

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC & KỸ THUẬT MÁY TÍNH



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

PHÁT TRIỂN BOARD ĐIỀU KHIỂN VÀ
HỆ THỐNG HỖ TRỢ NÔNG NGHIỆP ĐÔ THỊ

HỘI ĐỒNG: Công nghệ phần mềm

GVHD: ThS. Nguyễn Cao Trí

GVPB: ThS. Lê Đình Thuận

SVTH 1: Huỳnh Bá Thạch (51303742)

SVTH 2: Tạ Chí Tây (51303574)

SVTH 3: Nguyễn Đình Dũng (51300665)

SVTH 4: Nguyễn Lê Minh Khôi (51301906)

TP Hồ Chí Minh, 01/2018

LỜI CAM ĐOAN

Nhóm xin cam đoan đây là công trình thực hiện của nhóm và được sự hướng dẫn của ThS. Nguyễn Cao Trí. Ngoài các thông tin thu thập được có ghi rõ nguồn trong phần Tài liệu, các phần thiết kế và hiện thực khác đều do chính nhóm thực hiện và chưa được công bố trước đây. Nhóm xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về mặt nội dung luận văn tốt nghiệp của mình. Trường đại học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do nhóm gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

Nhóm thực hiện đề tài

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, chúng tôi xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến ThS. Nguyễn Cao Trí – người thầy đã cho chúng tôi cơ hội được tham gia nghiên cứu và hiện thực đề tài này. Trong quá trình hiện thực, thầy đã thường xuyên trao đổi và hỗ trợ về mặt kiến thức, ý tưởng, tài liệu và kinh phí để nhóm có thể hoàn thiện được đề tài từ giai đoạn thực tập tốt nghiệp đến giai đoạn luận văn tốt nghiệp.

Nhóm cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh nói chung và các thầy cô trong khoa Khoa Học và Kỹ Thuật Máy Tính nói riêng, đã truyền đạt những kiến thức quý báu, làm nền tảng cho quá trình thực hiện đề tài. Xin gửi lời cảm ơn chân thành đến gia đình, bạn bè, những người đã luôn hỗ trợ và động viên chúng tôi trong quá trình thực hiện luận văn tốt nghiệp.

Báo cáo được thực hiện trong khoảng ba tuần, không thể tránh khỏi những sai sót, nhóm rất mong được sự đóng góp của các thầy cô để nhóm có thể hoàn thiện hơn.

Sau cùng, nhóm xin kính chúc các thầy cô trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh luôn dồi dào sức khỏe để có thể tiếp tục trên con đường truyền đạt kiến thức cho các thế hệ sinh viên.

Nhóm thực hiện đề tài

TÓM TẮT

Sự phát triển của công nghệ trong thời đại hiện nay đã mang lại nhiều thay đổi tích cực trong tất cả các lĩnh vực. Và lĩnh vực nông nghiệp cũng có những bước tiến lớn trong thời đại của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0. Hòa cùng với xu thế của thời đại, sinh viên nhóm chúng tôi đã tìm hiểu và thực hiện dự án về hệ thống công nghệ hỗ trợ dành cho nông nghiệp, đặc biệt đối với nông nghiệp trong đô thị. Sự phát triển mạnh mẽ của Internet of Things và sự cần thiết của nó dành cho nông nghiệp trong môi trường đô thị, nơi mà không có nhiều không gian dành cho nông nghiệp, đã được thực hiện ở giai đoạn Thực tập tốt nghiệp, để tài tiếp tục được phát triển ở giai đoạn Luận văn tốt nghiệp. Tại giai đoạn này, nhóm tiếp tục xây dựng hệ thống hoàn chỉnh hơn từ hình mẫu đã được thiết kế và xây dựng từ giai đoạn trước, đầy đủ hơn các chứng năng cơ bản để hỗ trợ giám sát và chăm sóc cho một hệ thống thủy canh trong môi trường đô thị. Hệ thống bao gồm phần cứng và phần mềm trên nền tảng ứng dụng web và ứng dụng di động được cải thiện về mặt giao diện, tương tác thân thiện hơn với người dùng và cung cấp các API hữu ích cho những nhà phát triển.

Mục lục

Danh sách hình vẽ	ix
Danh sách bảng	xv
Danh sách chữ viết tắt	xvii
1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI	1
1.1 Ý tưởng	1
1.2 Mục tiêu	1
1.2.1 Phân nghiên cứu	1
1.2.2 Phân kết quả	2
2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	3
2.1 Giới thiệu về Internet of Things [1]	3
2.1.1 Internet of Things (IoT)	3
2.1.2 Khả năng định danh độc nhất	4
2.1.3 Xu hướng và tính chất	4
2.1.4 Ứng dụng	5
2.2 Giới thiệu về hệ thống thủy canh [2]	6
2.2.1 Hệ thống dạng bắc (Wick System)	7
2.2.2 Hệ thống thủy canh tĩnh (Water Culture)	7
2.2.3 Hệ thống ngập và rút định kỳ (EBB and Flow System)	8
2.2.4 Hệ thống nhỏ giọt (Drip System)	9
2.2.5 Hệ thống màng dinh dưỡng NFT (Nutrient Film Technique)	9
2.2.6 Khí canh (Aeroponics)	10
2.2.7 Các thông số trong dung dịch thủy canh, thiết bị đo ppm [3]	11
2.3 Hệ thống thủy canh với IoT	14
2.4 Các hệ thống thủy canh tự động hiện có trên thị trường	14
2.5 Giới thiệu về các công nghệ được sử dụng	15
2.5.1 RESTful web service [4]	15
2.5.2 Nodejs [6]	17

2.5.3	Framework Expressjs	18
2.5.4	Sequelizejs	18
2.5.5	Angularjs [7]	18
2.5.6	Angular 2	19
2.5.7	Framework Ionic 2 [8]	19
2.5.8	TypeScript [9]	19
2.5.9	JWT [10]	20
2.5.10	Postgresql [11]	21
2.5.11	NodeBB	21
2.5.12	Git và GitHub [12]	21
2.5.13	XXTEA [13]	22
2.5.14	ARM	23
2.5.15	Mbed	23
2.5.16	Arduino [16]	23
2.5.17	MQTT	24
3	THIẾT KẾ HỆ THỐNG	25
3.1	Kiến trúc mô hình hệ thống	25
3.2	Hệ thống board điều khiển	25
3.2.1	Tổng quan mô hình board điều khiển	25
3.2.2	Hoạt động, chức năng	30
3.2.3	Kiến trúc phần mềm	44
3.3	Ứng dụng web	52
3.3.1	Sơ đồ use case	52
3.3.2	Thiết kế database	70
3.3.3	Thiết kế API	72
3.4	Ứng dụng di động	72
3.5	Giao tiếp giữa Board điều khiển và Web	73
3.5.1	Giao thức	73
3.5.2	Cấu trúc các gói tin	74

4 HIỆN THỰC HỆ THỐNG	77
4.1 Hệ thống Board điều khiển	77
4.1.1 Môi trường phát triển	77
4.1.2 Mạch chức năng đo ppm	77
4.1.3 Hệ thống board điều khiển	84
4.2 Ứng dụng web	97
4.2.1 Môi trường phát triển	97
4.2.2 Hiện thực server API	97
4.2.3 Cấu trúc thư mục	113
4.2.4 Xây dựng database	114
4.2.5 Một số hình ảnh	116
4.3 Ứng dụng di động	124
4.3.1 Môi trường phát triển	124
4.3.2 Một số hình ảnh	125
4.4 Tương tác hệ thống	128
5 KIỂM THỬ HỆ THỐNG	130
5.1 Web server	130
5.2 Ứng dụng di động	130
5.3 Board điều khiển	130
5.3.1 Thiết bị	130
5.3.2 Các chức năng	132
5.4 Kết nối giữa ứng dụng web và board điều khiển	135
5.4.1 Dữ liệu nhận từ cảm biến	135
5.4.2 Điều khiển các actuator	136
6 TỔNG KẾT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	137
6.1 Tổng kết	137
6.1.1 Kết quả đạt được	137
6.1.2 Những hạn chế của hệ thống	138
6.1.3 Thuận lợi, khó khăn trong quá trình thực hiện đề tài	138

6.1.4	Kiến thức thu thập được	139
6.2	Hướng phát triển cho tương lai	139
6.2.1	Ứng dụng web	139
6.2.2	Ứng dụng di động	140
6.2.3	Board điều khiển	140
6.3	Quá trình làm việc của nhóm	140
Tài liệu		145

Danh sách hình vẽ

1	Mô hình tương tác của mạng lưới thiết bị kết nối Internet.	3
2	Cả thế giới chìm trong Internet.	6
3	Mô hình hệ thống dạng bắc.	7
4	Mô hình hệ thống thủy canh tĩnh.	8
5	Mô hình hệ thống ngập và rút định kỳ.	8
6	Mô hình hệ thống nhỏ giọt.	9
7	Mô hình hệ thống màng dinh dưỡng NFT.	10
8	Mô hình hệ thống khí canh.	10
9	Giới hạn với cây trồng.	12
10	Các thành phần ion.	13
11	Trường hợp sử dụng dòng AC.	13
12	Trường hợp sử dụng dòng DC.	13
13	Cấu trúc một JSON.	16
14	Cơ chế hoạt động của Nodejs.	17
15	Quá trình đăng nhập bằng JWT.	20
16	Mô tả các thiết bị liên lạc với nhau thông qua MQTT broker.	24
17	Kiến trúc hệ thống.	25
18	Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm.	26
19	Module BH1750.	27
20	Module Realtime Clock DS1307.	27
21	Relay.	28
22	Thanh ghi dịch.	29
23	Board ARM STM32F03C8T6.	29
24	Board NodeMCU ESP8266	30
25	Mô hình tổng quan.	31
26	Hoạt động độc lập, định thời đọc dữ liệu.	32
27	Máy bơm nước.	32
28	Máy sục oxy.	33
29	Đèn led.	33

30	Hoạt động của thanh ghi dịch.	34
31	Hoạt động của các actuators.	35
32	Hoạt động của tín hiệu điều khiển relay.	35
33	Hoạt động Thời gian thực.	36
34	Actuator lifetime.	37
35	Hoạt động lưu trữ thông tin actuator.	39
36	MQTT client.	40
37	Wifi station.	41
38	Wifi AP.	41
39	Wifi application.	42
40	Cấu trúc giao thức UART.	43
41	Cách hoạt động của giao thức UART.	44
42	Cấu hình wifi.	44
43	Hoạt động của web-server hoạt động trên board Node MCU.	45
44	Truyền nhận dữ liệu.	45
45	WifiStation.	46
46	MqttClient.	46
47	UserEEPROM.	47
48	Sensor.	47
49	SerialTransport.	48
50	Webserver.	48
51	SwitchAP.	49
52	Application.	49
53	SerialTransport.	50
54	Aplication.	50
55	Actuator.	51
56	Các chức năng của khách.	52
57	Đăng ký.	53
58	Đăng nhập.	54
59	Các chức năng của thành viên.	55

60	Use case thay đổi thông tin.	56
61	Use case thêm thiết bị.	58
62	Use case tương tác với diễn đàn.	59
63	Use case tìm kiếm mùa vụ.	61
64	Use case xem thông tin thiết bị.	62
65	Use case sửa thông tin thiết bị.	63
66	Use case tạo relay.	64
67	Use case thêm mùa vụ mới.	66
68	Use case sửa thông tin mùa vụ.	67
69	Use case cài đặt chương trình mùa vụ.	68
70	Use case cài đặt ngưỡng dữ liệu.	69
71	Thiết kế database	71
72	Mô hình cụm server	72
73	Mô hình RESTful API	72
74	Mô hình các giao thức trong hệ thống	73
75	PPM schematic.	78
76	PPM PCB.	78
77	Oscillator cầu Wein.	79
78	4 di-ốt.	80
79	Nguồn đổi 12V - Trước.	81
80	Nguồn đổi 12V - Sau.	81
81	Jack DC.	81
82	IC TL074.	82
83	TL074 PIN.	82
84	Diode Zener.	82
85	Tụ 0.015uF.	83
86	Tụ 0.22uF.	83
87	Cầu Diode.	84
88	Thư viện DHT.	84
89	Dường dẫn thư viện DHT.	84

90	Kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm DHT	85
91	Thư viện BH1750	86
92	Đường dẫn thư viện BH1750.	86
93	Kết quả đo cường độ ánh sáng BH1750.	86
94	Thư viện thời gian thực.	87
95	Đường dẫn thư viện thời gian thực.	87
96	Thư viện thanh ghi dịch.	88
97	Đường dẫn thư viện thanh ghi dịch.	88
98	Nguồn cho các actuator.	88
99	Thư viện MQTT.	89
100	Đường dẫn thư viện MQTT.	89
101	Thư viện cấu trúc dữ liệu.	89
102	Đường dẫn thư viện cấu trúc dữ liệu.	89
103	Nút nhấn.	90
104	Web server - 1.	90
105	Web server - 2.	91
106	Web server - 3.	91
107	Web server - 4.	92
108	Web server - 5.	92
109	Schematic.	94
110	PCB	95
111	Mô hình thử nghiệm - 1.	95
112	Mô hình thử nghiệm - 2.	96
113	Mô hình thử nghiệm - 3.	96
114	Cây thư mục mã nguồn.	113
115	Thiết kế sơ đồ lớp.	115
116	Trang chủ.	116
117	Trang tìm kiếm mùa vụ.	116
118	Trang đăng ký.	117
119	Trang đăng nhập.	117

120	Trang cá nhân.	118
121	Thêm một board mới.	118
122	Danh sách các board điều khiển.	119
123	Danh sách các actuator của một board.	119
124	Thêm một actuator.	120
125	Danh sách các mùa vụ.	120
126	Thêm một mùa vụ.	121
127	Thông tin mùa vụ.	121
128	Chi tiết mùa vụ.	122
129	Nguồn dữ liệu.	122
130	Lịch trình hoạt động của các actuator.	122
131	Thêm lịch trình cho actuator.	123
132	Trang forum.	123
133	Trang quản lý dành cho administrator/moderator.	124
134	Trang đăng nhập.	125
135	Trang chủ sau khi đăng nhập.	126
136	Thông tin mùa vụ và dữ liệu.	127
137	Danh sách các actuator.	128
138	Nhóm các thao tác CRUD.	128
139	Thao tác đăng nhập vào hệ thống sử dụng JWT.	129
140	Nhóm các thao tác tương tác với board điều khiển.	129
141	Board prototype.	130
142	Relay prototype.	131
143	Đóng hộp.	131
144	PPM prototype.	132
145	Đo ppm dung dịch muối ăn 1.	132
146	Đo ppm dung dịch muối ăn 2.	133
147	Đo ppm dung dịch muối ăn 3.	133
148	Kết quả đo ppm 1.	134
149	Kết quả đo ppm 2.	134

Danh sách bảng

1	Mô tả use case đăng ký.	53
2	Mô tả use case đăng nhập.	54
3	Mô tả use case hay đổi thông tin cá nhân.	56
4	Use case thay đổi hình ảnh cá nhân.	57
5	Mô tả use case thay đổi mật khẩu.	57
6	Mô tả use case thêm thiết bị.	58
7	Mô tả use case tạo bài viết mới.	59
8	Mô tả use case xóa bài viết.	60
9	Mô tả use case thêm bình luận bài viết.	60
10	Mô tả use case xóa thiết bị.	60
11	Mô tả use case tìm kiếm mùa vụ.	61
12	Mô tả use case gửi bình luận mùa vụ.	62
13	Mô tả use case sửa thông tin thiết bị.	63
14	Mô tả use case tạo relay.	64
15	Mô tả use case xóa relay.	65
16	Mô tả use case sửa relay.	65
17	Mô tả use case tạo mùa vụ mới.	66
18	Mô tả use case sửa thông tin mùa vụ.	67
19	Mô tả use case xóa mùa vụ.	68
20	Mô tả use case cài đặt chương trình cho mùa vụ.	69
21	Mô tả use case cài đặt ngưỡng dữ liệu.	70
22	Cấu trúc chung của các gói tin.	74
23	Cấu hình.	74
24	Lịch trình cho actuator.	74
25	Điều khiển actuator.	75
26	Dữ liệu gửi từ các cảm biến.	75
27	Đồng bộ thời gian thực.	75
28	Thêm bớt actuator.	76
29	Gói tin phản hồi.	76

30	Thêm, bớt một board điều khiển.	76
31	Nối chân DHT-NodeMCU	84
32	Nối chân BH1750 – Node MCU	85
33	Nối chân PPM – Node MCU	87
34	Nối chân DS1307 – STM32F103C8T6	87
35	Nối chân 74HC595 – STM32F103C8T6	87
36	Các trường hợp giá trị dữ liệu.	89
37	Bảng công việc của Huỳnh Bá Thạch.	141
38	Bảng công việc của Tạ Chí Tây.	142
39	Bảng công việc của Nguyễn Lê Minh Khôi.	143
40	Bảng công việc của Nguyễn Đình Dũng.	144

Danh sách chữ viết tắt

1. **IoT** Internet of Things
2. **RFID** Radio Frequency Identification
3. **NFC** Near Field Communication
4. **IP** Internet Protocol
5. **API** Application Programming Interface
6. **CSDL** Cơ Sở Dữ Liệu
7. **HTML** Hypertext Markup Language
8. **MVC** Model - Controller - View
9. **SPA** Single Page Application
10. **UI** User Interface
11. **IDE** Integrated Development Environment
12. **CRUD** Create, Read, Update, Delete

1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1 Ý tưởng

Công nghệ thủy canh đã được nghiên cứu từ thế kỷ 17. Đến nay, công nghệ này đã hoàn thiện và hướng tới việc sản xuất ra những sản phẩm nông nghiệp sạch. Công nghệ thủy canh có thể áp dụng với quy mô lớn trong các nông trại hoặc với quy mô nhỏ trong các hộ gia đình. Nhóm đang hướng tới đối tượng là các hộ gia đình ở thành phố, nơi diện tích chật hẹp và không có đất để trồng trọt. Họ có thể tận dụng các khoảng không nhỏ trong nhà như sân thượng, lan can,... để đặt một giàn thủy canh nhỏ với năng suất cao, cung cấp nguồn nông sản sạch cho gia đình. Đồng thời hướng đến việc tự động hóa các công việc chăm sóc, người dùng không phải mất nhiều thời gian để chăm sóc cho cây trồng nhưng chúng vẫn có thể tự phát triển và cho năng suất cao.

Trên thế giới hiện đã có những ứng dụng sử dụng IoT để tự động hóa hoàn toàn quy trình trồng rau sạch thủy canh nhà phố, trong khi ở Việt Nam còn khá mới mẻ. Với những yếu tố trên, nhóm đã hiện thực và phát triển Hệ thống thủy canh theo hướng IoT với mục đích tạo ra nông sản sạch, không ô nhiễm cho mọi người.

1.2 Mục tiêu

1.2.1 Phân nghiên cứu

- Tìm hiểu và thực hành quá trình thiết kế và xây dựng một dự án.
- Tìm hiểu nắm vững các nền tảng, thư viện cũng như các công cụ để thực hiện dự án này.
- Áp dụng các kiến thức về thiết kế mềm, kĩ thuật lập trình vào dự án.
- Tổ chức dự án cho phép dễ dàng bảo trì, mở rộng.
- Tìm hiểu về Hệ thống thủy canh Hydroponics:
 - Tổng quan, khái niệm về thủy canh.
 - Các mô hình thủy canh và cách vận hành của từng mô hình.

- Học hỏi và biết cách sử dụng các công nghệ mới hiện nay như Nodejs, Angularjs, Angular 2, Ionic, ...

1.2.2 Phân kết quả

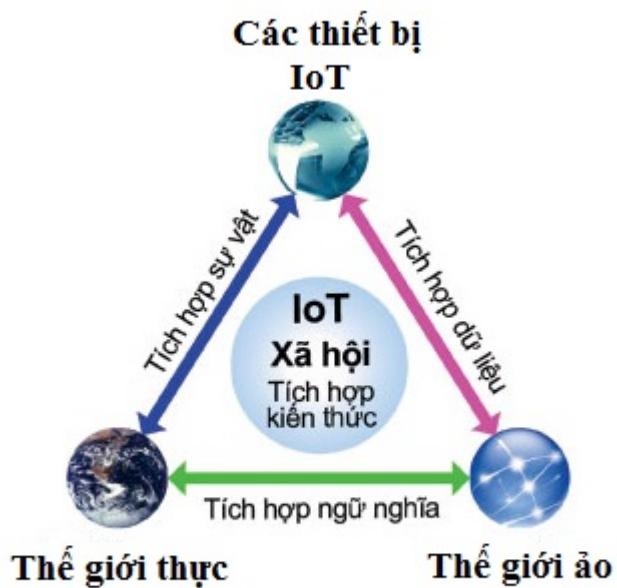
- Hiện thực mạch đo giá trị ppm (parts per million) trong môi trường dung dịch.
- Hệ thống board điều khiển với các cảm biến (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, ppm) và các relay điều khiển (máy bơm nước, quạt, đèn) có thể đáp ứng các tiêu chí:
 - Vận hành trong thời gian dài, ổn định.
 - Chức năng thu thập dữ liệu các cảm biến phải hoạt động tốt, ổn định, sai số chấp nhận được.
 - Chức năng điều khiển các thiết bị như máy bơm nước, sục oxi, đèn chiếu sáng.. đáp ứng thời gian thực.
 - Các kết nối về sóng wifi ổn định, cung cấp chức năng cấu hình cho module wifi.
 - Protocol giao tiếp giữa board điều khiển và web-server hoạt động chính xác.
 - Thiết kế hiện thực board điều khiển về mặt phần cứng, phần khung, vỏ bảo vệ.
- Xây dựng website cho người dùng với các chức năng:
 - Thu nhận các thông tin từ thiết bị gửi lên từ các cảm biến.
 - Phân tích các thông tin gửi lên, giám sát, đưa ra cảnh báo và giải pháp xử lý đối với trường hợp các thông tin vượt ngưỡng cho phép.
 - Tạo một lịch trình và nạp xuống cho thiết bị.
 - Theo dõi thường xuyên, upload hình ảnh về các mùa vụ đang trồng.
 - Chia sẻ thông tin của mình cho các người dùng khác, xây dựng một cộng đồng chung để mọi người trao đổi và chia sẻ thông tin trong lĩnh vực thủy canh.
- Hiện thực mô hình thủy canh thu nhỏ cho demo.

2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu về Internet of Things [1]

2.1.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things - Mạng lưới vật kết nối Internet là một kịch bản của thế giới, khi mà mỗi đồ vật, con người được cung cấp một định danh của riêng mình, và tất cả có khả năng truyền tải, trao đổi thông tin, dữ liệu qua một mạng duy nhất mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay người với máy tính. IoT đã phát triển từ sự hội tụ của công nghệ không dây, công nghệ vi cơ điện tử và Internet. Nói đơn giản là một tập hợp các thiết bị có khả năng kết nối với nhau, với Internet và với thế giới bên ngoài để thực hiện một công việc nào đó.



Hình 1: Mô hình tương tác của mạng lưới thiết bị kết nối Internet.

2.1.2 Khả năng định danh độc nhất

Điểm quan trọng của IoT đó là các đối tượng phải có thể được nhận biết và định dạng (identifiable). Nếu mọi đối tượng, kể cả con người, được "đánh dấu" để phân biệt bản thân đối tượng đó với những thứ xung quanh thì chúng ta có thể hoàn toàn quản lý được nó thông qua máy tính. Việc đánh dấu (tagging) có thể được thực hiện thông qua nhiều công nghệ, chẳng hạn như RFID, NFC, mã vạch, mã QR, watermark kĩ thuật số... Việc kết nối thì có thể thực hiện qua Wi-Fi, mạng viễn thông băng rộng (3G, 4G), Bluetooth, ZigBee, hồng ngoại...

Ngoài những kĩ thuật nói trên, nếu nhìn từ thế giới web, chúng ta có thể sử dụng các địa chỉ độc nhất để xác định từng vật, chẳng hạn như địa chỉ IP. Mỗi thiết bị sẽ có một IP riêng biệt không nhầm lẫn. Sự xuất hiện của IPv6 với không gian địa chỉ cực kì rộng lớn sẽ giúp mọi thứ có thể dễ dàng kết nối vào Internet cũng như kết nối với nhau.

2.1.3 Xu hướng và tính chất

Thông minh

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 (ambient intelligence), chúng cũng có thể tự điều khiển bản thân (autonomous control) mà không cần đến kết nối mạng. Tuy nhiên, trong thời gian 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.

Kiến trúc dựa trên sự kiện

Các thực thể, máy móc trong IoT sẽ phản hồi dựa theo các sự kiện diễn ra trong lúc chúng hoạt động theo thời gian thực. Một số nhà nghiên cứu từng nói rằng một mạng lưới các sensor chính là một thành phần đơn giản của IoT.

Là một hệ thống phức tạp

Trong một thế giới mở, IoT sẽ mang tính chất phức tạp bởi nó bao gồm một lượng lớn các đường liên kết giữa những thiết bị, máy móc, dịch vụ với nhau, ngoài ra còn bởi khả

năng thêm vào các nhân tố mới.

Kích thước

Một mạng lưới IoT có thể chứa đến 50 đến 100 nghìn tỉ đối tượng được kết nối và mạng lưới này có thể theo dõi sự di chuyển của từng đối tượng. Một con người sống trong thành thị có thể bị bao bọc xung quanh bởi 1000 đến 5000 đối tượng có khả năng theo dõi.

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. Do đó những thông tin như địa điểm, thời gian, không gian của đối tượng không mấy quan trọng bởi người xử lý thông tin có thể quyết định các thông tin này có cần thiết hay không, và nếu cần thì họ có thể bổ sung thêm. Trong khi đó, IoT về lý thuyết sẽ thu thập rất nhiều dữ liệu, trong đó có thể có dữ liệu thừa về địa điểm, 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.

Luồng năng lượng mới

Hiện nay, IoT đang trải qua giai đoạn phát triển "bộc phát" và điều này xảy ra nhờ vào một số nhân tố, trong đó gồm IPv6, 4G, chi phí, tính sẵn có của công nghệ.

2.1.4 Ứng dụng

IoT có ứng dụng rộng vô cùng, có thể kể ra một số thứ như sau:

- Quản lý chất thải.
- Quản lý và lập kế hoạch quản lý đô thị.
- Quản lý môi trường.
- Phản hồi trong các tinh huống khẩn cấp.
- Mua sắm thông minh.
- Quản lý các thiết bị cá nhân.
- Đồng hồ đo thông minh.
- Tự động hóa ngôi nhà.



Hình 2: Cả thế giới chìm trong Internet.

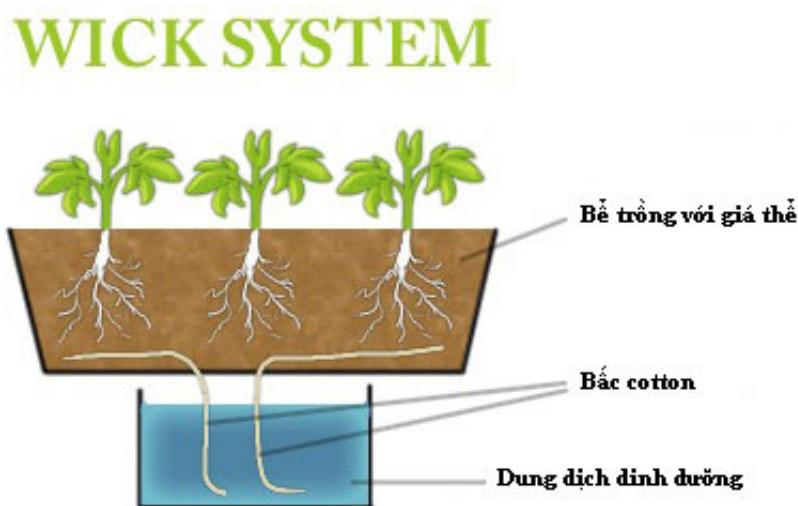
2.2 Giới thiệu về hệ thống thủy canh [2]

Trồng cây trong dung dịch (thủy canh) là kỹ thuật trồng cây không dùng đất mà trồng trực tiếp vào môi trường dinh dưỡng hoặc giá thể mà không phải là đất. Các giá thể có thể là cát, trấu, vỏ xơ dừa, than bùn, vermiculite perlite... Thường được định nghĩa như là “trồng cây trong nước” hoặc “trồng cây không cần đất”, kỹ thuật thủy canh là một trong những nghề làm vườn hiện đại. Bí quyết của kỹ thuật này là cung cấp đủ và đúng lúc cho cây trồng các nguyên tố khoáng cần thiết. Cung cấp đầy đủ cái ăn, bảo đảm đủ ánh sáng, CO₂ cho quá trình quang hợp, O₂ cho quá trình hô hấp, cây trồng có thể phát triển khỏe mạnh theo ý muốn của người trồng.

Hiện nay hầu hết các máng trồng đều được làm bằng nhựa, nhưng có thể làm bằng các vật liệu khác như bê tông, thủy tinh, kim loại và gỗ. Các máng trồng nên được che nắng để không cho tảo, rong rêu phát triển trong dung dịch thủy canh. Các mô hình dưới đây có thể nghiên cứu, biến tấu thành các kiểu khác nhau phù hợp với điều kiện từng nơi.

2.2.1 Hệ thống dạng bắc (Wick System)

Hệ thống dạng bắc cho đến nay là dạng hệ thống thủy canh đơn giản nhất. Dúng như tên gọi, bí quyết của hệ thống này nằm ở chõ sợi bắc. Đặt một đầu của sợi bắc hút sao cho chạm vào phần rễ cây. Đầu kia của bắc chìm trong dung dịch dinh dưỡng. Sợi bắc này sẽ làm nhiệm vụ hút nước và dung dịch dinh dưỡng lên cung cấp cho rễ cây (tương tự như sợi bắc trong đèn dầu, hút dầu lên để duy trì sự cháy). Như vậy cây sẽ có đủ nước và chất dinh dưỡng để phát triển.

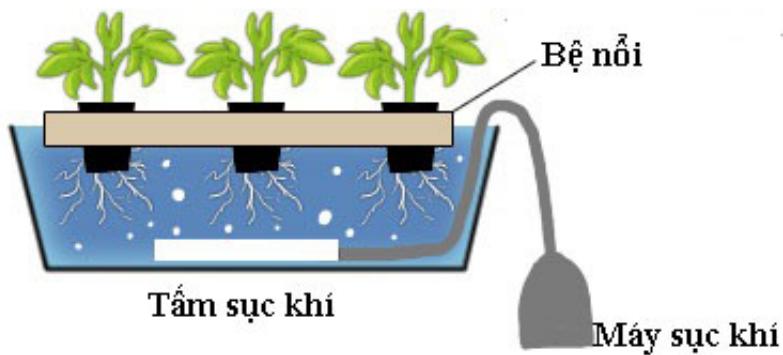


Hình 3: Mô hình hệ thống dạng bắc.

2.2.2 Hệ thống thủy canh tĩnh (Water Culture)

Hệ thống thường thùng hay nước chứa dung dịch thủy canh, phần bê giữ các cây thường làm bằng chất dẻo nhẹ như xốp và đặt nổi ngay trên dung dịch dinh dưỡng, rễ cây ngập chìm trong nước có chứa dung dịch dinh dưỡng. Vì môi trường thiếu khí oxy nên cần có 1 máy bơm bơm khí vào khói sủi bọt để cung cấp oxy cho rễ. Hệ thống thủy canh dạng này thường dùng phổ biến trong dạy học. Hệ thống ít tốn kém, có thể tận dụng bể chứa nước hay những bình chứa không rỉ khác.

WATER CULTURE

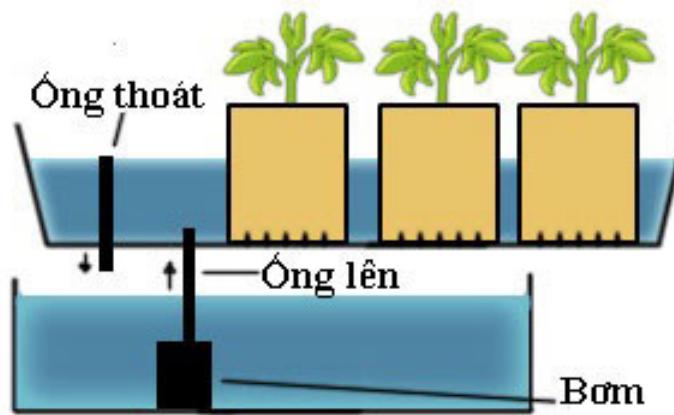


Hình 4: Mô hình hệ thống thủy canh tĩnh.

2.2.3 Hệ thống ngập và rút định kỳ (EBB and Flow System)

Không giống như hệ thống thủy canh tĩnh ở trên, phần rễ cây luôn chìm trong nước chỉ thích hợp cho một số ít cây trồng. Hệ thống ngập và rút định kỳ có một máy bơm điều khiển để có thể bơm dung dịch dinh dưỡng vào khay trồng và rút ra theo chu kỳ đã được định sẵn. Như vậy rễ cây sẽ có những lúc không ngập trong nước để “thở” một cách tự nhiên, tránh bị ngập, úng. Hệ thống này thường được áp dụng cho mô hình aquaponics.

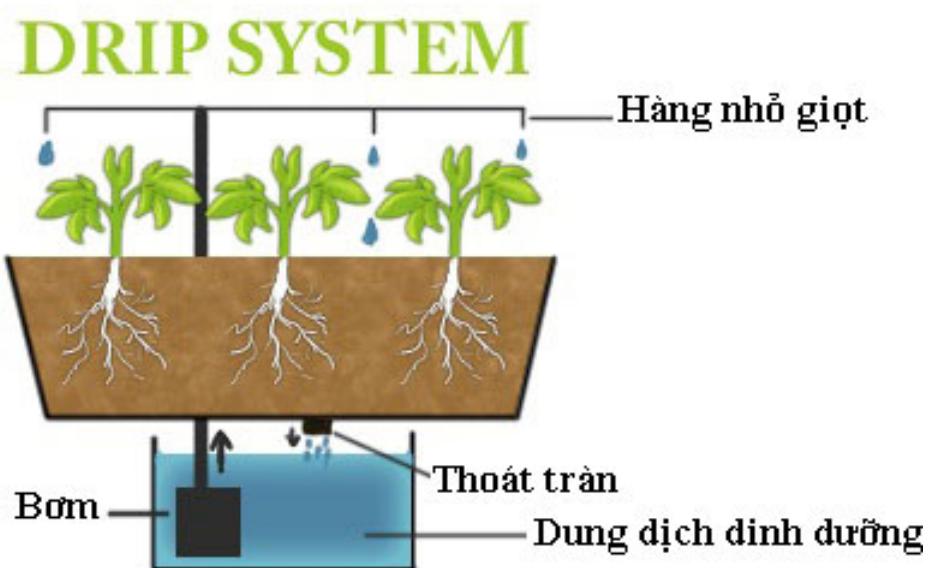
EBB AND FLOW



Hình 5: Mô hình hệ thống ngập và rút định kỳ.

2.2.4 Hệ thống nhỏ giọt (Drip System)

Hệ thống nhỏ giọt là loại hệ thống thủy canh được sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới. Máy bơm sẽ bơm dung dịch dinh dưỡng lên, nhỏ trực tiếp vào gốc của cây trồng bởi những đường ống nhỏ giọt theo định kỳ. Dung dịch dinh dưỡng dư chảy xuống sẽ được thu hồi trong bể tái sử dụng. Như vậy, hệ thống này sử dụng dung dịch dinh dưỡng khá hiệu quả, nước dư ra được tái sử dụng, không bị hao phí. Hệ thống này có thể dùng để trồng cây thảo mộc và các loại hoa, các loại cây ăn trái như cà chua, dưa leo, dưa lưới, ớt,...

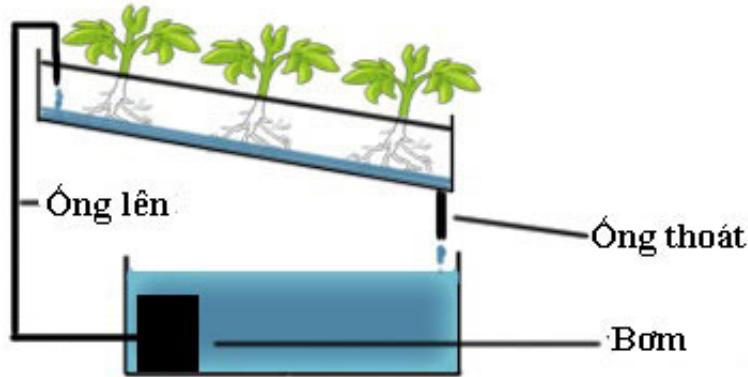


Hình 6: Mô hình hệ thống nhỏ giọt.

2.2.5 Hệ thống màng dinh dưỡng NFT (Nutrient Film Technique)

Trong hệ thống màng dinh dưỡng, dung dịch dinh dưỡng được bơm liên tục vào khay trồng và chảy qua rễ của cây, sau đó chúng chảy về bồn chứa để tái sử dụng. Thường thì trong hệ thống màng dinh dưỡng không cần dùng thêm chất trồng, giúp tiết kiệm chi phí thay chất trồng sau mỗi vụ mùa. Hệ thống này thường sử dụng trong quy mô lớn với mục đích thương mại.

NFT SYSTEM

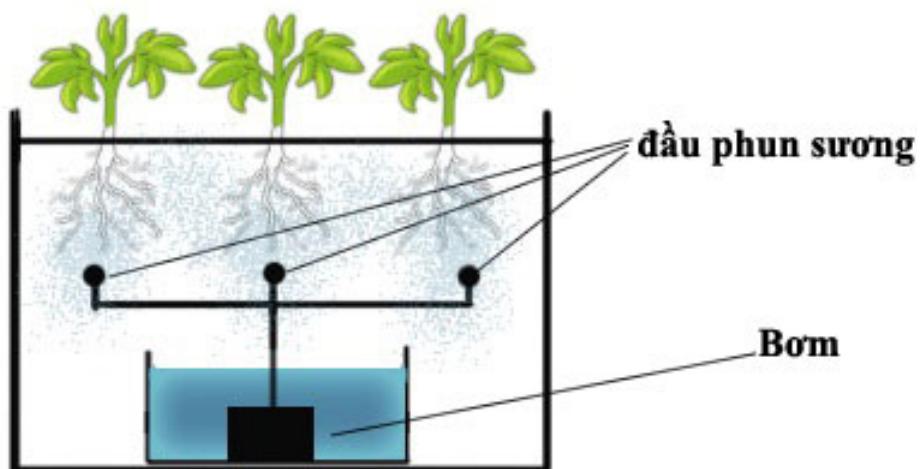


Hình 7: Mô hình hệ thống màng dinh dưỡng NFT.

2.2.6 Khí canh (Aeroponics)

Khí canh là hệ thống thủy canh dạng kỹ thuật cao nhất. Giống như hệ thống màng dinh dưỡng, chất tròng chủ yếu là không khí. Rễ phơi trong không khí và được phun sương bằng dung dịch dinh dưỡng. Việc phun sương thường được thực hiện mỗi vài phút. Như vậy, cây vừa có đủ thức ăn, vừa có đủ nước uống và luôn có không khí để thở. Hiện nay khí canh được ứng dụng trong mô hình trồng khoai tây.

AEROPONICS



Hình 8: Mô hình hệ thống khí canh.

