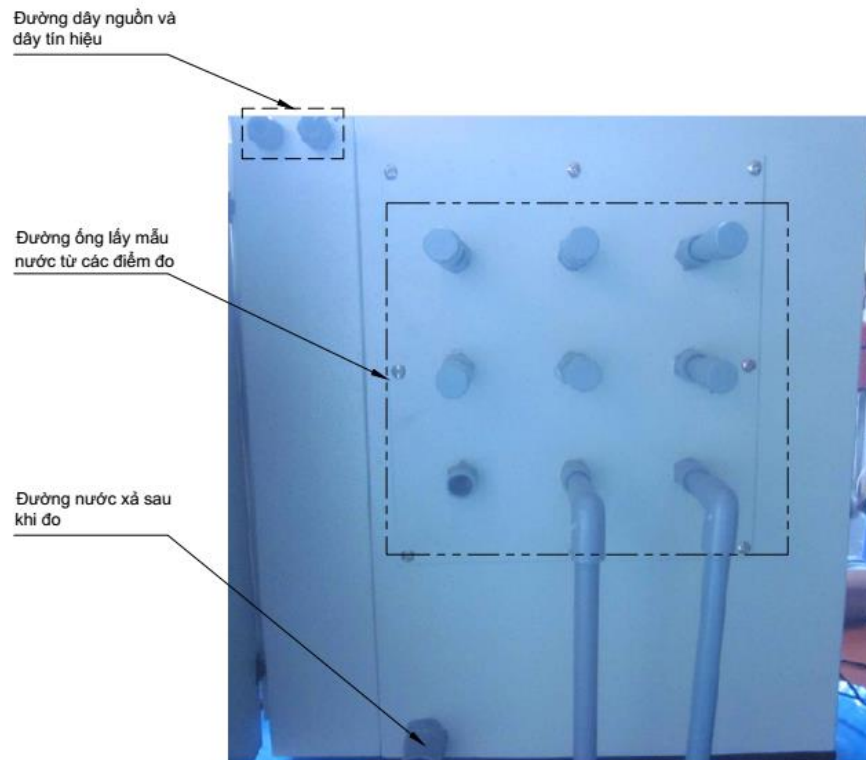
Hình 6.1 Mặt trước của tủ đo.

Hệ thống đo bao gồm hệ thống bơm và lấy mẫu, hệ thống bình đo và cảm biến, các thiết bị bảo vệ hệ thống và thiết bị phụ trợ được bố trí trong phần tủ đo và trên cánh cửa tủ.

Hệ thống bơm và lấy mẫu cung bao gồm động cơ, các van điện từ được điều khiển đóng mở để lấy mẫu theo từng điểm đo, có nhiệm vụ lấy mẫu đo vào bình đo.

Hệ thống bình đo và cảm biến là nơi các mẫu sẽ được đo các chỉ tiêu và cung cấp dữ liệu về máy chủ, bình đo còn được gắn thiết bị vệ sinh cảm biến.

Các thiết bị bảo vệ hệ thống và thiết bị phụ trợ bao gồm đồng hồ đo áp, van an toàn, các thiết bị phục vụ lắp đặt và hệ thống xả mẫu khi thực hiện đo mẫu mới.



Hình 6.2 Mặt sau của tủ đo.

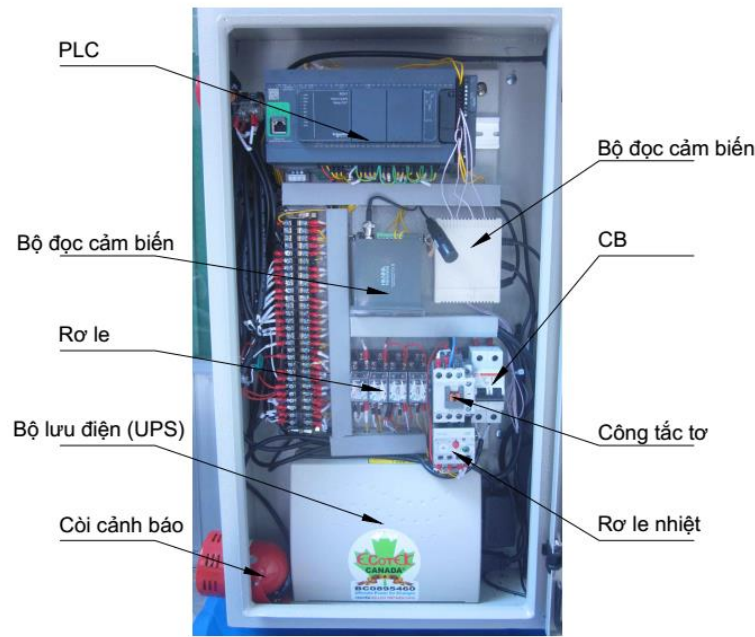
Các thiết bị và cảm biến được bố trí lắp đặt như trình bày ở hình 6.3.



