

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

VIỆN ĐIỆN

BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HOÁ CÔNG NGHIỆP

====o0o====



EBOOKBKMT.COM

HỖ TRỢ TÀI LIỆU HỌC TẬP

# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

ĐỀ TÀI:

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TRUYỀN THÔNG LORA TRONG  
HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG HÓA NÔNG NGHIỆP**

Trưởng bộ môn : PGS.TS. Tạ Cao Minh

Giáo viên hướng dẫn : ThS. Võ Duy Thành

Sinh viên thực hiện : **Lưu Trung Hiếu**

Lớp : KT ĐK – TĐH 06 K59

MSSV : 20141514

Cán bộ duyệt :

Hà Nội, 01 – 2019

---

## LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan bản đồ án tốt nghiệp: **“Ứng dụng công nghệ LORA vào hệ thống tự động hóa trong nông nghiệp”** do chúng em thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy giáo ThS. Võ Duy Thành. Các số liệu và kết quả là hoàn toàn đúng với thực tế.

Để hoàn thành đồ án này em chỉ sử dụng những tài liệu được ghi trong danh mục tài liệu tham khảo và không sao chép hay sử dụng bất kỳ tài liệu nào khác. Nếu phát hiện có sự sao chép em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Hà Nội, ngày 04 tháng 01 năm 2019.

Sinh viên thực hiện

**Lưu Trung Hiếu**

**HỖ TRỢ TÀI LIỆU HỌC TẬP**

<b>MỤC LỤC.....</b>	<b>i</b>
<b>DANH MỤC HÌNH VẼ .....</b>	<b>iv</b>
<b>DANH MỤC BẢNG SỐ LIỆU.....</b>	<b>vii</b>
<b>DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT .....</b>	<b>viii</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU CHUNG .....</b>	<b>3</b>
1.1. Công nghệ LORA .....	3
1.1.1. Giới thiệu về công nghệ .....	3
1.1.2. Ứng dụng công nghệ LORA trong nông nghiệp hiện nay .....	5
1.2. Áp dụng công nghệ LORA vào mô hình nông nghiệp tại Việt Nam.....	7
1.2.1. Đặc điểm của mô hình .....	7
1.2.2. Áp dụng công nghệ LORA .....	7
1.3. Yêu cầu của hệ thống .....	8
<b>CHƯƠNG 2 CẤU HÌNH HỆ THỐNG .....</b>	<b>9</b>
2.1. Cấu hình hệ thống .....	9
2.1.1. Node cảm biến .....	10
2.1.2. Node tải .....	17
2.1.3. Gateway .....	17
2.1.4. Camera giám sát.....	21
2.2. Lắp đặt thiết bị .....	22
<b>CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ PHẦN CỨNG .....</b>	<b>23</b>
3.1. Ý tưởng thiết kế .....	23

Mục lục

---

3.2. Thực thi.....	24
3.2.1. Khởi nguồn .....	24
3.2.2. Khởi thời gian thực .....	24
3.2.3. Khởi cảm biến (đối với node cảm biến) .....	27
3.2.4. Khởi công suất (đối với node tải) .....	28
3.2.5. Khởi truyền thông Lora của node cảm biến và node tải.....	28
3.2.6. Khởi truyền thông Lora của gateway .....	30
3.3. Sản phẩm hoàn thành.....	31
<b>CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....</b>	<b>32</b>
4.1. Thuật toán node .....	32
4.2. Thuật toán gateway.....	33
4.3. Web server .....	36
4.4. App (MQTT) .....	42
4.5. Camera giám sát .....	45
<b>CHƯƠNG 5 GHÉP NỐI VÀ THỬ NGHIỆM .....</b>	<b>46</b>
5.1. Quy trình ghép nối.....	46
5.1.1. Ghép nối node.....	46
5.1.2. Ghép nối gateway .....	47
5.2. Quy trình chạy thử.....	47
5.2.1. Tác động vào các cảm biến và theo dõi qua web và app điện thoại	47
5.2.2. Tiến hành điều khiển tải bằng tay và web .....	48
5.3. Kết quả.....	48
5.3.1. Sự thay đổi của các cảm biến khi có tác động.....	48
5.3.2. Điều khiển hệ thống.....	51