2.2.7 Các thông số trong dung dịch thủy canh, thiết bị đo ppm [3]

- Độ dẫn điện (EC): chỉ số EC (electro-conductivity) (tương đối) là chỉ số diễn tả tổng nồng độ ion hòa tan trong dung dịch. Độ dẫn điện có thể được thể hiện bằng một số đơn vị khác nhau, nhưng đơn vị tiêu biểu được dùng để đo lường EC là millisiemens trên centimet (mS / cm). Chỉ số EC không diễn tả nồng độ của từng chất trong dung dịch đồng thời cũng không thể hiện mức độ cân bằng của các chất dinh dưỡng trong dung dịch. EC là thước đo độ dẫn điện từ hai đầu dò 1cm. Trong suốt quá trình tăng trưởng, cây hấp thu khoáng chất mà chúng cần, do vậy duy trì EC ở một mức ổn định là rất quan trọng. Nếu dung dịch có chỉ số EC cao thì sự hấp thu nước của cây diễn ra nhanh hơn sự hấp thu khoáng chất. Điều này làm nồng độ dung dịch tăng cao và gây ngộ độc cho cây. Khi đó ta phải bổ sung thêm nước vào môi trường. Ngược lại, nếu EC thấp, cây sẽ hấp thu khoáng chất nhanh hơn hấp thu nước. Khi đó, nồng độ dung dịch giảm mạnh, cây sẽ không được cung cấp đầy đủ khoáng chất, chậm lớn và phát triển kém.
- Chỉ số TDS: chỉ số TDS (Total Dissolved Solids) là chỉ số đo tổng lượng chất rắn hòa tan, tổng số các ion mang điện tích bao gồm khoáng chất, muối hoặc kim loại tồn tại trong một khối lượng nước nhất định. TDS thường được biểu thị bằng hàm số ml/L hoặc ppm (Parts Per Million). 1 ppm tương ứng với 1mg chất rắn hòa tan trong một lít nước. Hầu hết nước máy sẽ có chỉ số PPM rơi vào khoảng từ 200 – 400ppm. Chỉ số TDS cũng ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của cây: Nếu TDS lên quá cao, nồng độ dung dịch vượt mức cho phép sẽ gây ra hiện tượng ngộ độc cho cây. Ngược lại, khi chỉ số TDS xuống thấp, dung dịch thủy canh sẽ không đảm bảo cung cấp đủ chất dinh dưỡng cho cây trồng.
- Tương quan giữa EC và TDS: mặc dù có một mối tương quan giữa EC và TDS nhưng chúng không giống nhau. TDS và EC là 2 tham số riêng biệt. TDS là tổng lượng chất rắn hòa tan trong nước. EC là khả năng của các chất co thể gây ra dòng điện. Lượng chất rắn như muối trong phân bón tỉ lệ trực tiếp với độ dẫn điện của nó, vì vậy lượng chất rắn cao gây độ dẫn cao. Vì khi phân bón hòa tan trong nước chúng trở thành các "ion", có mang điện tích âm hoặc dương, nên chúng sinh ra

dòng điện.

Mối quan hệ của TDS và độ dẫn đặc hiệu của nước ngầm có thể được ước lượng bằng phương trình sau:

$$\text{TDS} = k_e * \text{EC}$$

Trong đó: TDS có đơn vị mgL và EC là độ dẫn điện ở microsiemens trên mỗi centimet ở 25°C. Yếu tố tương quan ke dao động từ 0,55 đến 0,8.

Giới hạn với cây trồng:

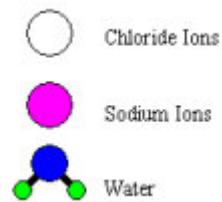
Cây trồng	EC (mS/cm)	TDS (ppm)
Cà chua	2.4 - 5.0	1400 - 2450
Địa lan	0.6 - 1.5	420 - 560
Hoa hồng	1.5 - 2.4	1050 - 1750
Xà lách	0.6 - 1.5	280 - 1260
Cây chuối	2.4 - 5.0	1260 - 1540
Dâu tây	1.5 - 2.4	1260 - 1540
Ớt	1.5 - 2.4	1260 - 1540

Hình 9: Giới hạn với cây trồng.

- Tại sao lại dùng thiết bị này?

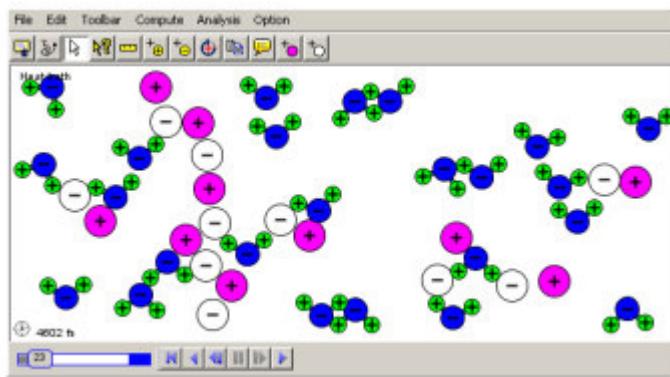
Nếu EC / PPM chỉ là đo điện dẫn (hoặc kháng) thì tại sao không sử dụng một đồng hồ volt / ohm trực tiếp? Bởi chúng đi qua dòng điện DC thông qua các đầu dò và bạn không thể đo độ dẫn của muối với dòng điện DC vì nó sẽ tách các phân tử ra ngoài, và vì các phân tử là điện dẫn điện, các phân tử điện sẽ thay đổi liên tục và sẽ không thu được kết quả gì. Bằng cách sử dụng một tín hiệu AC, với tần số đủ cao ($> 1\text{khz}$) các phân tử không có thời gian để di chuyển ra ngoài trước khi chúng được kéo theo hướng ngược lại.

Các thành phần ion:



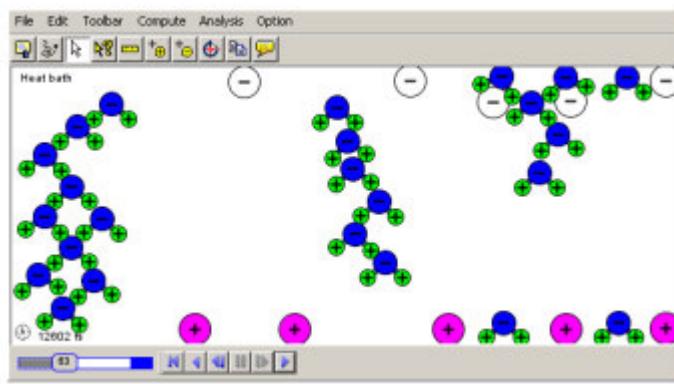
Hình 10: Các thành phần ion.

Trường hợp sử dụng dòng AC:



Hình 11: Trường hợp sử dụng dòng AC.

Trường hợp sử dụng dòng DC:



Hình 12: Trường hợp sử dụng dòng DC.

- Hoạt động: hai điện cực với một điện áp xoay chiều được đặt trong dung dịch. Diều

này tạo ra một dòng điện phù thuộc vào bản chất dẫn điện của dung dịch. Thiết bị đọc dòng điện này và hiển thị theo đơn vị EC hoặc ppm.

2.3 Hệ thống thủy canh với IoT

Việc kết hợp thủy canh và IoT ở nước ngoài đã trở nên khá phổ biến trong khi ở Việt Nam vẫn còn mới mẻ. Việc kết hợp IoT vào thủy canh giúp người trồng rau kiểm soát một cách dễ dàng tình trạng vườn trồng của mình thông qua số liệu về nhiệt độ, độ ẩm, pH ... mà các cảm biến gửi về qua mạng Internet. Đồng thời người dùng có thể chăm sóc vườn rau của mình mà không cần thiết phải tiếp xúc với nó. Tất cả mọi hoạt động tưới tiêu, bơm oxy, cung cấp ánh sáng, phân bón,... đều được tự động hóa theo quy trình có sẵn. Người dùng chỉ việc thiết lập thông số phù hợp cho từng cây trồng trong mỗi mùa vụ và chờ ngày thu hoạch. Kiểm soát thông qua mạng Internet cho phép người dùng quản lý vườn trồng của mình ở bất kỳ đâu, trong mọi thời điểm. Thủy canh kết hợp với IoT là xu hướng mới và là tương lai của nông nghiệp đô thị nhờ tính tiện ích của nó.

2.4 Các hệ thống thủy canh tự động hiện có trên thị trường

Theo thông tin nhóm nghiên cứu thì hiện nay trên thị trường chưa có nhiều hệ thống thủy canh tự động mang tính thương mại. Một số công ty start up nổi tiếng trong lĩnh vực này như Hachi, Lisado nhưng những hệ thống này có các đặc điểm chung:

- Mới chỉ phát triển ở khu vực phía Bắc.
- Chỉ hỗ trợ nền tảng di động, chưa hỗ trợ môi trường web trên PC hay laptop.
- Chưa có một hệ thống forum để cộng đồng có thể chia sẻ kinh nghiệm với nhau.
- Chưa hỗ trợ tự động đo nồng độ dinh dưỡng ppm.

Nhóm đang hướng tới sự khác biệt bằng cách tạo ra một hệ thống hỗ trợ các tính năng nói trên.

2.5 Giới thiệu về các công nghệ được sử dụng

2.5.1 RESTful web service [4]

REST là viết tắt của cụm từ Representational State Transfer (đôi khi còn được viết là ReST) là một kiểu kiến trúc được sử dụng trong việc giao tiếp giữa các máy tính (máy tính cá nhân và máy chủ của trang web) trong việc quản lý các tài nguyên trên internet. Một kiến trúc REST thường có một server cung cấp các API truy xuất tài nguyên (biểu diễn dưới dạng text, XML, JSON, ...) và client truy xuất, chỉnh sửa các tài nguyên đó thông qua giao thức HTTP.

Các phương thức HTTP được sử dụng:

- POST: sử dụng khi tạo một tài nguyên mới.
- GET: dùng để truy xuất tài nguyên.
- PUT: cập nhật tài nguyên.
- DELETE: dùng để xóa bỏ tài nguyên.

JSON (Javascript Object Notation) [5]

Trong ứng dụng mà nhóm hiện thực sử dụng JSON để trao đổi dữ liệu.

JSON là 1 định dạng hoán vị dữ liệu nhanh. Chúng là cơ sở dựa trên tập hợp của ngôn ngữ lập trình JavaScript, tiêu chuẩn ECMA-262 phiên bản 3 - tháng 12 năm 1999.

JSON được biểu diễn dưới dạng cặp tên và giá trị name – value. Trong những ngôn ngữ khác nhau, đây được nhận thấy như là một đối tượng (object), bản ghi (record), cấu trúc (struct), từ điển (dictionary), bảng băm (hash table), danh sách khóa (keyed list), hay mảng liên hợp.

JSON có 5 kiểu dữ liệu chính:

- Number: kiểu số bao gồm số nguyên và số thực.
- String: kiểu chuỗi, nội dung bao bởi cặp dấu nháy kép “”, những ký tự đặt biệt được escape bởi dấu . Theo chuẩn JSON thì không sử dụng dấu nháy đơn như Javascript để bọc chuỗi.

- Boolean: kiểu luận lý bao gồm 2 giá trị là true và false.
- Array: kiểu mảng, gồm các phần tử phân cách nhau bởi dấu phẩy ',' và mảng được bao bởi cặp dấu [và].
- Object: kiểu đối tượng, gồm những cặp giá trị đi cùng nhau, mỗi cặp phân cách bởi dấu phẩy ',', đối tượng được bao bởi cặp dấu và , cặp giá trị bao gồm tên và giá trị được phân cách bởi dấu hai chấm':':.
- Null: giá trị null.



Hình 13: Cấu trúc một JSON.

JSON được sử dụng rộng rãi vì những ưu điểm của nó:

- Có thể đọc hiểu được (human-readability), là kiểu dữ liệu trên nền cơ sở Javascript nên dễ dàng tiếp cận.
- Dữ liệu truyền tải ngắn gọn so với những định dạng dữ liệu khác như: xml, html...
- Dễ dàng chuyển đổi (parse) dữ liệu từ dạng chuỗi (nhận từ server) sang dữ liệu có thể sử dụng được (thành Object, Number, Array)...
- Dễ truy cập nội dung.

2.5.2 Nodejs [6]

Nodejs là một phần mềm mã nguồn mở được viết dựa trên ngôn ngữ JavaScript cho phép lập trình viên có thể xây dựng các ứng dụng chạy trên máy chủ. Phiên bản đầu tiên của Nodejs được cho ra mắt vào năm 2009.

Node.js có thể chạy được trên nhiều nền tảng khác nhau như Windows, Linux hay Mac OS. Node.js được phát triển sử dụng V8 Engine là bộ thư viện JavaScript được Google phát triển để viết trình duyệt web Chrome.

Bản thân Node.js không phải là một ngôn ngữ lập trình mới, thay vào đó Node.js là một nền tảng mã nguồn mở, một môi trường để thực thi mã JavaScript trên server.



Hình 14: Cơ chế hoạt động của Nodejs.

Nodejs đang rất được ưa chuộng bởi tốc độ chạy rất nhanh của nó. Sở dĩ Nodejs chạy rất nhanh vì nó thực hiện cơ chế non-blocking I/O và asynchronous (bất đồng bộ). Khi một request đến, nó không dừng lại chờ cho request đó xử lý xong mà vòng lặp event loop sẽ tiếp nhận các request liên tục và xử lý chúng liên tục. Khi một request xử lý xong, hàm callback sẽ được gọi để trả về kết quả cho client hoặc thực hiện một tác vụ nào đó. Như vậy các request sẽ được xử lý song song với nhau, tiết kiệm được rất nhiều thời gian. Nhưng đây cũng là một điểm khó đòi hỏi lập trình phải quản lý chặt chẽ thứ tự thực hiện các hành động vì không phải lúc nào các tác vụ cũng chạy song song nhau, có những tác vụ phải thực hiện theo tuân tự.

2.5.3 Framework Expressjs

Expressjs là một framework có thể coi là nhỏ gọn và đơn giản nhất của Nodejs. Expressjs cung cấp cấu trúc đơn giản nhất của một dự án Nodejs, giúp chúng ta có thể dựa trên đó phát triển một cách nhanh chóng một server RESTful API và có thể dễ dàng mở rộng nó.

2.5.4 Sequelizejs

Sequelize là một thư viện ORM dành cho Node.js. Nó hỗ trợ truy cập một cách dễ dàng đến PostgreSQL, MySQL, MariaDB, SQLite và MSSQL ...

ORM (Object Relational Mapping) là một kỹ thuật lập trình để ánh xạ dữ liệu giữa các CSDL quan hệ và đối tượng trong các ngôn ngữ lập trình. Trong đó, các đối tượng ánh xạ với các bảng, các quan hệ của đối tượng ánh xạ với các ràng buộc liên quan giữa các bảng. Sequelize sẽ làm công việc này, nó giúp chúng ta gọi các hàm tương ứng thay vì viết những câu truy vấn bằng ngôn ngữ SQL. Đây là một module rất tiện lợi cho người lập trình web.

2.5.5 Angularjs [7]

Angular là một bộ Javascript Framework rất mạnh và thường được sử dụng để xây dựng project Single Page Application (SPA).

Ưu điểm của Angularjs:

- Phát triển dựa trên Javascript
- Tạo các ứng dụng client-side theo mô hình MVC.
- Khả năng tương thích cao, tự động xử lý mã javascript để phù hợp với mỗi trình duyệt.
- Mã nguồn mở, miễn phí hoàn toàn và được sử dụng rộng rãi.

Single page application là một kiểu ứng dụng web mà trong đó, công việc xử lý các thao tác của người dùng đều diễn ra trên một trang duy nhất. Người dùng sẽ có cảm giác trang web hoạt động nhanh hơn do hạn chế tối đa thao tác chuyển trang hoặc tải lại trang.

2.5.6 Angular 2

Angular 2 là một framework để xây dựng các ứng dụng web và ứng dụng di động phía client. Angular 2 ra đời là một bước cải tiến so với Angular 1, nó đưa ra khái niệm "Component", hầu hết các thành phần trong ứng dụng đều quy về Component làm cho ứng dụng trở nên dễ quản lý và dễ phát triển hơn. Angular 2 cũng sử dụng Typescript thay vì Javascript như Angular 1. Điều đó có nghĩa là Angular 2 tận dụng được những ưu điểm của ES6 như class, đồng thời giúp cho những người đã quen với các ngôn ngữ ràng buộc kiểu như Java dễ dàng tiếp cận hơn.

2.5.7 Framework Ionic 2 [8]

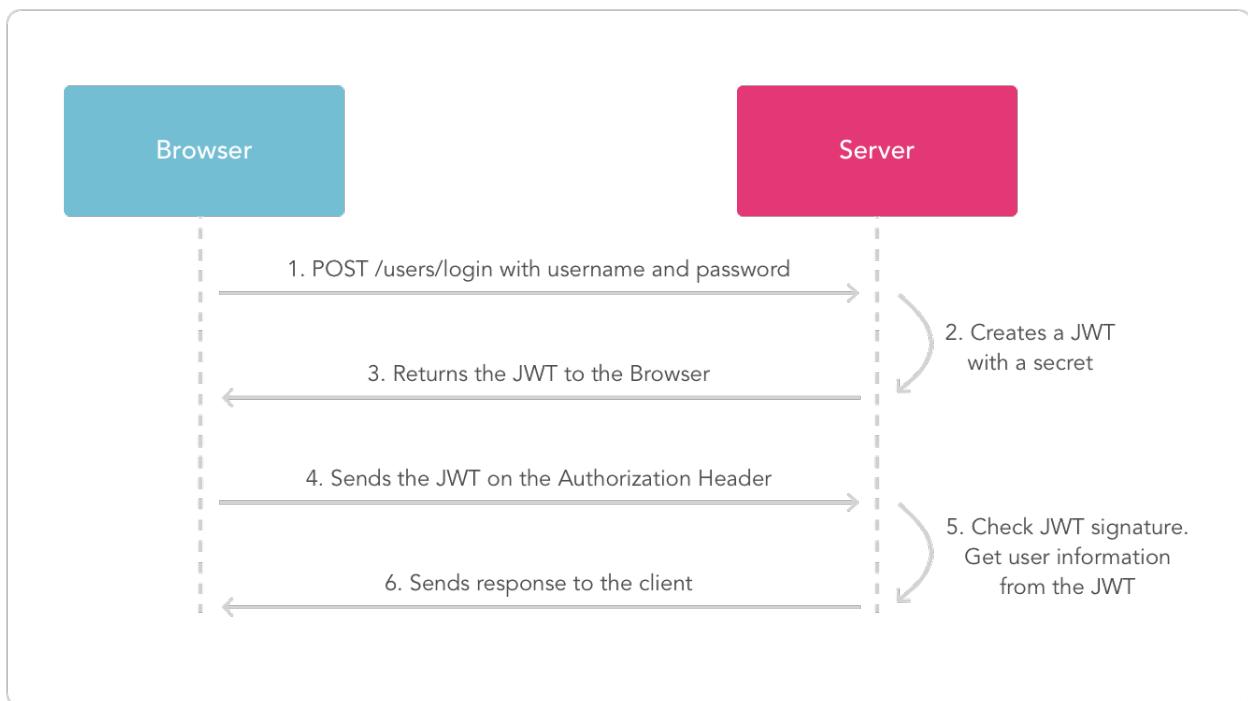
Ionic là một framework dùng để xây dựng các ứng dụng di động bằng cách sử dụng HTML, CSS, và JavaScript. Nó đi kèm với một tập hợp các thành phần giao diện và các hàm mà chúng ta có thể sử dụng để tạo ra các ứng dụng di động đầy đủ chức năng. Ionic được xây dựng trên Cordova - framework ứng dụng đa nền tảng cho phép biên dịch ứng dụng thành một tập tin có thể cài đặt và chạy nó bên trong web view của thiết bị di động. Ứng dụng được xây dựng với Cordova và Ionic có thể chạy trên cả thiết bị Android và iOS. Điểm cải tiến so với phiên bản 1 là Ionic 2 sử dụng Angular 2 để phát triển các ứng dụng của mình.

2.5.8 Typescript [9]

TypeScript là một ngôn ngữ mã nguồn mở miễn phí hiện đang được phát triển và bảo trì bởi Microsoft. Nó là tập cha của JavaScript, với các bổ sung các tùy chọn kiểu tĩnh và lớp trên cơ sở lập trình hướng đối tượng cho ngôn ngữ này. TypeScript có thể sử dụng để phát triển ứng dụng chạy phía client, hay phía server (Node.js) TypeScript được thiết kế để phát triển ứng dụng lớn và được biến đổi - biên dịch sang JavaScript. Vì TypeScript là tập cha của JavaScript nên bất kì chương trình JavaScript nào đã có cũng đều là chương trình TypeScript hợp lệ.

2.5.9 JWT [10]

JSON Web Token (JWT) là 1 tiêu chuẩn mở (RFC 7519) định nghĩa cách thức truyền tin an toàn giữa các thành viên bằng 1 đối tượng JSON. Thông tin này có thể được xác thực và đánh dấu tin cậy nhờ vào "chữ ký" của nó. Phần chữ ký của JWT sẽ được mã hóa bằng HMAC hoặc RSA.



Hình 15: Quá trình đăng nhập bằng JWT.

JWT gồm có 3 phần:

- Header

Header bao gồm hai phần chính: loại token (mặc định là JWT - Thông tin này cho biết đây là một Token JWT) và thuật toán đã dùng để mã hóa (HMAC SHA256 - HS256 hoặc RSA).

```
{ "alg": "HS256", "typ": "JWT" }
```

- Payload Payload chứa các claims. Claims là một các biểu thức về một thực thể (chẳng hạn user) và một số metadata phụ trợ. Có 3 loại claims thường gặp trong Payload: reserved, public và private claims.

- Signature Chữ ký Signature trong JWT là một chuỗi được mã hóa bởi header, payload cùng với một chuỗi bí mật theo nguyên tắc sau:

$$\text{HMACSHA256}(\text{base64UrlEncode(header)} + \cdot + \text{base64UrlEncode(payload)}, \\ \text{secret})$$

Do bản thân Signature đã bao gồm cả header và payload nên Signature có thể dùng để kiểm tra tính toàn vẹn của dữ liệu khi truyền tải.

2.5.10 Postgresql [11]

PostgreSQL là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ và đối tượng dựa trên POSTGRES, bản 4.2, được khoa điện toán của đại học California tại Berkeley phát triển. POSTGRES mở đường cho nhiều khái niệm quan trọng mà các hệ quản trị dữ liệu thương mại rất lâu sau mới có.

PostgreSQL được phổ biến bằng giấy phép BSD cổ điển. Bởi vậy PostgreSQL có thể được dùng, sửa đổi và phổ biến bởi bất kỳ ai cho bất kỳ mục đích nào.

2.5.11 NodeBB

NodeBB là một nền tảng diễn đàn thế hệ mới sử dụng công nghệ web sockets để có thể tương tác ngay lập tức và thông báo thời gian thực. NodeBB có nhiều tính năng hiện đại và có một cộng đồng phát triển khá lớn. Nhóm đã sử dụng NodeBB để xây dựng diễn đàn trao đổi thông tin cho người dùng trong hệ thống.

2.5.12 Git và GitHub [12]

Git:

Git là một hệ thống quản lý phiên bản cho những tập tin trên máy tính và các công việc chung cùng thực hiện trên những tập tin này giữa nhiều người. Git là một trong những hệ thống quản lý phiên bản phân tán phổ biến nhất hiện nay. Nó giúp mỗi máy tính có thể lưu trữ nhiều phiên bản khác nhau của một mã nguồn được nhân bản (clone) từ một kho chứa mã nguồn (repository), mỗi thay đổi vào mã nguồn trên máy tính sẽ có thể ủy thác (commit) rồi đưa lên máy chủ nơi đặt kho chứa chính. Một máy tính khác (nếu họ

có quyền truy cập) cũng có thể clone lại mã nguồn từ kho chứa.

Do đó Git có nhiều ưu điểm:

- Giúp làm việc và quản lý mã nguồn của hệ thống đang xây dựng theo nhóm một cách đơn giản và hiệu quả.
- Dễ sử dụng và an toàn.
- Quản lý mã nguồn và tài liệu, có một host đóng vai trò là server làm kho chứa mã nguồn, các máy khác có thể clone mã nguồn từ server này ở bất kỳ đâu.

GitHub:

Trong quá trình xây dựng hệ thống này, nhóm sử dụng GitHub làm công cụ để quản lý mã nguồn của hệ thống được xây dựng và các tài liệu thực hiện cho luận văn. GitHub là một dịch vụ máy chủ repository công cộng, người dùng có thể tạo tài khoản trên GitHub để tạo ra các kho chứa của riêng mình.

Đường dẫn mã nguồn của hệ thống này trên GitHub:

- Mã nguồn web server: <https://github.com/bathach95/hydroponic>
- Mã nguồn mobile application: <https://github.com/bathach95/HydroponicMobileApp>

2.5.13 XXTEA [13]

XXTEA là một thuật toán mã hóa nâng cấp của XTEA.

XTEA viết tắt của Extended Tiny Encryption Algorithm, được thiết kế bởi David Wheeler and Roger Needham của phòng thí nghiệm máy tính Cambridge. Giải thuật này không hề được đăng ký bản quyền do đó bất kỳ ai cũng có thể sử dụng nó một cách tự do.

XTEA là dạng mã hóa mật mã khối, kích thước khối 64 bit, khóa bí mật 128 bit.

XTEA là một thuật toán mã hóa đơn giản, dành cho các thiết bị phần cứng yếu, do đó nhóm đã sử dụng để mã hóa thông tin truyền tải giữa board điều khiển và server.

2.5.14 ARM

Cấu trúc ARM (viết tắt từ tên gốc là Advanced RISC Machine) là một loại cấu trúc vi xử lí kiểu RSIC được sử dụng rộng rãi trong các thiết kế nhúng. Do có đặc điểm tiết kiệm

năng lượng, các bộ cpu ARM chiếm ưu thế trong các sản phẩm điện tử di động, mà với các sản phẩm này việc tiêu tán công suất thấp là một mục tiêu thiết kế quan trọng hàng đầu [14].

Đi kèm với hệ thống vi xử lý là nền tảng lập trình đa dạng, các thư viện mã nguồn mở, hệ thống các board tham chiếu.

2.5.15 Mbed

Mbed là nền tảng và hệ điều hành được phát triển cho các thiết bị kết nối internet giữa trên các thiết bị 32-bit Arm Cortex-M [15].

Mbed cung cấp nhiều phương pháp tiếp cận lập trình khác nhau:

- Online: Chúng ta có thể lập trình online, biên dịch, tải file thực thi về rồi nạp vào thiết bị.
- Offline: Lập trình trên nền tảng linux và make.

2.5.16 Arduino [16]

- Arduino là một board mạch vi xử lý, nhằm xây dựng các ứng dụng tương tác với nhau hoặc với môi trường được thuận lợi hơn. Phần cứng bao gồm một board mạch nguồn mở được thiết kế trên nền tảng vi xử lý AVR Atmel 8bit, hoặc ARM Atmel 32-bit. Những Model hiện tại được trang bị gồm 1 cổng giao tiếp USB, 6 chân đầu vào analog, 14 chân I/O kỹ thuật số tương thích với nhiều board mở rộng khác nhau.
- Arduino đồng thời là nền tảng mã nguồn mở được phát triển rộng rãi, dễ tiếp cận cho người mới bắt đầu.

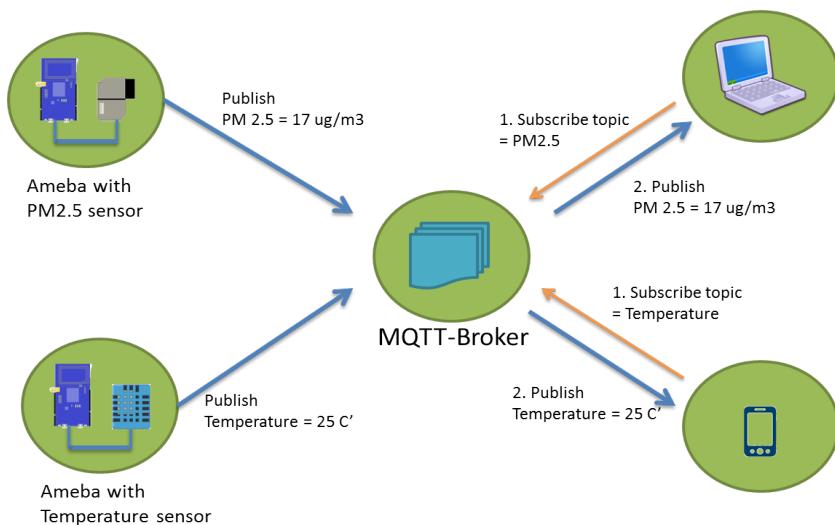
2.5.17 MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) là một giao thức gởi dạng publish/subscribe sử dụng cho các thiết bị Internet of Things với băng thông thấp, độ tin cậy cao và khả năng được sử dụng trong mạng lưới không ổn định. Bởi vì giao thức này sử dụng băng thông thấp trong môi trường có độ trễ cao nên nó là một giao thức lý tưởng cho các

ứng dụng M2M (Machine to Machine).

MQTT có mô hình client/server, nơi mà mỗi cảm biến là một khách hàng (client) và kết nối đến một máy chủ, có thể hiểu như một nhà môi giới (broker), thông qua giao thức TCP (Transmission Control Protocol).

MQTT là giao thức định hướng bản tin. Mỗi bản tin là một đoạn rời rạc của tín hiệu và broker không thể nhìn thấy. Mỗi bản tin được publish một địa chỉ, có thể hiểu như một kênh. Client đăng ký vào một vài kênh để nhận/gửi dữ liệu, gọi là subscribe. Client có thể subscribe vào nhiều kênh. Mỗi client sẽ nhận được dữ liệu khi bất kỳ trạm nào khác gửi dữ liệu vào kênh đã đăng ký. Khi một client gửi một bản tin đến một kênh vào đó, gọi là publish.

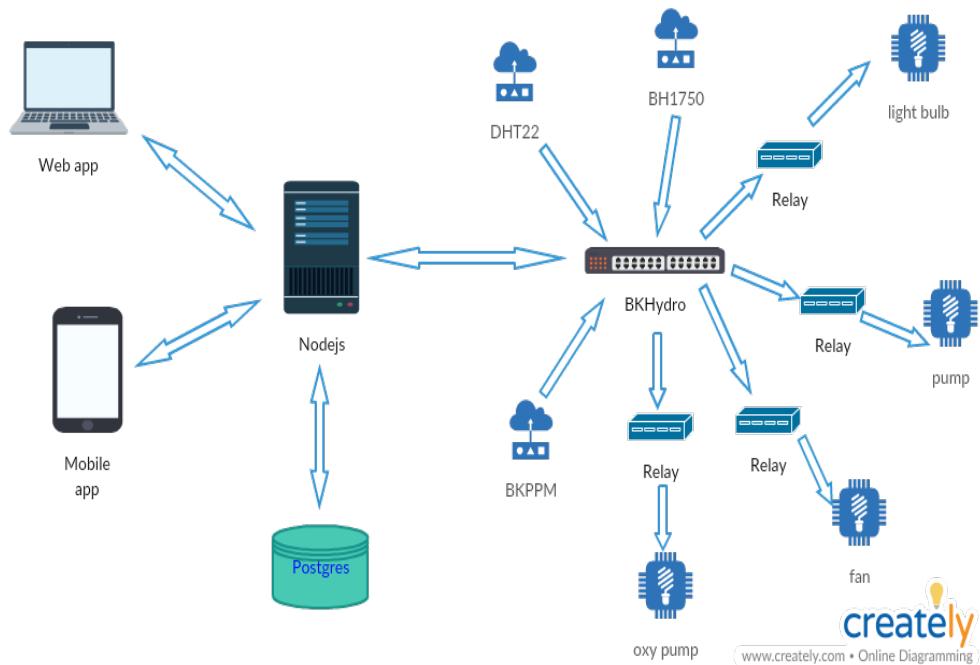


Hình 16: Mô tả các thiết bị liên lạc với nhau thông qua MQTT broker.

3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1 Kiến trúc mô hình hệ thống

Kiến trúc hệ thống bao gồm các thành phần: web server, web app, database và hệ thống board điều khiển.



Hình 17: Kiến trúc hệ thống.

3.2 Hệ thống board điều khiển

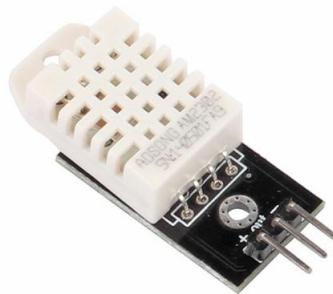
3.2.1 Tổng quan mô hình board điều khiển

Hệ thống board điều khiển chia ra làm 3 thành phần chức năng chính:

- Thu thập dữ liệu các cảm biến.
- Định thời, điều khiển các actuator (máy bơm, sục oxi, đèn chiếu sáng...) theo thời gian thực.
- Truyền nhận dữ liệu với web-server thông qua môi trường wifi.

Các module, cảm biến của hệ thống:

- Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm: nhiệt độ, độ ẩm được đo bởi module DHT22.



Hình 18: Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm.

Thông tin kỹ thuật [17]:

- Nguồn 3-5 VDC.
 - Dòng sử dụng: max là 2.5mA.
 - Đo tốt ở độ ẩm 0x100%RH, sai số 2-5%.
 - Đo tốt ở nhiệt độ 0-50°C, sai số 2°C.
 - Tần số lấy mẫu tối đa 0.5Hz (2 giây 1 lần).
 - Kích thước 27mm x 58mm x 13.5mm
 - 3 chân, khoảng cách 0.1 inch.
- Cảm biến đo cường độ ánh sáng: được đo bởi module BH1750.

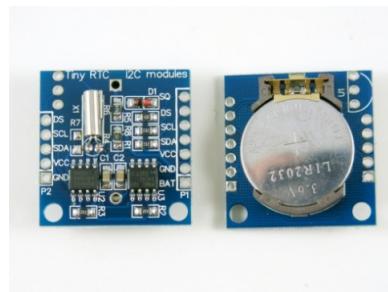
Thông tin kỹ thuật [18]:

- Nguồn: 3-5 VDC.
- Protocol giao tiếp: I2C
- Khoảng đo: 1->65535 lux.
- Đo tốt ở nhiệt độ 0-50°C, sai số 2°C.
- Kích cỡ: 21x16x3.3 mm.



Hình 19: Module BH1750.

- Thời gian thực: thời gian thực được đo sử dụng module Realtime clock DS1307. Module có chức năng lưu trữ thông tin ngày tháng năm cũng như giờ phút giây, nó sẽ hoạt động như một chiếc đồng hồ và có thể xuất dữ liệu ra ngoài qua giao thức I2C. Module được thiết kế kèm theo một viên pin có khả năng cung cấp năng lượng tới 10 năm. Module đi kèm với EEPROM AT24C32 có khả năng lưu trữ lên đến 32Kbit.



Hình 20: Module Realtime Clock DS1307.

Thông tin kỹ thuật [19]:

- Nguồn cấp: 5VDC.
- Khả năng lưu trữ: 32K (EEPROM AT24C32).
- Protocol: I2C.

- Có pin chạy độc lập.
- Tần số ra: 1 HZ.
- Kích thước: 16x22x23mm.
- Relay: các actuators (Máy bơm nước, sục Oxi, led...) được kích thông qua relay.



Hình 21: Relay.

Thông số kĩ thuật:

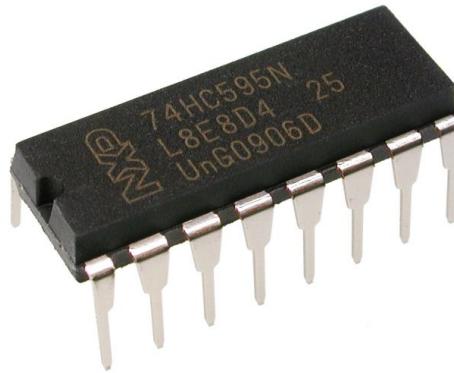
- Nguồn: 5 VDC.
 - Điện áp kích: 5 VDC.
 - Thanh ghi dịch
- Thanh ghi dịch sử dụng chip 74HC595.

Thông số kĩ thuật:

- Nguồn: 5 VDC.
- Các chân Output: 5 VDC.
- Protocol giao tiếp: SPI.
- Board ARM STM32F03C8T6: được sử dụng để làm board điều khiển các actuators.

Thông số kĩ thuật:

- RAM: 20KB.

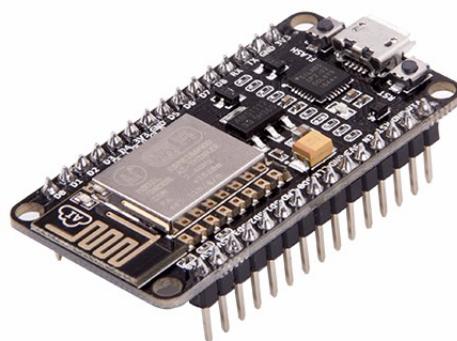


Hình 22: Thanh ghi dịch.



Hình 23: Board ARM STM32F03C8T6.

- Flash: 64KB/128KB.
- Board NodeMCU ESP8266: được sử dụng để làm board truyền nhận dữ liệu qua wifi. Thông số kỹ thuật:
 - IC chính: ESP8266 Wifi SoC.
 - Phiên bản firmware: NodeMCU Lua.
 - Chip nạp và giao tiếp UART: CP2102.
 - GPIO tương thích hoàn toàn với firmware NodeMCU.
 - Cấp nguồn: 5VDC MicroUSB hoặc Vin.
 - GPIO giao tiếp mức 3.3VDC.

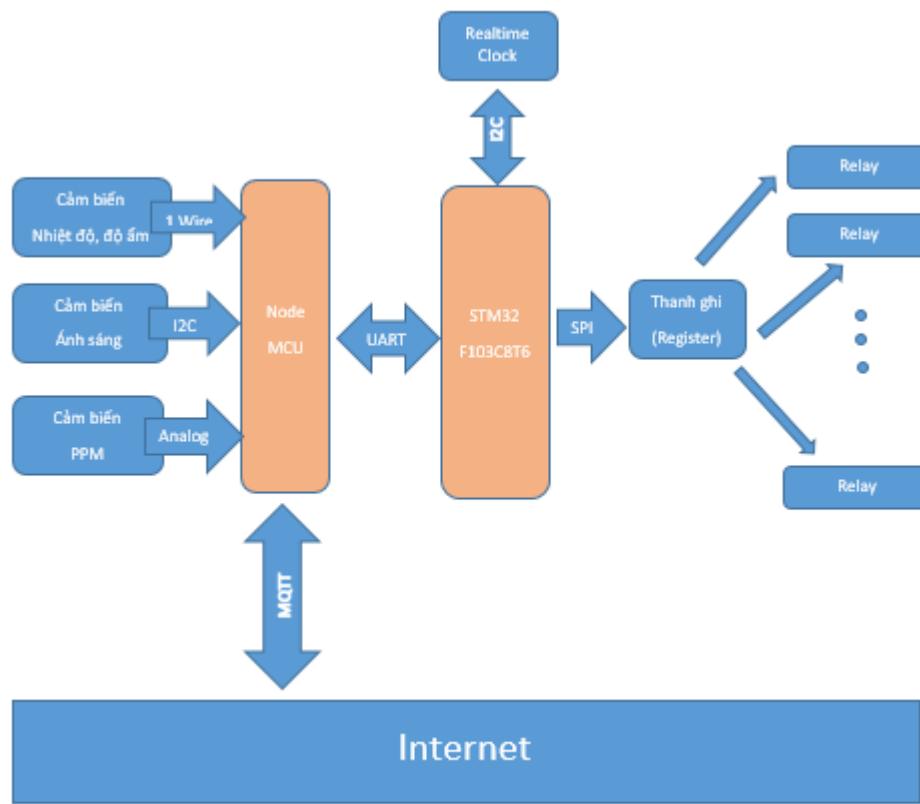


Hình 24: Board NodeMCU ESP8266

- Tích hợp LED báo trạng thái, nút Reset, Flash.
- Tương thích hoàn toàn với trình biên dịch Arduino.
- Kích thước: 25 x 50 mm.

3.2.2 Hoạt động, chức năng

Sơ đồ hoạt động:



Hình 25: Mô hình tổng quan.

Thu thập dữ liệu cảm biến:

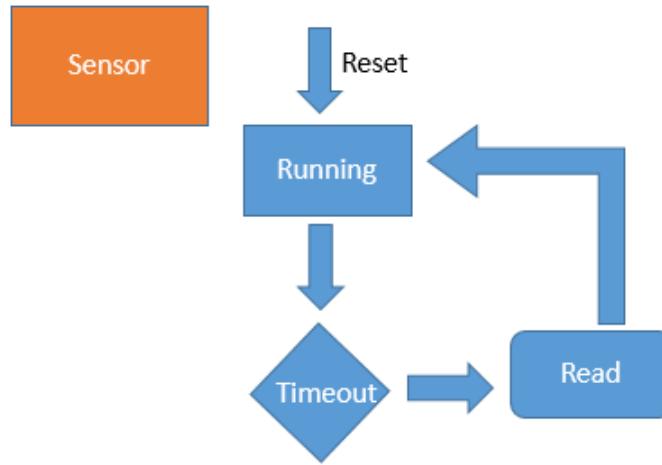
Các cảm biến được kết nối trực tiếp với board NodeMCU và lấy dữ liệu trực tiếp.