Hình 6.3 Bên trong tủ đo và bố trí cảm biến

### 6.1.3. Hệ thống điện giám sát và cảnh báo

Hệ thống điện giám sát và cảnh báo được bố trí trong phần tủ điện giám sát và cảnh báo, hệ thống bao gồm PLC, bộ lưu điện (UPS), CB, các thiết bị điện khác và còi cảnh báo được bố trí như hình 6.4 dưới đây.



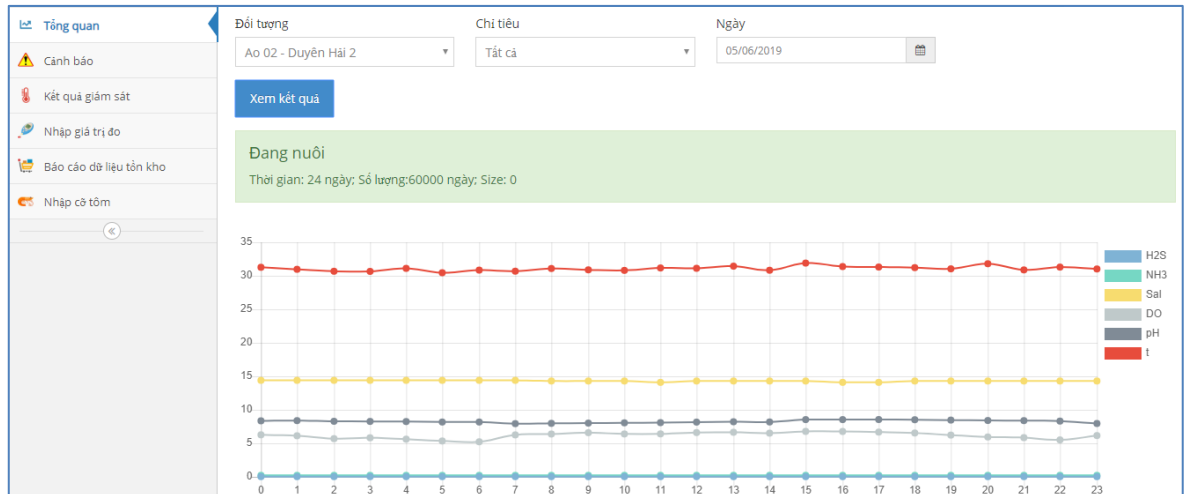
Hình 6.4 Tủ điện giám sát và cảnh báo.

#### 6.1.4. Phần mềm

Kiểm thử phần mềm là một tiến trình hay một tập hợp các tiến trình được thiết kế để đảm bảo mã hóa máy tính thực hiện theo cái mà chúng đã được thiết kế để làm, và không thực hiện bất cứ thứ gì không mong muốn. Đây là một phần quan trọng trong quá trình phát triển hệ thống, giúp cho người xây dựng hệ thống và khách hàng thấy được hệ thống mới đã đáp ứng yêu cầu đặt ra hay chưa.

Phần mềm quan trắc là phần mềm được viết riêng dành cho hệ thống và được phát triển giúp người dùng giám sát các thông số chỉ tiêu chất lượng nước từ xa, phần mềm chạy trên nền tảng Web, Windows và Android, các thiết bị có thể chạy phần mềm bao gồm máy tính sử dụng hệ điều hành Windows, smartphone, tablet chạy Android và tương tác với hệ thống máy chủ thông qua mạng internet. Giao diện chính của phần mềm được giới thiệu như hình 6.5.





Hình 6.5 Giao diện web giám sát hệ thống quan trắc.



Hình 6.6 Giao diện giám sát hệ thống quan trắc trên thiết bị điện thoại di động.

## **6.2. Kiểm thử hệ thống quan trắc tự động**

### **6.2.1. Mục tiêu thử nghiệm**

Mục tiêu thử nghiệm hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm tự động:

Đánh giá độ tin cậy, hoạt động ổn định của toàn bộ hệ thống thiết bị phần cứng của thiết bị đo cũng như chương trình phần mềm thiết bị khi hoạt động liên tục và dài ngày.

Kiểm tra, hoàn thiện lại thiết kế và các chức năng phần cứng, phần mềm trong thiết bị, phát hiện và khắc phục các lỗi chế tạo, lắp đặt phần cứng. Phát hiện và khắc phục các lỗi do lập trình phần mềm.

Làm cơ sở căn cứ để có thể đánh giá, hoàn thiện trước khi đưa thiết bị đi kiểm tra hiệu chuẩn tại các cơ quan chức năng cũng như đưa đi thử nghiệm thực tế. Hoàn thiện hệ thống để áp dụng vào sản xuất.

### **6.2.2. Nội dung thử nghiệm**

Nội dung thử nghiệm được chia làm hai giai đoạn chính sau:

Giai đoạn 1: Giai đoạn thử nghiệm từng phần. Mục đích của giai đoạn này là để kiểm chứng độ ổn định và độ tin cậy của các phần của thiết bị khi chạy trong phòng thí nghiệm, xưởng sản xuất.