Mục lục

---

5.4. Đánh giá .....	56
5.5. Hướng phát triển trong tương lai .....	57
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>58</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>59</b>
<b>PHỤ LỤC.....</b>	<b>60</b>
Phụ lục 1: Thiết lập địa chỉ cho các node cảm biến, node tải và gateway.....	60
Phụ lục 2: Cấu hình các thông số cho module LORA .....	60

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Mô hình LORAWan. ....	4
Hình 1.2. Ứng dụng công nghệ LORA trong trồng bông ở Úc. ....	5
Hình 1.3. Ứng dụng công nghệ LORA trong giám sát gia súc tại Úc. ....	6
Hình 1.4. Mô hình trồng trọt tại Việt Nam. ....	7
Hình 2.1. Cấu trúc tổng quan của hệ thống. ....	9
Hình 2.2. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí. ....	10
Hình 2.3. Cảm biến độ ẩm đất. ....	11
Hình 2.4. Vi điều khiển STM32F103C8T6. ....	11
Hình 2.5. Phần mềm lập trình cho STM32F103C8T6 (KeilC v5). ....	12
Hình 2.6. Module LORA E32-TTL-100. ....	13
Hình 2.7. Cấu tạo cơ khí của module LORA E32-TTL-100. ....	14
Hình 2.8. Sơ đồ chân của DS1307. ....	18
Hình 2.9. Vi điều khiển dsPIC30F4011. ....	18
Hình 2.10. Màn hình hiển thị LCD 16x2. ....	20
Hình 2.11. Module Wifi NODEMCU (ESP8266-12E). ....	20
Hình 2.12. Camera giám sát. ....	21
Hình 2.13. Cấu hình lắp đặt thiết bị của hệ thống. ....	22
Hình 3.1. Khối nguồn. ....	24
Hình 3.2. Khối hiển thị LCD. ....	25
Hình 3.3. Module thời gian thực. ....	25
Hình 3.4. Khối nút nhấn. ....	26
Hình 3.5. Khối vi điều khiển dsPIC30F4011. ....	26

Hình 3.6. Khối giao tiếp cảm biến DHT11 và cảm biến độ ẩm đất.....	27
Hình 3.7. Khối công suất đóng cắt máy bơm.....	28
Hình 3.8. Khối giao tiếp với module LORA E32-TTL-100. ....	28
Hình 3.9. Khối vi điều khiển STM32F103C8T6. ....	29
Hình 3.10. Khối vi điều khiển NODEMCU và module LORA E32-TTL-100. ....	30
Hình 3.11. Mạch PCB chung cho gateway và node. ....	31
Hình 3.12. Mạch gateway (bên trái) và node (bên phải) thực tế. ....	31
Hình 4.1. Thuật toán hoạt động của node cảm biến (trái) và node tải (phải). ....	32
Hình 4.2. Thuật toán hoạt động của gateway.....	34
Hình 4.3. Các bước cài thời gian thực và hẹn giờ bơm bằng tay trên gateway. ....	35
Hình 4.4. Nguyên lý hoạt động của web server trong đề tài.....	37
Hình 4.5. Giao diện tổng quan của web server. ....	38
Hình 4.6. Tab HOME - Giá trị tức thời của các cảm biến (node A, B). ....	39
Hình 4.7. Tab GRAPH - Giá trị theo thời gian của cảm biến (node A, B). ....	39
Hình 4.8. Hiển thị trạng thái của tải (node E, F). ....	40
Hình 4.9. Tải file excel chứa dữ liệu.....	41
Hình 4.10. Nội dung file excel chứa dữ liệu. ....	41
Hình 4.11. Giao diện đăng nhập của tiện ích MQTTLens trên laptop. ....	43
Hình 4.12. Giao diện giám sát của tiện ích MQTTLens trên laptop.....	43
Hình 4.13. Giao diện app MQTT trên điện thoại.....	44
Hình 4.14. Minh họa phần mềm IP Camera trên điện thoại. ....	45
Hình 4.15. Giao diện giám sát trực quan qua IP camera. ....	45
Hình 5.1. Node cảm biến. ....	46
Hình 5.2. Node tải. ....	46
Hình 5.3. Gateway. ....	47