- Nhiệt độ, độ ẩm: module DHT22 giao tiếp 1 wire với board NodeMCU. Dữ liệu nhiệt độ (C), độ ẩm (%) được đọc sau mỗi (1s).
- Cường độ ánh sáng: module BH1750 giao tiếp I2C với board NodeMCU. Dữ liệu cường độ ánh sáng (lux) được đọc sau mỗi (1s).
- Module ppm hoạt động độc lập, đọc dữ liệu từ môi trường dung dịch, xuất đầu ra analog được đọc bởi board NodeMCU sau mỗi (1s).
- Định thời đọc dữ liệu cảm biến sử dụng timer, timeout là 1s.

Hoạt động đọc, quản lý dữ liệu cảm biến sẽ được thực hiện bởi 1 đối tượng:

- Quản lý các thông tin: nhiệt độ, độ ẩm, PPM, ánh sáng.

- Hoạt động độc lập, định thời đọc dữ liệu theo sơ đồ Hình 26.



Hình 26: Hoạt động độc lập, định thời đọc dữ liệu.

Điều khiển các actuators

Thông số các actuator:

- Máy bơm nước:



Hình 27: Máy bơm nước.

- Nguồn: 12 VDC.
- Công suất: 500L/h
- Khả năng phun nước độ cao 2m phương thẳng đứng.

- Máy sục oxy:



Hình 28: Máy sục oxy.

- Nguồn: 12 VDC.
- Đèn chiếu sáng:

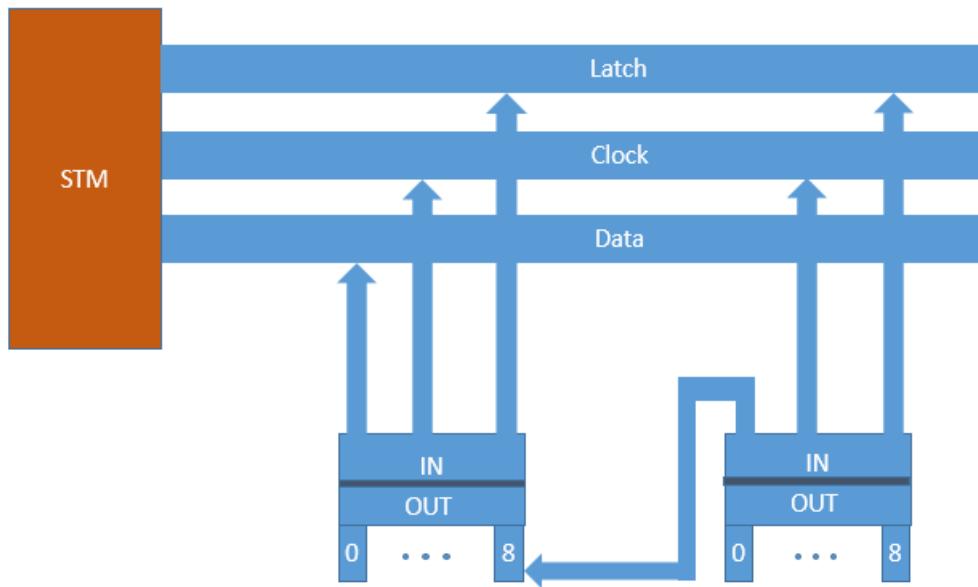


Hình 29: Đèn led.

- Nguồn: 12 VDC.
- Công suất: 15W/m

Cách điều khiển các actuator:

- Hoạt động của thanh ghi dịch:



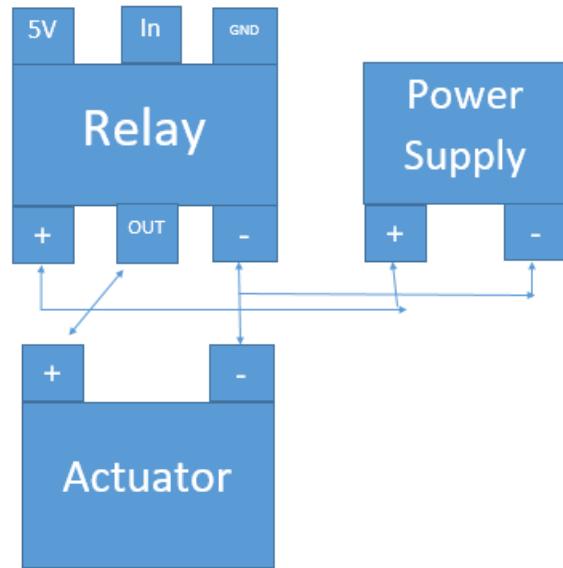
Hình 30: Hoạt động của thanh ghi dịch.

Giao tiếp của thanh ghi dịch với board điều khiển là SPI, các chân điều khiển:

- DATA: chân dữ liệu.
- LATCH: dây dữ liệu từ thanh ghi bên trong chip xuống các pinout, cụ thể là 8 chân, điện áp ra là 5V.
- CLOCK: tín hiệu clock lấy từ board điều khiển.

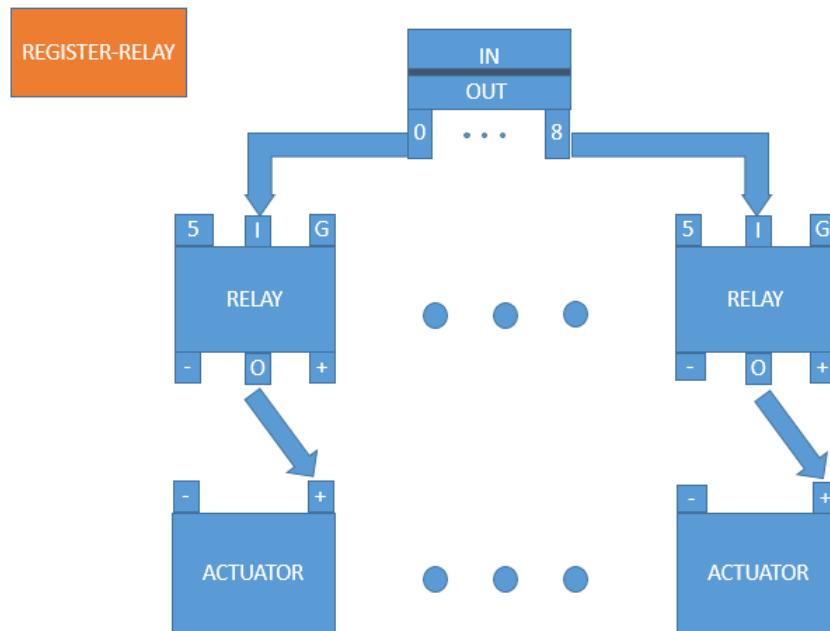
Chân DATA của thanh ghi đầu tiên sẽ nối với chân tín hiệu đầu ra của board điều khiển, DATA của các thanh ghi tiếp theo sẽ lấy từ pinout thứ 9 của thanh ghi liền trước nó.

- Các actuators sẽ được kích hoạt trực tiếp thông qua relay:



Hình 31: Hoạt động của các actuators.

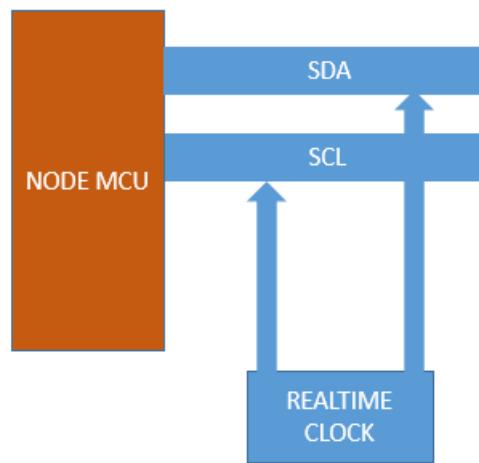
- Tín hiệu điều khiển relay sẽ lấy từ thanh ghi:



Hình 32: Hoạt động của tín hiệu điều khiển relay.

Thời gian thực:

- Module Realtime Clock DS1307 sẽ hoạt động độc lập với pin, cụ thể, các thông số thời gian thực trong module không bị ảnh hưởng bởi nguồn nuôi của toàn mạch.
- Thời gian thực (year, month, day, hour, min, sec) có thể được đọc và ghi bởi board điều khiển, cụ thể là NodeMCU.



Hình 33: Hoạt động Thời gian thực.

- Định thời đọc dữ liệu thời gian thực sử dụng timer, timeout là 1/3s.

Tổ chức, quản lý hoạt động của các actuators.

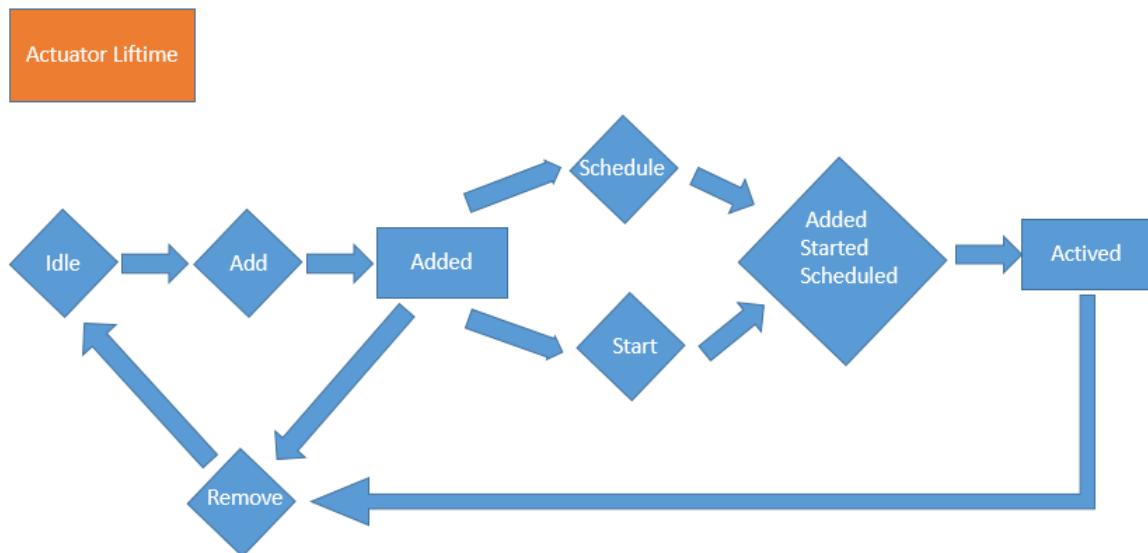
- Chân điều khiển: Các actuator được điều khiển (tắt, mở) thông qua tín hiệu các chân của thanh ghi dịch (74HC595) và relay nên không phụ thuộc vào các pinout của board điều khiển (STM32F103C8T6). Có thể tăng số chân điều khiển (cũng như tăng số actuators) bằng cách thêm các thanh ghi dịch, số pinout sử dụng luôn là 3, cụ thể là các chân SPI (DATA, LATCH, CLOCK).
- Thời gian biểu:

Mỗi actuator sẽ hoạt động theo một thời gian biểu, cụ thể trong thủy canh:

Start	Duration	Repeat Interval	Stop
Thời điểm bắt đầu hoạt động.	Thời lượng actuator được mở.	Thời lượng tắt actuator giữa hai lần mở.	Thời điểm tắt actuator cho đến thời điểm Start kế tiếp.

Định dạng thời gian cho mỗi kiểu như trên là hhmmss. Mỗi thời gian biểu cho mỗi ngày sẽ bao gồm nhiều mẫu như trên, ví dụ với máy bơm: Máy bơm sẽ bắt đầu bơm nước từ 08:00:00 (start), mỗi lần tưới sẽ kéo dài trong 15s (duration), sau đó sẽ tắt trong 10s (repeat interval), lại bật tiếp 15s, cứ thế cho đến 09:00:00 (stop).

- Lifetime của mỗi actuator (phần mềm).

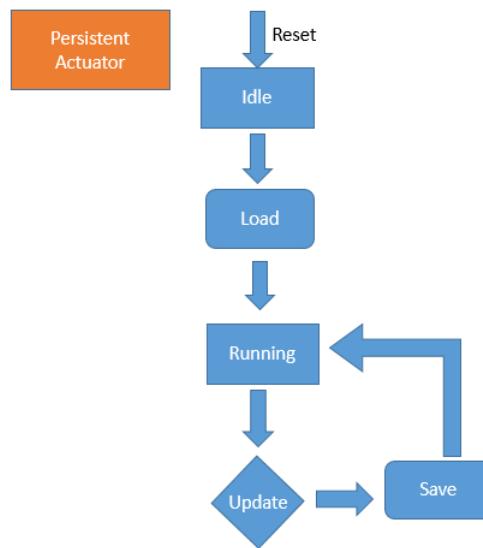


Hình 34: Actuator lifetime.

Mỗi actuator sẽ là một đối tượng (phần mềm), giải thích lifetime:

- Ban đầu, sẽ không có actuator nào, các actuator không được sét tĩnh.
- Khi nhận gói tin (Add) từ web-server, một đối tượng actuator sẽ được tạo ra, là một node trong danh sách liên kết (linked-list) các actuators. Mỗi đối tượng chứa các thông tin:

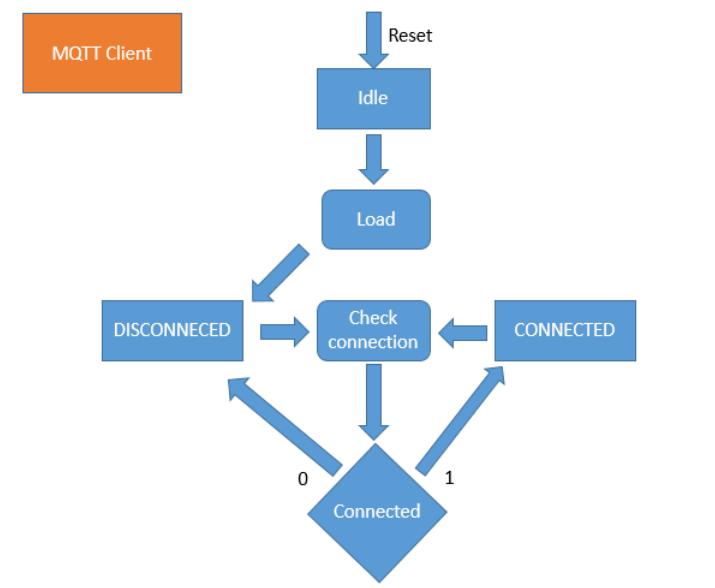
- * Actuator ID: định danh của actuator.
- * Primary: là actuator chính hay phụ.
- * Schedule: thời gian biểu hoạt động.
- * Started: điều kiện để hoạt động.
- Sau khi được add (Added), đối tượng sẽ chờ nhận thêm hai gói tin (thứ tự bắt kì) là (Start) và (Schedule) để chuyển sang trạng thái (Actived).
 - * Nhận gói (Schedule): đối tượng sẽ lưu lại thông tin schedule.
 - * Nhận gói (Start): đối tượng sẽ cập nhập thông tin (Started).
- Ở trạng thái (Added) và (Actived) khi nhận được gói (Remove) , đối tượng sẽ bị xóa.
- Ở trạng thái (Actived), đối tượng actuator sẽ hoạt động với thông tin (Schedule) theo thời gian thực đọc được từ module Realtime Clock DS1307.
- Lưu trữ thông tin actuator.
 - Để đáp ứng tính độc lập của board điều khiển, các thông tin của mỗi actuator sẽ được lưu lại trong bộ nhớ ROM, tránh trường hợp reset của board (có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau: mất điện, crash..).
 - Thông tin actuator được thêm trong lúc board đang hoạt động ở thời điểm ngẫu nhiên (runtime), không sét tĩnh, đây là ưu điểm của giải pháp này, cho phép mở rộng, thay đổi các actuator.
 - Bộ nhớ lưu trữ là EEPROM, phân vùng lưu trữ sẽ nêu cụ thể trong phần (Lưu trữ dữ liệu) nằm trên board NodeMCU.
 - Cấu trúc dữ liệu lưu trữ được nêu cụ thể trong phần hiện thực.
 - Dưới đây là cách hoạt động của việc lưu trữ (Save) và tải lại (Load). Qui ước: Các sự kiện (Add), (Start), (Schedule), (Update), (Remove) sẽ được gọi chung là (Update). Các trạng thái (Added), (Actived) được gọi chung là (Running).



Hình 35: Hoạt động lưu trữ thông tin actuator.

Truyền nhận dữ liệu với giao thức MQTT

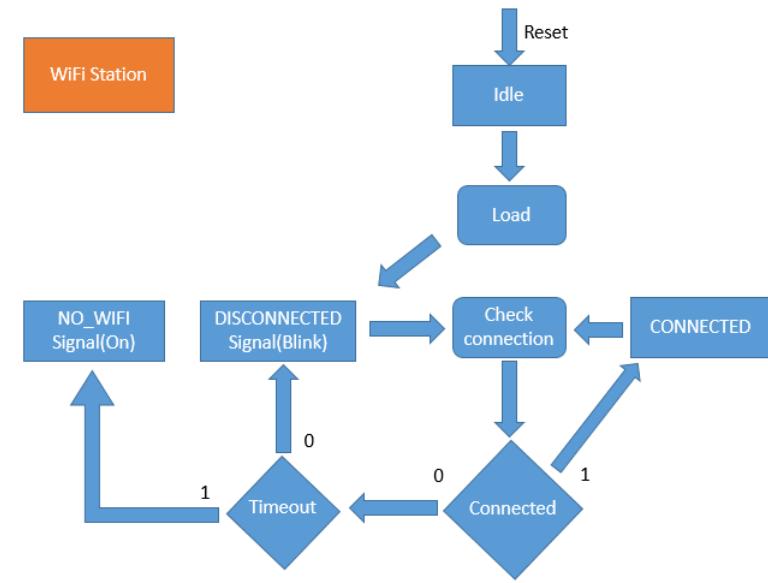
- Đối tượng thực hiện công việc này hoạt động trên board NodeMCU với vai trò là một MQTT Client, bao gồm:
 - Lưu trữ các thông tin:
 - * MQTT broker.
 - * MQTT port.
 - * MQTT subscribe channel.
 - * MQTT publish channel.
 - Các chức năng:
 - * Publish: truyền dữ liệu tới kênh web-server đăng ký (cũng đóng vai trò là một MQTT Client).
 - * Subscribe: đăng ký kênh nhận dữ liệu từ web-server.
- Các thông tin của đối tượng MQTT Client cũng được lưu trữ trong ROM, nêu trong phần (lưu trữ dữ liệu), và cho phép cấu hình (cấu hình WiFi).
- Đối tượng hoạt động độc lập theo sơ đồ dưới:



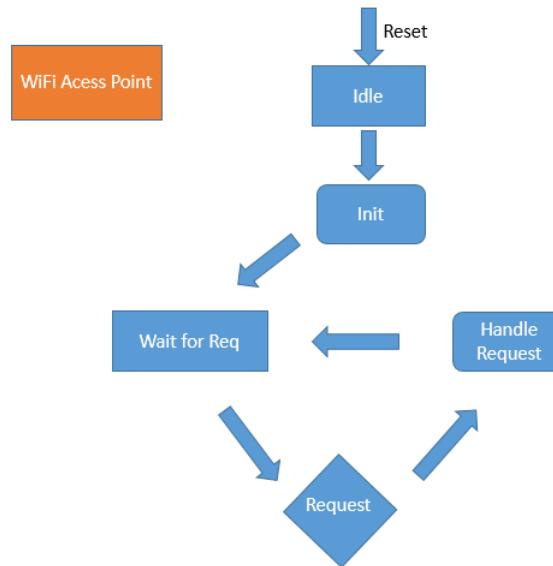
Hình 36: MQTT client.

Cấu hình, hoạt động của các chế độ WiFi

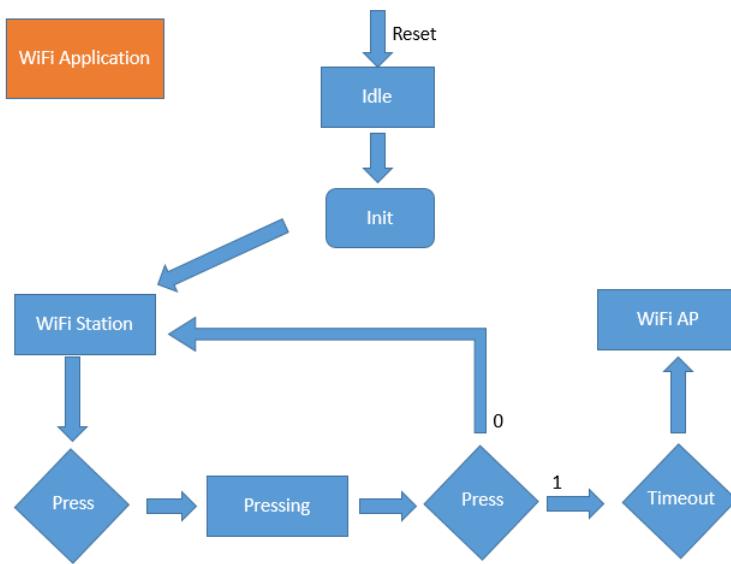
- Board NodeMCU cho phép hoạt động ở 3 chế độ:
 - Station: đóng vai trò là một thiết bị kết nối vào mạng wifi tương tự như điện thoại.
 - Access Point: Phát wifi, cho phép thiết bị khác kết nối vào.
 - Both: cả hai chức năng trên.
- Ở dự án này, 2 chế độ được sử dụng là (Station) và (Access Point), cụ thể:
 - Station: Ở chế độ này, board sẽ thực hiện chức năng của MQTT Client.
 - Access Point: cung cấp chức năng của một Web-server nhỏ, cho phép cấu hình:
 - * Các thông số wifi (tên wifi, mật khẩu) khi board hoạt động ở (Station).
 - * Thông tin của đối tượng MQTT Client (broker, port...).
 - * Các thông tin sau khi cấu hình sẽ được lưu trữ trong EEPROM.
- Chức năng chuyển chế độ sẽ được thực hiện bởi một nút nhấn.
- Các chế độ hoạt động như sau:



Hình 37: WiFi station.



Hình 38: WiFi AP.



Hình 39: WiFi application.

Đệm dữ liệu (FIFO)

- Chức năng:
 - Để đảm bảo tính ổn định, đồng bộ giữa quá trình nhận - xử lý các gói tin.
 - Giảm tải thời gian xử lý interrupt (có khả năng gây xung đột các task).
- Các vị trí cần sử dụng bộ đệm:
 - Khi nhận các gói tin serial (uart).
 - Khi gửi các gói tin MQTT: việc gửi các gói tin MQTT là thông qua môi trường wifi, nên không phải lúc nào cũng đảm bảo tính kết nối giữa client với broker, vì vậy cần bộ đệm để lưu trữ các gói tin trước khi gửi.
- Cấu trúc bộ đệm: các gói tin xếp theo thứ tự FIFO.

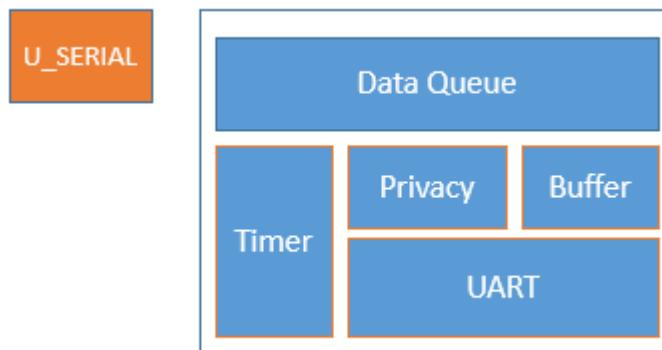
Lưu trữ dữ liệu

- Các thông tin cần được lưu trữ trong EEPROM:
 - Thông tin wifi station: ssid, password.
 - Thông tin MQTT: broker, port, subscribe channel, publish channel.

- Actuators.
- Việc lưu trữ và quản lý sẽ do một đối tượng thực hiện.
- EEPROM đặt trên board NodeMCU, đối tượng Actuators lại hoạt động trên board STM nên sẽ cần một giao thức để tải dữ liệu từ NodeMCU sang STM.

Giao tiếp giữa NodeMCU và STM32F103C8T6

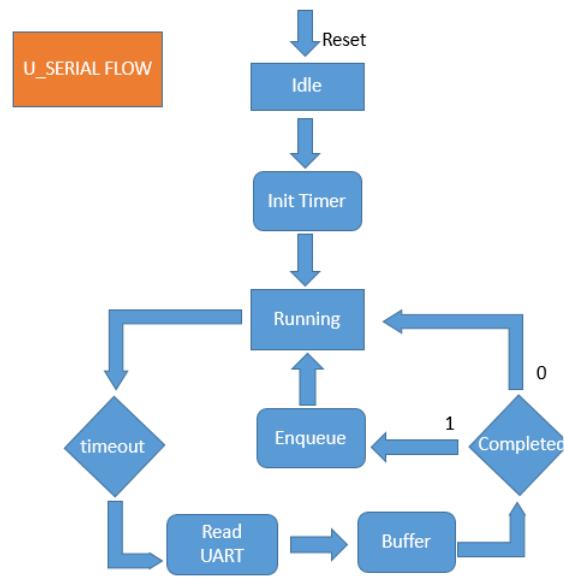
- Giao thức lớp dưới được sử dụng là UART.
- Một giao thức đơn giản được xây dựng trên lớp UART nhằm:
 - Truyền, nhận các gói tin lớn.
 - Đảm bảo tính toàn vẹn của gói tin.
 - Cấu trúc giao thức:



Hình 40: Cấu trúc giao thức UART.

* Các thành phần chính:

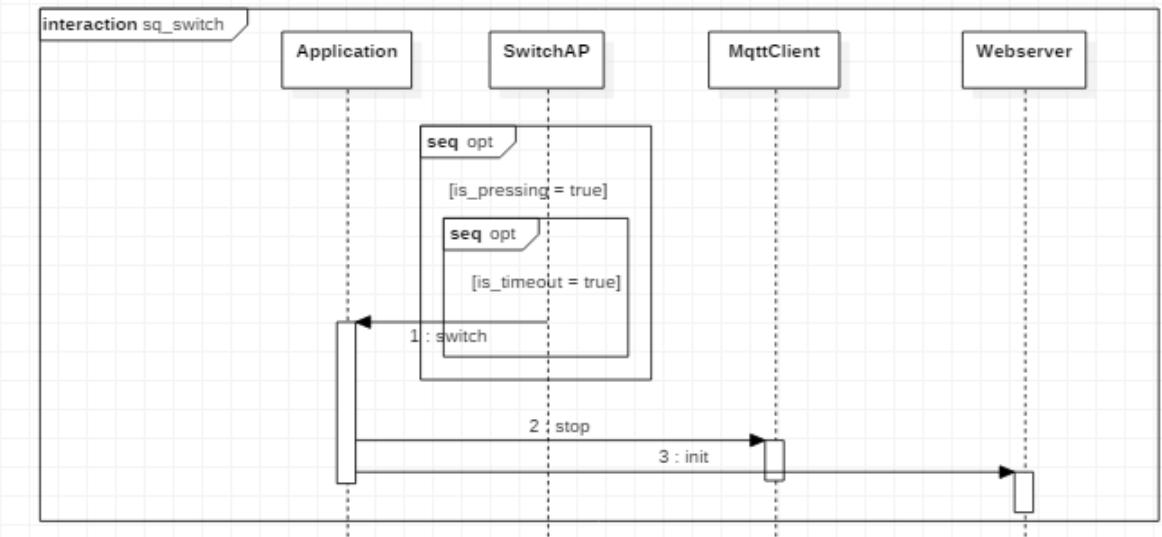
- Timer: định thời đọc dữ liệu có sẵn trong UART ở lớp dưới.
- Buffer: bộ đệm tạm thời cho dữ liệu rời rạc.
- Privacy: chính sách truyền nhận.
- Data Queue: gói tin toàn vẹn được đưa vào queue (FIFO), nếu cũ thẻ trong phần (Đệm dữ liệu).
- UART: giao thức truyền nhận lớp dưới.



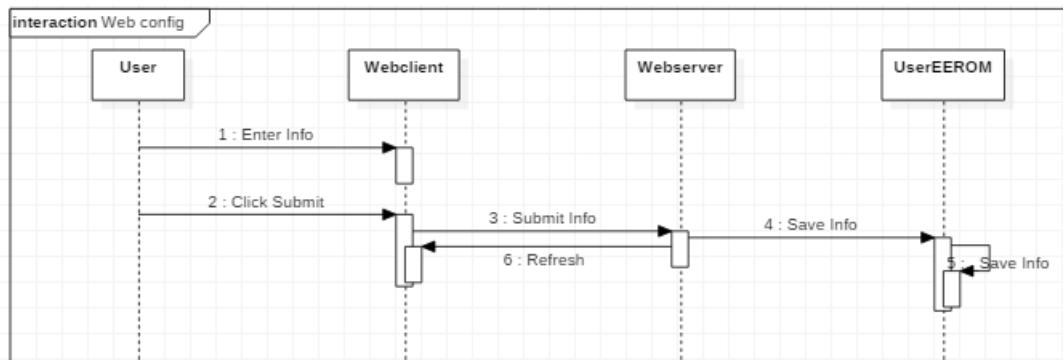
Hình 41: Cách hoạt động của giao thức UART.

3.2.3 Kiến trúc phần mềm

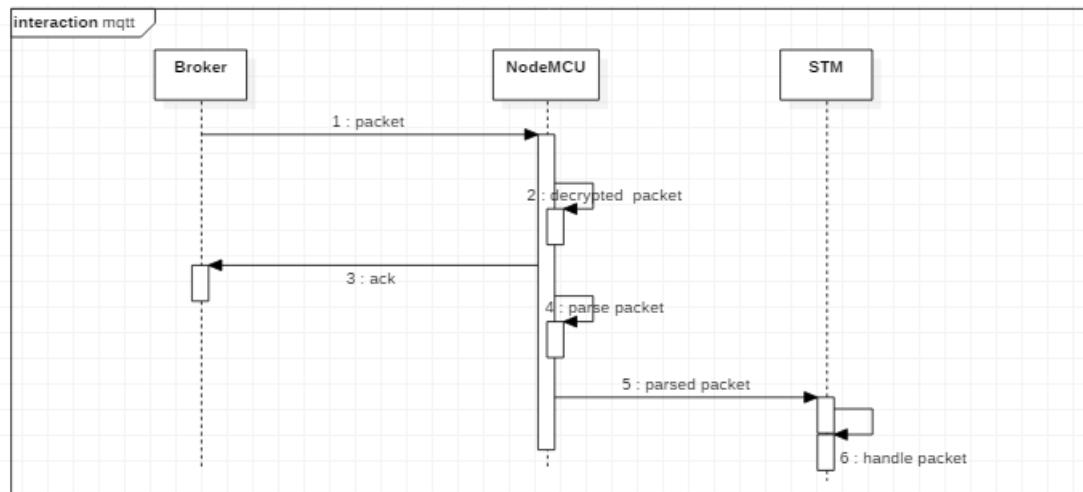
- Sequence diagram



Hình 42: Cấu hình wifi.



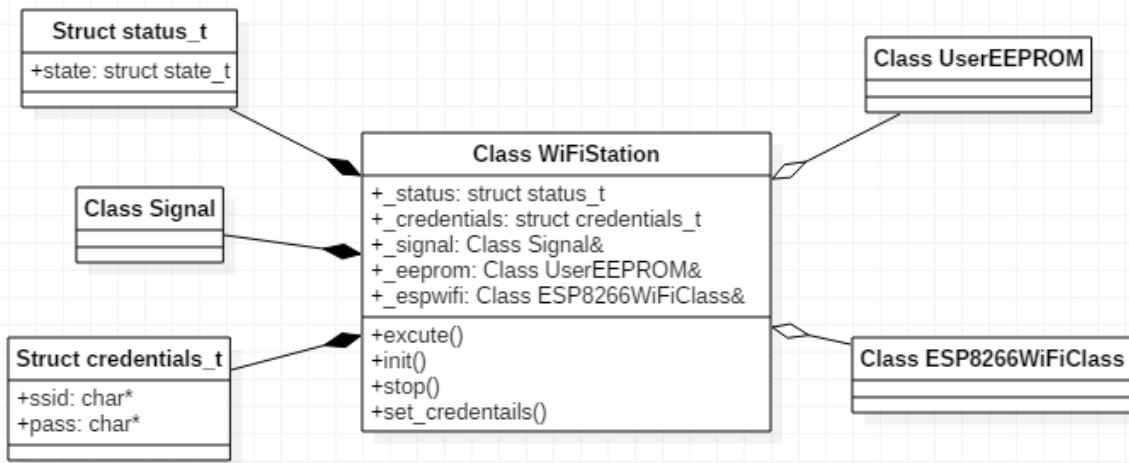
Hình 43: Hoạt động của web-server hoạt động trên board Node MCU.



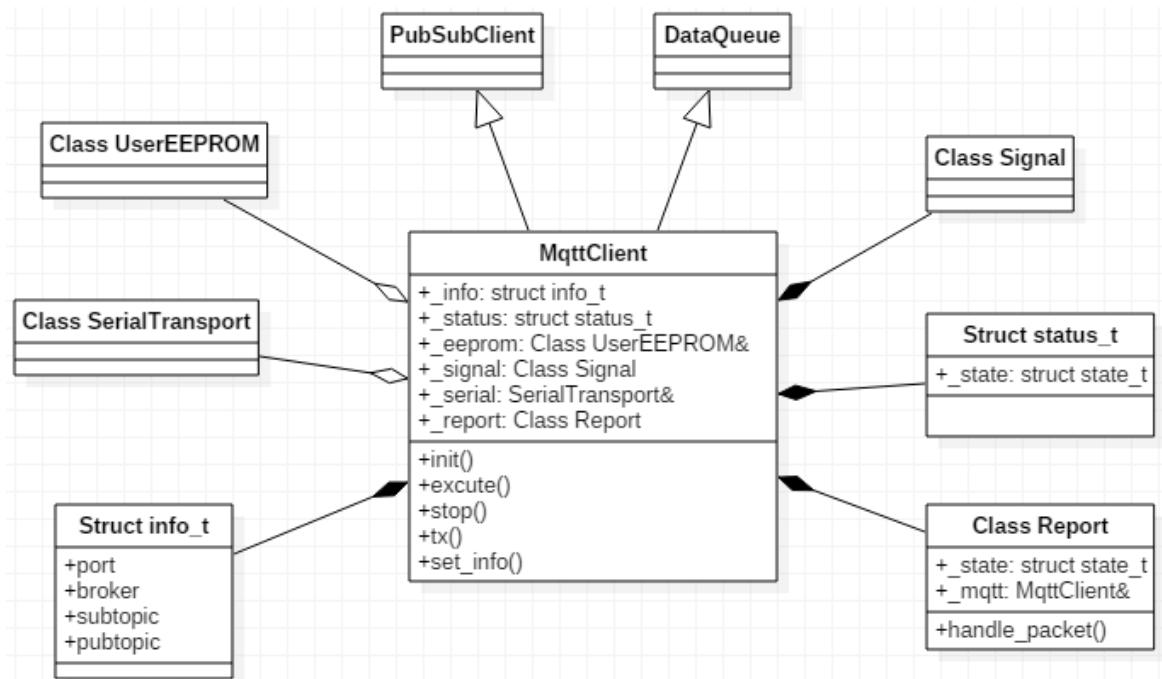
Hình 44: Truyền nhận dữ liệu.

- Class diagram

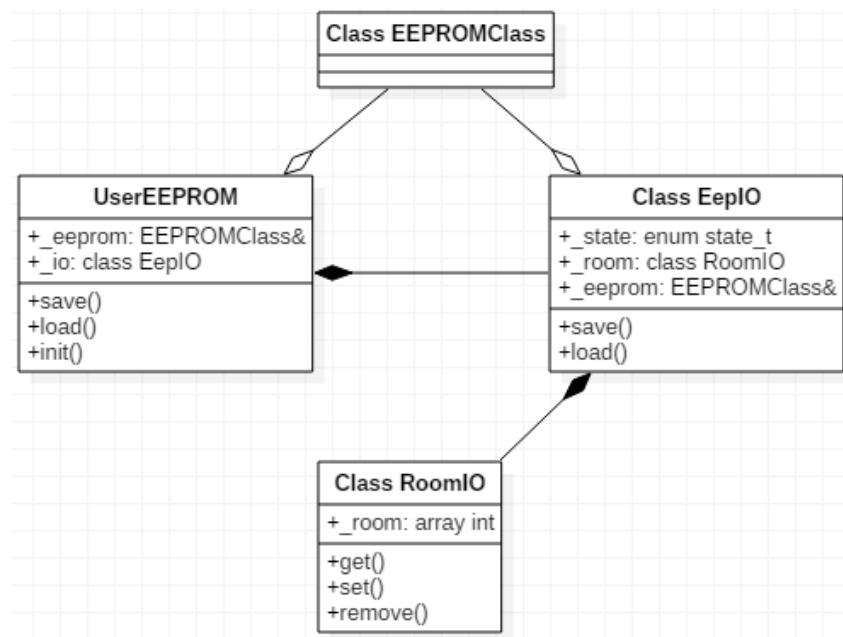
- Các class hoạt động trên board NodeMCU:



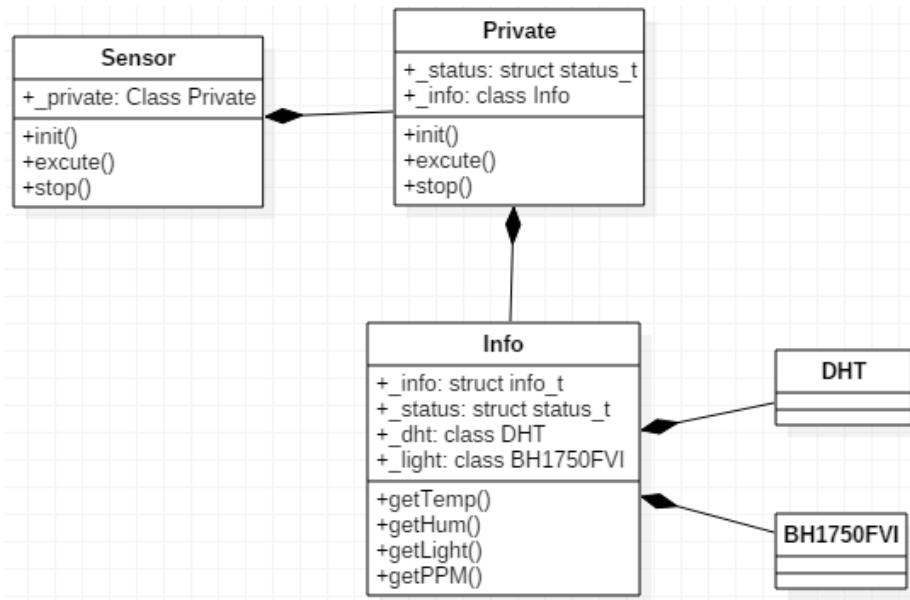
Hình 45: WifiStation.



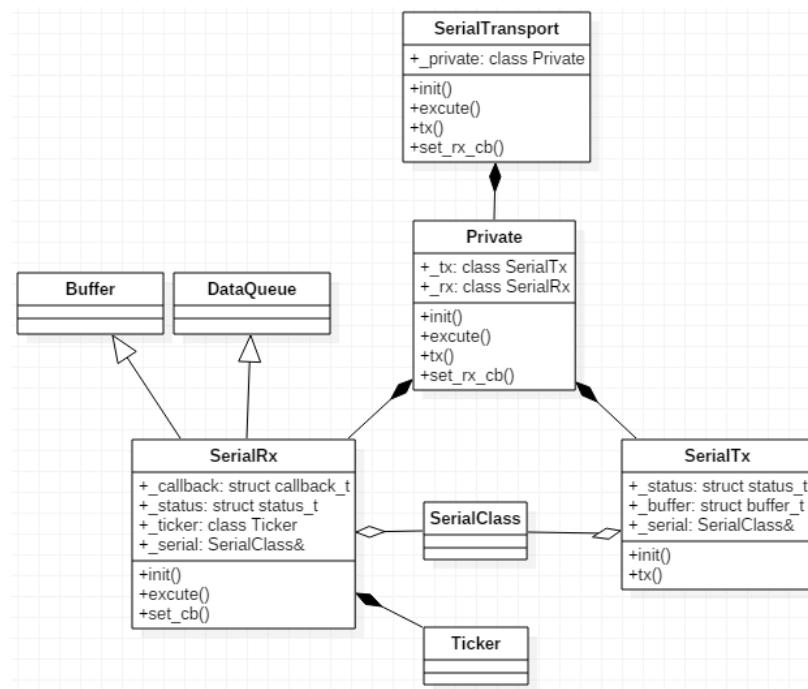
Hình 46: MqttClient.