Giai đoạn 2: Giai đoạn kết nối các phần của thiết bị chạy liên tục trong suốt quá trình thử nghiệm tại Cần Giờ. Giai đoạn này được thực hiện sau khi giai đoạn một đã hoàn thành. Thiết bị được vận hành với tất cả các tính năng của nó. Giai đoạn này kiểm chứng độ ổn định của toàn thiết bị khi kết nối các phần của thiết bị với nhau trước khi đưa ra thực tế đồng thời kiểm chứng các tác động từ môi trường.

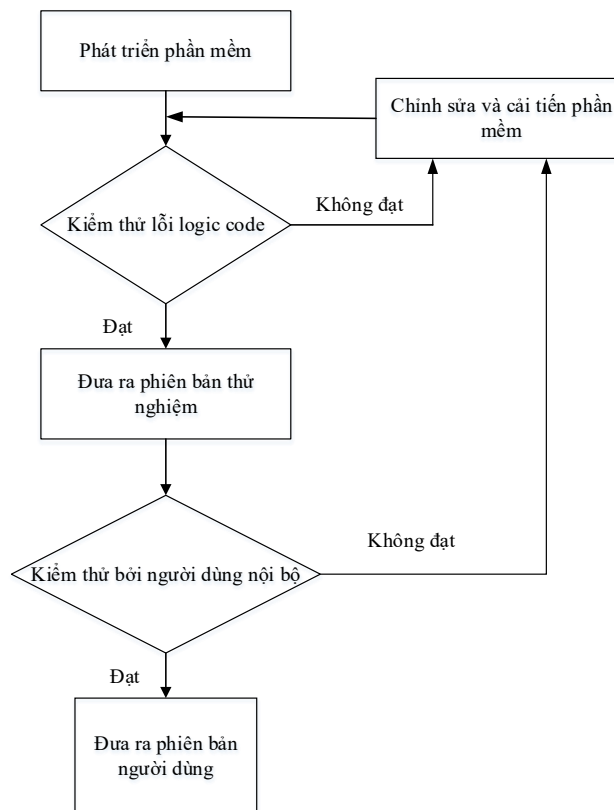
Kiểm thử được thực hiện bao gồm các hoạt động như được trình bày dưới đây

Kiểm thử vận hành hệ thống phần cứng: Vận hành và đánh giá hiệu năng hệ thống đo, Vận hành, đánh giá hiệu năng hệ thống điện giám sát và cảnh báo, Vận hành, đánh giá hiệu năng hệ thống máy chủ và thiết bị mạng truyền thông, các thiết bị di động (smartphone, tablet) được kết nối với máy chủ thông qua mạng internet.

Kiểm thử phần mềm quan trắc: Kiểm thử các lỗi logic và trực quan, kiểm thử tích hợp, kiểm thử chức năng, kiểm thử hiệu năng.

### 6.2.3. Quy trình kiểm thử phần mềm quan trắc

Phần mềm sau khi được phát triển sẽ được kiểm thử nội bộ và chỉnh sửa các lỗi logic code. Sau khi kiểm thử lỗi, đưa ra phiên bản thử nghiệm cho người dùng nội bộ kiểm thử và góp ý với nhóm phát triển hoàn thiện phần mềm. Sau các quá trình trên, đưa ra bản người dùng để áp dụng vào sản xuất. Quy trình kiểm thử được trình bày ở hình 6.7.



Hình 6.7 Quy trình kiểm thử phần mềm quan trắc.

#### **6.2.4. Quy trình vận hành hệ thống phần cứng**

Phần mềm sau khi được kiểm thử và đưa ra bản thử nghiệm được tích hợp với phần cứng và vận hành thử nghiệm hệ thống để tiến hành kiểm thử nội bộ.

Hệ thống được vận hành theo quy trình như hình 5.1 tại trang trại nuôi tôm thử nghiệm tại Huyện Cần Giờ và báo cáo đánh giá kết quả thử nghiệm được trình bày bên dưới.

#### **6.2.5. Cơ sở hạ tầng và bố trí hệ thống**

- **Chuẩn bị cơ sở hạ tầng**

Hệ thống máy chủ: Máy chủ được hoạt động với hệ điều hành windows server 2012. Dùng phần mềm cơ sở dữ liệu SQL Server 2014 để lưu trữ toàn bộ dữ liệu liên quan đến hệ thống quan trắc.

Module wifi để truyền thông tin từ PLC đến Server, và Giao diện web điều khiển trên máy tính kết nối với PLC thông qua module wifi này. Do khoảng cách địa lý và nơi thử nghiệm không có mạng dây nên phương án thay thế là dùng SIM 3G để thay thế.

Ống nước  $\phi 21$  để lấy nước từ các hồ nuôi tôm về tủ đo, dây mạng, dây điện.

Điện thoại thông minh, máy tính bảng điều khiển hoạt động của hệ thống.

