



MÔ HÌNH TỦ NUÔI CÁ - TRỒNG RAU AQUAPONICS VỚI KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN IoTS

Hồ Thanh Huy¹, Nguyễn Thị Ngọc Lệ¹, Nguyễn Văn Hiếu¹, Trương Hoàng Anh Khoa¹,
Phan Thiên Luân¹, Nguyễn Hoàng Phúc¹, Thái Thị Xuân Diệu¹

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 08/03/2019

Ngày nhận kết quả bình duyệt:
11/06/2019

Ngày chấp nhận đăng:
01/2021

Title:

The model of cabinet of
aquaponics with vegetables
and fishes using the IoTs
technology.

Keywords:

Cabinet for aquaponics,
vegetable, fish, NodeMCU
ESP8266, IoTs

Từ khóa:

Tủ aquaponics, rau, cá,
NodeMCU ESP8266, IoTs

ABSTRACT

Aquaponics technology is an organic agriculture that has been known for over 40 years. However, the aquaponics products for home entertainment are not much now. From the research on controlling IoTs and the principle of water return for vegetables and fish, our group has successfully made a cabinet for aquaponics with vegetables and fishes remoted by smartphone with IoTs. Their dimensions is small (around 100 cm × 45 cm × 140 cm) include hydroponic vegetable beds, fish tanks, water filters, microorganisms for reincarnation pumps. Sensor system (temperature, humidity, illuminance) and output equipments (misting, blower, LED lighting) controlled by NodeMCU ESP8266 via Blynk app for Smartphone. The system has been co-operating and stabilizing through vegetable development and fish growth. These are important initial results for later models of IoTs applications in family-scale agriculture.

TÓM TẮT

Công nghệ aquaponics là nông nghiệp hữu cơ đã được biết đến hơn 40 năm qua. Tuy nhiên, sản phẩm của hệ aquaponics rau-cá để giới thiệu và giải trí tại nhà chưa có nhiều. Từ các nghiên cứu điều khiển IoTs và nguyên tắc lưu hồi nước cho rau và cá, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công tủ trồng rau và nuôi cá aquaponics được giám sát và điều khiển qua điện thoại và đưa vào thử nghiệm. Tủ có kích thước nhỏ (100 cm × 45 cm × 140 cm) gồm các luống rau thủy canh, bể cá, thùng lọc nước, vi sinh cho bom luân hồi. Hệ thống cảm biến (nhiệt độ, độ ẩm, độ rọi) và một số thiết bị đầu ra (phun sương, quạt thổi, đèn led chiếu sáng) nối với NodeMCU ESP8266 và được giám sát qua ứng dụng Blynk trên smartphone. Hệ thống đã hoạt động đồng bộ và ổn định qua sự phát triển của rau và tăng trưởng của cá. Đây là kết quả ban đầu quan trọng cho các mô hình ứng dụng IoTs vào nông nghiệp qui mô gia đình sau này.

1. MỞ ĐẦU

1.1 Aquaponics là nông nghiệp hữu cơ

Aquaponics là thuật ngữ kết hợp giữa aquaculture (nuôi trồng thủy sản) và hydroponics (thủy canh). Hệ thống Aquaponics hoạt động nhờ nguyên tắc cộng sinh của hệ sinh thái: cây - vi sinh vật - cá. Các chất thải của cá và phân cá (dưới dạng amoniac) sẽ được các vi sinh vật (trong bồn lọc vi sinh) chuyển hóa thành Nitrat chính là dinh dưỡng cho cây hấp thụ. Quá trình hấp thụ chất dinh dưỡng này chính là quá trình làm sạch nước bẩn từ chất thải cá và trả lại nước sạch vào hồ cá.

Theo Beecham Research Ltd. (2014) và Shafeena (2016) công nghệ aquaponics là nông nghiệp hữu cơ. Nói chính xác hơn hệ Aquaponics là hệ thống trồng rau thủy canh hữu cơ và nuôi cá sạch tự vận hành tuần hoàn nhờ 05 yếu tố chính đó là: cá, vi sinh vật, cây, nước, không khí và 03 điều kiện hỗ trợ: ánh sáng, thức ăn cho cá và năng lượng điện.

Thức ăn cho cá là đầu vào chính của một hệ thống Aquaponics, cá ăn các thức ăn và sau đó bài tiết các chất thải. Một phần chất thải của cá là ở dạng amoniac từ nước tiểu với số lượng nhỏ thông qua mang cá. Phần còn lại chính là phân cá. Vi khuẩn nitrite/nitrate hóa sẽ chuyển chất thải từ bể nuôi cá sang dạng dinh dưỡng phù hợp cho cây trồng (nitrat).

Yếu tố giữ vai trò cực kỳ quan trọng trong hệ thống Aquaponics là vi sinh vật. Vi khuẩn cho hệ thống Aquaponics sẽ tự phát triển và giúp hệ thống vận hành ổn định. Vi khuẩn phát triển mạnh trong các bể cạn trồng cây, giúp chuyển hóa chất thải từ bể nuôi cá thành dạng dinh dưỡng phù hợp cho cây trồng phát triển mà không cần phải cung cấp thêm phân bón. Các loại vi khuẩn tham gia vào quá trình chuyển hóa chất thải từ cá thành chất dinh dưỡng cho cây trồng là Nitrosomonas chuyển hóa amoniac thành nitrit, nitrit sau đó sẽ được chuyển hóa thành nitrat nhờ Nitrobacter, các loài thực vật sau đó có thể tiêu thụ nitrat để phát triển.

1.2 Quy trình hoạt động

Hệ thống Aquaponics có thể được coi là bản sao rất rất nhỏ của hệ sinh thái. Đó là nơi trú ngụ của đất (đất nung), nước, cây và sinh vật (cá và các loại vi khuẩn). Nếu một trong các thành phần trên thiếu hụt thì cả hệ thống Aquaponics sẽ bị ảnh hưởng.