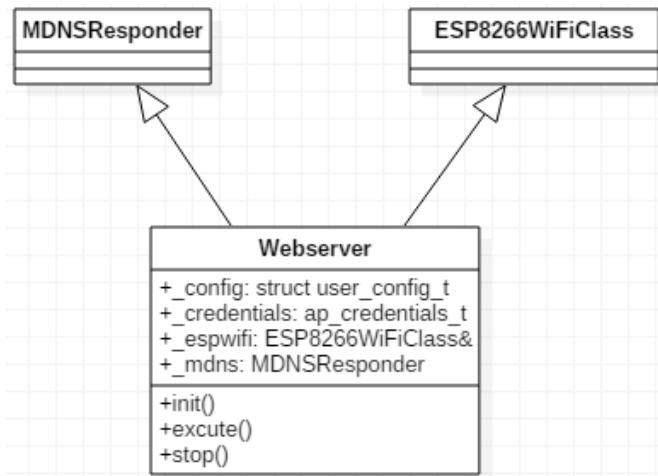
Hình 47: UserEEPROM.



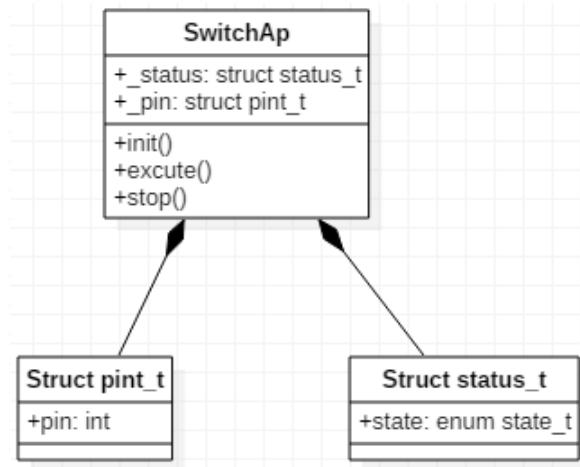
Hình 48: Sensor.



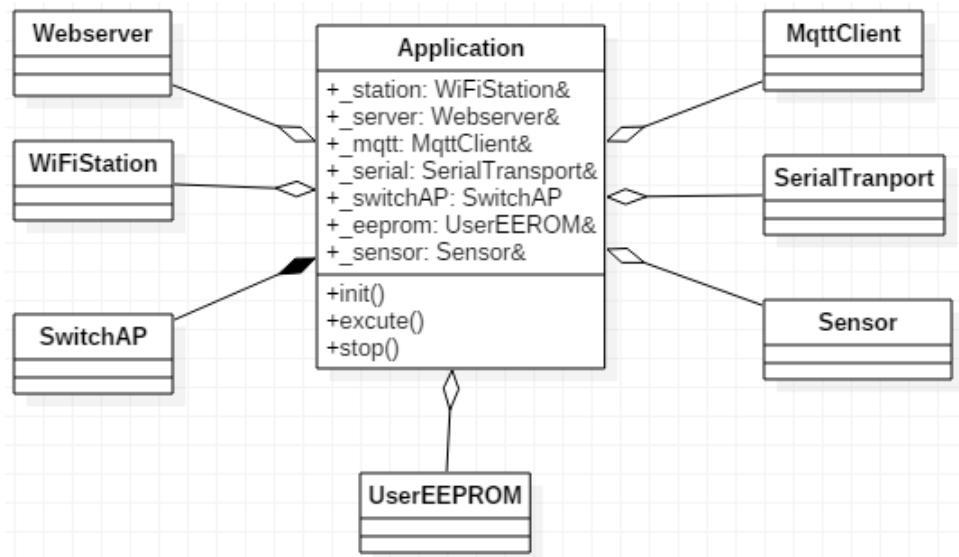
Hình 49: SerialTransport.



Hình 50: Webserver.

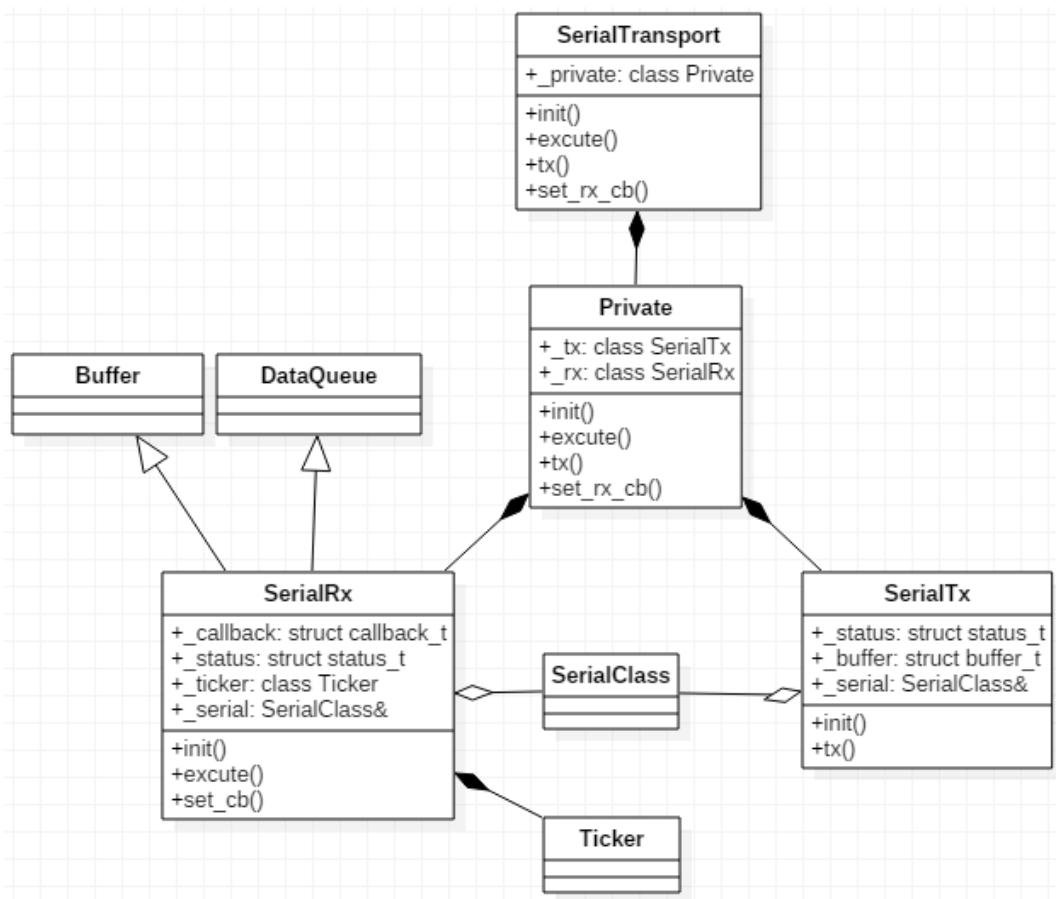


Hình 51: SwitchAP.

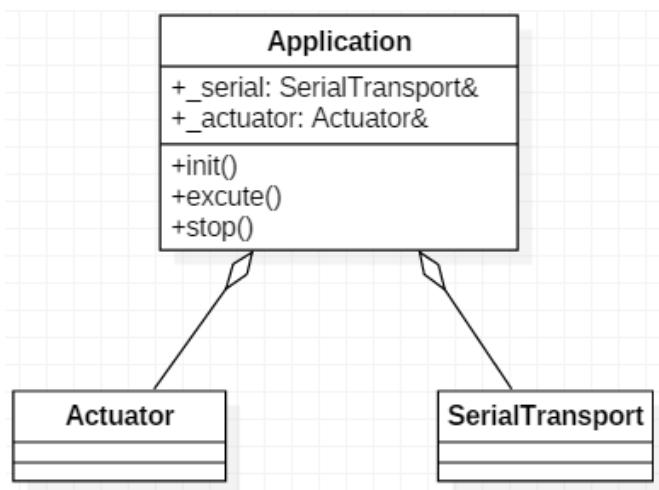


Hình 52: Application.

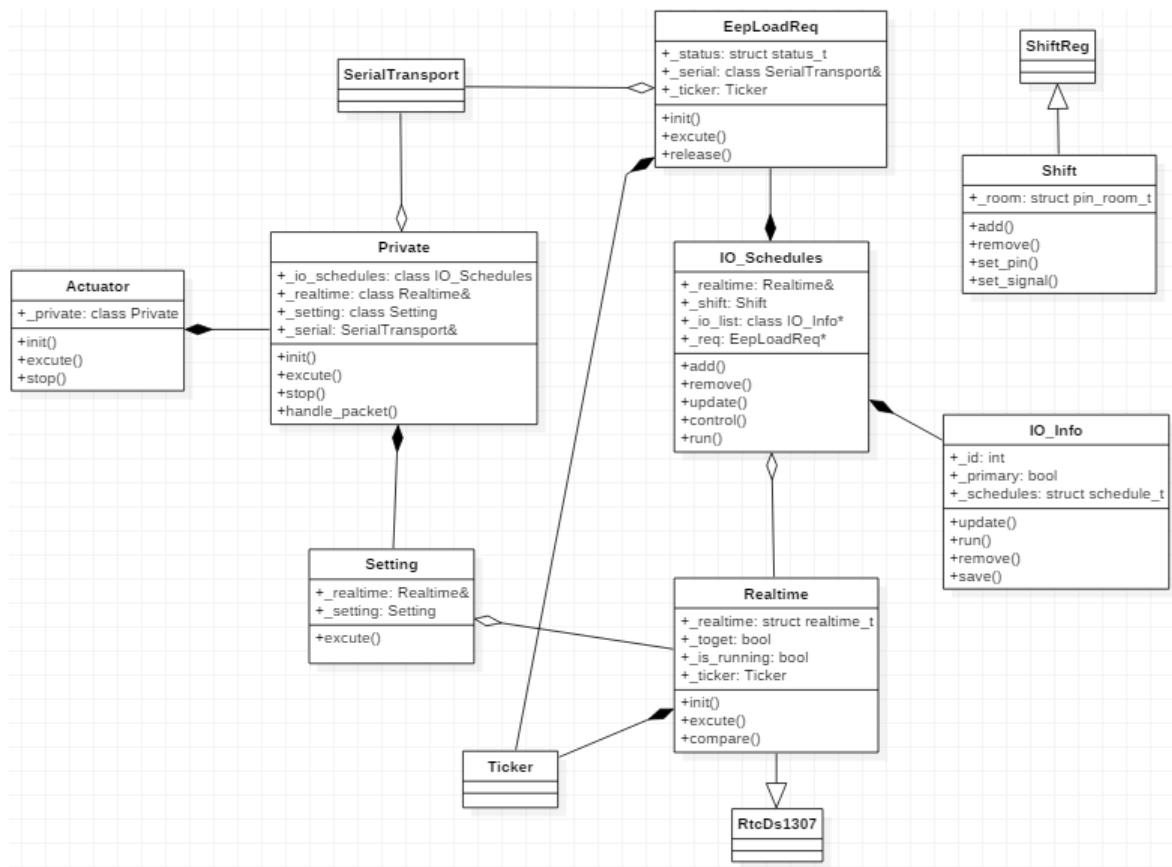
- Các class hoạt động trên board STM:



Hình 53: SerialTransport.



Hình 54: Application.

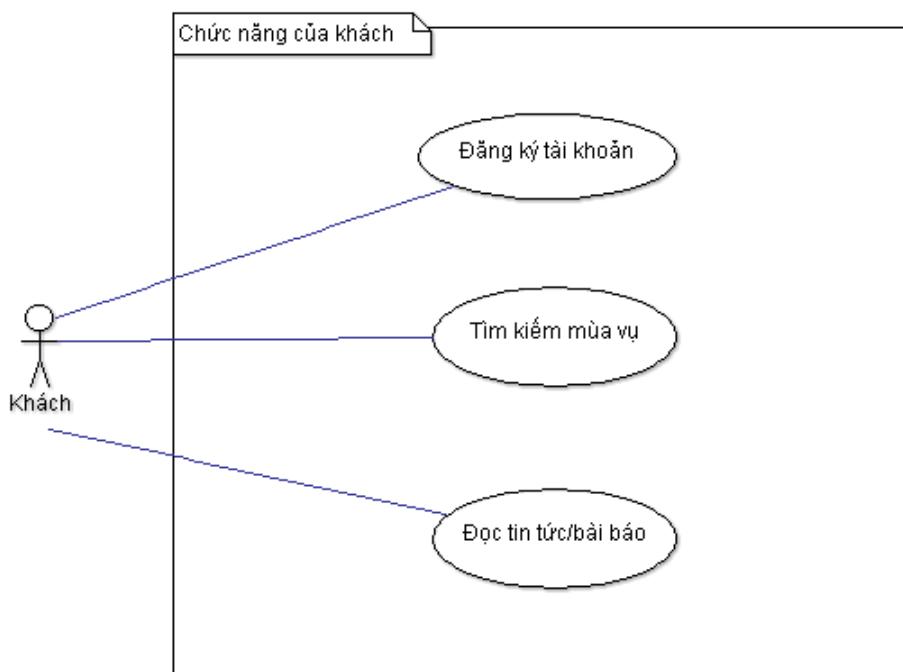


Hình 55: Actuator.

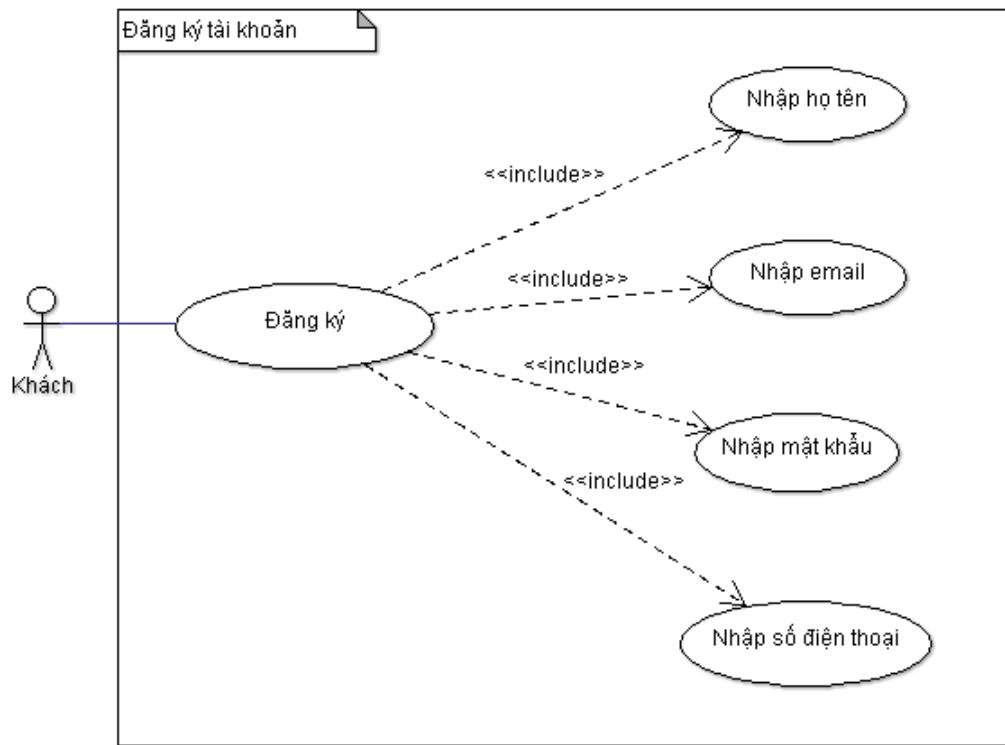
3.3 Ứng dụng web

3.3.1 Sơ đồ use case

Các chức năng của tài khoản khi chưa thực hiện đăng nhập tài khoản.



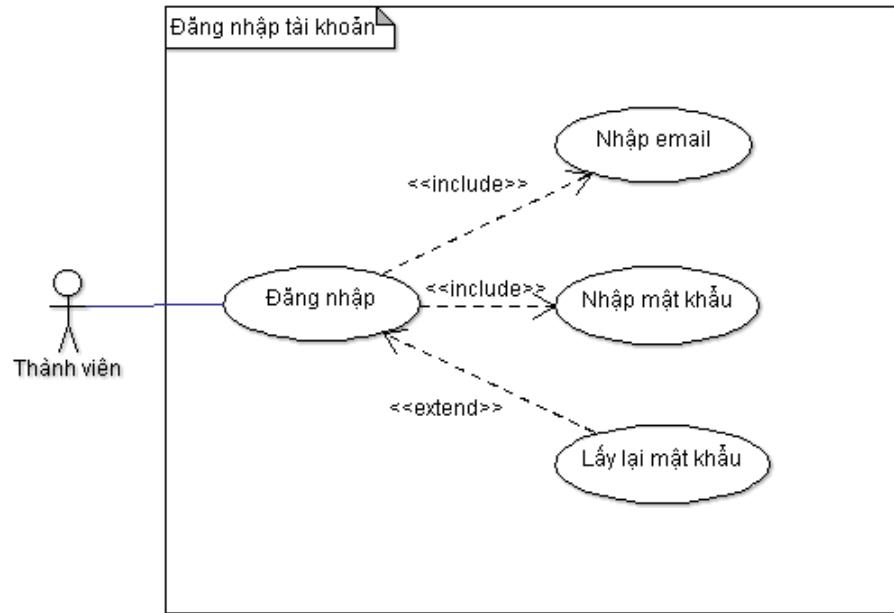
Hình 56: Các chức năng của khách.



Hình 57: Đăng ký.

ID UC_REG_001	Name Đăng ký tài khoản	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Khách			
Mô tả ngắn gọn: khách có thể đăng ký thành viên			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung đăng ký bằng cách nhấn nút Register 2. Người dùng nhập các thông tin cần thiết trong khung đăng ký và nhấn Register. 3. Hệ thống tạo người dùng mới 4. Hệ thống thông báo người dùng đã đăng ký thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1. Các ô thông tin bị đe dọa trống hoặc nhập sai định dạng, mật khẩu không khớp, email đã đăng ký thì hệ thống sẽ thông báo.			
Các quan hệ khác:			
<ul style="list-style-type: none"> - Include: nhập họ tên - Include: nhập email - Include: nhập mật khẩu - Include: nhập số điện thoại 			

Bảng 1: Mô tả use case đăng ký.

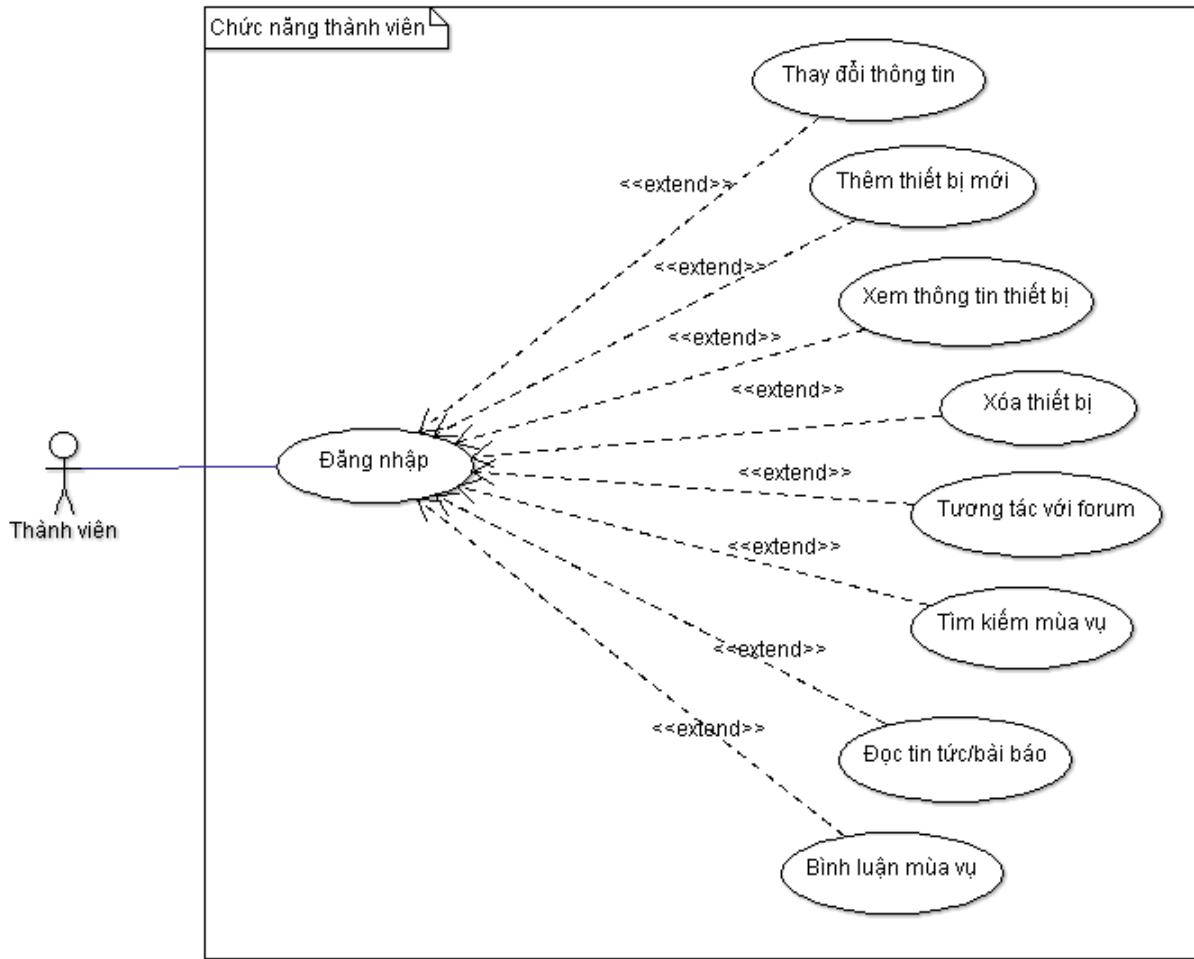


Hình 58: Đăng nhập.

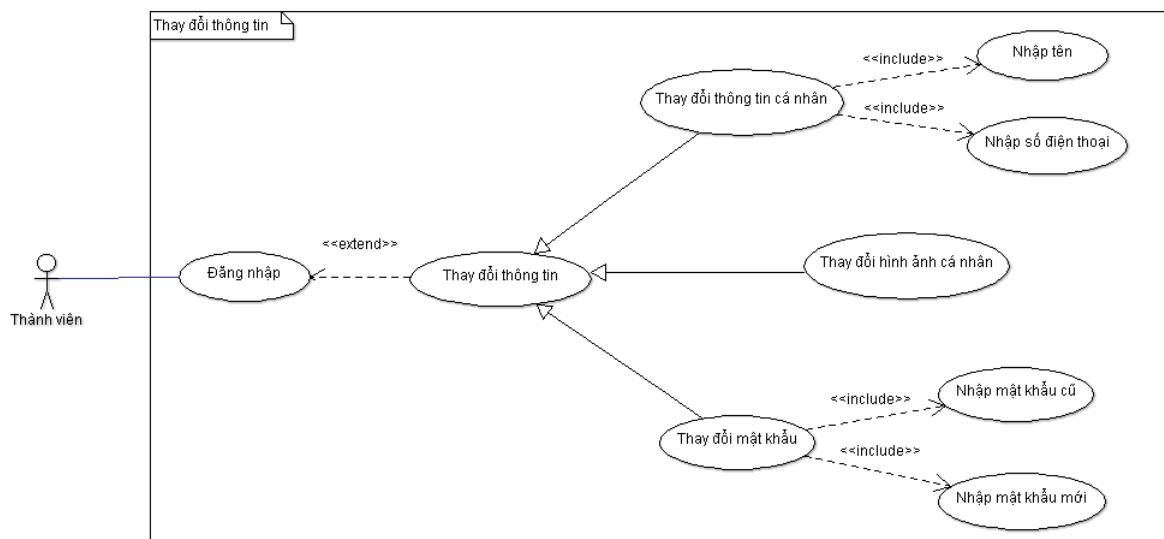
ID	Name	Created by	Created at
UC_LOGIN_001	Đăng nhập	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Khách			
Mô tả ngắn gọn: khách có thể đăng nhập vào hệ thống			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng ký thành công			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung đăng nhập bằng cách nhấn vào nút Login. 2. Người dùng nhập email và mật khẩu vào các ô tương ứng và nhấn nút Sign In. 3. Hệ thống xác thực người dùng thông qua email và mật khẩu. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã đăng nhập thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Tên truy cập không tồn tại trong cơ sở dữ liệu hoặc mật khẩu không chính xác. Hệ thống hiển thị lại biểu mẫu Đăng nhập và hiển thị thông báo lỗi trên màn hình và yêu cầu nhập lại. 5. Nhấn vào nút "Quên mật khẩu". Hệ thống sẽ gửi đường link reset mật khẩu đến email của người dùng và thông báo cho người dùng biết.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập email - Include: nhập mật khẩu			

Bảng 2: Mô tả use case đăng nhập.

Các chức năng của tài khoản thành viên sau khi đăng nhập.



Hình 59: Các chức năng của thành viên.



Hình 60: Use case thay đổi thông tin.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CHANGEINFO_001	Thay đổi thông tin cá nhân	Tạ Chí Tâm	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng nhập tên và số điện thoại mình muốn thay đổi để cập nhật thông tin			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung thay đổi thông tin bằng cách nhấn vào nút Edit. 2. Người dùng nhập tên và số điện thoại mới vào các ô tương ứng và nhấn nút OK. 3. Hệ thống xác thực người dùng và cập nhật thông tin. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã thay đổi thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng để các ô nhập rỗng, hệ thống sẽ báo lỗi.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập tên - Include: nhập số điện thoại			

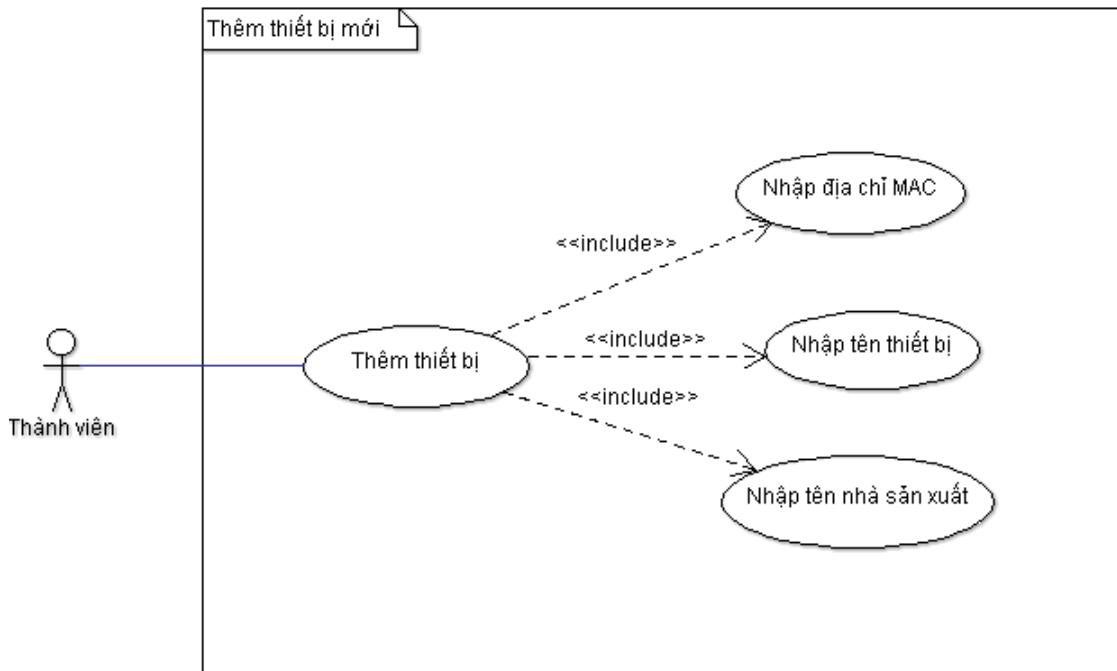
Bảng 3: Mô tả use case hay đổi thông tin cá nhân.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CHANGEINFO_002	Thay đổi ảnh cá nhân	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thay đổi ảnh đại diện của mình			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung thay đổi ảnh cá nhân bằng cách nhấn chọn "Change avatar".			
2. Người dùng chọn đường dẫn đến tập tin ảnh mới trên máy và nhấn OK.			
3. Hệ thống xác thực người dùng và cập nhật thông tin.			
4. Hệ thống thông báo người dùng đã thay đổi thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng không chọn đường dẫn thì hệ thống sẽ thông báo lỗi.			

Bảng 4: Use case thay đổi hình ảnh cá nhân.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CHANGEINFO_003	Thay đổi mật khẩu	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thay đổi mật khẩu của mình			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung thay đổi mật khẩu bằng cách nhấn nút "Change password".			
2. Người dùng nhập thông tin vào các ô tương ứng và nhấn OK.			
3. Hệ thống xác thực người dùng và cập nhật thông tin.			
4. Hệ thống thông báo người dùng đã thay đổi thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập sai mật khẩu cũ, nhập mật khẩu mới không trùng nhau hoặc để trống các ô thì hệ thống sẽ thông báo.			
Các ràng buộc: thông tin hiển thị dưới dạng ký tự *.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập mật khẩu cũ			
- Include: nhập mật khẩu mới			

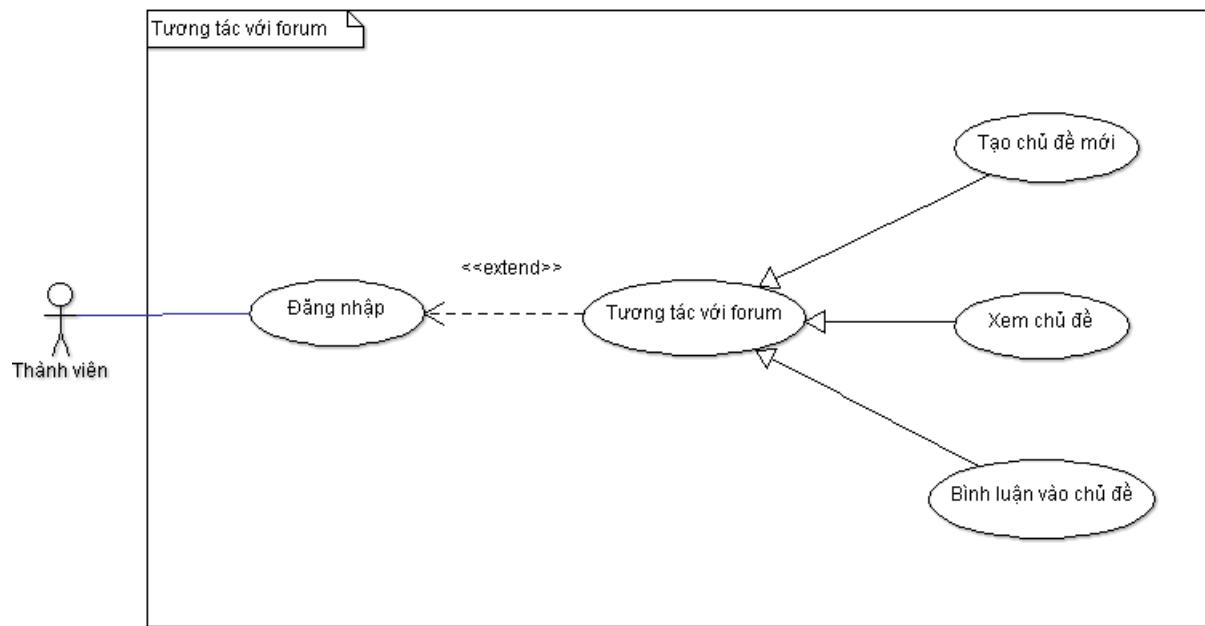
Bảng 5: Mô tả use case thay đổi mật khẩu.



Hình 61: Use case thêm thiết bị.

ID	Name	Created by	Created at
UC_ADDDEVICE_001	Thêm board điều khiển	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thêm board điều khiển mới.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút thêm thiết bị mới trong trang quản lý board điều khiển. 2. Người dùng nhập thông tin vào các ô tương ứng và nhấn OK. 3. Hệ thống xác thực người dùng và thêm board điều khiển mới. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã thay đổi thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Địa chỉ MAC nhập không đúng định dạng, các ô nhập để trống hệ thống sẽ báo lỗi.			
Các ràng buộc: địa chỉ MAC phải đúng định dạng.			
Các quan hệ khác:			
<ul style="list-style-type: none"> - Include: nhập MAC - Include: nhập tên board điều khiển - Include: nhập tên nhà sản xuất 			

Bảng 6: Mô tả use case thêm thiết bị.



Hình 62: Use case tương tác với diễn đàn.

ID UC_FORUM_001	Name Tạo bài viết mới	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: thành viên tạo một bài viết mới.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang ở mục Bài viết			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung tạo bài viết mới bằng cách nhấn nút New article. 2. Người dùng nhập tiêu đề của bài viết, nội dung cụ thể và nhấn OK. 3. Hệ thống xác thực người dùng và tạo bài viết mới. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã tạo thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Các ô thông tin bị để trống thì hệ thống sẽ thông báo lỗi.			

Bảng 7: Mô tả use case tạo bài viết mới.

ID UC_FORUM_002	Name Xóa bài viết	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Mod			
Mô tả ngắn gọn: mod thực hiện xóa bài viết.			
Tiền đề kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và có quyền là mod			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút xóa bài viết trên danh sách các bài viết. 2. Hệ thống hỏi lại người dùng có chắc chắn hay không. 3. Hệ thống xóa bài đăng nếu người dùng nhấn OK. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã xóa thành công.			

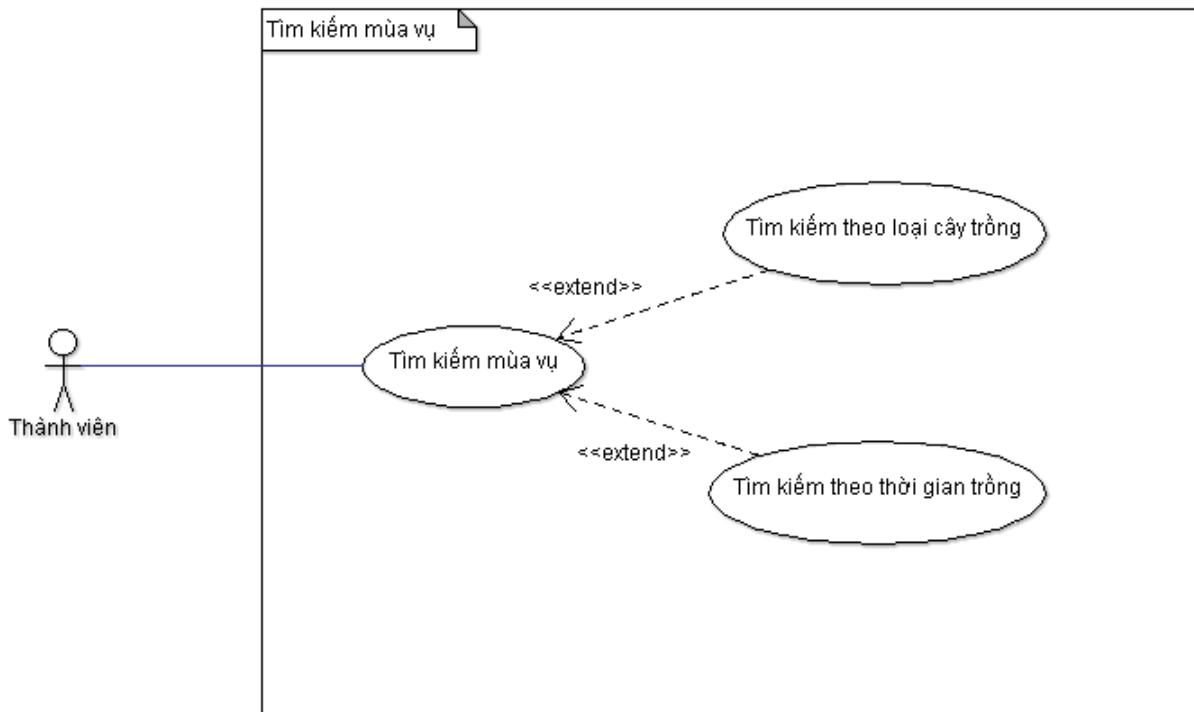
Bảng 8: Mô tả use case xóa bài viết.

ID UC_FORUM_003	Name Bình luận bài viết	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: thành viên tạo một bình luận mới trong bài viết.			
Tiền đề kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang xem bài viết.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn chọn vào nút bên luận trên bài đăng đang xem. 2. Người dùng nhập nội dung bình luận của mình vào bài đăng và nhấn OK. 3. Hệ thống xác thực người dùng và tạo bình luận mới.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Các ô thông tin bị để trống thì hệ thống sẽ thông báo lỗi.			

Bảng 9: Mô tả use case thêm bình luận bài viết.

ID UC_REMOVEDEVICE_001	Name Xóa board điều khiển	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng xóa board điều khiển của mình.			
Tiền đề kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang ở trang hiển thị các board điều khiển.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn nút xóa một board điều khiển trong danh sách. 2. Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận xóa board điều khiển của người dùng. 3. Người dùng chọn OK để xóa đi board điều khiển muốn xóa.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng chọn hủy để hủy xóa board điều khiển.			

Bảng 10: Mô tả use case xóa thiết bị.



Hình 63: Use case tìm kiếm mùa vụ.

ID UC_FIND_001	Name Tìm kiếm mùa vụ	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thực hiện Tìm kiếm mùa vụ để xem thông tin mùa được chia sẻ.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút tìm kiếm trong trang của mình sau khi đã đăng nhập. 2. Người dùng nhập vào thông tin của mùa vụ cần tìm kiếm: tìm kiếm theo tên loại cây trồng, tìm kiếm theo tháng... 3. Hệ thống thực hiện tìm kiếm các mùa vụ thỏa điều kiện tìm kiếm của người dùng và hiển thị trong trang kết quả tìm kiếm. 4. Người sử dụng nhấn chọn vào mục mong muốn để xem thông tin của mùa vụ.			
Kịch bản phụ:			
3.1 Hệ thống không hiển thị kết quả tìm kiếm nào phù hợp với yêu cầu của người dùng.			

Bảng 11: Mô tả use case tìm kiếm mùa vụ.

ID	Name	Created by	Created at
UC_FIND_002	Gửi bình luận mùa vụ	Tạ Chí Tây	20/3/2017

Actor: Thành viên

Mô tả ngắn gọn: người dùng thực hiện bình luận mùa vụ của người khác.

Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang xem thông tin mùa vụ của người khác chia sẻ.

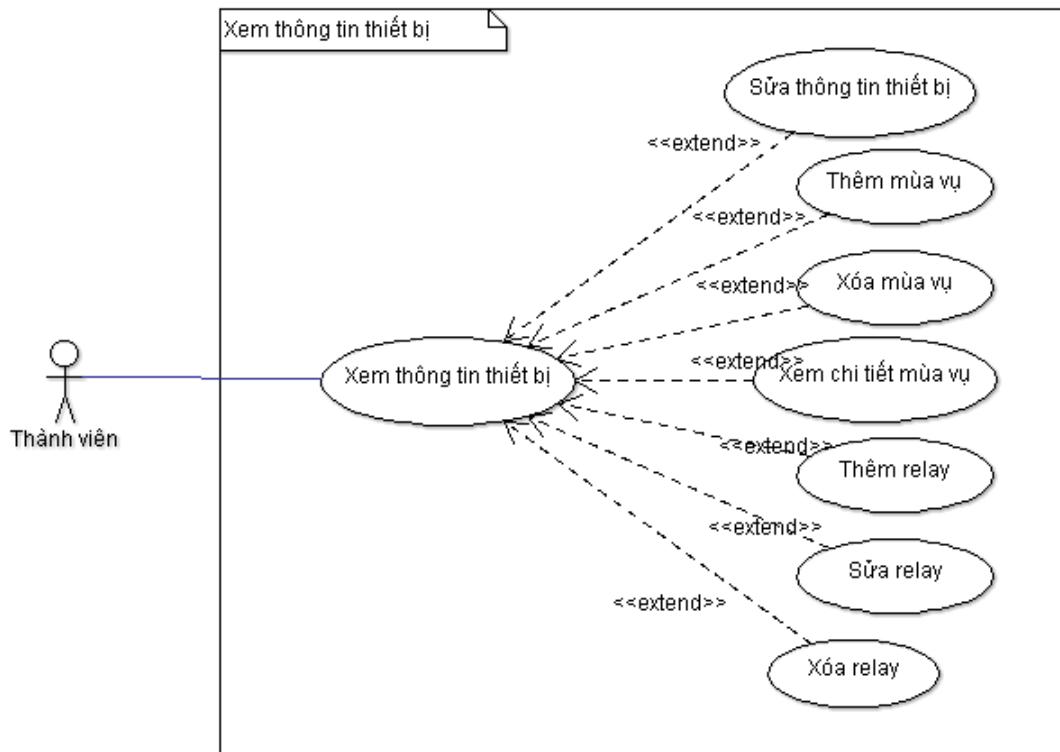
Kịch bản chính:

1. Người dùng nhập bình luận cho mùa vụ.
2. Người dùng chọn điểm đánh giá cho mùa vụ.
3. Người dùng nhấn nút để gửi bình luận lên server.
4. Hệ thống hiển thị thông báo người dùng gửi bình luận thành công.