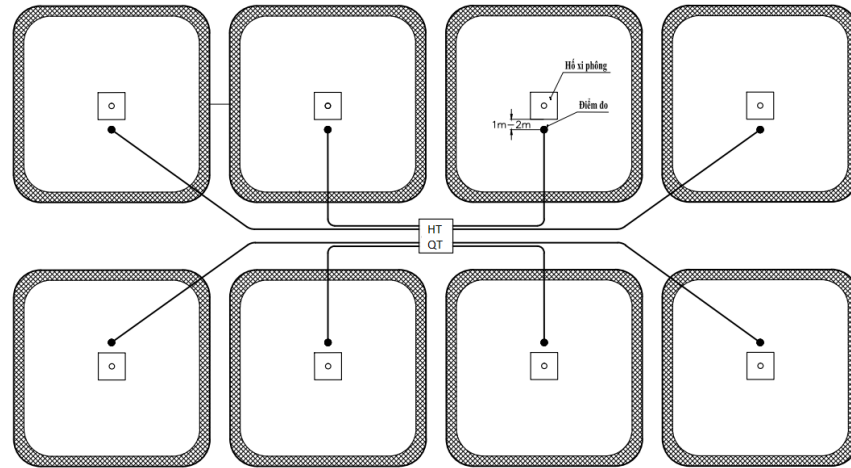
Dung dịch chuẩn độ các chỉ tiêu đo.

- **Sơ đồ bố trí hệ thống**

Trong ao nuôi thủy sản nồng độ ô xy hòa tan (DO) phân bố tăng dần từ trong ra ngoài theo đường kính, nên DO thấp nhất sẽ là giữa ao. Nên chọn điểm đo đầu tiên là điểm giữa ao (cách hố xi phông từ 1m – 2 m) nhằm mục đích xác định hàm lượng DO tại điểm thấp nhất lúc đó có thể ước tính được hàm lượng chất độc trong ao để lên phương án xử lý ao. Điểm thứ 2 là điểm cách góc ao 1/6 đường

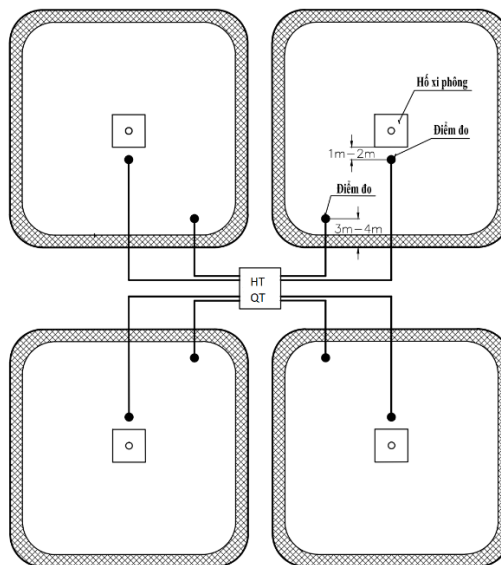
chéo ao (cách bờ từ 3m – 4m) vì điểm này đại diện cho gần bờ nhất và cũng là khu vực tôm ăn và phát triển.

Với những ao có diện tích nhỏ hơn 1500 m<sup>2</sup> thì sự thay đổi chất lượng giữa điểm gần bờ và điểm giữa ao không nhiều nên có thể dùng hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm cho 8 ao.



Hình 6.8 Sơ đồ lắp đặt hệ thống cho 8 ao nhỏ hơn 1500 m<sup>2</sup>.

Với những ao có diện tích lớn hơn 2000 m<sup>2</sup> nên đo mỗi ao 2 điểm để có kết quả chính xác chất lượng nước trong ao.



Hình 6.9 Sơ đồ lắp đặt hệ thống cho 4 ao lớn hơn 2000 m<sup>2</sup>.

Khoảng cách từ điểm cần đo cho đến máy không nên vượt quá 100m. Các đường ống dẫn nước đo phải được chôn cách mặt đất 0,2 mét, mục đích cách ly với nhiệt độ môi trường để không ảnh hưởng các chỉ tiêu trong quá trình máy đo lấy mẫu.

#### 6.2.6. Kết quả và đánh giá

Hệ thống được vận hành tại khu vực nuôi tôm thử nghiệm ở Huyện Cần Giờ trong thời gian 10 ngày bắt đầu từ ngày 02/06/2019 và kết thúc ngày 12/06/2019. Dưới đây là một số kết quả vận hành hệ thống và kiểm thử phần mềm được đánh giá bởi người dùng. Hình ảnh tủ đo và tủ điều khiển được lắp đặt ở thực tế.



Hình 6.10 Tủ đo và tủ điều khiển thực tế được lắp đặt tại Cần Giờ.

- **Đối với phần mềm quan trắc**

Phần mềm được tích hợp và vận hành ổn định được đánh giá đối với từng chức năng cụ thể như bảng 6.1.