- Chất thải từ cá chứa NH_3/NH_4 (amoniac) được bơm lên các hệ thống trồng rau thông qua một hệ thống lọc vi sinh.
- Trong hệ thống trồng rau và hệ thống lọc vi sinh có chứa rất nhiều vi khuẩn có lợi sẽ chuyển hóa chất thải của cá thành chất dinh dưỡng để nuôi cây (quá trình Nitrat hóa).
- Nước có chứa chất thải của cá sau quá trình nitrat hóa được lọc sạch và được đưa trở lại bể cá (sẽ có thêm rất nhiều oxy hòa tan). Việc này sẽ giúp cá sống khỏe mạnh và ít bệnh tật.

Hiện nay, về lĩnh vực nông nghiệp aquaponics hữu cơ đã có nhiều đơn vị và nhóm nghiên cứu thực hiện các nghiên cứu, đơn cử như: Nguyễn Đình Thi (2014) đã xác định được đặc tính sinh lý, sinh hóa của rau cải ngọt; nhóm các nhà khoa học Ngô Thị Lam Giang, Nguyễn Quang Thạch, & Phạm Văn Khánh (2018) đã giới thiệu về mô hình kết hợp trồng rau và nuôi cá trong chu trình khép kín ở quy mô hộ gia đình; Nhóm nghiên cứu Nguyen Van Hieu., Le Thi Truc Linh., Nguyen Phuoc Loi., Nguyen Duong Trieu., Truong Hoan Anh Khoa., Le Thi Bich Ngan., Nguyen Chi Nhan., & Ho Thanh Huy đã thực hiện các mạch điện tử để giám sát, điều khiển một số thông số môi trường của hệ aquaponics qui mô trang trại gia đình hay sản xuất,... Tiếp theo các nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu về ứng dụng điện tử, môi trường, sinh học,...(Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM) đã thiết kế mạch điện tử ứng dụng ToTs để điều khiển hoạt động của một mô hình aquaponics quy mô gia đình qua đề tài “Nghiên cứu và thiết kế từ aquaponics cho trồng rau và nuôi cá trong nhà ứng dụng công nghệ IoTs”. Mục tiêu của chúng tôi là tìm ra cách hiệu chỉnh giá trị đo nhiệt độ, độ ẩm, độ rọi của không khí của cảm biến cho đúng thực tế và đánh giá hiệu quả của hệ thống phun sương và quạt hút.

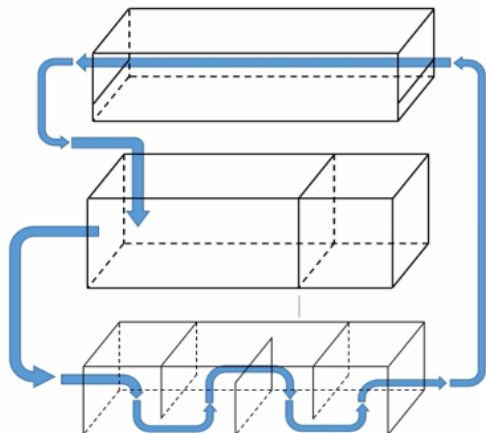
1.3 Thiết kế tủ aquaponics rau- cá

1.3.1 Kích thước cơ khí

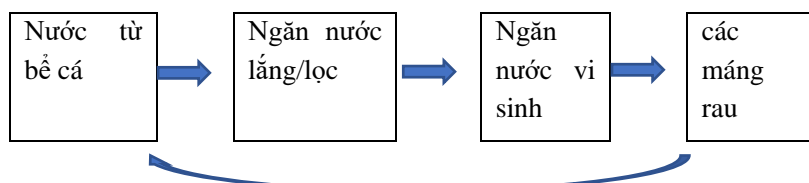
Tủ aquaponics có kích thước như hình 1 được thiết kế từ khung sắt phi 4, sức chứa được tính và chắc chắn cho hoạt động của tủ. Tầng cuối cùng được dùng để chứa bể lọc cặn, lọc vi sinh cho hệ. Tầng kế được chia ra làm 02 ngăn dùng để chứa bể cá và tủ dụng cụ. Tầng trên cùng thiết kế để vừa ba ống trồng rau thủy canh.

1.3.2 Các phần của tủ

Nước được bơm từ đáy hồ cá đến ngăn lọc lắng cặn cơ học số 1, nơi loại bỏ các chất thải rắn rồi sau đó nước được chuyển sang ngăn vi sinh số 2.



Hình 1. Nguyên tắc hồi lưu nước của tủ aquaponics.