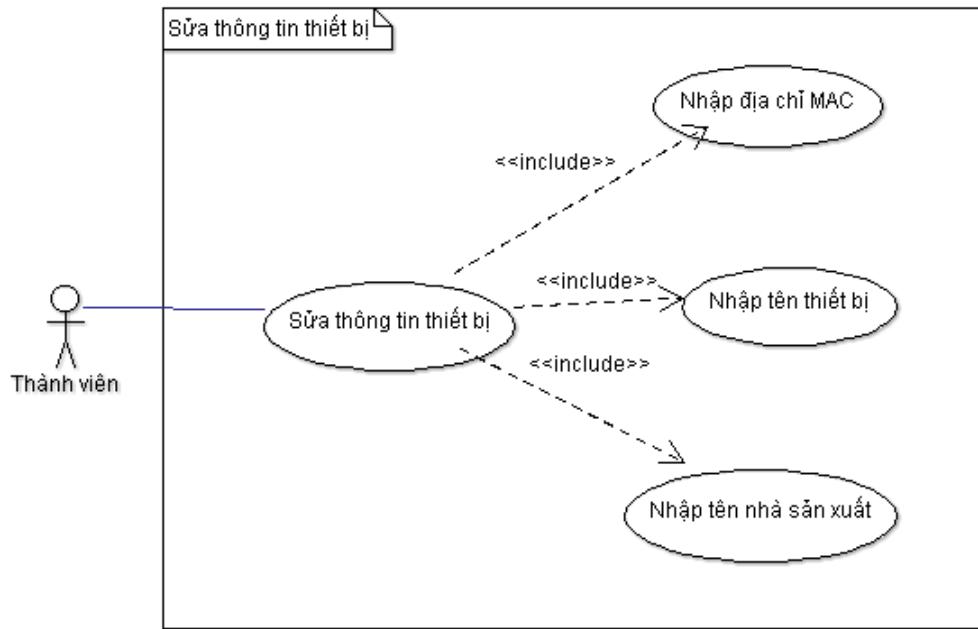
Kịch bản phụ:

- 4.1 Hệ thống hiển thị người dùng gửi không thành công do có lỗi.

Bảng 12: Mô tả use case gửi bình luận mùa vụ.



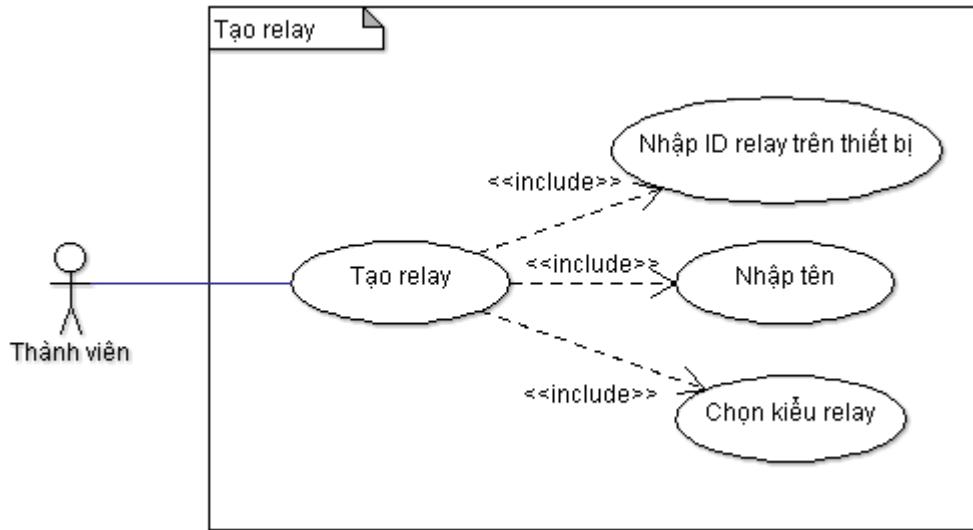
Hình 64: Use case xem thông tin thiết bị.



Hình 65: Use case sửa thông tin thiết bị.

ID	Name	Created by	Created at
UC_DEVICE_001	Sửa thông tin board điều khiển	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thực hiện chỉnh sửa thông tin của một board điều khiển của mình.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang ở trang board điều khiển.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút chỉnh sửa thông tin board điều khiển. 2. Người dùng nhập vào các thông tin cập nhật mới về board điều khiển của mình và nhấn OK. 3. Hệ thống thực hiện cập nhật thông tin của board điều khiển mới. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã cập nhật thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập MAC - Include: nhập tên thiết bị - Include: nhập tên nhà sản xuất			

Bảng 13: Mô tả use case sửa thông tin thiết bị.



Hình 66: Use case tạo relay.

ID UC_RELAY_001	Name Tạo relay	Created by Tạ Chí Tây	Created at 20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng thêm relay mới vào hệ thống.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin thiết bị.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút tạo mới relay trên trang thông tin của thiết bị. 2. Người dùng nhập các dữ liệu cần thiết: ID của relay trên thiết bị, tên, loại relay. 3. Hệ thống tạo một relay mới. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã thực hiện thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			

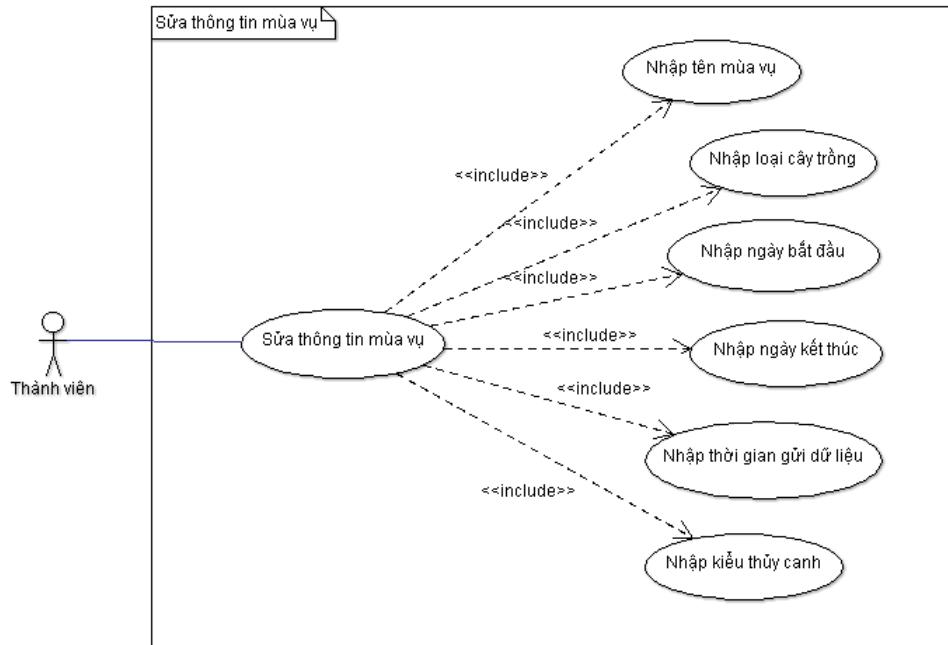
Bảng 14: Mô tả use case tạo relay.

ID	Name	Created by	Created at
UC_RELAY_002	Xóa relay	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng xóa relay trên thiết bị.			
Tiền đề kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang ở trang hiển thị thông tin thiết bị (có danh sách các relay).			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn nút xóa một relay trong danh sách. 2. Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận xóa relay của người dùng. 3. Người dùng chọn OK để xóa đi relay muốn xóa.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng chọn hủy để hủy xóa relay.			

Bảng 15: Mô tả use case xóa relay.

ID	Name	Created by	Created at
UC_RELAY_003	Sửa relay	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng sửa trạng thái của relay trên thiết bị.			
Tiền đề kiện: người dùng đã đăng nhập thành công và đang ở trang hiển thị thông tin thiết bị (có danh sách các relay).			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn nút chuyển trạng thái của relay hoặc nhấn nút chuyển ưu tiên relay thành Primary/Secondary. 2. Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận thay đổi trên relay của người dùng. 3. Người dùng chọn OK để xác nhận sự thay đổi muốn thực hiện.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng chọn hủy để hủy thao tác thay đổi relay.			

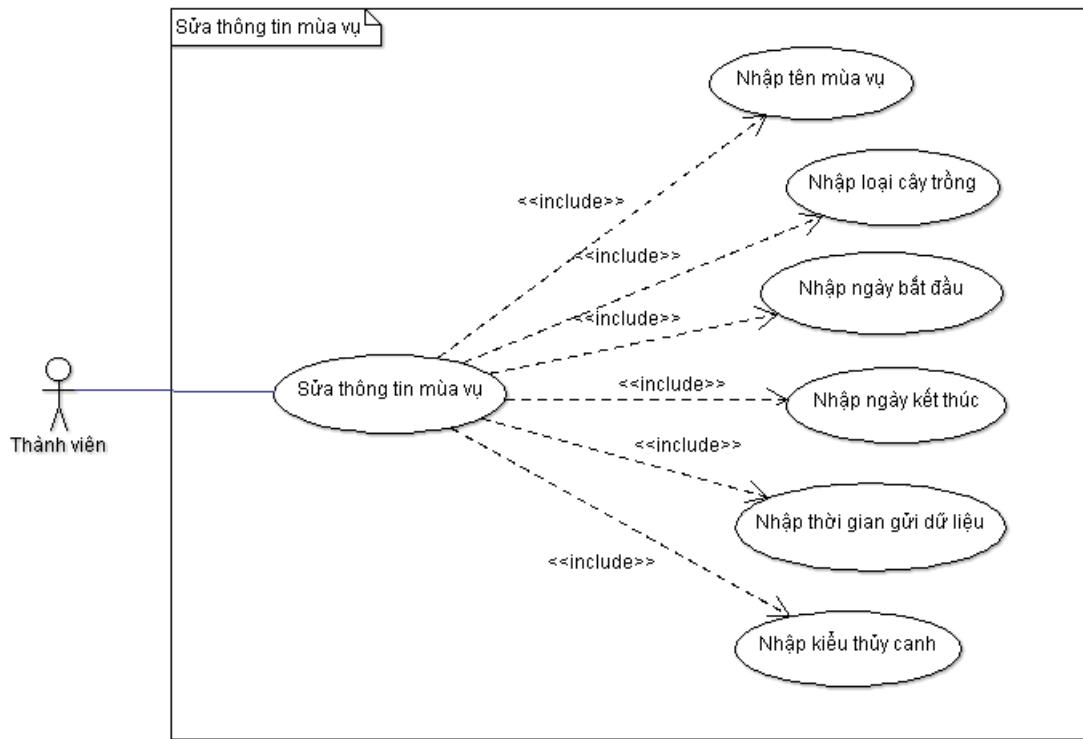
Bảng 16: Mô tả use case sửa relay.



Hình 67: Use case thêm mới mùa vụ.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CROP_001	Tạo mới mùa vụ	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng tạo thêm mùa vụ mới cho thiết bị.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin của thiết bị.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung thêm thiết bị mới bằng cách nhấn vào nút thêm thiết bị mới trong trang thông tin thiết bị của mình.			
2. Người dùng nhập thông tin của mùa vụ mới vào và nhấn OK.			
3. Hệ thống thực hiện lưu thông tin mùa vụ mới vào cơ sở dữ liệu.			
4. Hệ thống thông báo người dùng đã thực hiện thêm mùa vụ mới vào thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập tên mùa vụ. / - Include: nhập loại cây trồng. / - Include: nhập ngày bắt đầu. / - Include: nhập ngày kết thúc. / - Include: nhập thời gian gửi dữ liệu. / - Include: nhập kiểu thủy canh.			

Bảng 17: Mô tả use case tạo mới mùa vụ.



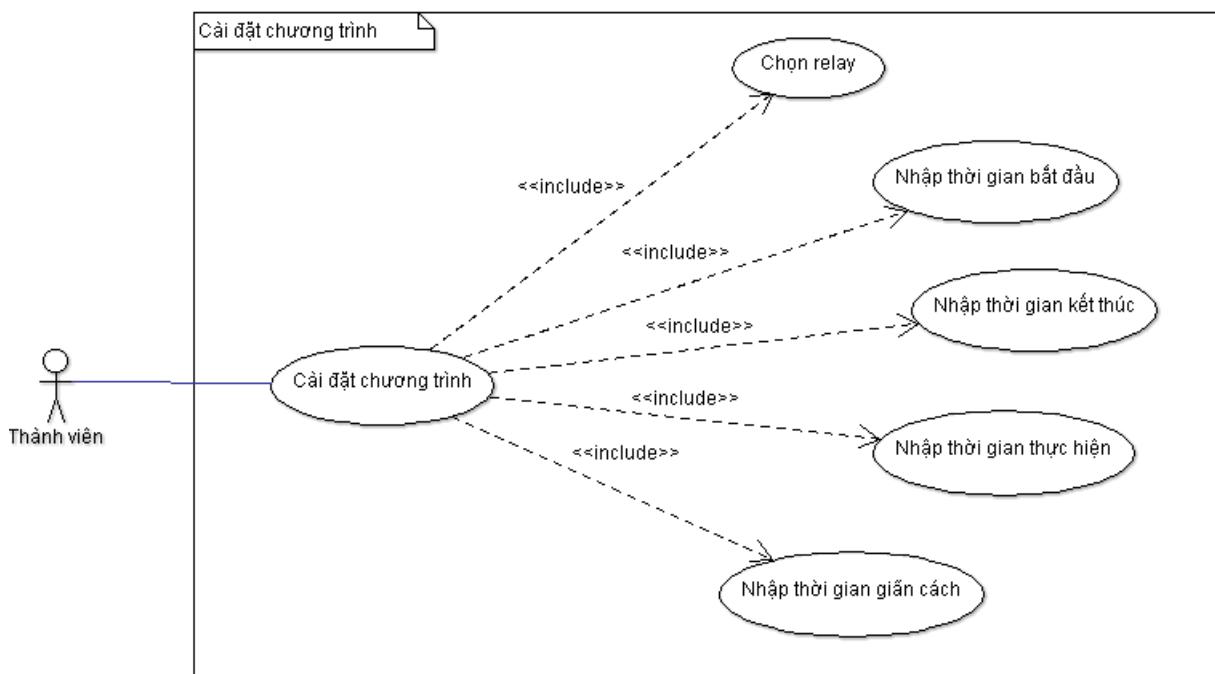
Hình 68: Use case sửa thông tin mùa vụ.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CROP_003	Sửa thông tin mùa vụ	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng sửa thông tin mùa vụ hiện có.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin mùa vụ.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng khởi động khung chỉnh sửa thông tin mùa vụ bằng cách nhấp vào nút chỉnh sửa.			
2. Người dùng nhập thông tin cập nhật mới của mùa vụ và nhấp nút cập nhật.			
3. Hệ thống cập nhật thông tin mùa vụ mới đã được người dùng nhập.			
4. Hệ thống thông báo người dùng đã thực hiện thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			
Các quan hệ khác:			
- Include: nhập tên mùa vụ. / - Include: nhập loại cây trồng. / - Include: nhập ngày bắt đầu. / - Include: nhập ngày kết thúc. / - Include: nhập thời gian gửi dữ liệu. / - Include: nhập kiểu thủy canh			

Bảng 18: Mô tả use case sửa thông tin mùa vụ.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CROP_002	Xóa mùa vụ	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng xóa mùa vụ của mình.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin của thiết bị.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn nút xóa một mùa vụ trong danh sách các mùa vụ đã có. 2. Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận xóa mùa vụ của người dùng. 3. Người dùng chọn OK để xóa mùa vụ. 4. Hệ thống xóa mùa vụ được chọn. 5. Hệ thống thông báo xóa thành công.			
Kịch bản phụ:			
3.1 Người dùng chọn hủy để hủy xóa mùa vụ.			

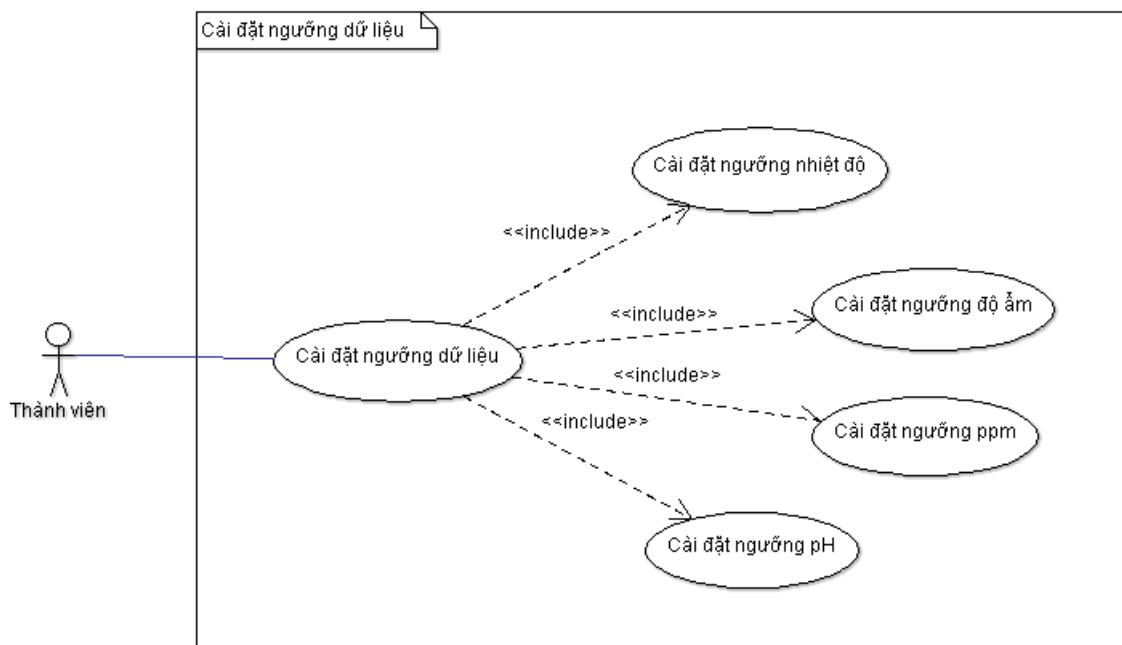
Bảng 19: Mô tả use case xóa mùa vụ.



Hình 69: Use case cài đặt chương trình mùa vụ.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CROP_004	Cài đặt chương trình	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng cài đặt lịch trình cho mùa vụ.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin mùa vụ.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng mở khung cài đặt bằng cách nhấn vào nút Edit bên lịch trình. 2. Người dùng nhập các dữ liệu cần thiết. 3. Hệ thống tạo một lịch trình mới, lưu vào database và gửi xuống thiết bị. 4. Hệ thống thông báo người dùng đã thực hiện thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			

Bảng 20: Mô tả use case cài đặt chương trình cho mùa vụ.



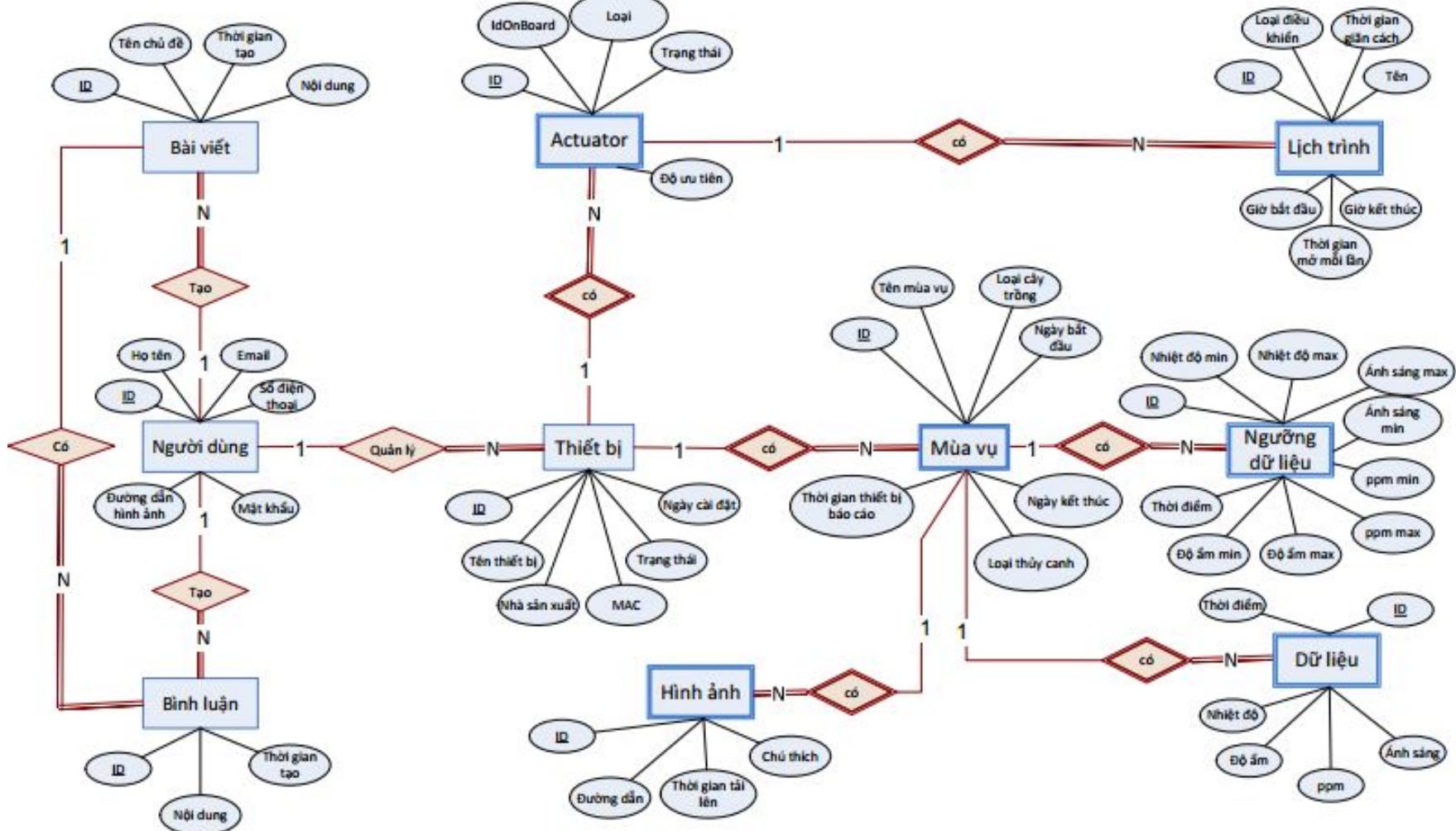
Hình 70: Use case cài đặt ngưỡng dữ liệu.

ID	Name	Created by	Created at
UC_CROP_005	Cài đặt ngưỡng dữ liệu	Tạ Chí Tây	20/3/2017
Actor: Thành viên			
Mô tả ngắn gọn: người dùng cài đặt ngưỡng cảnh báo dữ liệu.			
Tiền điều kiện: người dùng đã đăng nhập, vào xem thông tin mùa vụ.			
Kịch bản chính:			
1. Người dùng nhấn vào nút Edit bên ô hiển thị ngưỡng để mở ô cài đặt.			
2. Người dùng nhập các dữ liệu cần thiết.			
3. Hệ thống tạo một ngưỡng mới.			
4. Hệ thống thông báo người dùng đã thực hiện thành công.			
Kịch bản phụ:			
2.1 Người dùng nhập thông tin sai hệ thống sẽ báo lỗi.			

Bảng 21: Mô tả use case cài đặt ngưỡng dữ liệu.

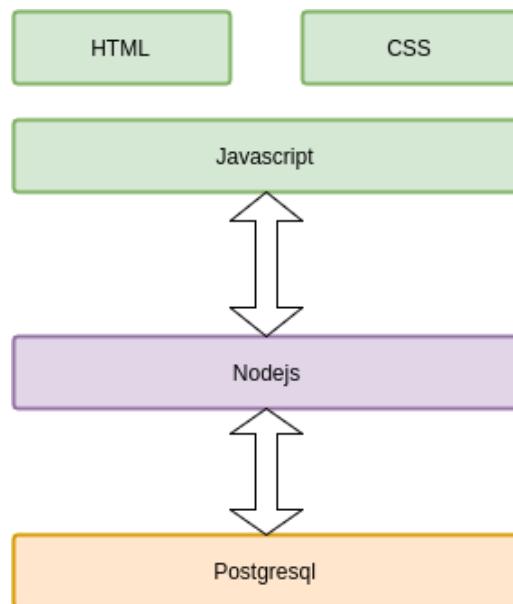
3.3.2 Thiết kế database

71



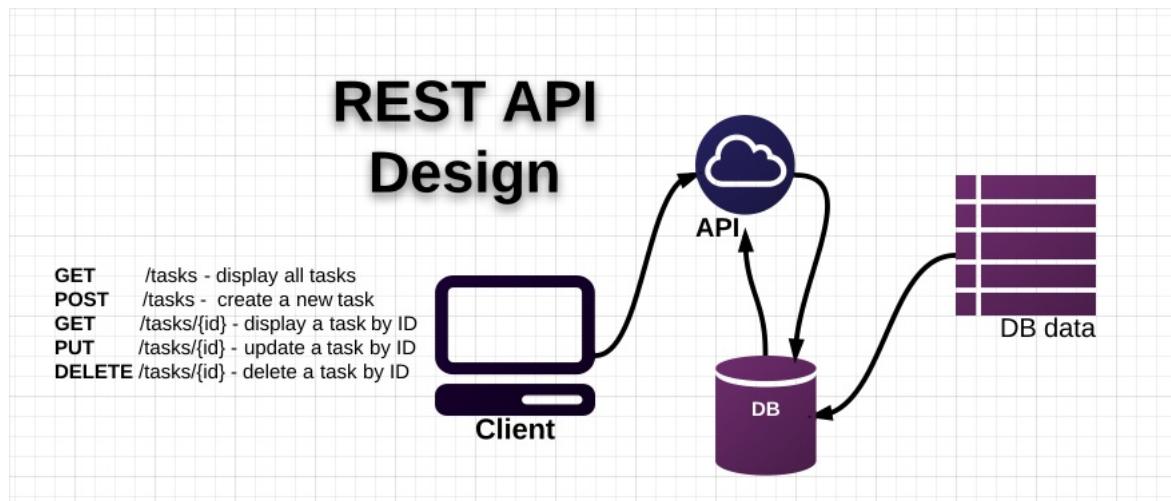
Hình 71: Thiết kế database

3.3.3 Thiết kế API



Hình 72: Mô hình cụm server

API được thiết kế theo chuẩn RESTful



Hình 73: Mô hình RESTful API

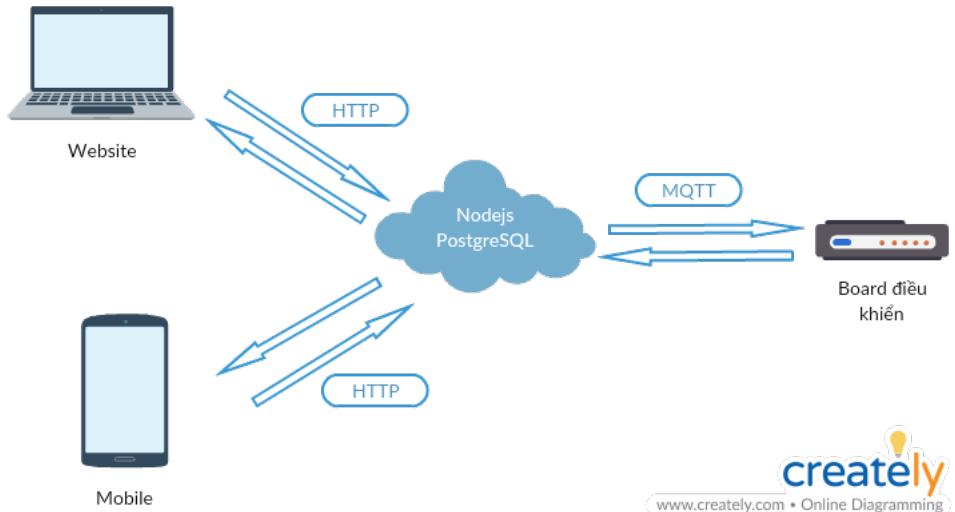
3.4 Ứng dụng di động

Ứng dụng được viết trên framework Ionic 2, sử dụng angular 2 và có thể chạy trên android hoặc iOS (hiện tại nhóm mới thử nghiệm trên android).

- Ứng dụng nhằm mục đích giúp người dùng có thể theo dõi trạng thái của hệ thống một cách nhanh chóng.
- Chức năng chính:
 - Thêm một board mạch mới bằng cách quét mã QR.
 - Xem thông tin tình trạng hệ thống hiện tại (nhiệt độ, độ ẩm, cường độ ánh sáng, nồng độ dinh dưỡng).
 - Xem số lượng và trạng thái các relay trên board.
 - Có thể tắt, mở các relay trên board.
- Cách thức hoạt động: truy vấn API của web service để lấy và gửi thông tin.

3.5 Giao tiếp giữa Board điều khiển và Web

3.5.1 Giao thức



Hình 74: Mô hình các giao thức trong hệ thống

Sử dụng giao thức MQTT cho cả hai chiều tương tác là gửi dữ liệu từ thiết bị lên và từ server gửi xuống. Các gói tin đều được mã hóa XXTEA để đảm bảo tính bảo mật.

3.5.2 Cấu trúc các gói tin

Các bảng sau mô tả cụ thể cấu trúc các gói tin:

	Số thứ tự	Cấu trúc gói tin			
Trường	SN	MAC	CMD_ID	DATA_LENGTH	DATA
Kích thước (byte)	4	12	2	4	>0
Mô tả	số thứ tự gói tin gửi và nhận	địa chỉ MAC	định danh gói tin	độ dài gói tin	dữ liệu

Bảng 22: Cấu trúc chung của các gói tin.

Chi tiết các gói tin:

Gửi từ	Server		
CMD_ID	01		
DATA_LENGTH	0034		
Trường dữ liệu	thời gian bắt đầu	thời gian kết thúc	thời gian gửi dữ liệu
Kích thước (byte)	14	14	6
Cấu trúc	yyyymmddhhmmss	yyyymmddhhmmss	hhmmss
Mô tả, ví dụ	yyyy: năm mm: tháng dd: ngày hh: giờ mm: phút ss: giây		

Bảng 23: Cấu hình.

Gửi từ	Server			
CMD_ID	02			
DATA_LENGTH	(2+2+6x4xSCH_NUM)xIO_NUM			
Trường dữ liệu	IO_NUM	IO_ID	SCH_NUM	lịch trình
Kích thước (byte)	2	2	2	6x4xSCH_NUM
Cấu trúc	XX	XX	XX	4x[hhmmss]xSCH_NUM
Mô tả, ví dụ	số lượng actuator trên board	ID actuator	số lịch trình	hhmmss: 050000

Bảng 24: Lịch trình cho actuator.

Gửi từ	Server	
CMD_ID	03	
DATA_LENGTH	0003	
Trường dữ liệu	IO_ID	lệnh điều khiển
Kích thước (byte)	2	1
Cấu trúc	XX	X
Mô tả, ví dụ		giá trị: 0/1 0: tắt 1: bật

Bảng 25: Điều khiển actuator.

Gửi từ	Board điều khiển			
CMD_ID	04			
DATA_LENGTH	0012			
Trường dữ liệu	nhiệt độ	độ ẩm	ánh sáng	ppm
Kích thước (byte)	2	2	4	4
Cấu trúc	XX	XX	XXXX	XXXX

Bảng 26: Dữ liệu gửi từ các cảm biến.

Gửi từ	Board điều khiển
CMD_ID	05
DATA_LENGTH	0014
Trường dữ liệu	REAL_TIME
Kích thước (byte)	14
Cấu trúc	yyyymmddhhmmss

Bảng 27: Đồng bộ thời gian thực.

Gửi từ	Server		
CMD_ID	06		
DATA_LENGTH	0004		
Trường dữ liệu	IO_ID	lệnh điều khiển	mức ưu tiên
Kích thước (byte)	2	1	1
Cấu trúc	XX	X	X
Mô tả, ví dụ	11 - 19: bơm nước 21 - 29: đèn 31 - 39: quạt 41 - 49: bơm oxy	0: thêm actuator 1: xóa actuator	0: primary 1: secondary

Bảng 28: Thêm bớt actuator.

Gửi từ	Board điều khiển
CMD_ID	07
DATA_LENGTH	0001
Trường dữ liệu	HANLED
Kích thước (byte)	1
Cấu trúc	X
Mô tả, ví dụ	0: gói tin sai, không nhận được 1: xử lý thành công gói tin

Bảng 29: Gói tin phản hồi.

Gửi từ	Server
CMD_ID	08
DATA_LENGTH	0001
Trường dữ liệu	ACTIVE
Kích thước (byte)	1
Cấu trúc	X
Mô tả, ví dụ	0: thêm board mới 1: xóa board

Bảng 30: Thêm, bớt một board điều khiển.

4 HIỆN THỰC HỆ THỐNG

4.1 Hệ thống Board điều khiển

4.1.1 Môi trường phát triển

Các công cụ và môi trường phát triển được sử dụng để thiết kế và hiện thực board điều khiển:

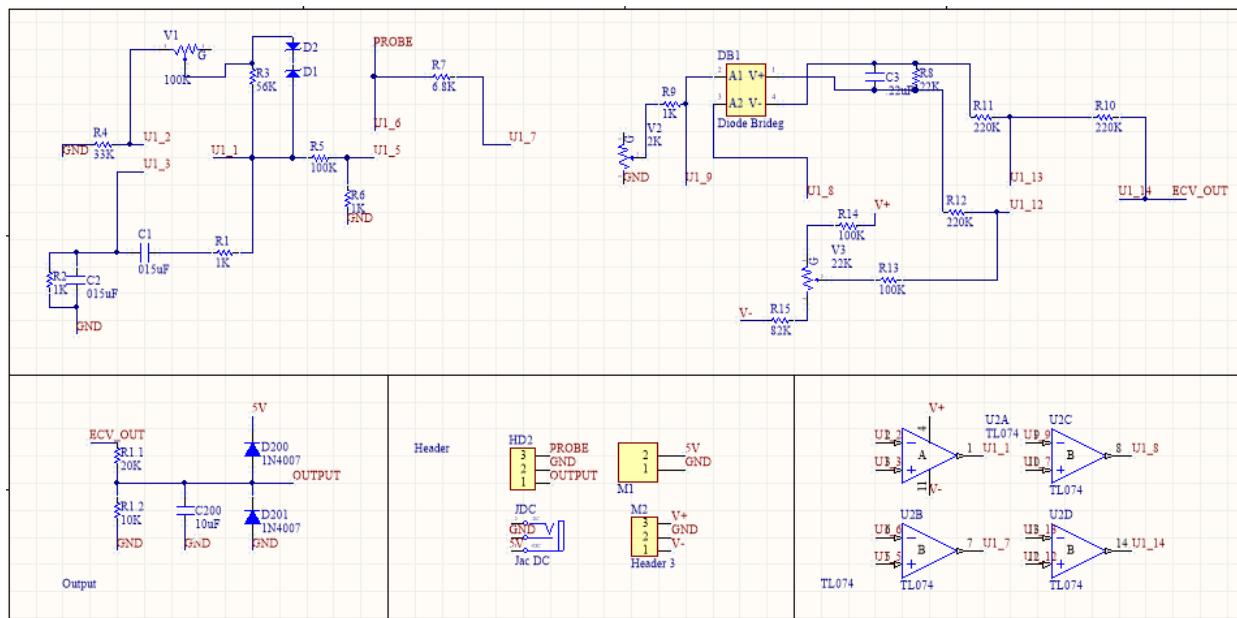
- Windows 10, Linux (Ubuntu 16)
- Công cụ vẽ và thiết kế mạch: Altium
- IDE: Qt5, Visual studio code, Sublime Text

4.1.2 Mạch chức năng đo ppm

1. Cơ sở nghiên cứu

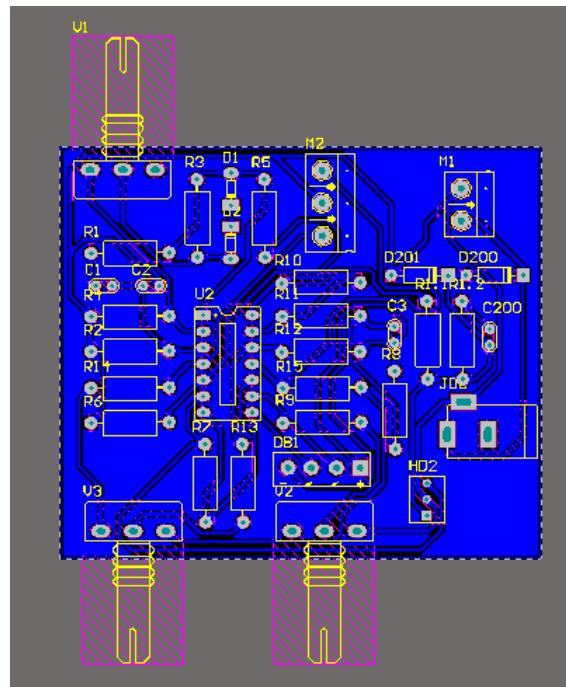
- Việc hiện thực module này tham khảo các bài viết tại:
 - <http://www.octiva.net/projects/ppm/>
 - <http://vlabs.iitb.ac.in/vlab/electrical/exp7/Theory.pdf>
 - <http://www.instructables.com/id/AC-to-DC-converterdiode-bridge/>
- Bài viết khá chi tiết về lí thuyết và các bước hiện thực toàn bộ module.
- Các phần lí thuyết và giải thích bên dưới được tổng hợp và dịch thuật từ các bài viết này.

2. Schematic



Hình 75: PPM schematic.

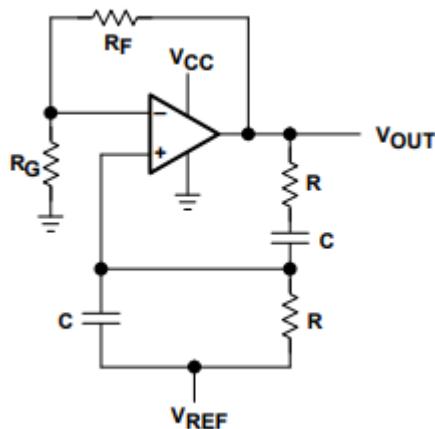
3. PCB



Hình 76: PPM PCB.

Thành phần chính trong mạch:

- Oscillator cầu Wein: là mạch điện tử tạo ra tín hiệu điện tử dao động, thường là một sóng sin hay sóng vuông. Bộ tạo dao động chuyển đổi dòng điện một chiều (DC) từ nguồn điện sang tín hiệu dòng xoay chiều (AC). Ưu điểm của mạch là chỉ có một vài thành phần và sự ổn định tần số tốt. Nhược điểm của mạch là biên độ đầu ra biến dạng cao gây khó khăn trong việc thu thập. Có một vài cách để giảm thiểu tác động này.



Hình 77: Oscillator cầu Wein.

Các giá trị được cung cấp để tạo ra mạch dao động có tần số là 10 kHz.