Bảng 6.1 Đánh giá về chức năng phần mềm quan trắc

TT	Đánh giá về chức năng phần mềm quan trắc
----	--

1	Người dùng dễ dàng đăng nhập tài khoản sử dụng phần mềm	Đạt
2	Người dùng được cảnh báo khi có chỉ tiêu vượt ngưỡng	Đạt
3	Người dùng được cảnh báo khi xảy ra sự cố hệ thống	Đạt
4	Người dùng xem được dữ liệu giám sát mọi lúc mọi nơi có internet.	Đạt

- **Đối với hệ thống phần cứng**

Trong suốt thời gian vận hành, hệ thống phần cứng cơ bản đảm bảo được các yêu cầu vận hành. Một số yêu cầu vận hành phần cứng được trình bày và đánh giá bởi người dùng nội bộ như bảng 2 dưới đây.

Bảng 6.2 Đánh giá về chức năng phần mềm quan trắc

TT	Đánh giá về các yêu cầu vận hành phần cứng	
1	Chất lượng mẫu đo trong bình đo được đối chiếu với mẫu lấy thủ công tại điểm đo.	Đạt
2	Kết quả đo được đối chiếu với kết quả phân tích mẫu tại phòng thí nghiệm.	Đạt
3	Còi cảnh báo khi có chỉ tiêu vượt ngưỡng hoặc khi có sự cố hệ thống đo.	Đạt
4	Thời gian giữa các lần đo là 20 phút được kiểm chứng bằng đồng hồ bấm giờ.	Đạt
5	Khả năng tự vệ sinh được so sánh với vệ sinh thủ công.	Đạt

Tuy nhiên, trong quá trình vận hành có xảy ra một số sự cố liên quan tới phần cứng, nguyên nhân, cách khắc phục được trình bày như bảng 6.3.

Bảng 6.3 Các sự cố liên quan của hệ thống quan trắc

TT	Một số sự cố vận hành phần cứng	Nguyên nhân	Khắc phục
1	Máy bơm thiếu áp	Bơm bị tụt nước môi.	Nhấn chuyển sang chế độ đo “Bằng tay” để máy đo không tự động đo lại.  Nhấn “Xác nhận lỗi” để tắt còi báo.  Thực hiện quy trình môi nước.
2	Lỗi mạng internet	Mạng internet không ổn định.	Kiểm tra kết nối internet. Bộ điều khiển tự động kiểm tra lại kết nối mạng, tự động kết nối lại với Server và ngừng cảnh báo lỗi khi đã kết nối mạng với server thành công.

### 6.3. Kết luận chương 6

Chương 6 đã trình bày phương án tích hợp thiết bị phần mềm vào phần cứng của hệ thống giám sát môi trường nước nuôi tôm. Thiết kế hệ thống giám sát môi trường nước nuôi tôm thành một hệ thống hoàn chỉnh với 8 yếu tố và được điều khiển thông qua các giao diện của phần mềm.

Hệ thống quan trắc tự động được thử nghiệm thực tế, mục đích, công tác chuẩn bị, để thử nghiệm thực tế sau khi đã thiết kế và chế tạo... Các nội dung cũng đã được trình bày trong chương 6 bao gồm

- Tích hợp phần cứng, phần mềm hệ thống quan trắc tự động. .



- Mục đích kiểm thử.
- Nội dung kiểm thử.
- Quy trình kiểm thử phần mềm quan trắc.
- Cơ sở hạ tầng và bố trí hệ thống.
- Kết quả và đánh giá nội bộ.

## Chương 7. KẾT LUẬN, NHẬN XÉT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Ngoài những kết quả đã đạt được và những hạn chế trong quá trình thử nghiệm, chương 7 sẽ trình tổng thể kết quả, hạn chế của đề tài, và đưa ra những phương hướng tiếp tục hoàn thiện sản phẩm trong tương lai.

### 7.1. Kết quả thực hiện

Sau thời gian nghiên cứu và thực hiện, luận văn đã hoàn thành được các mục tiêu đề ra và đạt được một số kết quả sau:

Nắm được tình hình hình ngành thủy sản và nuôi tôm trên thế giới cũng như ở Việt Nam, những cơ hội, thách thức, cũng như những bất cập, hạn chế, đặc biệt là vấn đề về ô nhiễm môi trường nước và dịch bệnh xảy ra trên tôm, từ đó xác định được việc cần thiết là giám sát và xử lý môi trường nước để tiêu trừ được dịch bệnh xảy ra.

Xác định được các chức năng chính và yêu cầu kỹ thuật của thiết bị đo độ kiềm của nước trong ao nuôi tôm, từ đó xác định cấu hình và quy trình vận hành cho toàn thiết bị.

Trên cơ sở nghiên cứu thiết kế cấu hình, chức năng, các bộ phận chính cũng như quy trình vận hành của hệ thống giám sát môi trường nước, từ đó xác định các phương án hiện hành, phân tích đánh giá và lựa chọn phương án đạt những yêu cầu cơ bản đã đề ra trước đó để tiến hành thiết kế phần cơ khí và điều khiển cũng như xây dựng lưu đồ giải thuật điều khiển chung cho toàn thiết bị.