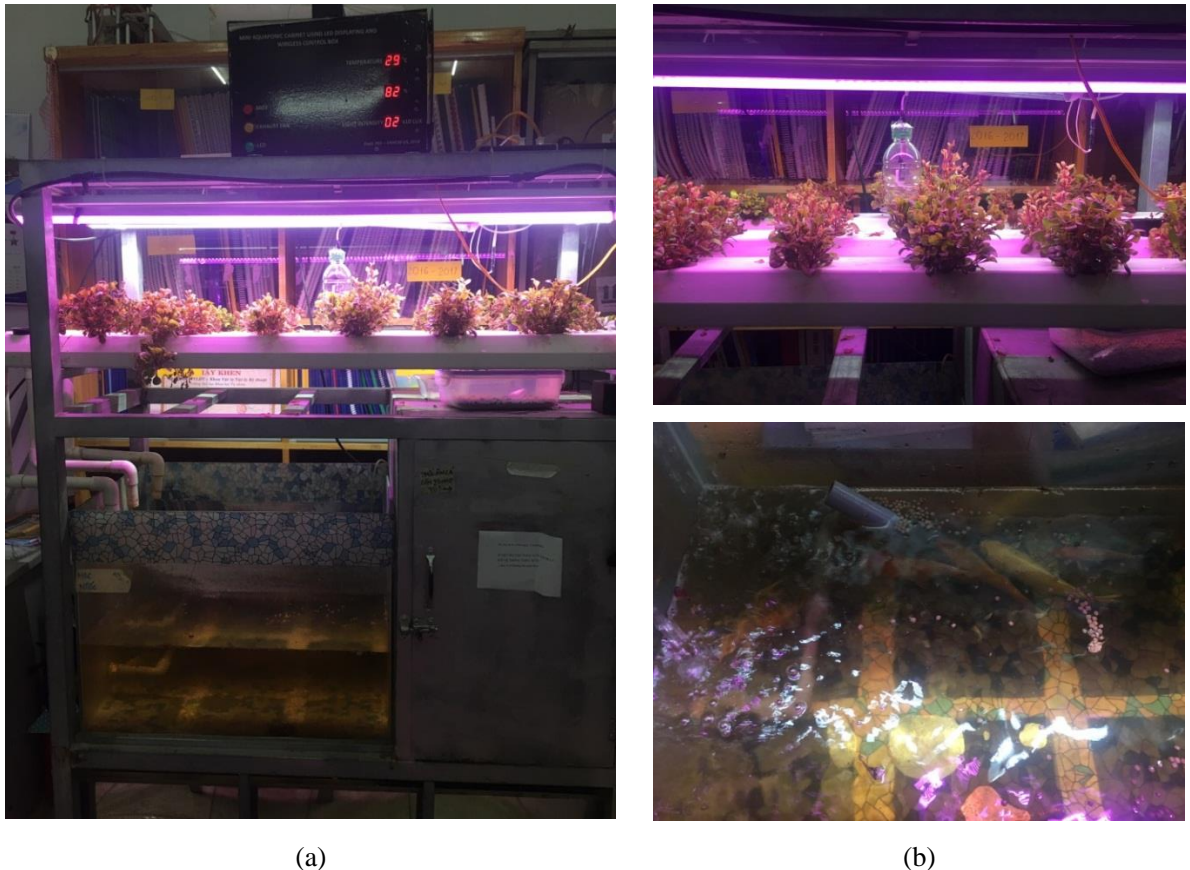


Hình 2. Nguyên lý hoạt động của các ngăn lọc nước của tủ aquaponics.

Tại ngăn chứa số 2 có sự hiện diện của các hạt Kaldness, những hạt này tạo ra một hệ sinh thái được phát triển tự nhiên cho các vi khuẩn có liên quan trong quá trình Nitrat hóa. Hạt Kaldness khi hoạt động sẽ cung cấp một diện tích bề mặt tối đa cho các vi khuẩn định cư, nhiều hơn rất nhiều vật liệu lọc khác ở trạng thái tĩnh. Hạt Kaldness loại bỏ được tối đa ammoniac và nitrite có trong nước. Ngăn chứa số 3 là nơi chứa nước tràn từ ngăn chứa số 2, xảy ra trong trường hợp cúp điện. Sau đó, nước từ ngăn 3 sẽ được máy bơm lên các tầng rau và được rau hút các chất dinh dưỡng. Nước sẽ chảy về bể cá thực hiện 1 quy trình hồi lưu.

Các kích thước chi tiết của tủ Aquaponic rau-cá (đơn vị cm) như sau:

- Tủ aquaponics rau-cá mini: 100 x 45 x 140
- Tầng thủy canh rau: 100 x 45 x 40
- Tầng thủy sinh cá: 62 x 40 x 43
- Tủ chứa đồ, dụng cụ: 25 x 45 x 60
- Bể lọc: 100 x 45 x 40
- Ngăn lọc 1 (từ trái qua): 25 x 45 x 40
- Ngăn lọc 2 (gồm 2 ngăn ở giữa): 50 x 45 x 40.
- Ngăn lọc 3 (ngăn cuối): 25 x 45 x 40.



Hình 3. (a) Tủ nuôi cá- trồng rau Aquaponics tại Phòng thí nghiệm của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM và (b) Rau và cá đang phát triển theo phương thức nước luân hồi hữu cơ.

1.3.3 Tính khối lượng

Do kết hợp 3 phần (máng rau có nước, bể cá, các ngăn lọc-vi sinh) nên lượng nước có thể từ 150-250 lít và các vật liệu dụng cụ cần phải tính toán chính xác để cấu trúc tủ (khung sắt) đảm bảo an toàn cho hoạt động.

Thể tích hình hộp chữ nhật được xác định: $V = l.w.h$. Trong đó, l là chiều dài, w là chiều rộng và h là chiều cao (xem gần đúng $1dm^3 = 1kg$). Tổng trọng tải của tủ aquaponics này được tính khoảng 380 kg.

1.4 Yêu cầu về điều khiển

Đối với cây trồng, những yếu tố môi trường quan trọng bao gồm những yếu tố sau và mỗi yếu tố đều có thể là yếu tố giới hạn sinh trưởng của cây. Những yếu tố môi trường không hoạt động độc

lập, các yếu tố này luôn quan hệ với nhau (giữa nhiệt độ, độ ẩm, cường độ ánh sáng, ...).

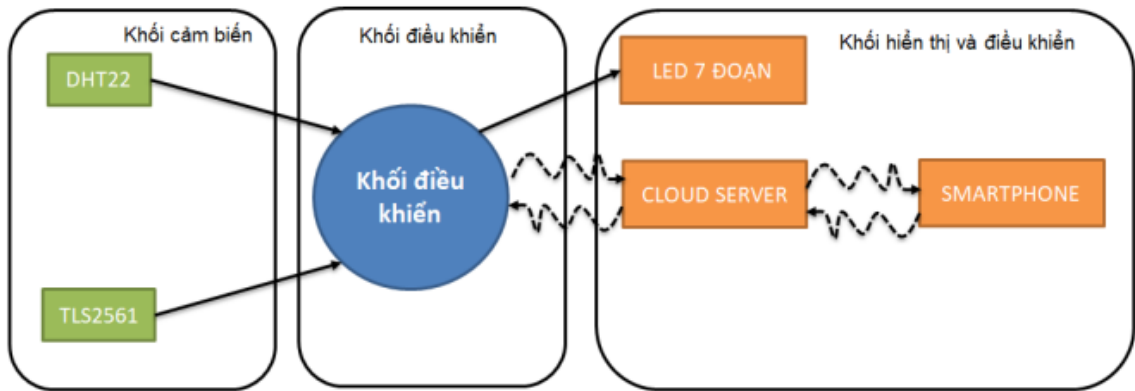
Dựa vào các thông số trên, ta nhận biết được rằng, ngoài di truyền thì nhiệt độ, độ ẩm và cường độ ánh sáng là các yếu tố cơ bản ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của cây trồng. Từ đó đặt vấn đề về thiết kế một mạch điện tử, có khả năng thu thập các thông số môi trường từ cảm biến, sau đó gửi cảnh báo về điện thoại cho người dùng khi có sự vượt ngưỡng xảy ra của các thông số môi trường và cho phép điều khiển các thiết bị ngoại vi để đưa các thông số môi trường về mức an toàn. Tuy nhiên, liệu chúng ta lúc nào cũng có sẵn điện thoại di động ở bên người, chính vì thế, yếu tố tự động hóa được thêm vào mạch nhằm để điều khiển các thiết bị ngoại vi thay cho người dùng.