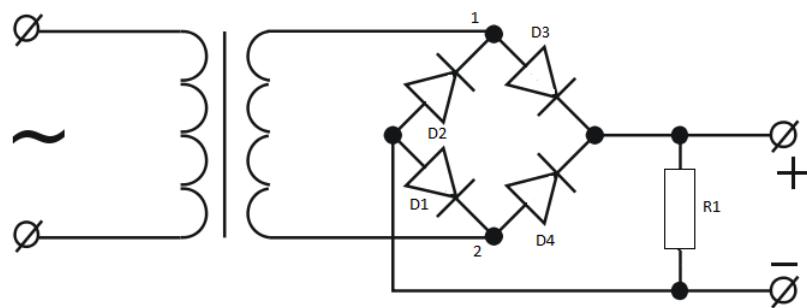
Ta có:

$$R = 1 \text{ k}\Omega, C = 0.015 \mu\text{F}, \text{suy ra } F = \frac{1}{2\pi RC}$$

Chúng được sử dụng rộng rãi trong nhiều thiết bị điện tử. Ví dụ phổ biến của tín hiệu được tạo ra bởi dao động bao gồm các tín hiệu phát sóng của đài phát thanh và truyền hình, tín hiệu đồng hồ mà điều chỉnh máy tính và đồng hồ thạch anh, âm thanh được tạo ra bởi beepers điện tử và trò chơi điện tử... Ta sử dụng một tín hiệu AC để đo độ dãn của muối, có thể thay đổi giá trị R, C trong oscillator để đảm bảo rằng tần số đầu ra là trên 1 kHz, tần số thấp hơn sẽ cung cấp các giá trị không ổn định.

- Gain loop: mạch khuếch đại nguồn tín hiệu nhận được từ đầu dò 1cm đặt trong dung dịch
- Bộ chuyển đổi AC thành DC: Một mạch chỉnh lưu, một mạch điện bao gồm

các linh kiện điện - điện tử dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ thường dùng 4 Diode mắc theo hình cầu (còn gọi là mạch chỉnh lưu cầu). Mạch chỉnh lưu có thể được sử dụng trong các bộ nguồn cung cấp dòng điện một chiều, hoặc trong các mạch tách sóng tín hiệu vô tuyến điện trong các thiết bị vô tuyến, sử dụng mạch chỉnh lưu nhiều diode (4 di-ốt) để có thể biến đổi từ xoay chiều thành một chiều.

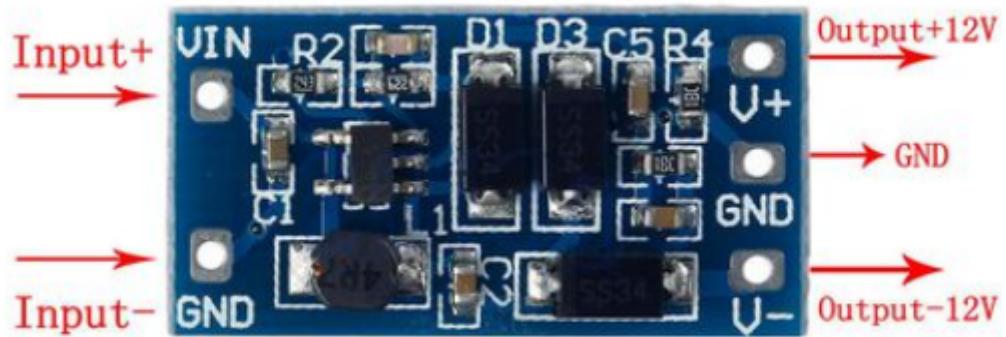


Hình 78: 4 di-ốt.

Nửa chu kì đầu, khi điểm 1 dương so với điểm 2, dòng chạy từ 1 qua D3 qua tải R1 qua D1 về đầu âm. Nửa chu kì sau, khi điểm 2 dương so với điểm 1, dòng chạy từ 2 qua D4 qua tải R1 qua D2 về đầu âm. Cả chu kì đều có dòng điện chạy qua tải.

4. Các linh kiện điện tử

- Nguồn đôi 12V: Mạch tạo nguồn đôi 12V có chức năng đổi từ nguồn đơn DC sang nguồn đôi +12V. Với điện áp ngõ vào từ 2.8V - 5VDC.



Hình 79: Nguồn đôi 12V - Trước.



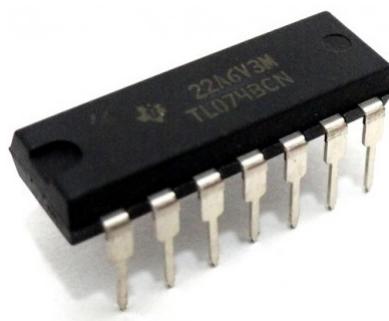
Hình 80: Nguồn đôi 12V - Sau.

- Jack DC: kết nối với nguồn DC để cấp nguồn cho mạch

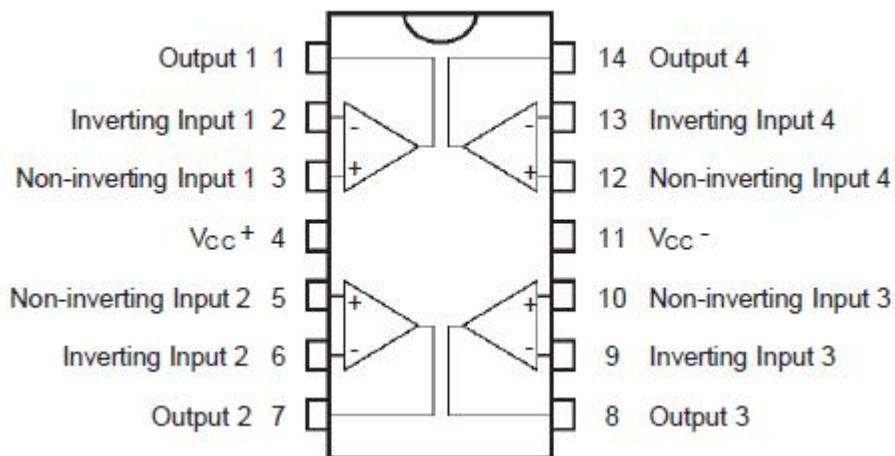


Hình 81: Jack DC.

- IC TL074: gồm 4 opamp trong 1 IC, dùng chung 1 nguồn đôi.



Hình 82: IC TL074.



Hình 83: TL074 PIN.

- Diode Zener: diode ổn áp, nó được chế tạo sao cho khi phân cực ngược thì diode Zener sẽ ghim một mức điện áp gần cố định bằng giá trị ghi trên diode, làm ổn áp cho mạch điện.



Hình 84: Diode Zener.

- Tụ điện:

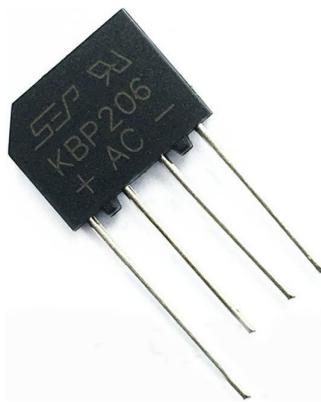


Hình 85: Tụ 0.015uF.



Hình 86: Tụ 0.22uF.

- Cầu Diode: gồm 4 diode đơn mắc thành cầu chỉnh lưu được đóng gói trong một vỏ duy nhất, dùng để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều thành một chiều.
 - Điện áp tối đa: 600V.
 - Dòng điện định mức: 4A.
 - Nhiệt độ hoạt động: -55°C đến 150°C.



Hình 87: Cầu Diode.

4.1.3 Hệ thống board điều khiển

1. Nhiệt độ, độ ẩm

- Nối dây

DHT	Node MCU
VCC	3.3V
OUT	D3
GND	GND

Bảng 31: Nối chân DHT-NodeMCU

- Thư viện

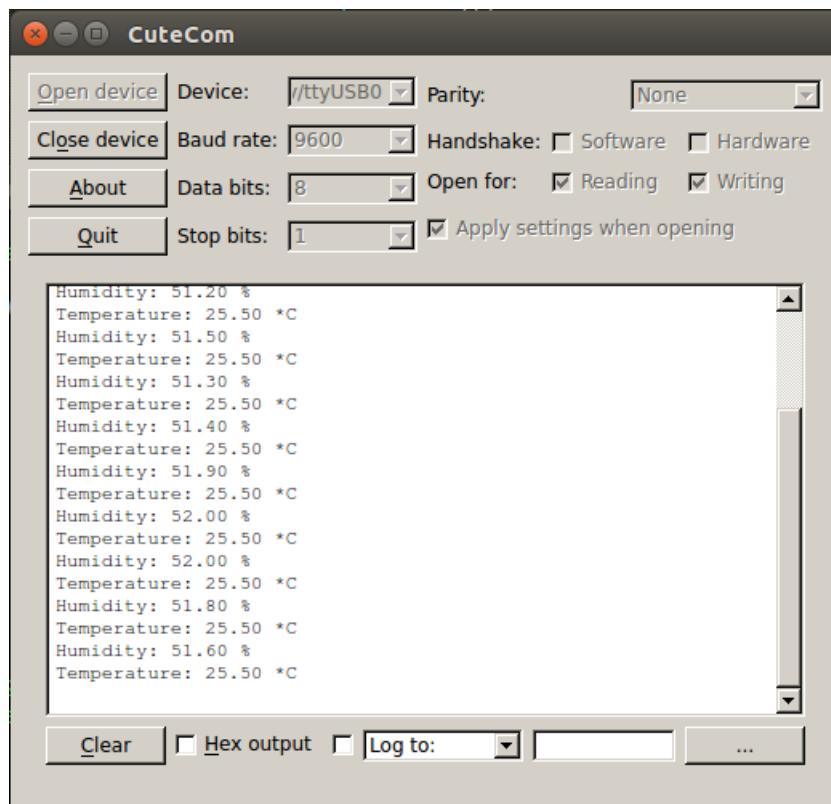
DHT.cpp	Add Class Sensor into Esp8266 Folder
DHT.h	Add Class Sensor into Esp8266 Folder
DHT_U.cpp	Add Class Sensor into Esp8266 Folder
DHT_U.h	Add Class Sensor into Esp8266 Folder

Hình 88: Thư viện DHT.

hydroponic / esp8266 / libraries / DHT /

Hình 89: Đường dẫn thư viện DHT.

- Kết quả đo



Hình 90: Kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm DHT.

2. Ánh sáng

- Nối dây

BH1750	Node MCU
VCC	3.3V
GND	GND
SCL	D1
SDA	D2
ADDR	D0

Bảng 32: Nối chân BH1750 – Node MCU

- Thư viện

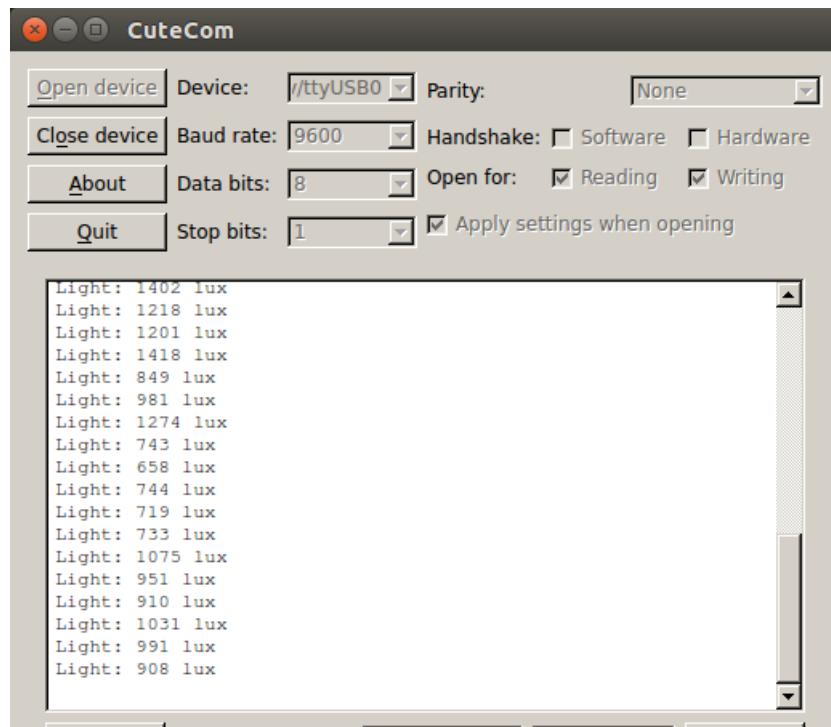


Hình 91: Thư viện BH1750 .

hydroponic / esp8266 / libraries / BH1750FVI /

Hình 92: Đường dẫn thư viện BH1750.

- Kết quả đo



Hình 93: Kết quả đo cường độ ánh sáng BH1750.

3. PPM

- Nối dây

4. Thời gian thực

- Nối dây

PPM	Node MCU
Analog Out	A0

Bảng 33: Nối chân PPM – Node MCU

DS1307	SMT32F103C8T6
GND	GND
VCC	5V
SDA	PB_9
SCL	PB_9

Bảng 34: Nối chân DS1307 – STM32F103C8T6

- Thư viện

DS1307.cpp	Update Actuator
DS1307.h	Update Actuator
DateTime.cpp	Update Actuator
DateTime.h	Update Actuator

Hình 94: Thư viện thời gian thực.

hydroponic / STM32F103C8T6_Qt / Libraries / DS1307 /

Hình 95: Đường dẫn thư viện thời gian thực.

5. Điều khiển các actuator

(a) Thanh ghi dịch

- Nối dây

74HC595	STM32F103C8T6
DATA	PA_7
LATCH	PA_6
CLOCK	PA_5

Bảng 35: Nối chân 74HC595 – STM32F103C8T6

- Thư viện

ShiftReg.cpp	Update Actuator
ShiftReg.h	Update Actuator

Hình 96: Thư viện thanh ghi dịch.

hydroponic / STM32F103C8T6_Qt / Libraries / ShiftReg /

Hình 97: Đường dẫn thư viện thanh ghi dịch.

(b) Nguồn cho các actuator

Các actuators sử dụng nguồn 12 VDC lấy từ adapter chuyển đổi AC 220V sang DC 12V.



Hình 98: Nguồn cho các actuator.

6. Giao tiếp với web-server

(a) Giao thức tầng dưới – thư viện MQTT

- Như đã đề cập giao thức truyền nhận giữa web-server là MQTT, cả thiết bị lẫn web-server đều đóng vai trò là một MQTT Client
 - Thiết bị gửi tới broker (publish) các gói tin vào các kênh (channel) đã được cấu hình sẵn và thống nhất giữa thiết bị - webserver.
 - Thiết bị nhận các gói tin từ broker qua các kênh đã đăng ký (subscribe), khi webserver gửi gói tin vào các kênh đó.

- Thư viện

PubSubClient.cpp	Nothing
PubSubClient.h	Nothing

Hình 99: Thư viện MQTT.

hydroponic / esp8266 / ScanWebserver / src / PubSubClient /

Hình 100: Đường dẫn thư viện MQTT.

(b) Giao thức truyền nhận lớp trên

- Gói tin trên đường truyền có định dạng là (string), ví dụ:

STT	Gói tin thật	Gói tin khi gửi (nhận)
1	[1][2][3]	"123"
2	[0x0A][0x0B]	"0A0B"
3	"MXYZ"	không hợp lệ

Bảng 36: Các trường hợp giá trị dữ liệu.

Trong dự án này toàn bộ dữ liệu có giá trị (value) nằm trong 3 trường hợp

- i. $0 \leq \text{value} \leq 9$
- ii. $'A' \leq \text{value} \leq 'F'$, dùng để gửi địa chỉ MAC.
- iii. các trường hợp còn lại không hợp lệ

- Các cấu trúc dữ liệu và phương thức cho giao thức được định nghĩa trong:

DataStructure.cpp	Done
DataStructure.h	Update SerialTransport

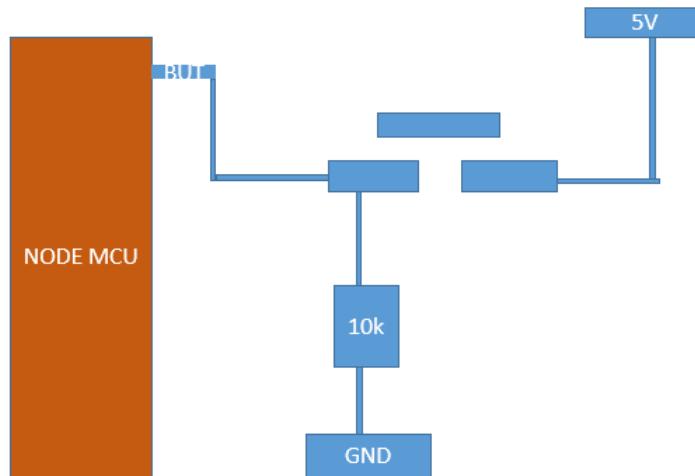
Hình 101: Thư viện cấu trúc dữ liệu.

hydroponic / esp8266 / ScanWebserver / src / DataStructure /

Hình 102: Đường dẫn thư viện cấu trúc dữ liệu.

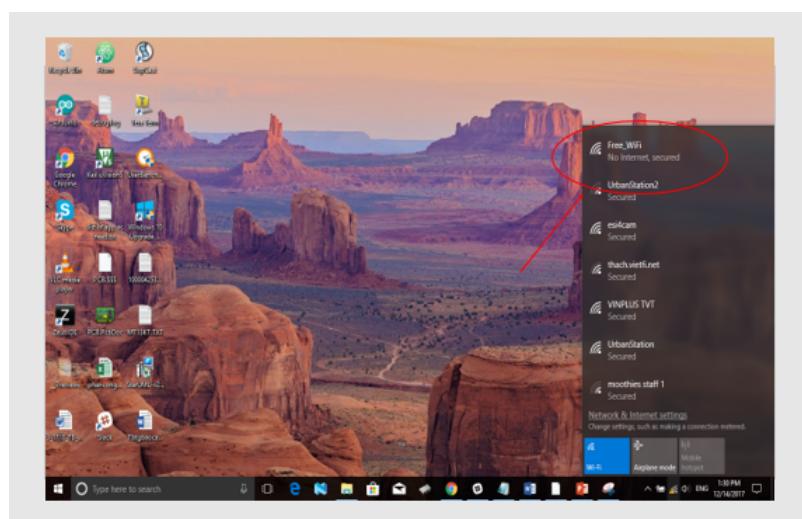
7. Web server

- Webserver hoạt động trên board NodeMCU, ở chế độ Access Point.
- Board chuyển từ chế độ Station sang Access Point khi nhận tín hiệu nhấn liên tục nút nhấn trong vòng 3s.



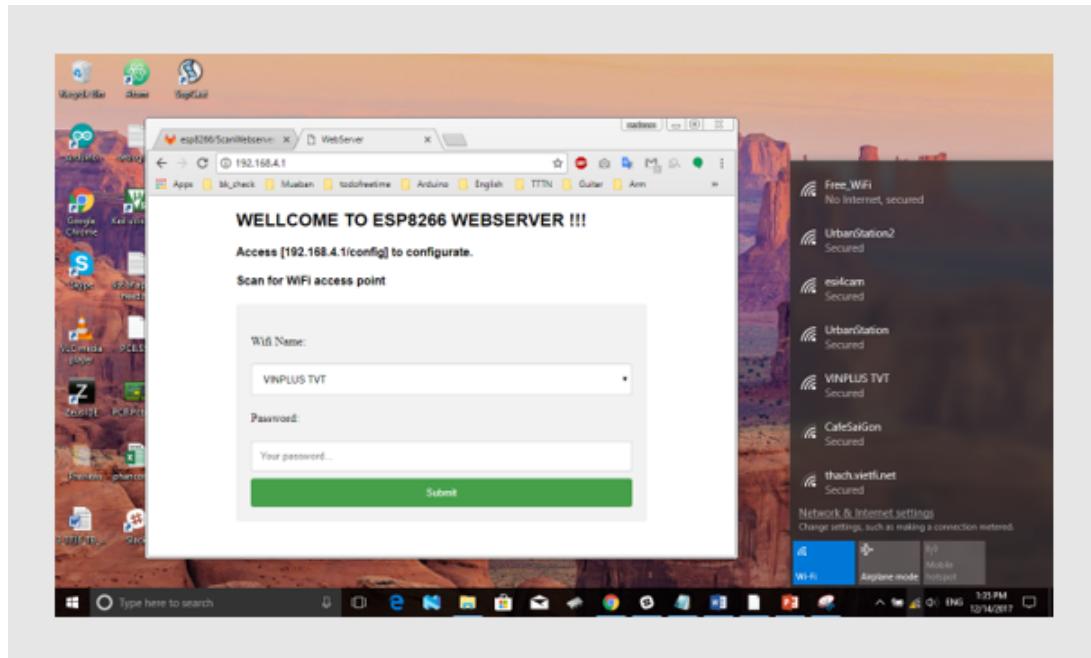
Hình 103: Nút nhấn.

- Giao diện và chức năng:
 - Khi chuyển sang chế độ Access Point và hoạt động chức năng webserver, Node MCU sẽ phát ra wifi.



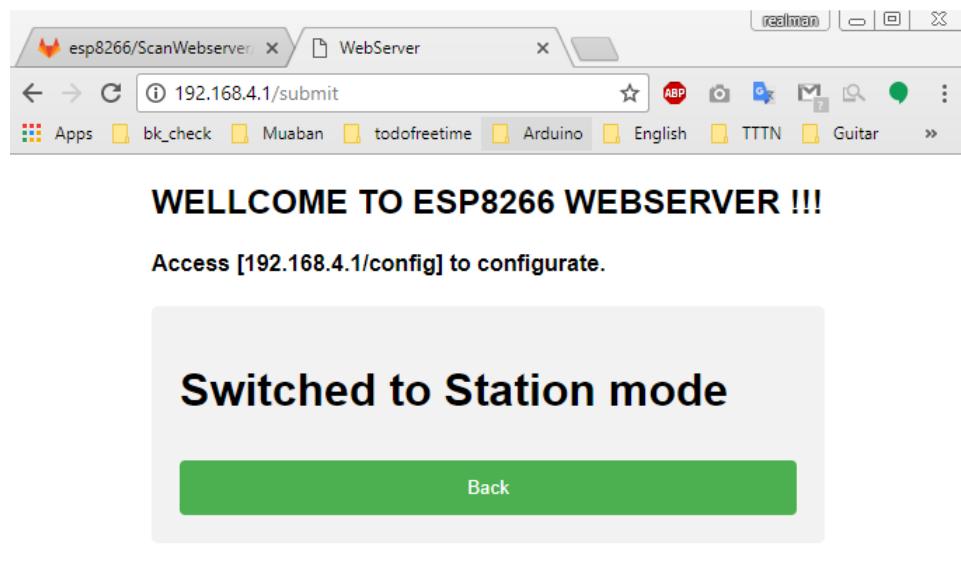
Hình 104: Web server - 1.

- Sau khi kết nối vào Access Point của Node MCU, mở trình duyệt, truy cập vào địa chỉ (192.168.4.1) ta sẽ kết nối với webserver.

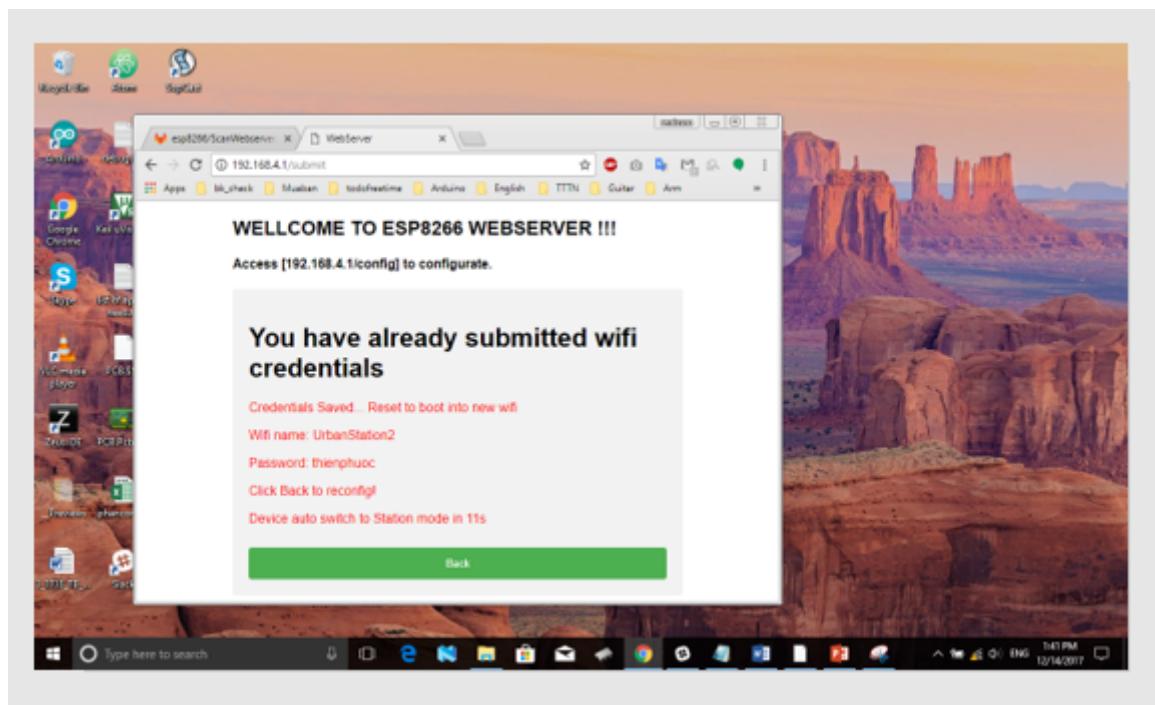


Hình 105: Web server - 2.

- Sau khi chọn (wifi name) và nhập (password), trình duyệt sẽ gửi 2 giá trị này về board và được lưu lại trong bộ nhớ eeprom.

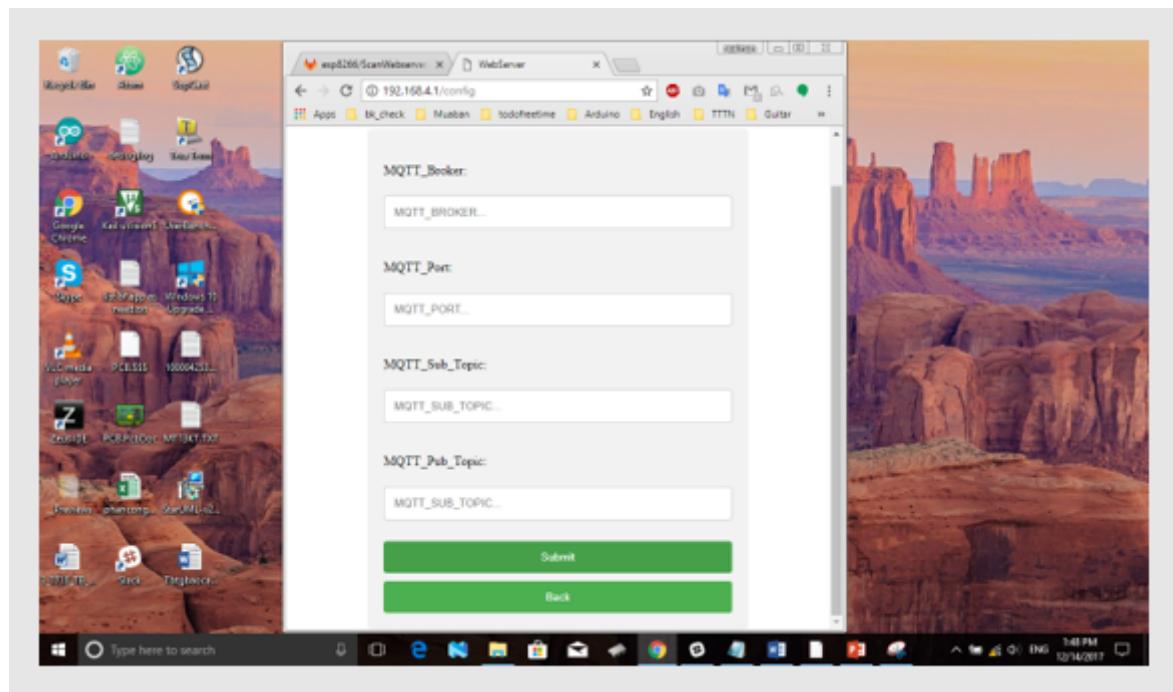


Hình 106: Web server - 3.



Hình 107: Web server - 4.

- Ngoài ra webserver còn cung cấp chức năng cấu hình các thông tin của giao thức MQTT, truy cập vào (192.168.4.1/config)



Hình 108: Web server - 5.

8. Đèn tín hiệu

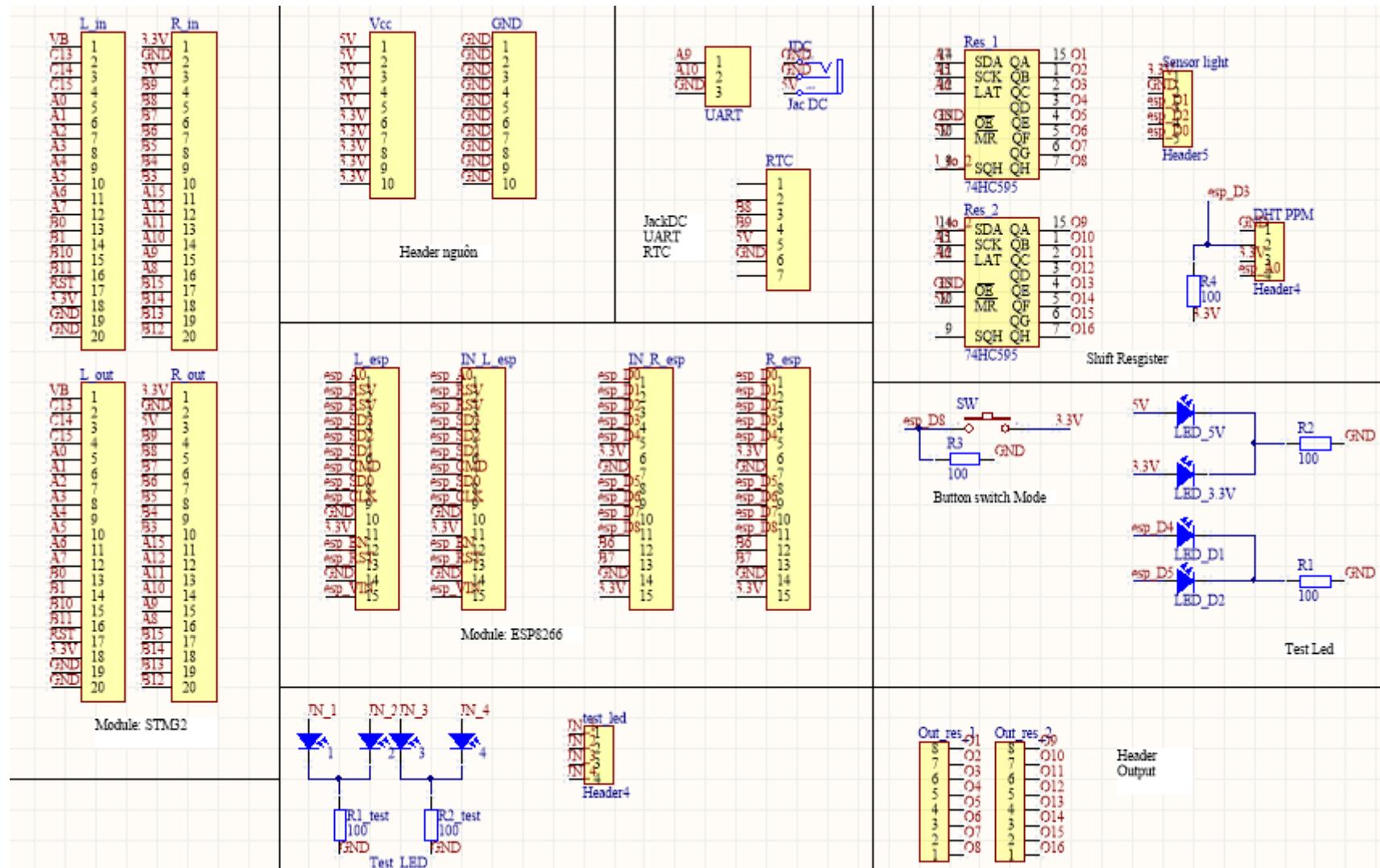
- Đèn tín hiệu sử dụng led đơn, tiêu thụ dòng nhỏ.
- Hoạt động của đèn tín hiệu có ba trạng thái chính:
 - Tắt: 0V
 - Sáng: 3.3V.
 - Nháy: kết hợp timer.
- Các chức năng bao gồm:
 - Đèn báo tín hiệu wifi:
 - * Kết nối: đèn tắt.
 - * Mất kết nối: đèn nháy.
 - * Mất kết nối trong hơn 30s đèn sáng.
 - Đèn báo tín hiệu MQTT:
 - * Kết nối với broker : đèn tắt.
 - * Mất kết nối: đèn sáng.
 - Đèn báo tín hiệu của các actuator:
 - * Actuator chưa được kích hoạt: đèn tắt.
 - * Actuator được kích hoạt: đèn sáng.
 - * Actuator đang ở trong thời gian chạy thời gian biểu: đèn nháy.

9. Thiết kế mạch

- Schematic

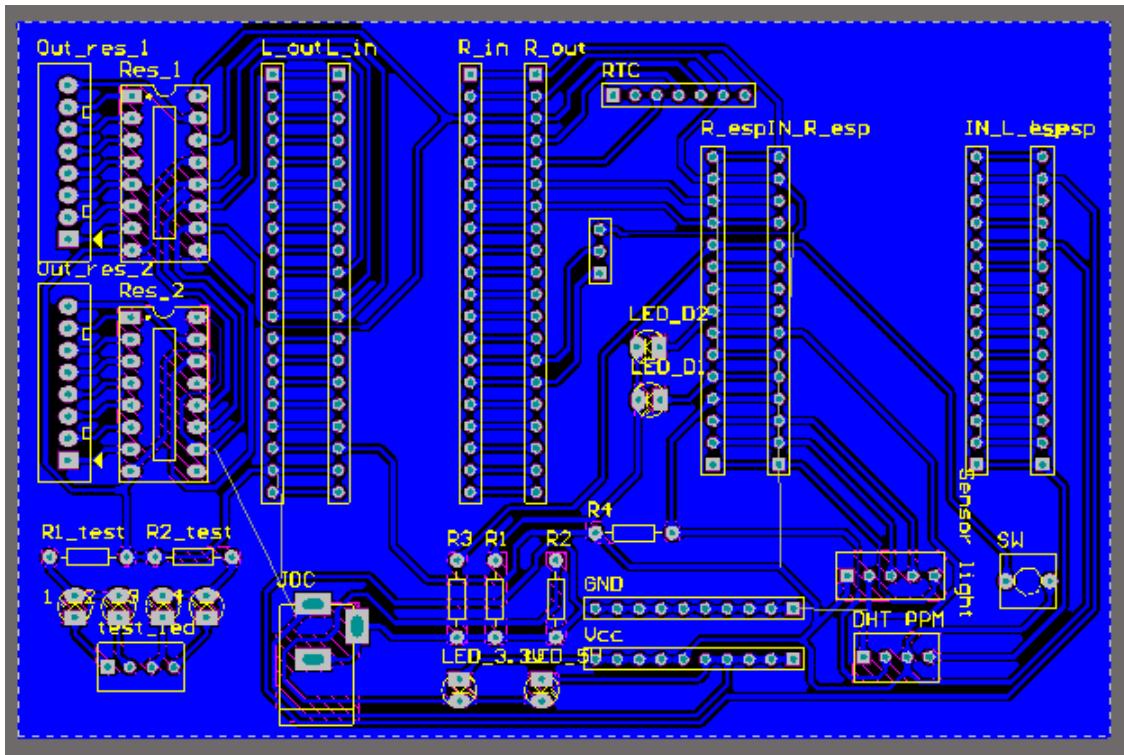
4.1 Hệ thống Board điều khiển

4 HIỆN THỰC HỆ THỐNG



Hình 109: Schematic.

- PCB



Hình 110: PCB

10. Mô hình thử nghiệm



Hình 111: Mô hình thử nghiệm - 1.



Hình 112: Mô hình thử nghiệm - 2.



Hình 113: Mô hình thử nghiệm - 3.

4.2 Ứng dụng web

4.2.1 Môi trường phát triển

Các công cụ và môi trường phát triển được sử dụng để phát triển trang web:

- Hệ điều hành: Windows 10, Linux (Manjaro)
- IDE: Visual studio code
- Nodejs 6.x
- Angularjs 1.6.4
- Git 2.15.1
- Google chrome 63.0.3239.84 để kiểm thử

4.2.2 Hiện thực server API

Mẫu dữ liệu trả về cho tất cả các API:

- Không có data:

```
{  
    success: success,  
    message: message  
}
```

- Có data:

```
{  
    success: success,  
    data: data (*),  
    message: message  
}
```

Trong đó success nhận giá trị true nếu request được xử lý thành công và fail nếu thất bại.
API được thiết kế cho các resource:

- Người dùng (User)

- Lấy thông tin người dùng:

- * Phương thức: GET
 - * URL: /user/info
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên: { user.id: 12 }
 - * Dữ liệu trả về (*): thông tin của người dùng (không chứa mật khẩu và token kích hoạt).