Chế tạo và lắp ráp thiết bị tử điện, tử đo, các thiết bị cơ khí. Được sự giúp đỡ của trung tâm CENINTEC, các bộ phận, chi tiết của thiết bị được gia công bằng các phương pháp gia công phù hợp với nhu cầu thực tế sản xuất trong nước và các phần mềm cũng được hoàn thành với những chức năng cần thiết.

Thu thập được các thông số của môi trường nước. Các thông số được thông qua quá trình lấy mẫu, đo, và lưu trữ. Dữ liệu được quan trắc của 8 thông số của hệ thống thu được lưu ở cloud server. Sau đó dữ liệu này được người nuôi tôm phân tích và đưa ra những quyết định tốt nhất cho những ao hồ nuôi tôm của họ. Trong tương lai những dữ liệu này là cơ sở để máy tính phân tích và đưa ra những giải pháp tối ưu nhất hỗ trợ những người nuôi tôm.

Xây dựng thành công những ứng dụng web, app. Hệ thống được điều khiển thông qua trình duyệt web và giám sát các thông số thông qua điện thoại smartphone với hệ điều hành Androi, IOS.

Hỗ trợ cho người nuôi tôm ra quyết định kịp thời nhằm giúp người nuôi tôm chủ động, kiểm soát được quá trình nuôi tôm và giảm thiểu thiệt hại cho người nuôi tôm.

## **7.2. Những hạn chế của đề tài**

Ngoài những kết quả đã đạt được như trình bày ở mục 7.1. Hệ thống còn có những hạn chế nhất định, xuất phát từ nhiều yếu tố: thời gian, công nghệ, ...

- Khả năng tự chuẩn đoán của hệ thống, kết quả đo.

Để xác định được độ chính xác và ổn định của các cảm biến trước khi đo, cần dùng chuẩn độ dung dịch đo làm chuẩn. Tuy nhiên sau quá trình đo, hoặc khi có những sự cố, cảm biến đo chưa chính xác, hệ thống chưa cảnh báo tự động. Khi một thiết bị nào trong hệ thống hoạt động bất thường thì cần có hệ thống giám sát và cảnh báo đến người dùng để xử lý kịp thời. Định hướng phát triển, khi có dấu hiệu bất thường hệ thống sẽ có khả năng tự chỉnh để thiết bị hoạt động bình thường trở lại.

- Tuổi thọ của các thiết bị khi làm việc trong môi trường nước mặn.

Tủ điện, và tủ đo được đặt trong môi trường nước mặn, nên thiết bị dễ bị gỉ sét. Tuổi thọ các thiết bị giảm.

- Khả năng điều khiển, xử lý sự cố từ xa.

Ở những nơi vùng xa chưa có cáp mạng internet, dịch vụ 4G để truy cập internet là lựa chọn tối ưu. Tuy nhiên khi sử dụng internet thông qua 4G sẽ không cấu hình để điều khiển từ xa thông qua NAT Port được. Giải pháp có thể xem xét, dùng module thiết bị router của hãng Cisco và kết nối VPN các trạm với nhau hoặc dùng mạng có dây để cấu hình, điều khiển và có khả năng xử lý các sự cố từ xa thông qua internet.

### **7.3. Hướng phát triển**

Những chức năng chưa thực hiện được trong phạm vi đề tài và định hướng phát triển trong tương lai

- Khả năng tự chuẩn đoán của hệ thống

Các hệ thống đều có những lỗi, sự cố phát sinh trong quá trình vận hành. Hệ thống quan trắc cũng không ngoại lệ, trong quá trình hoạt động có xảy ra những lỗi cảm biến đo không chính xác, động cơ hoạt động bất thường, ...những lỗi này luôn tiềm ẩn trong hệ thống. Để đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định, hạn chế xảy ra những sai sót thì cần bổ sung những tính năng kiểm tra, theo dõi các thiết bị một cách tự động. Nếu có bất kỳ phát hiện sai sót nào hệ thống sẽ gửi thông báo đến người dùng.

- Ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích môi trường nước.

Chức năng của hệ thống là thu thập và giám sát môi trường nước. Tại những thời điểm khác nhau, các thông số môi trường nước khác nhau và tình trạng sức khỏe của con tôm tại những thời điểm đó sẽ khác nhau. Ngoài ra các thông số khác cũng ảnh hưởng đến sức khỏe của tôm như thức ăn, độ tuổi, mật độ, .... Tất cả những thông số này được lưu lại qua thời gian trở thành tập dữ liệu đủ lớn. Sau khi có tập dữ liệu này, kết hợp với những thuật toán trí tuệ nhân tạo, hệ thống sẽ đưa ra những chuẩn đoán, những phân tích và những quyết định hỗ trợ người nuôi tôm một cách kịp thời và hiệu quả.

- Phát triển theo module hóa các chức năng đo.