Chúng tôi phải thiết kế một mạch điện tử với các chức năng sau:

- Đọc các thông số môi trường từ cảm biến.
- Hiển thị các thông số lên LED 7 đoạn
- Gửi thông số về smartphone qua kết nối internet.
- Cho phép người dùng cài đặt các giá trị tới ngưỡng
- Gửi thông báo qua email khi các điều kiện môi trường vượt quá ngưỡng
- Cho phép bật, tắt các thiết bị ngoại vi thông qua điện thoại (chế độ bằng tay)
- Tự động bật, tắt các thiết bị ngoại vi khi xảy ra quá ngưỡng (chế độ tự động)

2. Hệ thống điều khiển

2.1 Sơ đồ khối



Hình 4. Sơ đồ tổng thể nguyên lý của mạch điều khiển.

Hệ thống được chia thành 03 khối chính:

- Khối tracking: bao gồm các cảm biến (DHT22, TLS2561), có nhiệm vụ dò các thông số môi trường và gửi về vi điều khiển.
- Khối hiển thị và điều khiển: gồm LED và ứng dụng trên các thiết bị di động, nhận dữ liệu môi trường từ vi điều khiển và gửi lệnh điều khiển của người dùng tới nó.
- Khối điều khiển: là trung tâm của hệ thống, nơi truyền, nhận và xử lý dữ liệu từ các khối trên thông qua kết nối có dây và không dây.

Khởi động chương trình, vi điều khiển kết nối với mạng wifi đã được cài đặt sẵn trong phần lập trình. Sau đó, tín hiệu từ các cảm biến được gửi tới vi điều khiển để xử lý và hiển thị lên LED 7 đoạn.

Các thông số tới ngưỡng được người dùng trực tiếp cài đặt qua smartphone sau đó được so sánh với các thông số môi trường. Nếu như vượt

ngưỡng cho phép, mạch sẽ bật tắt các relay để điều khiển các thiết bị ngoại vi.

Khi xảy ra quá ngưỡng, nếu như được người dùng cài đặt ở chế độ bằng tay, thì thông báo sẽ được gửi về email còn việc có bật tắt các thiết bị hay không là phụ thuộc vào quyết định của người dùng. Ở chế độ tự động, thông báo vẫn được gửi về email, tuy nhiên, các thiết bị ngoại vi sẽ được tự động bật mà không chờ sự điều khiển từ người dùng.

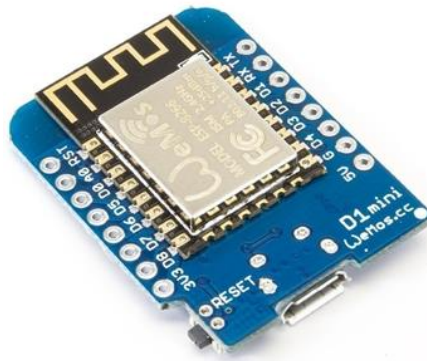
2.2 Thuật toán

Do có rất nhiều thông số cần điều khiển, tuy nhiên, việc điều khiển các thiết bị phụ thuộc vào các thông số môi trường đều giống nhau về mặt logic. Vì vậy, chọn một ví dụ điển hình để mô tả. Sơ đồ trên mô tả công việc chương trình cần xử lý khi xảy ra hiện tượng quá nhiệt.

Đầu tiên, vi xử lý sẽ nhớ thông số nhiệt độ ngưỡng mà người dùng cài đặt bằng phần mềm Blynk. Sau đó, tính toán thành các giá trị chặn trên, chặn dưới tránh việc chỉ có một điểm

ngưỡng dẫn tới relay đóng mở liên tục. Tiếp theo, các thông số từ cảm biến sẽ được đọc vào và so sánh với các giá trị ngưỡng. Nếu quá ngưỡng xảy ra, và AH_val = 1, giá trị biểu diễn chế độ tự động (1) bằng tay (0), relay 3 (máy phun) sẽ tự động bật. Máy phun hoạt động cho tới khi nào nhiệt độ đo được từ cảm biến nằm trong ngưỡng cho phép đã tính từ trước sẽ tắt.

2.2.2 Vi xử lý



Hình 5. Sử dụng vi điều khiển NodeMCU ESP8266 Mini có chức năng thu phát wifi và điều khiển hệ thống.

Sử dụng vi xử lý NodeMCU ESP8266 Mini có chức năng thu phát wifi và điều khiển hệ thống. NodeMCU ESP8266 Mini là kit phát triển dựa trên nền chip Wifi SoC ESP8266 với thiết kế dễ sử dụng và đặc biệt là có thể sử dụng trực tiếp trình biên dịch của Arduino để lập trình và nạp code, điều này khiến việc sử dụng và lập trình các

2.2.1 Nguồn

Sử dụng 03 loại: nguồn tổ ong 12V-5A, module giảm áp LM2596 và nguồn AC 220V. Nguồn cung cấp mức điện thế cho hoạt động của vi xử lý, các cảm biến, wifi và hệ thống thiết bị ngoại vi (đèn, phun sương, quạt, ...) của hệ thống điều khiển cho tủ aquaponics này.

ứng dụng trên ESP8266 trở nên rất đơn giản so với vi xử lý Arduino.

Wifi ESP8266 dùng sóng wifi nơi đặt bộ điều khiển này để chuyển các dữ liệu hệ thống do vi xử lý điều khiển lên cloud để có thể quan sát, điều khiển từ xa qua máy tính hay smartphone.

2.2.3 Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT22

DHT22 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



Hình 6. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT22

Cảm biến độ ẩm và nhiệt độ DHT22 là cảm biến rất thông dụng hiện nay vì chi phí rẻ và rất dễ lấy dữ liệu thông qua giao tiếp 1 wire (giao tiếp digital 1 dây truyền dữ liệu duy nhất).