- Kiểm tra email mới có hợp lệ không:

- * Phương thức: POST
 - * URL: /user/checkemail
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên: { email: "email" }

- Đăng ký người dùng:

- * Phương thức: POST
 - * URL: /user/register
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ name: "name",
password: "123",
email: "email",
phone: "12345" }

- Đăng nhập:

- * Phương thức: POST

- * URL: /user/login
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ password: "123",  
email: "email", }
```
- Cập nhật thông tin người dùng:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /user/update
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ name: "name",  
email: "email",  
phone: "1234567" }
```
- Thay đổi mật khẩu người dùng:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /user/changepass
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ currPass: "123",  
newPass: "567" }
```
- Reset mật khẩu người dùng:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /user/resetpass
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member

- * Dữ liệu gửi lên:
{ email: "email" }
- Kích hoạt tài khoản người dùng:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /user/active
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ email: "email",
activeToken: "abc" }
- Chứng thực JWT token của người dùng:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /user/verifytoken
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ token: "abc" }
- Lấy danh sách tất cả người dùng:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /user/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: admin
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng người dùng
- Xóa người dùng:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /user/delete
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: admin

- * Dữ liệu gửi lên:
{ userId: 12 }
- Lấy thông tin người dùng:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /user/detail
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ userId: 12 }
 - * Dữ liệu trả về: tất cả thông tin của người dùng (bao gồm mật khẩu và token kích hoạt).
- Cập nhật role của người dùng:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /user/detail
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: admin
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ userId: 12,
newRole: "mod" }
- Board điều khiển (Device):
 - Lấy tất cả board điều khiển:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /device/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ user.id: 12 }

- * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng board điều khiển.
- Lấy thông tin của các board đang chạy:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /device/running
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ user.id: 12 }
```
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng board điều khiển đang chạy..
- Cập nhật trạng thái board điều khiển:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /device/status
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ mac: "112233445566",  
newStatus: "running" }
```
- Lấy thông tin của một board điều khiển:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /device/one
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ mac: "112233445566", }
```
 - * Dữ liệu trả về: một đối tượng board điều khiển
- Thêm board điều khiển mới:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /device/add

- * Yêu cầu đăng nhập: có
- * Quyền truy cập: member
- * Dữ liệu gửi lên:


```
{ mac: "112233445566",
        name: "device 1",
        manufacture: "sony",
        status: "no connection", }
```
- Thêm board điều khiển mới:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /device/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:


```
{ mac: "112233445566",
            name: "device 1",
            manufacture: "sony",
            status: "no connection", }
```
- Xóa board điều khiển:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /device/delete
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:


```
{ mac: "112233445566" }
```
- Lịch trình (schedule)
 - Lấy thông tin tất cả lịch trình hiện tại của một mùa vụ:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /schedule/all

- * Yêu cầu đăng nhập: có
- * Quyền truy cập: member
- * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12 }
- * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng lịch trình (schedule)
- Xóa một lịch trình:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /schedule/delete
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12,
scheduleId: 12 }
- Đồng bộ lịch trình hiện tại xuống thiết bị:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /schedule/sync
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12,
mac: "112233445566" }
- Thêm vào một lịch trình cài đặt:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /schedule/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12,

```
actuatorId: 12,  
starttime: 030303,  
endtime: 050505,  
intervaltime: 45,  
delaytime: 5 }
```

- Nguồn dữ liệu (threshold):

- Lấy nguồn dữ liệu mới nhất:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /threshold/newest
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12 }
 - * Dữ liệu trả về: Nguồn dữ liệu cao và thấp mới nhất của mùa vụ hiện tại.
 - Thêm vào một nguồn dữ liệu mới:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /threshold/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ temperatureLower: 23,
temperatureUpper: 25,
humidityLower: 45,
humidityUpper: 50,
ppmLower: 100,
ppmUpper: 200,
lightLower: 1000,
lightUpper: 3000 }

- Actuator (máy bơm, quạt, đèn, ...)
 - Thêm một actuator mới cho board
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /actuator/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ actuator: { status: "off",  
idOnBoard: 12,  
name: "water 1",  
type: "water",  
priority: "Primary" },  
deviceMac: "112233445566" }
```
 - Lấy tất cả các actuator trên board:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /actuator/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ deviceMac: "112233445566" }
```
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng actuator
 - Thay đổi trạng thái của actuator:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /actuator/status
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ Id: 12,  
Status: "on" }
```

- Thay đổi độ ưu tiên của một actuator:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /actuator/priority
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ Id: 12,  
  priority: "Secondary" }
```
- Xóa một actuator:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /actuator/priority
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ Id: 12 }
```
- Bài viết (article)
 - Lấy tất cả các bài viết:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /article/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng article
 - Lấy một bài viết theo ID:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /article/one
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu

- * Dữ liệu trả về: đối tượng article
- Thêm một bài viết mới:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /article/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ content: "content",
  title: "title" }
```
- Xóa một bài viết:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /article/delete
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: mod
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ id: 12 }
```
- Kiểm duyệt bài viết:
 - * Phương thức: PUT
 - * URL: /article/check
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: mod
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ id: 12,
  checked: true }
```
- Bình luận (comment)

- Thêm một bình luận cho bài viết:

- * Phương thức: POST

- * URL: /comment/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ content: "content",
ArticleId: 12 }
- Lấy tất cả các comment trong bài viết:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /comment/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ ArticleId: 12 }
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng comment
- Xóa một comment:
 - * Phương thức: DELETE
 - * URL: /comment/delete
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: mod
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ commentId : 12 }
- Mùa vụ (crop)
 - Lấy tất cả các mùa vụ của một board:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /crop/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member

- * Dữ liệu gửi lên:
{ mac: "112233445566" }
- Lấy một mùa vụ bằng ID:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /crop/one
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12 }
 - * Dữ liệu trả về: một đối tượng crop
- Lấy mùa vụ mới nhất đang chạy trên board:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /crop/newest
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ mac: "112233445566" }
 - * Dữ liệu trả về: một đối tượng crop
- Thêm một mùa vụ mới:
 - * Phương thức: POST
 - * URL: /crop/add
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:
{ DeviceMac: "112233445566",
status: "pending",
name: "crop 1",
startdate: "12-20-2017 05:00:00",

```
closedate: "01-20-2017 05:00:00",
treetype: "salad",
reporttime: 60 }
```

– Xóa một mùa vụ:

- * Phương thức: DELETE
- * URL: /crop/delete
- * Yêu cầu đăng nhập: có
- * Quyền truy cập: member
- * Dữ liệu gửi lên:
{ cropId: 12 }

– Thay đổi thông tin mùa vụ:

- * Phương thức: PUT
- * URL: /crop/edit
- * Yêu cầu đăng nhập: có
- * Quyền truy cập: member
- * Dữ liệu gửi lên:
{ name: "crop 1",
startdate: "12-20-2017 05:00:00",
closedate: "01-20-2017 05:00:00",
treetype: "salad",
reporttime: 60 }

– Thay đổi chế độ chia sẻ:

- * Phương thức: PUT
- * URL: /crop/share
- * Yêu cầu đăng nhập: có
- * Quyền truy cập: member
- * Dữ liệu gửi lên:
{ Id: 12,
share: true }

- Tìm mùa vụ:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /crop/search
 - * Yêu cầu đăng nhập: không
 - * Quyền truy cập: không yêu cầu
 - * Dữ liệu gửi lên:

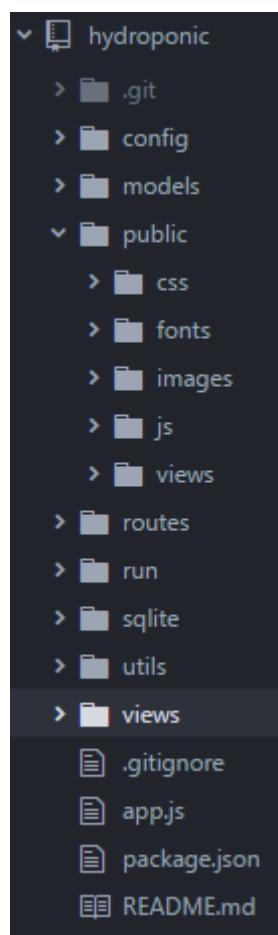
```
{ tree: "salad",  
month: 12 }
```

- Dữ liệu cảm biến (data):

- Lấy tất cả dữ liệu từ board gửi lên :
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /data/all
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ cropId: 12 }
```
 - * Dữ liệu trả về: mảng các đối tượng data.
- Lấy dữ liệu mới nhất:
 - * Phương thức: GET
 - * URL: /data/newest
 - * Yêu cầu đăng nhập: có
 - * Quyền truy cập: member
 - * Dữ liệu gửi lên:

```
{ cropId: 12 }
```
 - * Dữ liệu trả về: đối tượng data.



Hình 114: Cây thư mục mã nguồn.

4.2.3 Cấu trúc thư mục

Server được tổ chức theo mô hình MVC với các thư mục chính:

- models: chứa các model cho các đối tượng tương ứng trong database.
 - routes: controller tiếp nhận các request và xử lý.
 - views : các file html hiển thị.

Ngoài ra, các thư mục khác:

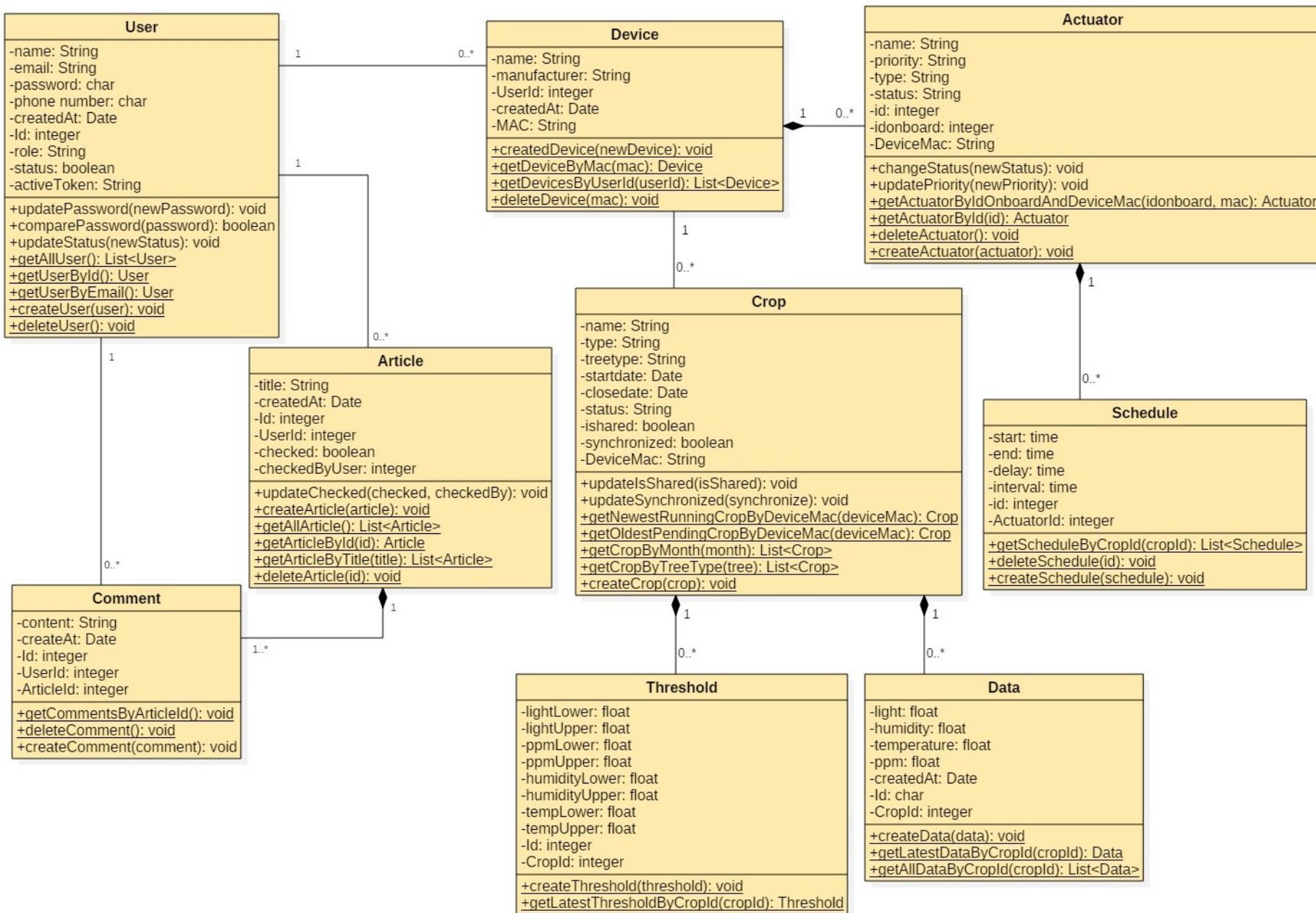
- config: thiết lập thông tin database khi kết nối.
 - public: chứa mã css, javascript, angularjs, images, các thư viện front-end cần dùng.
 - run: cấu hình cho server như port,...

- utils: các file chứa hàm hỗ trợ.
- file app.js: file server chính.
- file package.json: các gói hỗ trợ trong ứng dụng dành cho nodejs.

4.2.4 Xây dựng database

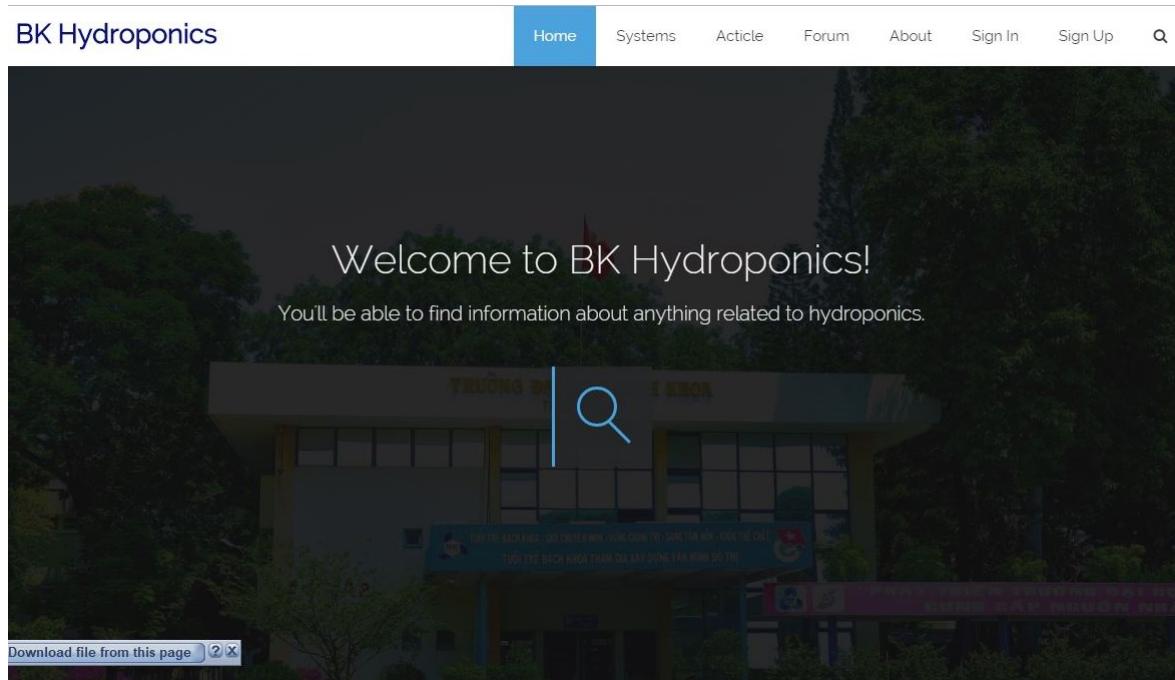
Sử dụng Sequelize để hiện thực database giống như sơ đồ sau. Chú thích các đối tượng trong sơ đồ lớp:

- User: người sử dụng.
- Device: board điều khiển.
- Article: bài viết do người dùng viết.
- Comment: bình luận trong bài viết.
- Crop: một mảng vụ.
- Threshold: ngưỡng dữ liệu.
- Data: dữ liệu cảm biến từ board điều khiển gửi lên.
- Actuator: các thiết bị máy bơm, quạt, đèn.
- Schedule: lịch trình hoạt động của mỗi actuator.



Hình 115: Thiết kế sơ đồ lớp.

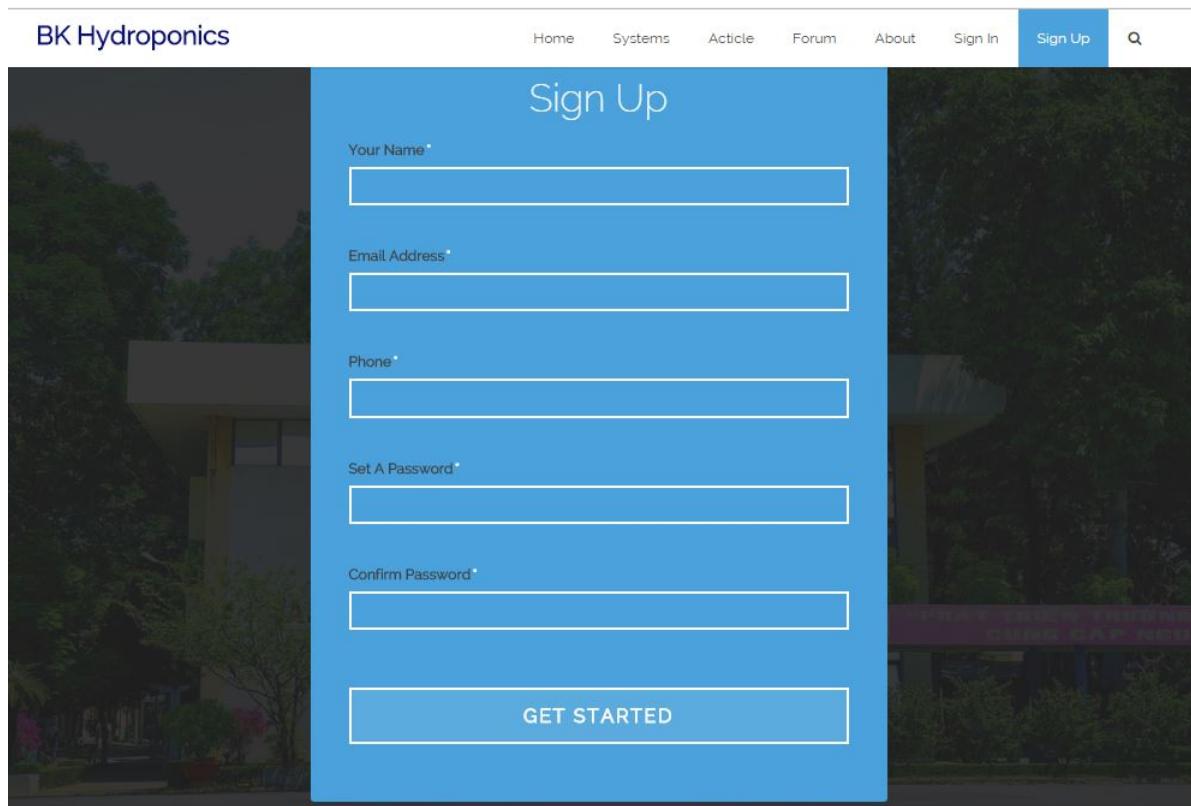
4.2.5 Một số hình ảnh



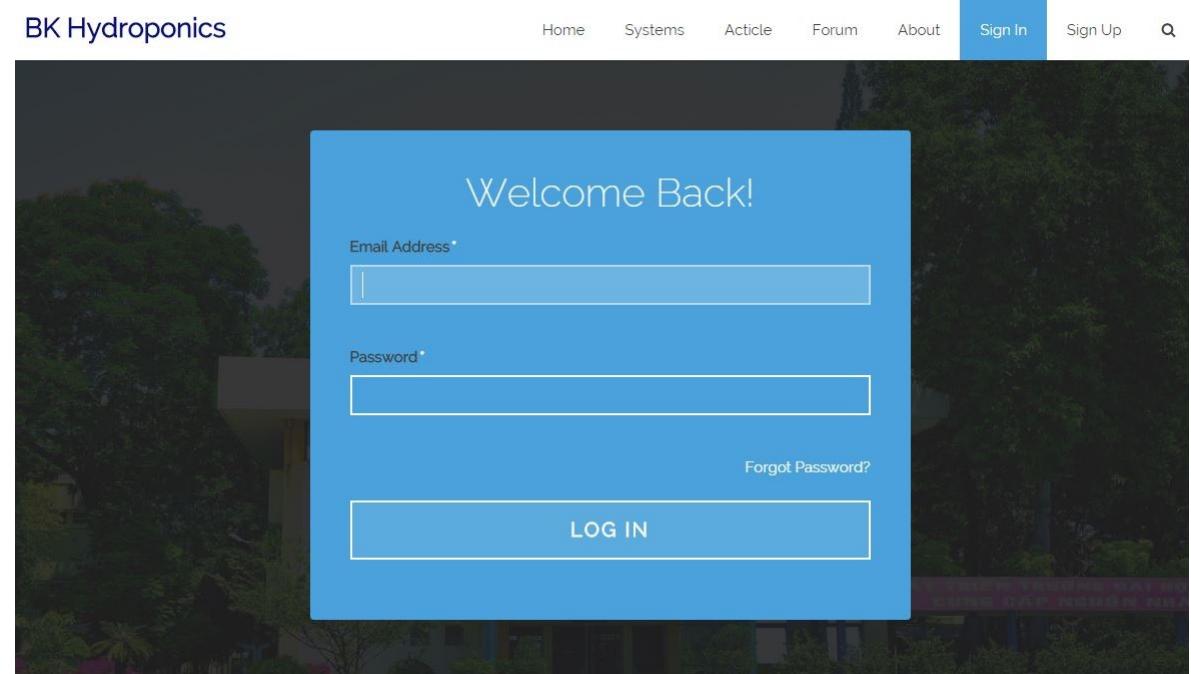
Hình 116: Trang chủ.

The screenshot shows the search page of the BK Hydroponics website. The top navigation bar is identical to the homepage. The main search interface has fields for "Tree name" and "Month", both with dropdown menus and toggle switches. A "SEARCH" button is located below these fields. Below the search interface, a section titled "Top crops" displays a table with columns for User, Crop Name, Type, Tree Type, and Rating. The "Top Rating" tab is selected in the table header.

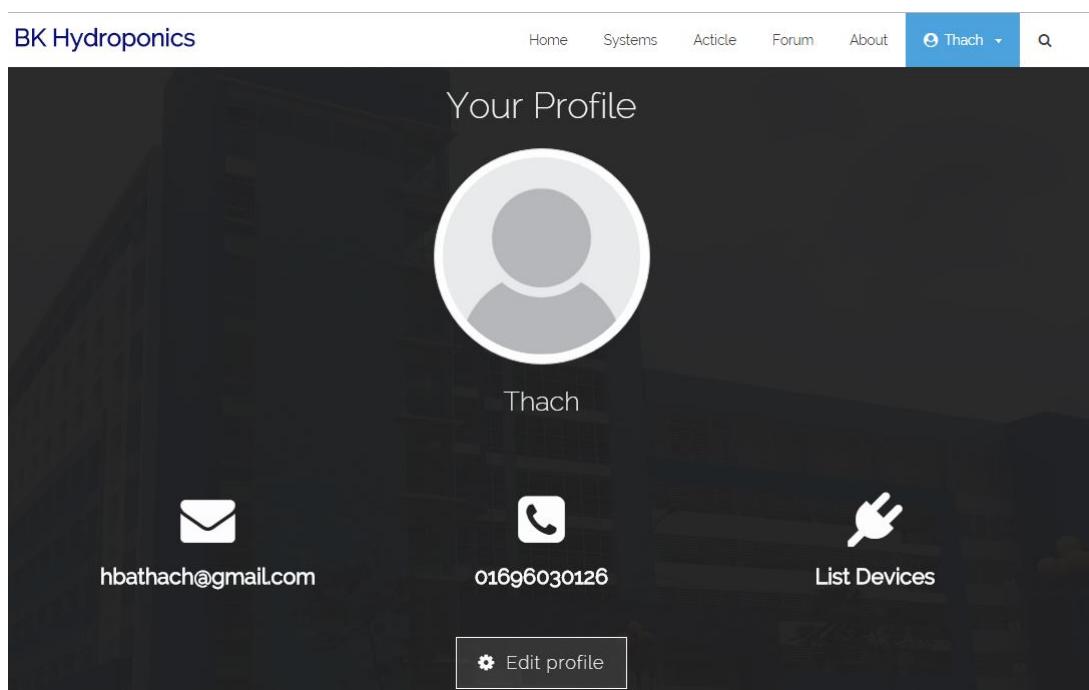
Hình 117: Trang tìm kiếm mùa vụ.



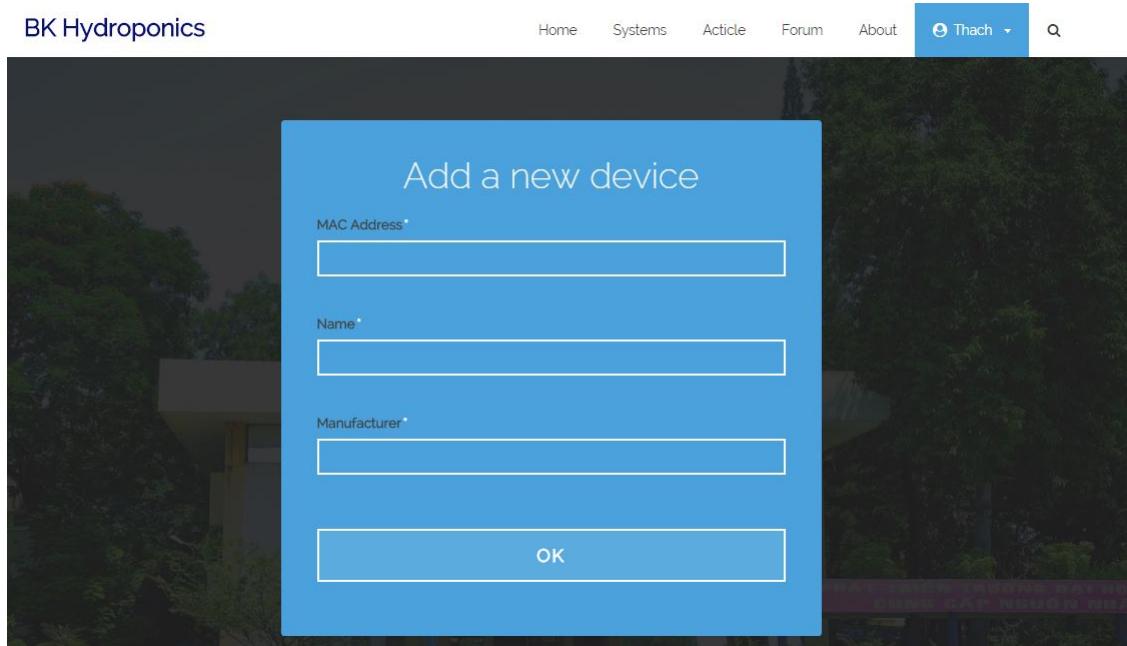
Hình 118: Trang đăng ký.



Hình 119: Trang đăng nhập.



Hình 120: Trang cá nhân.



Hình 121: Thêm một board mới.

YOUR DEVICES

List of your devices.

No.	MAC Address	Device Name	Installation Date	Status	Remarks	Operation
1	223344556677	smart device 22	13-12-2017 10:35:22	stop	sony	

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous 1 Next

[Add new device](#)

Hình 122: Danh sách các board điều khiển.

Details of your device: **112233445566**

List relays

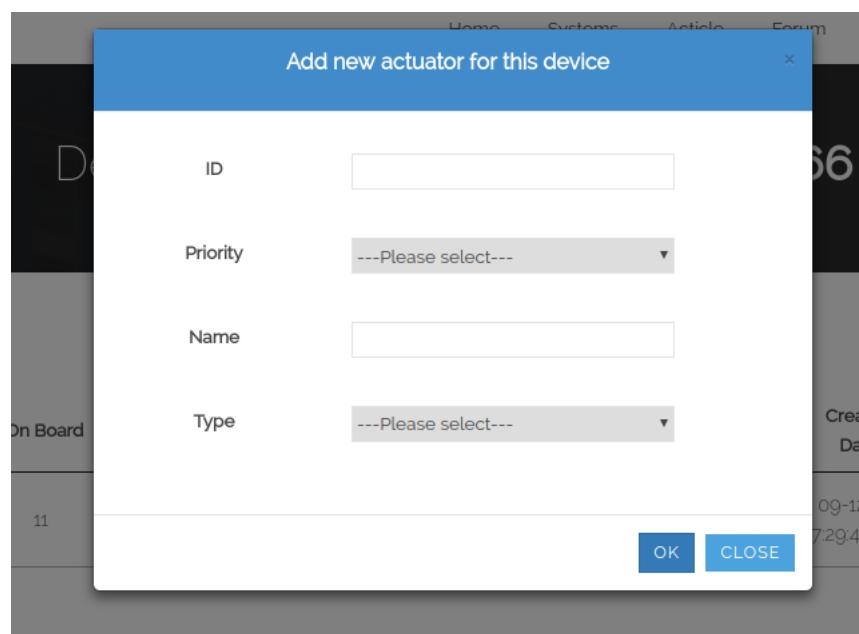
No.	ID On Board	Name	Type	Priority	Status	Created Date	Operation
1	11	water 1	Water	Primary	on	09-12-2017 17:29:47 +0700	

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous 1 Next

[New Relay](#)

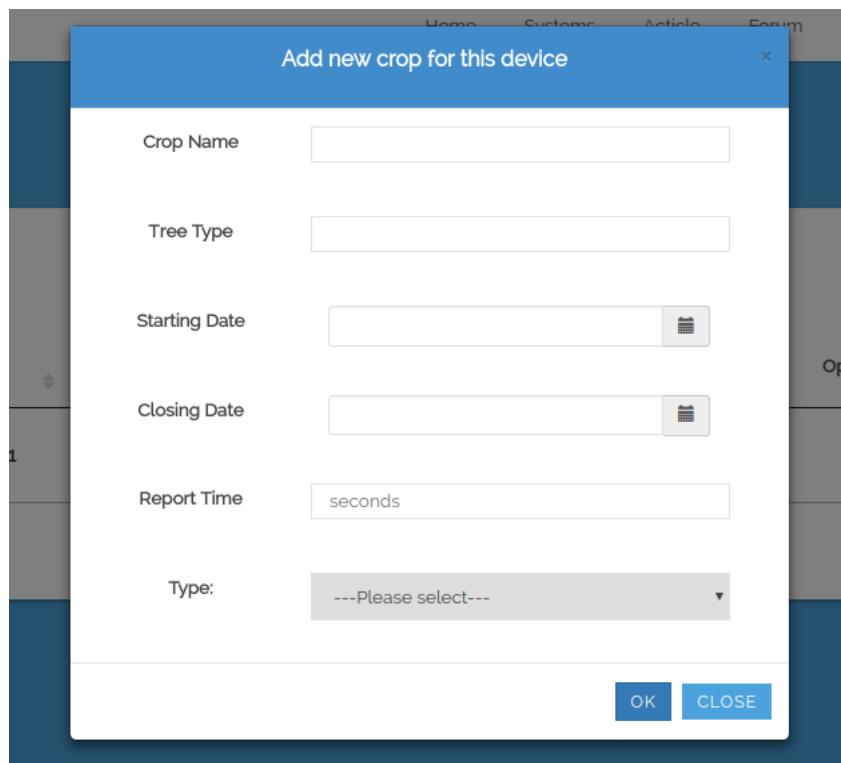
Hình 123: Danh sách các actuator của một board.



Hình 124: Thêm một actuator.

List of crops								
List of crops of your device: 112233445566								
No.	Crop Name	Type of Hydroponics	Tree Type	Start Date	End Date	Status	Operation	Share
1	crop 1	aeroponics	salad	10-12-2017 15:51:00	31-12-2017 15:51:00	running		
Showing 1 to 1 of 1 entries								
 Add new crop								

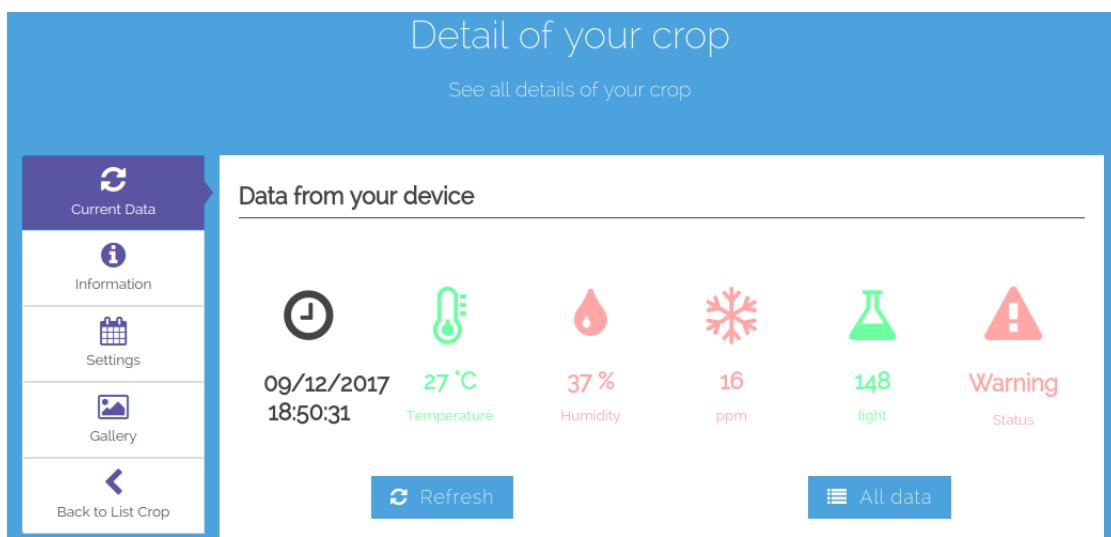
Hình 125: Danh sách các mùa vụ.



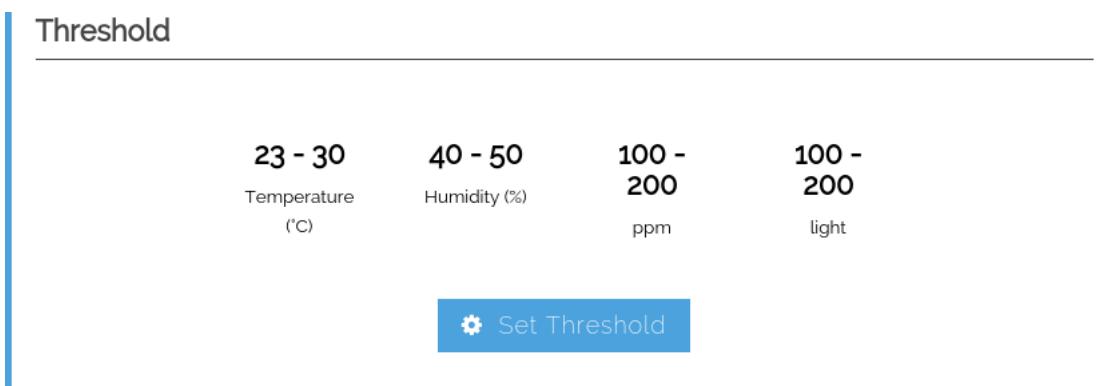
Hình 126: Thêm một mùa vụ.

Overview information	
MAC	112233445566
Crop name	crop 1
Hydroponics type	aeroponics
Tree type	salad
Start date	10-12-2017 15:51:00
End date	31-12-2017 15:51:00
Report delay time (s)	20 seconds

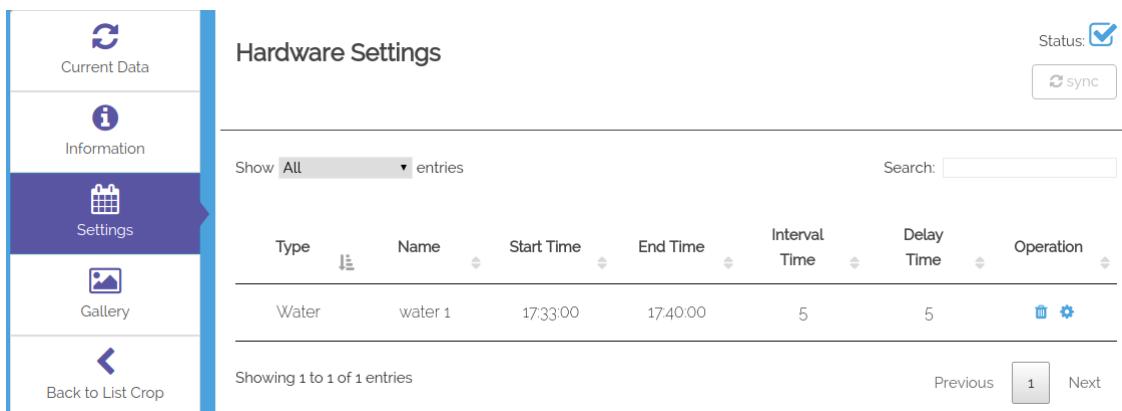
Hình 127: Thông tin mùa vụ.



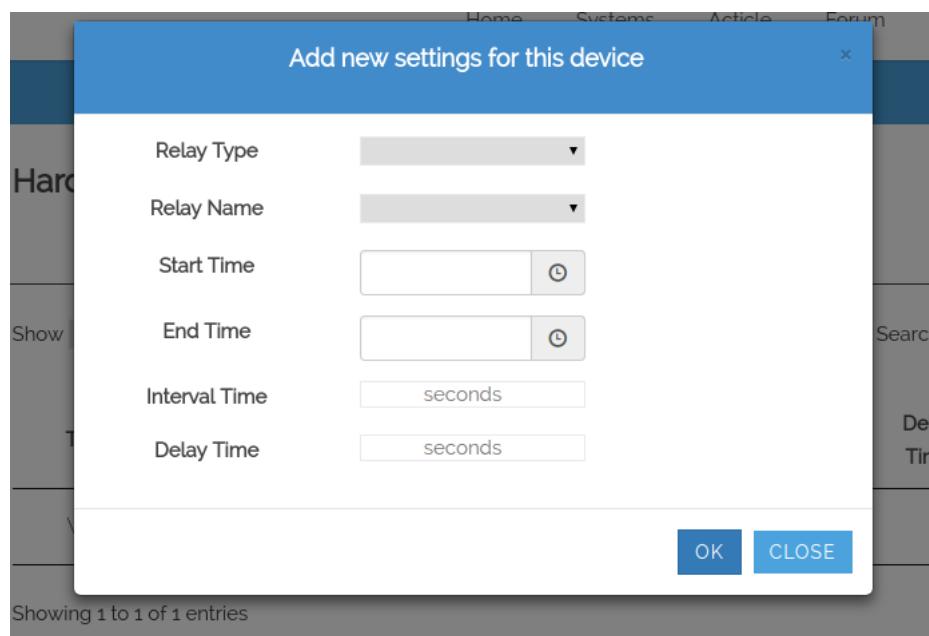
Hình 128: Chi tiết mùa vụ.



Hình 129: Ngưỡng dữ liệu.



Hình 130: Lịch trình hoạt động của các actuator.



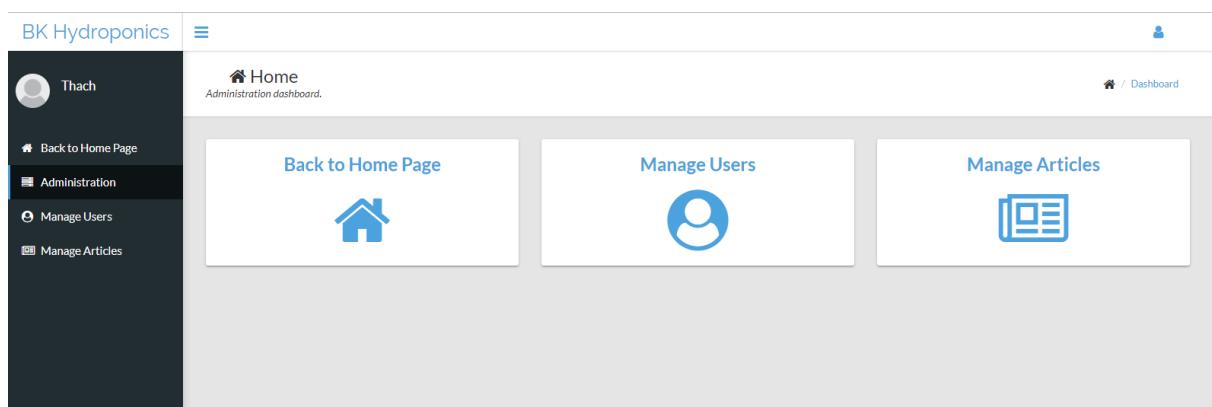
Hình 131: Thêm lịch trình cho actuator.

CATEGORIES

- Thông báo**
Các thông báo của ban quản trị
- Hỏi đáp**
Đặt câu hỏi và giải đáp các thắc mắc
- Chia sẻ**
Các bài viết chia sẻ kinh nghiệm
- Góc kỹ thuật**
Trao đổi các kỹ thuật trồng rau

Powered by NodeBB | Contributors

Hình 132: Trang forum.



Hình 133: Trang quản lý dành cho administrator/moderator.

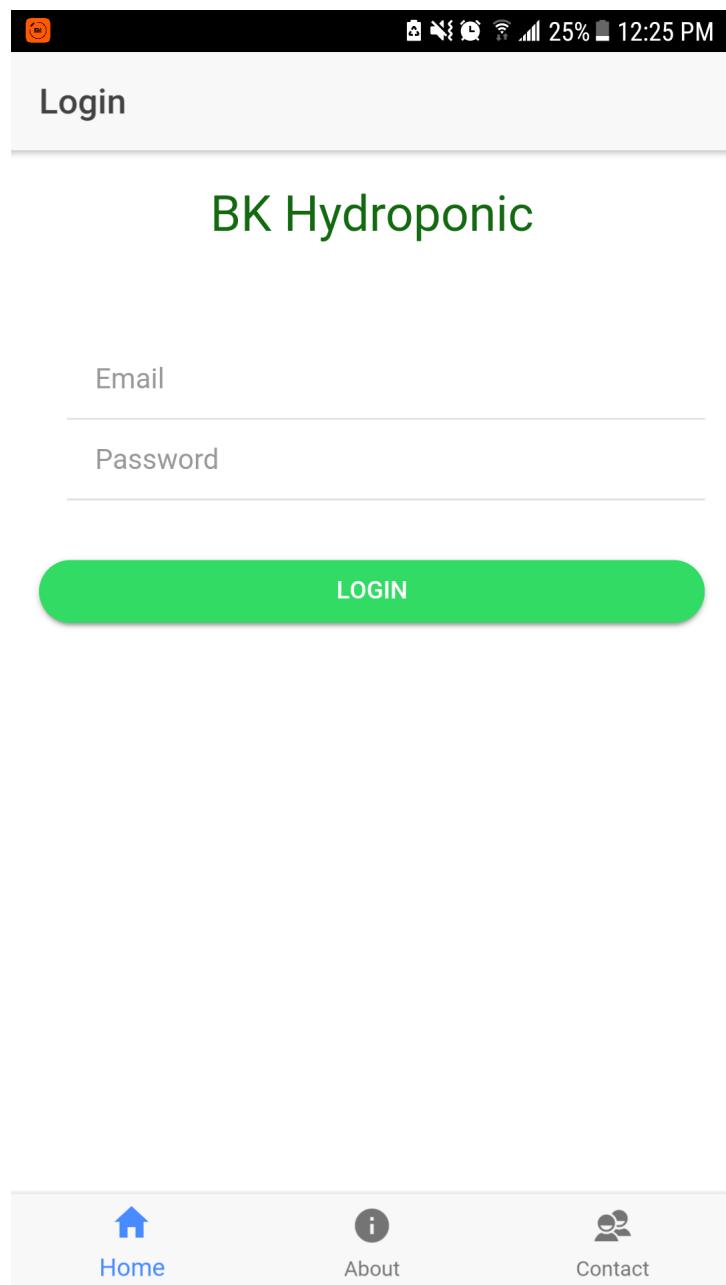
4.3 Ứng dụng di động

4.3.1 Môi trường phát triển

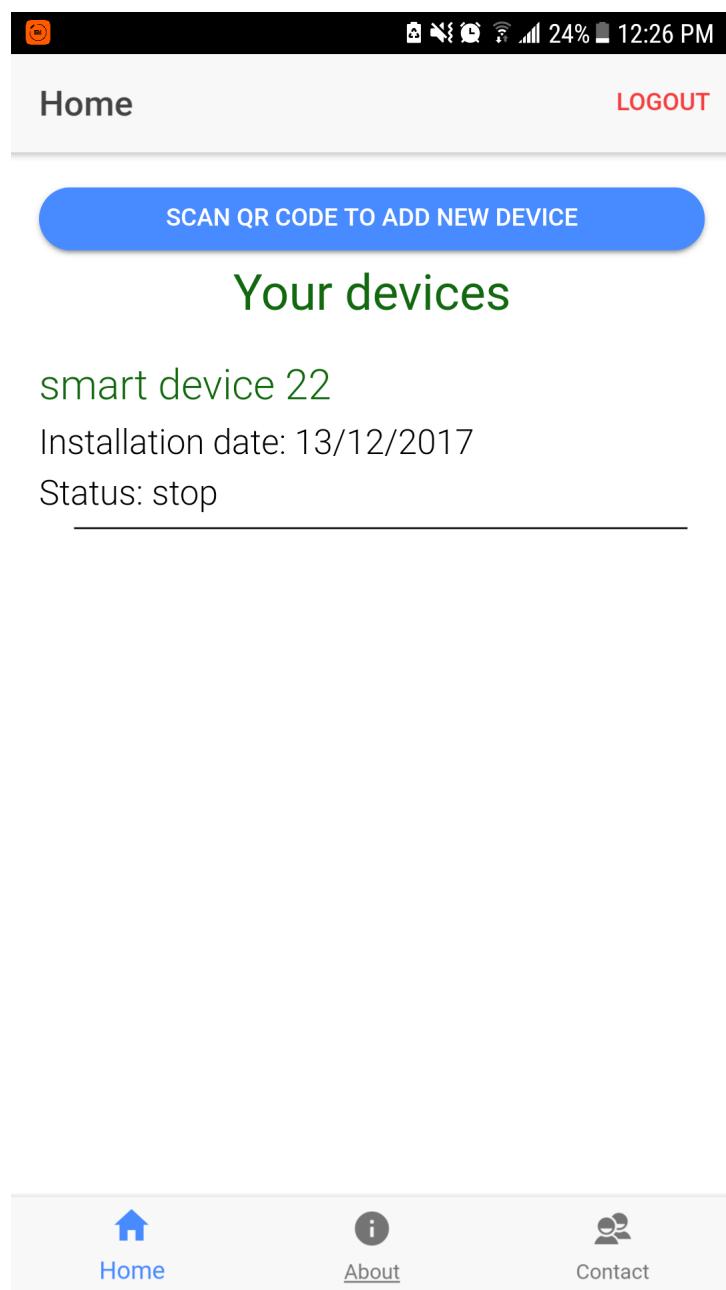
Các môi trường và công cụ để phát triển ứng dụng di động:

- Hệ điều hành Manjaro.
- Angular 4.4.3.
- Ionic 2.
- Visual studio code.
- Android sdk 16 (hỗ trợ từ android 4.1 trở lên).
- Genymotion 2.11.0 để kiểm thử ứng dụng.

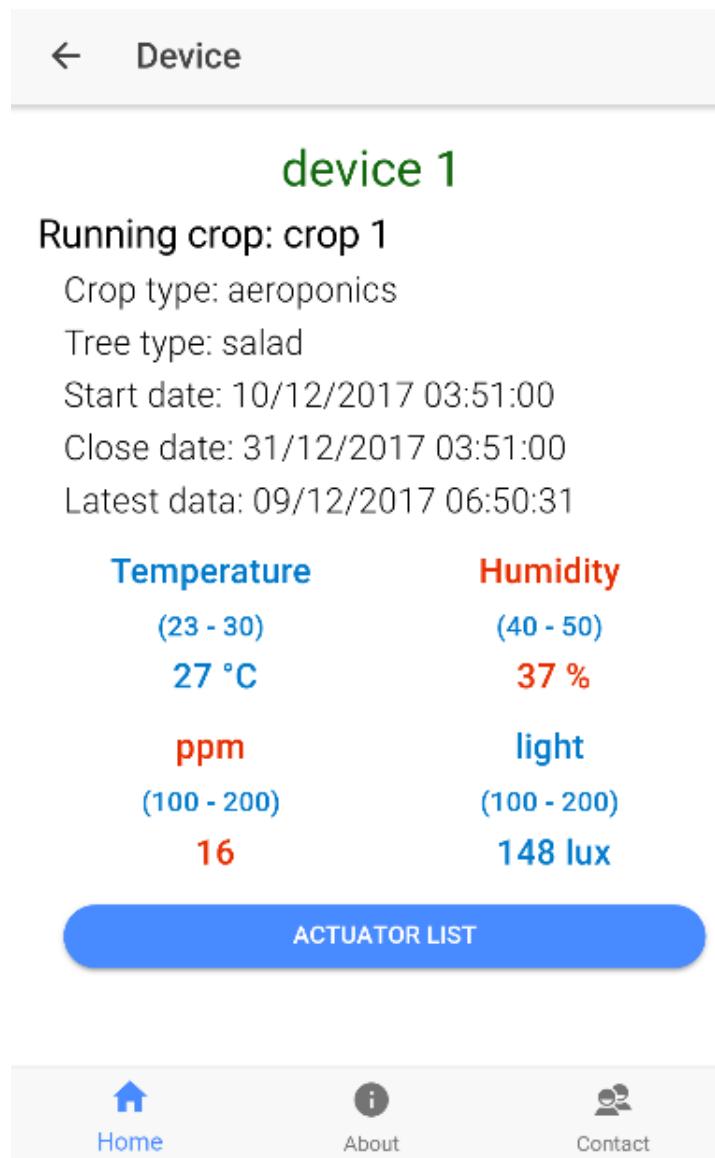
4.3.2 Một số hình ảnh



Hình 134: Trang đăng nhập.



Hình 135: Trang chủ sau khi đăng nhập.



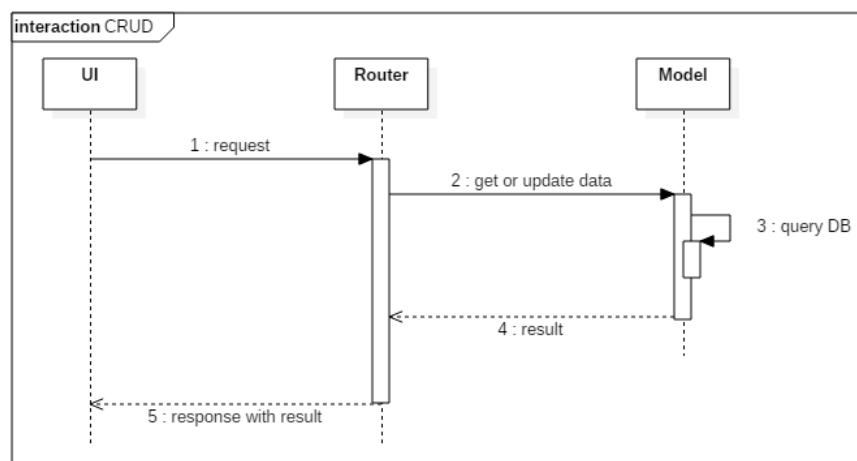
Hình 136: Thông tin mùa vụ và dữ liệu.

Type	Name	Priority	Active
Water	water 1	Primary	Active

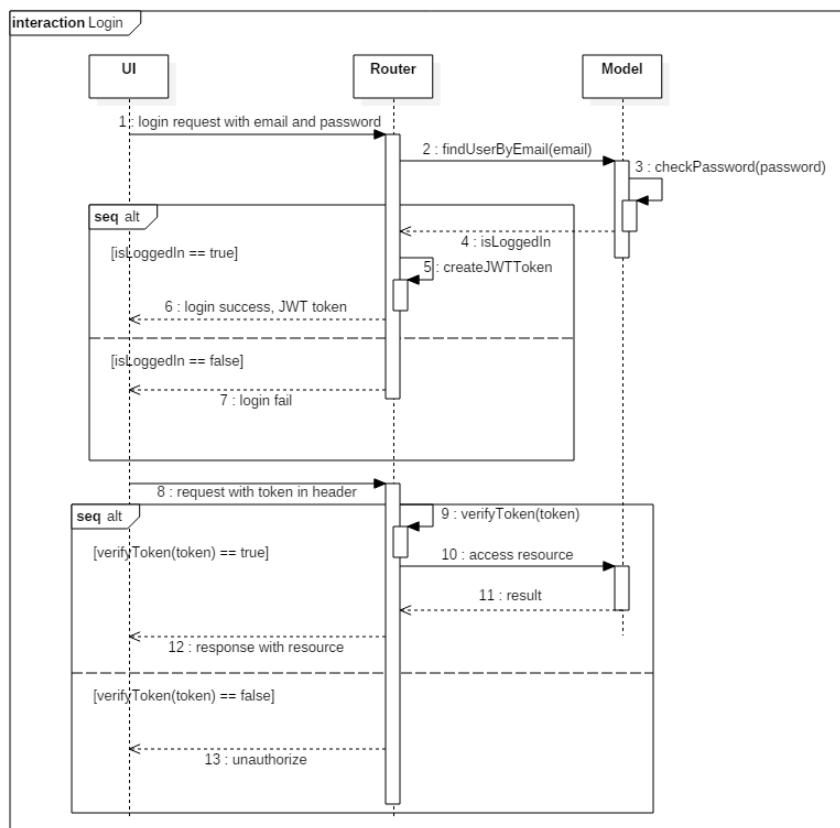
Hình 137: Danh sách các actuator.

4.4 Tương tác hệ thống

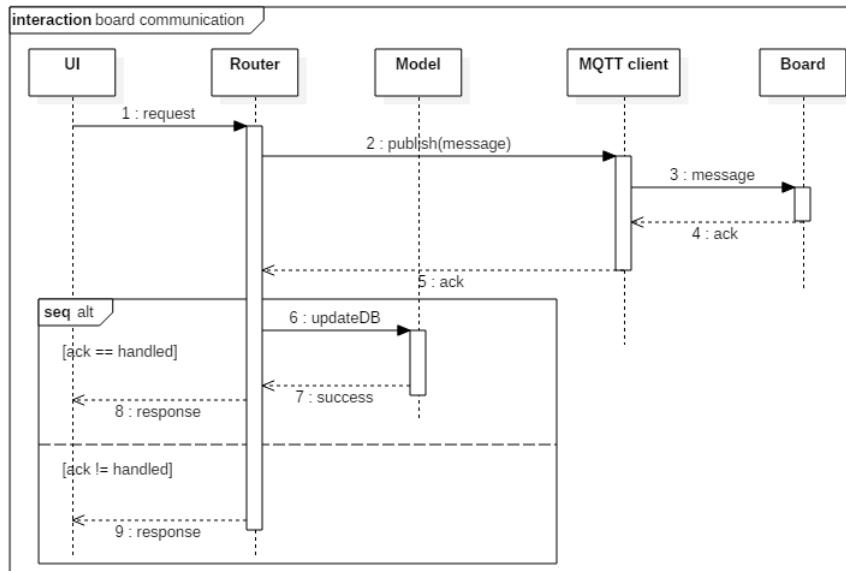
Các biểu đồ tuần tự sau sẽ thể hiện sự tương tác giữa người dùng và hệ thống:



Hình 138: Nhóm các thao tác CRUD.



Hình 139: Thao tác đăng nhập vào hệ thống sử dụng JWT.



Hình 140: Nhóm các thao tác tương tác với board điều khiển.

Toàn bộ các gói tin truyền giữa board điều khiển và web server đều được mã hóa XXTEA.

5 KIỂM THỬ HỆ THỐNG

5.1 Web server

Web server được triển khai trên cloud Google engine ở địa chỉ <http://35.198.199.4:3210/>. Các tính năng CRUD trên các đối tượng User, Article, Comment, Device, Crop, Actuator, Schedule, Threshold hoạt động ổn định.

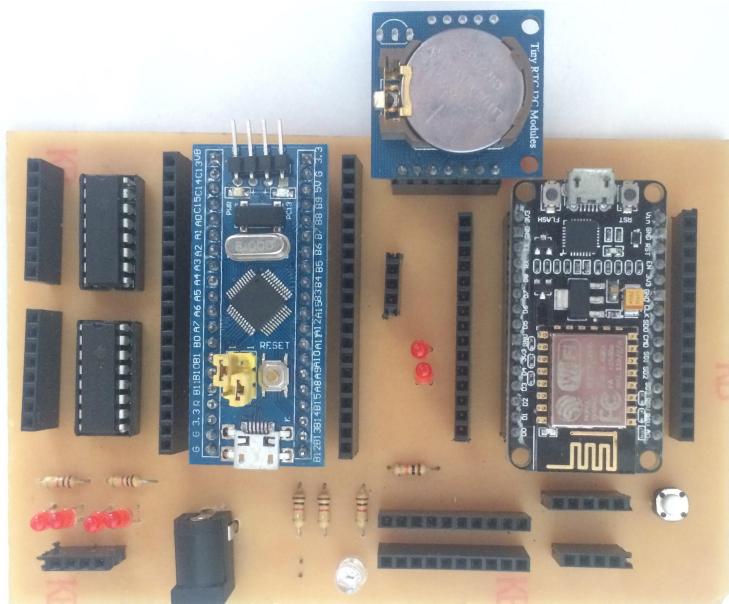
5.2 Ứng dụng di động

Ứng dụng được kiểm thử trên máy ảo google nexus 5 chạy android 6.0 của Genymotion và máy thật samsung galaxy note 5 chạy android 7.0. Các chức năng đăng nhập, hiển thị thông tin và điều khiển các actuator hoạt động ổn định.

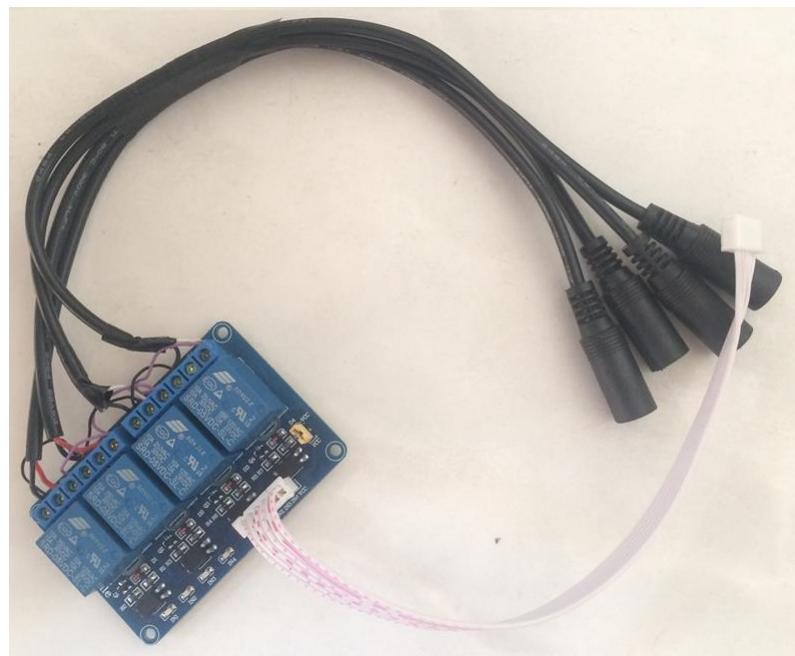
5.3 Board điều khiển

5.3.1 Thiết bị

- Prototype:



Hình 141: Board prototype.



Hình 142: Relay prototype.

- Đóng hộp:

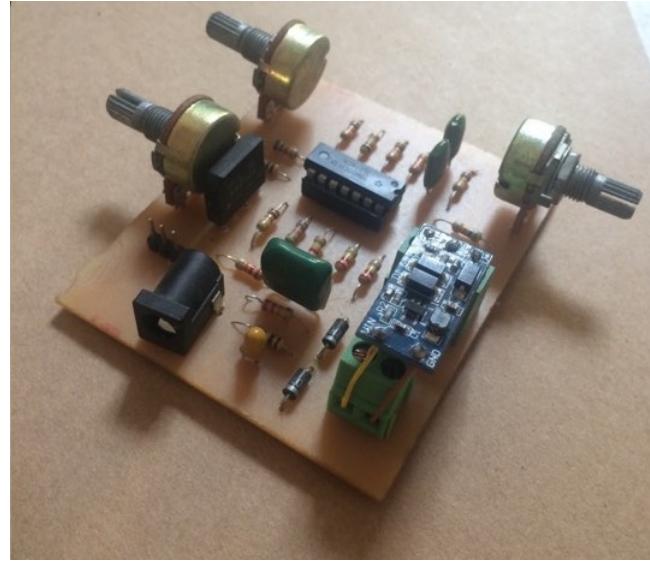


Hình 143: Đóng hộp.

5.3.2 Các chức năng

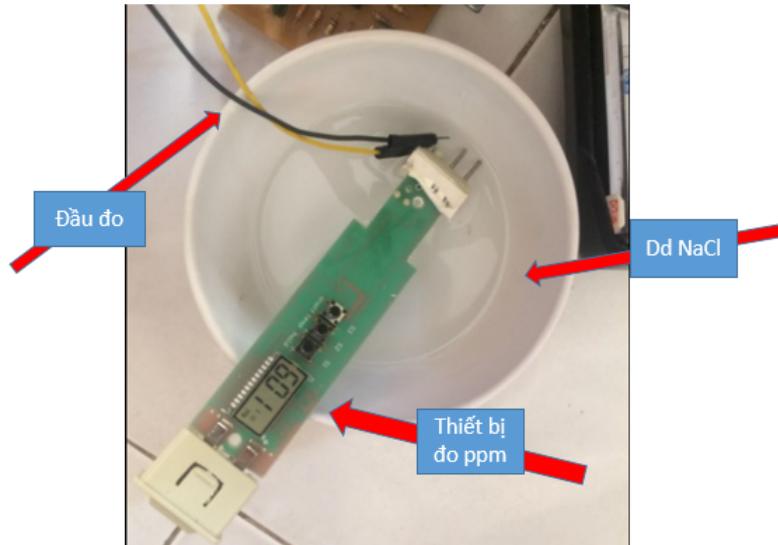
- Mạch đo chức năng PPM.

– Prototype:

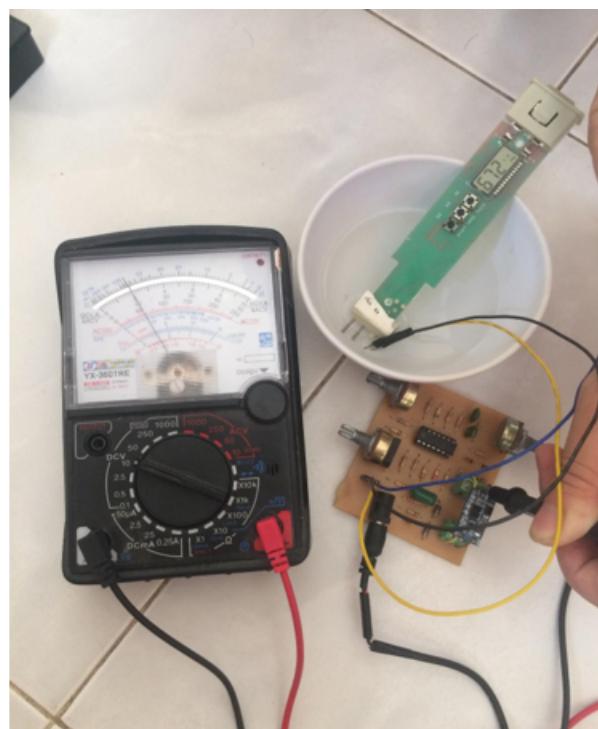


Hình 144: PPM prototype.

– Tiến hành đo:



Hình 145: Đo ppm dung dịch muối ăn 1.

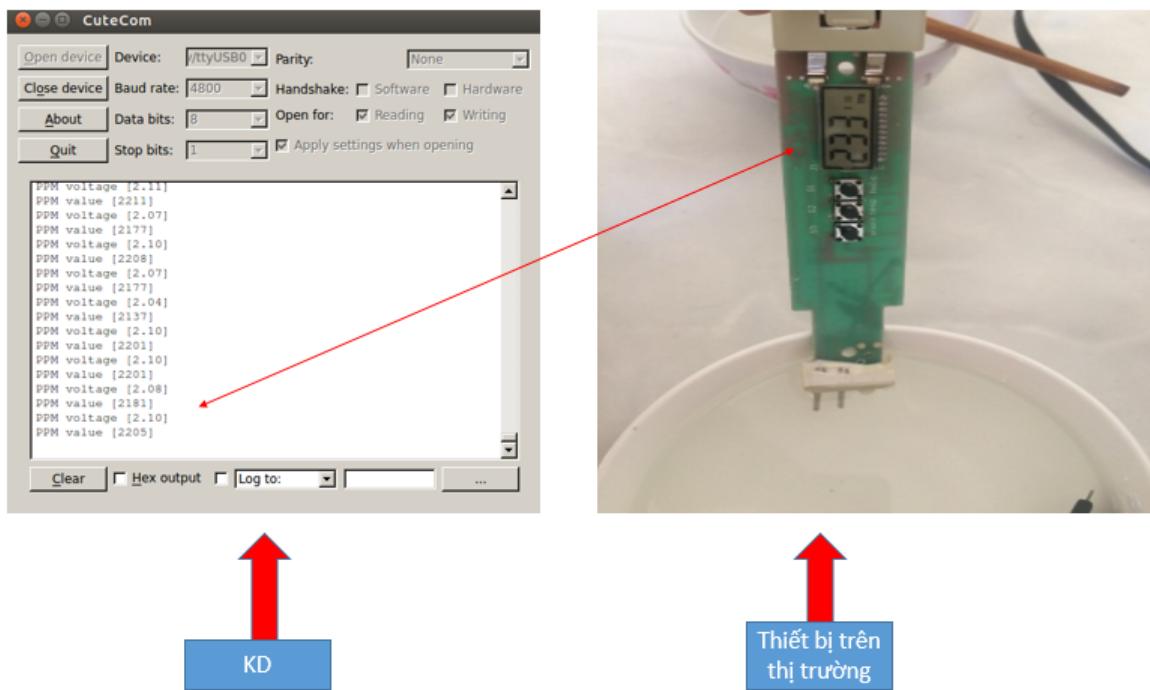


Hình 146: Đo ppm dung dịch muối ăn 2.

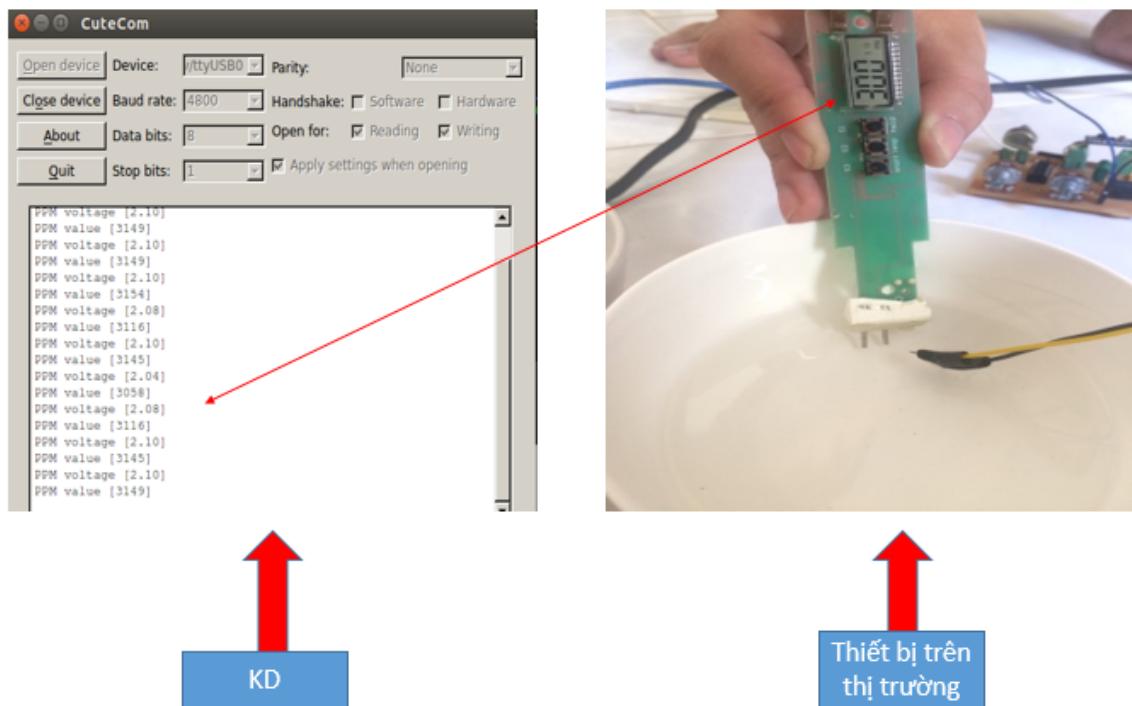


Hình 147: Đo ppm dung dịch muối ăn 3.

– Kết quả:



Hình 148: Kết quả đo ppm 1.



Hình 149: Kết quả đo ppm 2.

Các chức năng đã hoạt động ổn định:

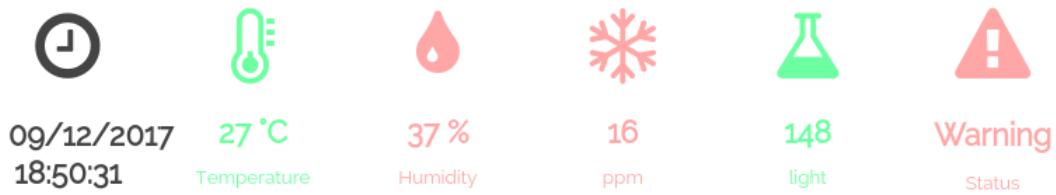
- Thu thập dữ liệu cảm biến:
 - Đọc dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm.
 - Đọc dữ liệu ánh sáng.
 - Đọc dữ liệu ppm.
 - Định thời.
- Điều khiển các actuators:
 - Đọc thời gian thực.
 - Hoạt động theo schedule.
 - Lưu trữ trạng thái các actuator vào EEPROM.
 - Tải lại trạng thái các actuator từ EEPROM.
 - Đèn báo tín hiệu các actuator.
- Giao tiếp với webserver:
 - Protocol hoạt động đúng.
 - Protocol MQTT truyền nhận đúng.
- Cấu hình wifi, mqtt:
 - Chuyển chế độ từ Station sang Access Point.
 - Webserver hoạt động ổn định.
 - Lưu trữ các thông số sau khi cấu hình vào EEPROM.
 - Tải lại các thông số sau khi reset.

5.4 Kết nối giữa ứng dụng web và board điều khiển

5.4.1 Dữ liệu nhận từ cảm biến

Hệ thống tiếp nhận, xử lý và hiển thị các thông số môi trường, đồng thời hiển thị trạng thái dữ liệu nếu dữ liệu vượt ngưỡng định trước

Data from your device



Hình 150: Dữ liệu gửi lên từ cảm biến.

5.4.2 Điều khiển các actuator

Tại thời điểm làm bản báo cáo, hệ thống mới chỉ được kiểm thử điều khiển bật tắt các relay theo lịch trình. Sắp tới nhóm sẽ kiểm thử trên các actuator và mô hình cây trồng thực tế trước khi hoàn thiện báo cáo và đưa ra phản biện.

6 TỔNG KẾT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1 Tổng kết

6.1.1 Kết quả đạt được

- Web server API và web app:

Sử dụng Nodejs và Angularjs hiện thực thành công các chức năng:

- Cung cấp hệ thống API cho web app và mobile app.
- Phân quyền người dùng: member, mod và admin.
- Vẽ đồ thị theo dõi các thông số môi trường.
- Giao tiếp với board điều khiển thông qua hệ thống giao thức đã thiết kế.

- Mobile app:

Sử dụng framework Ionic 2 hiện thực thành công các chức năng:

- Đăng nhập
- Xem danh sách các board điều khiển.
- Quét mã QR để nhanh chóng thêm board điều khiển mới.
- Giám sát thông tin môi trường.
- Theo dõi các actuator và điều khiển bật, tắt chúng.

- Board điều khiển

- Mạch đo chức năng PPM.
- Thu thập dữ liệu cảm biến:

- * Đọc dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm.
- * Đọc dữ liệu ánh sáng.
- * Đọc dữ liệu ppm.
- * Định thời.

- Điều khiển các actuator:

- * Đọc thời gian thực.
- * Hoạt động theo schedule
- * Lưu trữ trạng thái các actuator vào EEPROM.
- * Tải lại trạng thái các actuator từ EEPROM.
- * Đèn báo tín hiệu các actuator.
- Giao tiếp với webserver:
 - * Protocol hoạt động đúng.
 - * Protocol Mqtt truyền nhận đúng.
- Cấu hình wifi, mqtt:
 - * Chuyển chế độ từ Station sang Access Point.
 - * Webserver hoạt động ổn định.
 - * Lưu trữ các thông số sau khi cấu hình vào EEPROM.
 - * Tải lại các thông số sau khi reset.

6.1.2 Những hạn chế của hệ thống

- Thiết bị đo ppm còn sai số cao so với những dung dịch có giá trị ppm lớn.
- Giao diện web còn nhiều điểm chưa thuận tiện cho người dùng.
- Mới dừng ở mức cảnh báo khi các thông số vượt ngưỡng.
- Chưa hiện thực hoàn chỉnh giao thức giao tiếp giữa board điều khiển và web server đã thiết kế.

6.1.3 Thuận lợi, khó khăn trong quá trình thực hiện đề tài

Thuận lợi

- Được sự hỗ trợ về kinh phí và kiến thức từ giáo viên hướng dẫn.

Khó khăn

- Dành nhiều thời gian để tìm hiểu các công nghệ mới.
- Dành nhiều thời gian cho việc hiện thực, chưa có nhiều thời gian để thử nghiệm hệ thống.
- Thiếu các thiết bị di động để thử nghiệm ứng dụng di động trên nhiều nền tảng khác nhau.
- Khó khăn trong việc tìm thiết kế và hiện thực giao thức giao tiếp, gửi nhận các gói tin giữa board điều khiển và web api.

6.1.4 Kiến thức thu thập được

- Có được những hiểu biết nhất định về thủy canh.
- Học hỏi được các công nghệ mới như Nodejs, Angularjs, Angular 2, Ionic.
- Biết thêm về các giao thức thường dùng trong IoT.
- Rèn luyện các kỹ năng thiết kế phần mềm, thiết kế CSDL đã học.

6.2 Hướng phát triển cho tương lai

6.2.1 Ứng dụng web

- Nghiên cứu kỹ hơn về ảnh hưởng của các nhân tố môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, pH, ppm, ánh sáng, oxy) đến sự phát triển của các loại cây phổ biến trong từng thời kỳ, từ đó đưa ra các giải pháp tự động hóa việc chăm sóc cho từng giai đoạn phát triển của cây.
- Người dùng có thể upload ảnh đại diện, upload ảnh về các mùa vụ mà mình đang trồng và chia sẻ nó.
- Cho phép người dùng xuất ra các file setting của một mùa vụ nào đó và chia sẻ nó, người dùng khác có thể nạp file đó vào profile của mình và chạy trên thiết bị.

- Khắc phục thời gian chờ gói tin ACK từ board điều khiển bằng cách thiết lập một khoảng thời gian nhất định cho việc chờ gói tin ACK. Quá khoảng thời gian đó thì phản hồi về cho website là gói tin không đến được board điều khiển.
- Xây dựng giao diện đa ngôn ngữ, có thể chuyển đổi qua lại.
- Cải thiện hơn về giao diện.

6.2.2 Ứng dụng di động

- Cải thiện hơn về giao diện.
- Xây dựng kênh tin tức trên ứng dụng.

6.2.3 Board điều khiển

- Hoàn thiện mạch chức năng ppm.
- Hoàn thiện board điều khiển.
- Phát triển mô hình, tiến hành thử nghiệm thực tế.

6.3 Quá trình làm việc của nhóm

Công việc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tìm hiểu về thủy canh, các loại thủy canh và cách hoạt động của mỗi loại	x														
Tìm hiểu Nodejs		x	x												
Tìm hiểu Angularjs			x	x											
Thiết kế database (thiết kế, bổ sung)			x	x	x	x	x	x	x						
Thiết kế protocol (thiết kế, bổ sung)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Xây dựng server API (xây dựng, cập nhật, sửa lỗi)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Xây dựng front-end (xây dựng, cập nhật, sửa lỗi)			x	x	x	x	x	x							
Tìm hiểu angular 2, framework ionic 2								x	x						
Xây dựng ứng dụng di động (xây dựng, cập nhật, sửa lỗi)								x	x	x	x	x			
Viết báo cáo											x	x	x		

Bảng 37: Bảng công việc của Huỳnh Bá Thạch.

Công việc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tìm hiểu về thủy canh, các loại thủy canh và cách hoạt động của mỗi loại	x	x													
Tìm hiểu về các ứng dụng IoT và các giao thức dùng cho IoT	x	x	x												
Tìm hiểu Nodejs và Angularjs		x	x	x	x										
Thiết kế database (thiết kế, bổ sung)		x	x	x	x	x	x								
Tìm hiểu và thiết kế xây dựng giao diện ứng dụng web (thiết kế, xây dựng, cập nhật)			x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Xây dựng server API (xây dựng, cập nhật, sửa lỗi)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Xây dựng front-end (xây dựng, cập nhật, sửa lỗi)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Viết báo cáo												x	x	x	x

Bảng 38: Bảng công việc của Tạ Chí Tây.

Công việc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Định hình công việc	x														
Tìm hiểu kiến thức về máy đo ppm	x	x													
Thử nghiệm mô phỏng, schematic mạch đo ppm		x	x	x											
Thiết kế prototype, làm mạch, thử nghiệm máy đo ppm			x	x	x		x	x							
Tìm hiểu gitlab, xây dựng cấu trúc project					x	x	x								
Thiết kế, hiện thực chức năng web-server trên board Node MCU					x	x	x	x	x						
Thiết kế prototype, schematic và PCB cho board điều khiển					x	x	x	x							
Thiết kế, thực hiện mô hình thử nghiệm							x	x	x	x					
Viết báo cáo									x	x	x	x	x		

Bảng 39: Bảng công việc của Nguyễn Lê Minh Khôi.

Công việc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Định hình công việc	x														
Tìm hiểu, thử nghiệm Arduino	x	x	x												
Tìm hiểu, thử nghiệm Arm, Mbed		x	x	x											
Tìm hiểu gitlab, cấu trúc project			x	x	x										
Thiết kế phần mềm			x	x											
Hiện thực thiết kế tái thiết kế				x	x	x	x	x	x	x					
Hiện thực mô hình thử nghiệm									x	x	x	x			
Chạy thử mô hình										x	x	x	x		
Viết báo cáo								x	x	x	x	x	x	x	x

Bảng 40: Bảng công việc của Nguyễn Dinh Dũng.

Tài liệu

- [1] Wikipedia, *Internet Vạn Vật*, https://vi.wikipedia.org/wiki/Internet_Vạn_Vật.
- [2] Wikipedia, *Thủy canh*, https://vi.wikipedia.org/wiki/Thủy_canh
- [3] hachi.com.vn, *Chi số EC và TDS – Hai chỉ số quan trọng trong thủy canh*, <http://hachi.com.vn/chi-so-ec-va-tds-yeu-to-quan-trong-nhat-trong-thuy-canh/> [Online; Lastest updated on 06 Sept 2017]
- [4] codehub.vn, *RESTful Web Services Là Gì?*, <https://www.codehub.vn/RESTful-Web-Services-La-Gi>
- [5] Freetuts.net, *JSON là gì? Cấu trúc chuỗi JSON*, <https://freetuts.net/json-la-gi-cau-truc-chuoi-json-236.html> [Online; Posted on 06 Dec 2014]
- [6] Vietjack (2015), *Nodejs là gì?*, http://vietjack.com/nodejs/nodejs_la_gi.jsp [Online; Lastest updated in 2017]
- [7] Freetuts.net, *Tổng quan về AngularJS*, <https://freetuts.net/tong-quan-ve-angularjs-200.html> [Online; Posted on 14 Nov 2014]
- [8] EnvatoTuts+, *Giới thiệu Ionic 2*, <https://code.tutsplus.com/vi/articles/introduction-to-ionic-2--cms-28193> [Online; Posted on 22 Feb 2017]
- [9] Wikipedia, *TypeScript*, <https://vi.wikipedia.org/wiki/TypeScript> [Online; Lastest updated on 20 Apr 2016]
- [10] techmaster.vn, *Khai niêm về JSON Web Token*, <https://techmaster.vn/posts/33959/khai-niem-ve-json-web-token> [Online; Posted on 10 Jul 2016]
- [11] Wikipedia, *PostgreSQL*, <https://vi.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> [Online; Lastest updated on 22 Aug 2017]
- [12] atmarkcafe.org, *Git và Github là gì? Tai sao nên dùng?*, <http://atmarkcafe.org/tieng-viet-git-va-github-la-gi-tai-sao-nen-dung/?lang=vi>

- [13] picvietnam.com, *Giải thuật mật mã hóa XTEA với ASM30*, <http://www.picvietnam.com/forum/showthread.php?t=1374>
- [14] Wikipedia, *Cấu trúc ARM*, https://vi.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1u_tr%C3%BC_ARM [Online; Lastest updated on 16 Aug 2017]
- [15] Wikipedia, *mbed*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Mbed> [Online; Lastest updated on 18 Dec 2017]
- [16] Wikipedia, *Arduino*, <https://vi.wikipedia.org/wiki/Arduino> [Online; Lastest updated on 31 May 2017]
- [17] hshop.vn, *dht22*, <http://hshop.vn/products/cam-bien-do-am-nhiet-do-dht22>
- [18] hshop.vn, *bh1750*, <http://hshop.vn/products/cam-bien-cuong-do-onh-song-lux-bh1750>
- [19] hshop.vn, *ds1307*, <http://hshop.vn/products/mach-thoi-gian-thuc-rtc-ds1307>
- [20] Home Hydro Systems, *The basic Hydroponic System types*, <http://www.homehydrosystems.com/hydroponic-systems/systems.html> [Online; Lastest updated in 2017]
- [21] Freetuts.net, *Javascript là gì? Việt ưng dung Javascript đầu tiên*, <https://freetuts.net/javascript-la-gi-viet-ung-dung-javascript-dau-tien-263.html> [Online; Posted on 06 Jan 2015]
- [22] Sequelizejs.com, *Sequelizejs documentation*, <http://docs.sequelizejs.com/> [Online; Lastest updated in 2017]
- [23] Arduino.vn, *Tìm hiểu giao thức MQTT*, <http://arduino.vn/bai-viet/1236-tim-hieu-giao-thuc-mqtt> [Online; Posted on 12 Sep 2016]
- [24] Viblo.asia, *Giới thiệu về angular 2*, <https://viblo.asia/p/gioi-thieu-ve-angular-2-APqzearpzVe> [Online; Posted on 25 Feb 2017]
- [25] NodeBB.org, *NodeBB framework*, <https://docs.archive.nodebb.org/vi/latest/index.html> [Online; Posted in 2014]

- [26] Wikipedia, *XXTEA*, <https://en.wikipedia.org/wiki/XXTEA> [Online; Lastest updated on 13 Mar 2017]
- [27] Expressjs.com, *ExpressJS Framework*, <https://expressjs.com/> [Online; Lastest updated in 2017]