Hiện tại hệ thống có khả năng đo 8 chỉ tiêu theo tiêu chuẩn QCVN 02 - 19:2014/BNNT. Tuy nhiên nếu tích hợp chung trong một sản phẩm thì rất khó để khách hàng có sự lựa chọn, bên cạnh đó giá thành của sản phẩm cũng sẽ cao hơn. Module hóa các chức năng đo là cần thiết, khách hàng có thể lựa chọn một hoặc một số chức năng cần thiết để sử dụng cho hệ thống nuôi tôm của khách hàng. Giúp tối ưu hóa chi phí và đáp ứng yêu cầu của khách hàng.

- Quan trắc các chỉ tiêu đầu vào (nước cấp), đầu ra (nước thải) của hệ thống.

Đối với ngành nông nghiệp nuôi tôm, môi trường nước đóng vai trò rất quan trọng. Tuy nhiên, trong đề tài luận văn chỉ tập trung và giới hạn ở môi trường nuôi tôm. Hiện nay vấn đề môi trường được mọi người quan tâm nhiều hơn, do đó yêu cầu về nguồn nước cấp và nguồn nước thải cũng được quan tâm và có tiêu chuẩn cho các nguồn nước này.

- Vật liệu của các thiết bị trong môi trường nước mặn.

Môi trường nuôi tôm là môi trường nước mặn do đó các thiết bị nhôm sắt dễ bị gỉ sét. Để nâng cao tuổi thọ của các thiết bị, cần lựa chọn những thiết bị, vật liệu thích hợp với môi trường nước mặn. Hoặc những loại sơn có thể chịu được môi trường nước mặn.

- Phần mềm giám sát hệ thống.

Hiện nay các công ty, khách hàng đa số đều sử dụng phần mềm quản lý doanh nghiệp của họ. Nếu những khách hàng này sử dụng hệ thống để giám sát các môi trường nước thì phần mềm quan trắc sẽ tích hợp các api chuẩn để giúp hỗ trợ kết nối vào các hệ thống ERP của người dùng, khách hàng. Điều này sẽ giúp khách hàng xử lý thông tin dễ dàng hơn.

#### **7.4. Kết luận chương 7**

Chương 7 đã trình bày những kết quả đạt được của đề tài, những điểm hạn chế cần tiếp tục cải tiến và đề xuất những phương hướng phát triển trong tương lai.

Qua luận văn này, tác giả hy vọng những đóng góp của mình sẽ giúp hoàn thiện hơn hệ thống giám sát chất lượng nước nuôi tôm, từ đó có thể cải thiện được chất lượng nước trong ao nuôi tôm, đảm bảo các yếu tố giám sát luôn trong khoảng thích hợp và có giải pháp điều chỉnh khi những yếu tố vượt quá ngưỡng cho phép. Đây là trong những cơ sở quan trọng để người nuôi tôm có một vụ mùa bội thu, từ đó cải thiện chất lượng ngành thủy sản và giúp nền kinh tế của nước ta ngày càng phát triển.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Richard Waite, Michael Phillips, Randall Brummett, Sustainable fish farming: 5 strategies to get aquaculture growth right, WorldFish, World Bank, 2014.
- [2] Jin, D.-L.; Liu, Y.-W. An, Overview of the Water Environment, Water Resour, 2009.
- [3] Phương Ngọc, Thị trường tôm thế giới đến năm 2020: Hứa hẹn cơ hội cho tôm Việt Nam, Tạp chí thủy sản Việt Nam, ngày 30/06/2015.
- [4] Nguyễn Hữu An, Thị trường tôm thế giới và khoảng cách cung - cầu, Hiệp hội chế biến và xuất khẩu Việt Nam, [www.vasep.com](http://www.vasep.com), 06/09/2018.
- [5] TS. Hồ Quốc Lực, Tiềm năng cung cấp Tôm Việt Nam: Cơ hội và thách thức, Hiệp hội chế biến và xuất khẩu thủy sản Việt Nam, [www.vasep.com](http://www.vasep.com), ngày 04/09/2018.
- [6] Emily Fisher, Aquaculture Boom Creates \$13.3 Billion Water Treatment Market in 2030, Lux Research, 2015.
- [7] Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Đề án kiểm soát ô nhiễm môi trường nuôi trồng thủy sản (tôm, cá tra) đến năm 2020, 2013.
- [8] Công Văn Nguyễn, “Tổng quan về Ô nhiễm Nông nghiệp ở Việt Nam: Ngành thủy sản”, Được soạn thảo cho Ngân hàng Thế giới, Washington,DC, 2017.
- [9] Thanh Thủy, “Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL): Giải pháp bảo vệ môi trường nuôi trồng thủy sản”, 24/12/2018.
- [10] Huỳnh Lệ, “Quảng Ngãi: Nước thải từ hồ nuôi tôm tự phát gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng”, 08/04/2019.
- [11] Đức Huỳnh, Trung Quốc siết chính sách môi trường, giá thủy sản thế giới có thể tăng trong năm 2019, 25/02/2019.