Cách thiết lập giao tiếp giữa MCU và DHT22 bằng giao thức 1-wire:

MCU sẽ ghi dữ liệu bắt đầu bằng việc kéo chân data về LOW và đợi 18ms rồi kéo lên HIGH trong 20-40us, sau đó chuyển sang chế độ đọc đợi phản hồi từ DHT22.

- DHT22 phản hồi bằng cách kéo chân data về LOW trong 80us và kéo về HIGH trong 80us để báo hiệu sẵn sàng gửi dữ liệu dài 40 bit.
- Trước mỗi bit được gửi DHT22 sẽ kéo chân data về LOW trong 50us.
- Bit “0” DHT22 sẽ kéo data lên HIGH trong 26-28us.
- Bit “1” DHT22 sẽ kéo data lên HIGH trong 70us.

Ngoài ra, hiện nay có bộ thư viện “DHT.h” đã được đóng gói sẵn với những hàm tiện lợi cho việc sử dụng và phát triển.

Cảm biến này được sử dụng để đo nhiệt độ tại 2 địa điểm (nhiệt độ của nước bể cá và nhiệt độ tại lòng rau) nhằm cung cấp thông tin để hệ thống điều khiển việc phun sương hay không để giảm nhiệt độ. Cảm biến DHT22 cũng đo độ ẩm tại 1 vị trí đại diện của ống rau nhằm đảm bảo cân bằng

độ ẩm và nhiệt độ để đảm bảo môi trường nhiệt độ/độ ẩm cho rau phát triển.

2.2.4 Cảm biến cường độ sáng TLS2561

Cảm biến cường độ ánh sáng (Lux) TSL2561 được sử dụng để đo cường độ ánh sáng thường, hồng ngoại theo đơn vị lux với độ ổn định và độ chính xác cao, cảm biến có ADC nội và bộ tiền xử lý nên giá trị được trả ra là giá trị trực tiếp cường độ ánh sáng lux mà không phải qua bất kỳ xử lý hay tính toán nào thông qua giao tiếp I2C. Cường độ ánh sáng môi trường thay đổi hay giảm về zero khi về chiều tối. Tín hiệu này sẽ được chuyển đến vi xử lý để so sánh và thực hiện việc mở/ tắt đèn chiếu sáng phụ thuộc vào trời tối hay sáng. Tuy nhiên, các cảm biến ánh sáng này hoạt động trong môi trường và điều kiện chuẩn nên cần chuẩn lại giá trị cho đúng với điều kiện môi trường hiện tại. Kết quả khảo sát và chuẩn sẽ trình bày và thảo luận chi tiết trong phần dưới.

2.2.5 Thiết bị hiển thị

Dùng Module 2 LED 7 đoạn để hiển thị trên hợp quan báo và qua app ứng dụng Blynk quan sát qua smartphone.

Mạch hiển thị 2 led 7 đoạn 0.5 inch 74HC595 được thiết kế giúp bạn có thể dễ dàng điều khiển và hiển thị thông tin lên 2 led 7 đoạn với 3 chân giao tiếp thông qua IC ghi dịch 74HC595.

2.2.6 Relay: module 4 relay và relay kính 12V



Hình 7. Mạch điện tử điều khiển và hiển thị các giá trị đo từ môi trường của tủ (từ trên phải xuống): nhiệt độ, độ ẩm và độ rọi của môi trường trồng rau.

Module 4 relay thích hợp cho các ứng dụng đóng ngắt điện thế cao AC hoặc DC, các thiết bị tiêu thụ dòng lớn, module thiết kế nhỏ gọn, có opto và transistor cách ly, kích đóng bằng mức thấp (0V) phù hợp với mọi loại MCU và thiết kế có thể sử dụng nguồn ngoài giúp cho việc sử dụng trở nên linh động và dễ dàng.

Relay này được sử dụng để mở/ngắt đèn LED chiếu sáng vì dòng qua LED bé, điều khiển từ xa qua app Blynk. Relay kính 12V, 8 chân hay còn gọi là relay trung gian được ứng dụng rất rộng rãi trong các tủ điện công nghiệp và dân dụng. Relay trung gian có nhiệm vụ đóng mở các tiếp điểm của tải hoặc tín hiệu. Cuộn kích đóng ngắt relay có loại phổ biến là 12V - 24V hoặc 220V. Relay này sử dụng nguồn từ 12-24VDC nên phù hợp cho việc điều khiển hệ phun sương, quạt gió hay máy bơm từ xa qua app.

2.3. Ứng dụng Blynk vào điều khiển

Blynk là một ứng dụng iOS và Android để kiểm soát thiết bị ESP8266, Arduino, Raspberry Pi và thiết bị khác trên Internet. Blynk không bị ràng buộc với những phần cứng. Thay vào đó, nó hỗ trợ phần cứng cho người dùng lựa chọn. Cho dù Arduino hoặc Raspberry Pi muốn kết nối đến Internet qua Wi-Fi, Ethernet hoặc chip ESP8266, Blynk sẽ giúp nó làm việc và sẵn sàng kiểm soát trên Internet.

Blynk gồm 3 phần chính:

- Blynk App: đây là phần giao diện để người dùng có thể tùy chỉnh các nút nhấn, hiển thị thông số để quan sát và điều khiển qua điện thoại.