- [12] Đoàn Hữu Thắng, Lựa chọn cảm biến nhiệt độ RTD và thermocouple [online], xem 10/06/2019, <https://drgauges.net/page/cach-lua-chon-cam-bien-nhiet-do-rtd-va-thermocouple>.
- [13] Công ty TNHH MTV công nghệ EPLUSI. Hệ thống giám sát môi trường nước thủy sản E-Sensor AQua phục vụ nuôi tôm, cá, [eplusi.net/eplusi-e-sensor-aqua](http://eplusi.net/eplusi-e-sensor-aqua)
- [14] Công ty TNHH Kỹ Thuật NK. Hệ thống giám sát môi trường nước trong nuôi trồng thủy sản [online], xem 12/02/2019, <http://nkengineering.com.vn/giam-sat-moi-truong-nuoc-trong-nuoi-trong-thuy-san.html>
- [15] TS. Nguyễn Thị Lan Hương, Cảm biến và xử lý tín hiệu đo, Đại Học Bách Khoa Hà Nội.
- [16] Hoàng Minh Sơn, Mạng truyền thông công nghiệp, In lần thứ 4, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội, pp. 1-9, 2007.
- [17] Xiuna Zhua, Daoliang Lia, Dongxian Heb, Jianqin Wanga, Daokun Maa, Feifei Lia, Computers and electronics in agriculture, Volume 71, Supplement 1, pp. S3-S9, 2010.
- [18] Wen Ding, Yinchu Ma, The application of wireless sensor in aquaculture water quality monitoring, IFIP AICT 370, pp. 502-507, 2012.
- [19] Qiucheng Li, Daoliang Li, Zhenbo Li, Design of expert system for fault diagnosis of water quality monitoring devices, 5th Computer and Computing Technologies in Agriculture, Oct 2011, IFIP Advances in Information and Communication Technology, AICT-368 (Part I), pp. 524-529, 2012.
- [20] Bodepudi SrinivasaRao, U.Jyothi Kameswari, Design a monitoring system of aquaculture with multi-environmental factors using ARM7, International Journal of computer Science and Information Technologies, Vol. 3(3), pp. 4079-4083, 2012.



- [21] Li Zhenbo, Yue Jun, Zhang Lifeng, Li Daoliang, Fu Zetian, Design and implementation of real-time monitoring and intelligent management system for intensive aquaculture, *Sensor Letters*, Volume 10, Numbers 1-2, January/February 2012, pp. 309-316.
- [22] Yanle Wang, Changsong Qi , Hongjun Pan, Design of remote monitoring system for aquaculture cages based on 3G networks and ARM-Android embedded system, *Procedia Engineering*, Volume 29, 2012, pp. 79-83.
- [23] Peng Jiang, Hongbo Xia, Zhiye He and Zheming Wang, Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks, *Sensors* ISSN 1 1.
- [24] Seders, L.A.; Shea, C.A.; Lemmon, M.D.; Maurice, P.A.; Talley, J.W.; LakeNet: An Integrated Sensor Network for Environmental Sensing in Lakes, *Environm, Eng. Sci.* 2007.
- [25] O'Flynn, B.; Martínez-Català, F.; Harte, S.; O'Mathuna, C.; Cleary, J.; Slater, C.; Regan, F.; Diamond, D.; MurpHy, H. SmartCoast: A Wireless Sensor Network for Water Quality Monitoring, 32nd IEEE Conference on Local Computer Networks, 2007.
- [26] Jiang, P. Survey on Key Technology of WSN-Based Wetland Water Quality Remote Real-Time Monitoring System. *Chin. J. Sens. Actuat.* 2007.
- [27] Zhang Zuoqing, Zhang Haihui. Design of wireless monitoring and warning system for protected agriculture environment
- [28] Calculation of un-ionized ammonia in fresh water stored parameter code 00169, Florida Department of Environment Protection Chemistry Laboratory methods manual, Tallahassee, 02/12/2001.
- [29] Mobile Operating System Market Share Worldwide, [online], viewed 09/05/2019, <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>.

- [30] Mr. Serguei Mokhov, Software Design Document, Testing, and Deployment and Configuration Management, Unified University Inventory System, 2010.
- [31] Khoa Khoa học và Kỹ thuật Máy tính, Giáo trình Quy trình & kế hoạch kiểm thử phần mềm, Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, 2016.
- [32] Đỗ Xuân Lôi, Cấu trúc dữ liệu và giải thuật, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2006.
- [33] TCVN 6636-1:2000 ISO 9963-1:1994 Chất lượng nước – Xác định độ kiềm – Phần 1: Xác định độ kiềm tổng và độ kiềm Composit.
- [34] QCVN 02 - 19: 2014/BNNPTNT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm.
- [35] Đỗ Xuân Lôi, Cấu trúc dữ liệu và giải thuật, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2006.
- [36] Scott Ambler, User Interface Design Tips, Techniques, and Principles, Ambysoft, 2010.