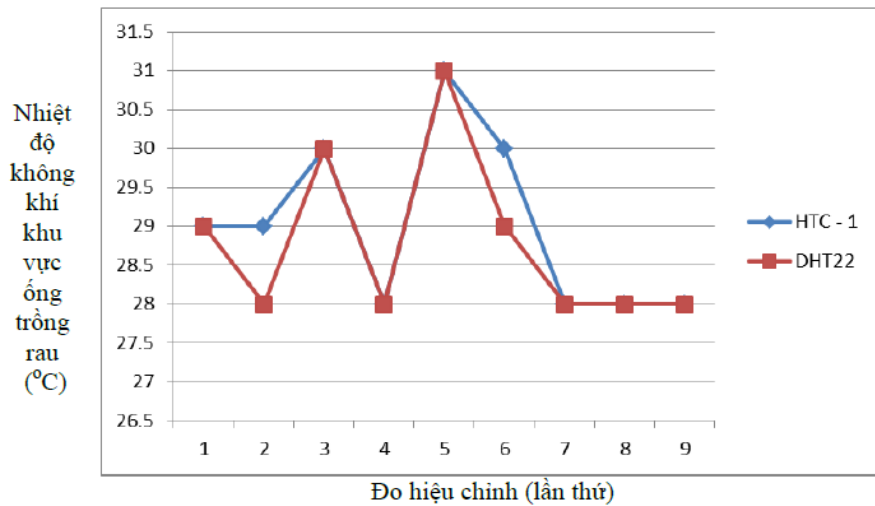
- Blynk Server: Đây là nơi nhận phản hồi và giao tiếp giữa Smartphone và phần cứng của người dùng. Người dùng có thể sử dụng Server Blynk cung cấp để sử dụng được cả ngoại mạng (Energy được cho sử dụng là 2000, khi hết thì người dùng phải mua thêm) hoặc người dùng có thể tạo riêng cho mình một Blynk Server để sử dụng nội mạng (Energy được sử dụng là 100000).
- Blynk Libraries: Đây là thư viện để Blynk có thể giao tiếp với mọi phần cứng mà người dùng sử dụng.

Các thông số nhận được từ vi điều khiển được cài đặt để hiển thị trên app. Trước tiên là tên của thông số (nhiệt độ, độ ẩm...), chân input (dựa theo code chương trình chính), tên đơn vị, font chữ và reading rate (tần số đọc dữ liệu).

3. HOẠT ĐỘNG VÀ TÍN HIỆU

3.1 Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm

Hệ thống sẽ đo nhiệt độ, độ ẩm của không khí khu vực các ống trồng rau từ cảm biến DHT22 gửi về bộ xử lý trung tâm, xử lý và so sánh với ngưỡng mà người dùng đã cài đặt, sau đó điều khiển hoạt động máy phun sương và quạt thông gió. Do khoảng cách đặt cảm biến DHT22 để cách xa bề mặt rau nên giá trị đo được từ cảm biến phải được hiệu chỉnh so với giá trị đo từ thiết bị cầm tay đặt tại 1 vị trí chọn và lấy các giá trị các lần đo khác nhau như hình 8. Trong khảo sát tủ aquaponics này, chúng tôi thống nhất đo hiệu chỉnh 6 lần cho số liệu đa dạng và nhận xét khách quan.



Hình 8. Đồ thị so sánh giá trị nhiệt độ không khí giữa cảm biến (DHT22, đường màu đỏ) và máy đo nhiệt (HTC-1, đường màu xanh) được đo tại các ống rau của tủ aquaponics .

Từ đồ thị ta nhận thấy rằng, 2 đường gần như trùng nhau, sai số xảy ra rất ít từ 1- 2 °C và không nhiều thời điểm. Với nhiệt độ này, không ảnh hưởng lớn đến môi trường sinh thái cho phát triển

của rau và cá. Ở điều kiện bình thường, độ ẩm và nhiệt độ tỉ lệ nghịch. Khi có chế độ quạt làm không khí phân tán và dễ khô hơn thì khi giảm nhiệt độ thì độ ẩm cũng giảm nhẹ theo

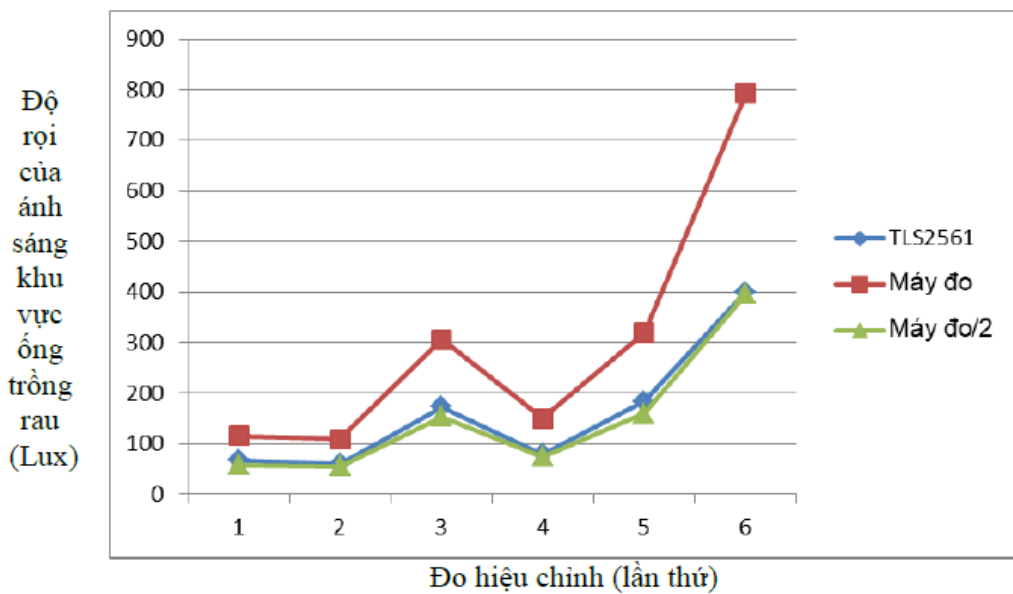
Bảng 1. So sánh giá trị nhiệt độ và độ ẩm của môi trường trồng rau khi có quạt và không quạt hút.

Trạng thái Tham số	Không quạt hút				Quạt hút	
	1	2	3	4	5	6
T(°C)	24	24.5	25	23.5	23	22.5
H (%)	73	72	71	70	69.5	69

3.2 Cảm biến ánh sáng

Cảm biến ánh sáng TLS2561 là cảm biến rất thông dụng hiện nay chủ yếu trong kiểm tra chiếu sáng và mô hình thí nghiệm. Tuy nhiên, việc độ rọi chưa được dùng phổ biến trong lĩnh vực nông nghiệp do có các yếu tố khác ảnh hưởng đến giá trị thực đo trong nhà hay nhà lưới. Trong mô hình tủ aquaponics này, chúng tôi đã sử dụng máy đo

độ rọi cầm tay để đo đối chứng và hiệu chỉnh khi lập trình cho cảm biến ánh sáng theo một hệ số tuyến tính. Kết quả sau 6 lần đối chứng thì lấy 50% giá trị máy đo sẽ khớp với giá trị độ rọi (lux) của cảm biến ánh sáng (xem hình 9). Giá trị hiệu chỉnh rất quan trọng và nâng độ chính xác của cảm biến với điều kiện môi trường thực tế.

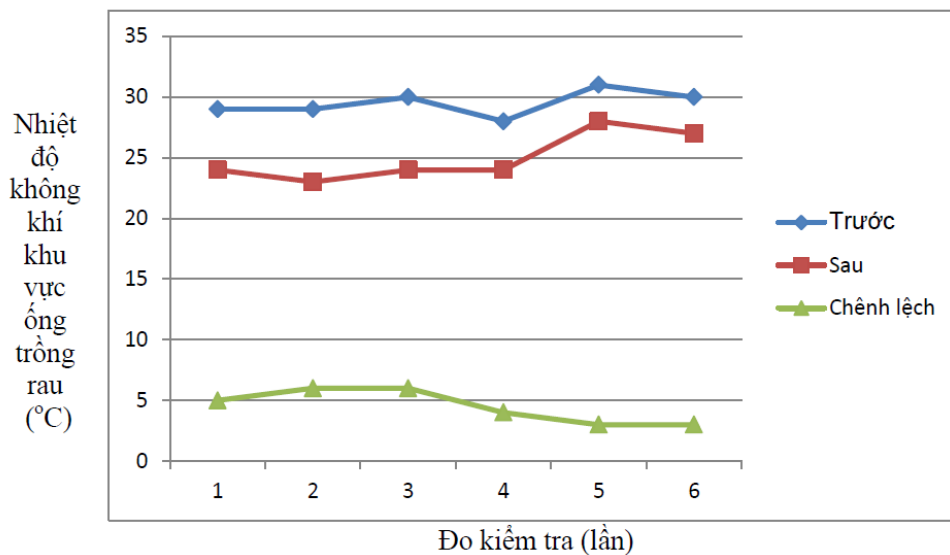


Hình 9. Đồ thị hiệu chỉnh cho cảm biến TLS2561 (đường màu xanh da trời) phù hợp với 50% giá trị đo của máy đo cảm ta (đường màu xanh lá cây).

3.3 Điều khiển phun sương:

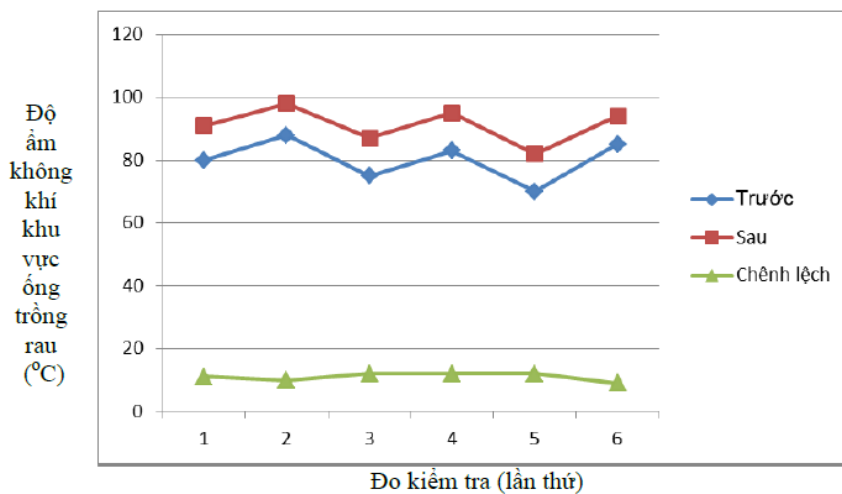
Các béc phun sương được bố trí xung quanh tầng trên cùng của hệ các ống trồng rau để phun sương nhằm giúp tăng độ ẩm, giảm nhiệt độ cho các luống rau khi nhiệt độ và độ ẩm đã vượt thông số

cho phép. Kết quả cho thấy, khi có phun sương, cảm biến nhiệt độ đã đo được giá trị vào các thời điểm khác nhau (sau 6 lần kiểm tra) như hình 10. Kết quả minh chứng hiệu quả của phun sương và hệ thống hoạt động ổn định.



Hình 10. So sánh nhiệt độ không khí ống trồng rau trước và sau phun sương. Nhiệt độ không khí khu vực ống rau sau khi có phun sương đã giảm từ 3- 6°C.

Sau khi hiệu chỉnh độ ẩm, việc so sánh độ ẩm trước và sau phun sương cho thấy độ ẩm không khí khu vực trồng rau có sự chênh lệch như hình 11. Giá trị chênh lệch từ 10-12% sau 6 lần đo kiểm tra.

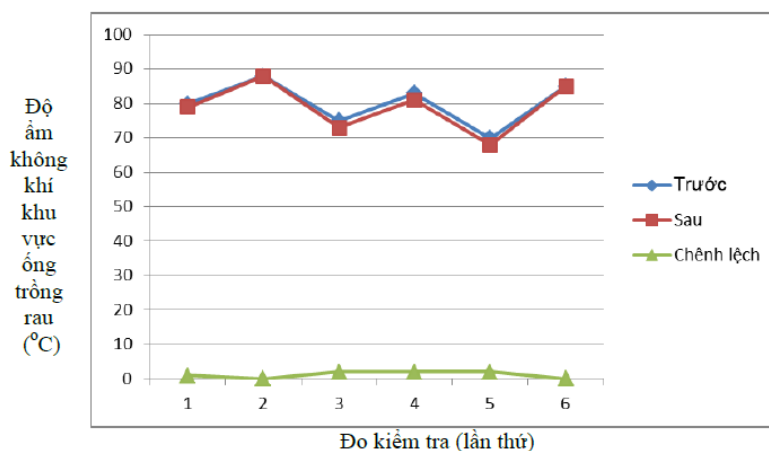


Hình 11. Độ ẩm sau khi bật máy phun tăng từ 10% -12%, đạt yêu cầu tăng độ ẩm cho hệ thống.

3.4. Điều khiển quạt hút

Tiếp đến, chúng tôi khảo sát xem quạt hút có ảnh hưởng thế nào đến độ ẩm của không khí qua việc đo giá trị của không khí khu vực ống trồng rau. Tiến hành khảo sát thông số nhiệt độ và độ ẩm trước và sau mở quạt hút để đánh giá hoạt động của hệ thống và độ nhạy. Quạt hút được đặt trên nóc của hệ thống, nhằm làm giảm độ ẩm và mùi cho giàn thủy canh và giá trị đo hiển thị qua đồ thị

hình 12. Qua 6 lần đo đối chứng cho thấy, độ ẩm không khí hầu như không thay đổi khi bật quạt hút. Nguyên nhân do mô hình tủ này được đặt ở ngoài trời, nên quạt hút không hoạt động được hiệu quả do đối lưu không khí. Tuy nhiên, qua khảo sát thực tế, quạt hút sẽ phát huy hiệu quả trong nhà màng hay nhà lưới để giúp thay đổi độ ẩm và nhiệt độ không khí rất nhanh.



Hình 12. Đồ thị độ ẩm không khí khu vực ống trồng rau trước và sau khi sử dụng quạt hút.

4. KẾT LUẬN

Tủ nuôi cá- trồng rau Aquaponics với kỹ thuật điều khiển IoTs đã hoạt động ổn định (máy bơm, máy oxy, đèn LED, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, hệ thống phun sương,...). Hệ thống lọc hoạt động tốt, nước được bơm liên tục lên hệ thống giàn rau

và chảy xuống hồ cá. Bộ phận bơm, lọc, đẩy nước đã thực hiện tuần hoàn. Hệ thống được giám sát và điều khiển một số chức năng bật tắt từ xa qua app Blynk trên smartphone một cách chính xác, đồng bộ. Các thông số cơ bản (nhiệt độ, độ ẩm, độ rọi ánh sáng) được khảo sát chi tiết khi đo đối

chúng giữa cảm biến và thiết bị do cảm tay chuyên dụng để rút ra được hệ số hiệu chỉnh khi lập trình cho vi xử lý. Bên cạnh đó, khảo sát cũng khẳng định cần phải điều khiển phun sương hợp lý khi muốn thay đổi của nhiệt độ, độ ẩm khi có phu sương và ảnh hưởng của quạt hút trong nhà màng, nhà lưới thực tế.

Kết quả đo cho thấy, nồng độ nitrate mà vi khuẩn chuyển đổi được từ thức ăn cho cá và chất thải thừa là 13,03 mg/l. Nồng độ pH là 7,14 và oxy hòa tan (DO) là 1,65 mg/l nằm ở mức ngưỡng cho phép cá sinh trưởng phát triển tốt. Nồng độ oxy hòa tan là 5,1 mg/l ở mức cho phép vi khuẩn hoạt động tốt.

Hệ thống rau thủy canh hữu cơ tăng trưởng đạt yêu cầu và cá KOI phát triển tốt. Nhóm nghiên cứu đã hoàn tất việc thiết kế, hoạt động và kiểm tra kết quả hệ điều khiển của tủ aquaponics rau-cá sử dụng tại nhà như thiết kế và mục đích ban đầu.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu cảm ơn sự chia sẻ kiến thức chuyên môn (về nông nghiệp và môi trường từ các đồng nghiệp của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM) đã giúp chúng tôi hoàn thành mô hình tủ aquaponics với cá và rau phát triển tốt. Cảm ơn các tác giả mà báo cáo này đã tham khảo và trích dẫn.

Chủ nhiệm đề tài ghi nhận sự đóng góp của nhóm sinh viên các khóa 2014, 2015 (Bộ môn VLĐT, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM) đã cùng thực hiện các nội dung của đề tài này qua các luận văn tốt nghiệp. Trân trọng cảm ơn các nhà khoa học đã góp ý, phản biện để nâng cao chất lượng của báo cáo.

Tác giả cũng trân trọng cảm ơn Trường Đại học Khoa học Tự nhiên đã cấp kinh phí cho đề tài nghiên cứu năm 2018 (mã số T-2018-39).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Beecham Research Ltd. (k.n). Towards smart farming Agriculture embracing the IoT Vision, USA 617.272.1262, 2014 (BRL Smart Farming Executive Summary.pdf)

<http://www.beechamresearch.com/files/BRL%20Smart%20Farming%20Executive%20Summary.pdf>

Shafeena, T. (2016). Smart Aquaponics System: Challenges and Opportunities, European. *Journal of Advances in Engineering and Technology*, 3(2), 52-55. <http://www.ejaet.com/PDF/3-2/EJAET-3-2-52-55.pdf>

Nguyễn Đình Thi. (7-2014). Nghiên cứu công nghệ sơ chế và bảo quản rau cải ngọt, Trường Đại học Nông Lâm (Đại học Thái Nguyên). Truy cập từ <https://xemtailieu.com/tai-lieu/nghien-cuu-cong-nghe-so-che-va-bao-quan-rau-cai-ngot-396778.html>

Ngô Thị Lam Giang., Nguyễn Quang Thạch., & Phạm Văn Khánh (Trường Đại học Nguyễn Tất Thành). *Mô hình kết hợp trồng rau và nuôi cá trong chu trình khép kín ở quy mô hộ gia đình* (Bản tin, tháng 3-2018, Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN- Sở KH&CN Tp.HCM). Truy cập từ: <http://cesti.gov.vn/chi-tiet/8363/khcn-trong-nuoc/mo-hinh-ket-hop-trong-rau-va-nuoi-ca-trong-chu-trinh-khep-kin-o-quy-mo-ho-gia-dinh>

Nguyen Van Hieu., Le Thi Truc Linh., Nguyen Phuoc Loi., Nguyen Duong Trieu., Truong Hoan Anh Khoa., Le Thi Bich Ngan., Nguyen Chi Nhan., & Ho Thanh Huy. (May, 2018). *The IoT Technology for the Aquaponics system with fishes and vegetables in the Mekong Delta of Vietnam*. Paper presented at the meeting of 8th BENJAMITRA Network National & International Conference on from Sufficiency Economy to Sustainable Development.