Danh mục hình vẽ

---

Hình 5.4. Giá trị các cảm biến khi có tác động 1. ....	48
Hình 5.5. Giá trị các cảm biến khi có tác động 2. ....	49
Hình 5.6. Giá trị các cảm biến khi có tác động 3. ....	49
Hình 5.7. Giá trị các cảm biến khi có tác động 4. ....	50
Hình 5.8. Giá trị các cảm biến khi có tác động 5. ....	50
Hình 5.9. Giá trị các tải khi có tác động 5. ....	51
Hình 5.10. Thiết lập 3 mốc thời gian bằng tay. ....	51
Hình 5.11. Xác nhận điều khiển tức thời bằng tay. ....	52
Hình 5.12. Giá trị tức thời của cảm biến khi bật máy bơm tức thời. ....	52
Hình 5.13. Trạng thái của tải sau khi bật máy bơm tức thời. ....	53
Hình 5.14. Hẹn giờ lần 1 qua web. ....	53
Hình 5.15. Hẹn giờ lần 2 qua web. ....	53
Hình 5.16. Hẹn giờ lần 3 qua web. ....	54
Hình 5.17. Thiết lập thời gian bật tức thời qua web. ....	54
Hình 5.18. Xác nhận việc nhận dữ liệu thành công từ web của gateway. ....	54
Hình 5.19. Giá trị tức thời của cảm biến trong chế độ tự động điều khiển. ....	55
Hình 5.20. Trạng thái on/off của tải. ....	55
Hình 5.21. Giá trị tức thời của cảm biến trong chế độ tự động điều khiển. ....	56
Hình 5.22. Trạng thái on/off của tải. ....	56



## **DANH MỤC BẢNG SỐ LIỆU**

Bảng 2.1. Các chế độ vận hành của Module LORA E32-TTL-100 .....	16
Bảng 4.1. Bảng mức ưu tiên ngắt trong giao tiếp nút nhấn với dsPIC. ....	36
Bảng 4.2. Thông tin tổng quan về ứng dụng MQTTLens của Chrome .....	42

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

IoT	Internet Of Thing	Hệ thống vạn vật kết nối
HTML	HyperText Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản
JSON	Javascript	Ngôn ngữ được thiết kế chủ yếu để thêm tương tác vào các trang Web, và tạo ra các ứng dụng Web
CSS	Cascading Style Sheets	Ngôn ngữ được thiết kế để xử lý giao diện Web
LORA	Long Range Radio	Công nghệ truyền dữ liệu xa và tiết kiệm năng lượng
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	Giao thức gửi dạng publish/subscribe sử dụng cho các thiết bị Internet of Things

## LỜI NÓI ĐẦU

Theo nhiều dự báo, cách mạng khoa học kỹ thuật hiện đại sẽ tạo ra các công nghệ hoàn toàn mới là động lực thúc đẩy cho sản xuất phát triển theo chiều sâu, giảm hẳn tiêu hao năng lượng và nguyên liệu, giảm tác hại cho môi trường, nâng cao chất lượng sản phẩm và dịch vụ, thúc đẩy mạnh mẽ sự phát triển của sản xuất. Đặc biệt, cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 có nhiều tác động đến đời sống xã hội trên nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực nông nghiệp; mặt khác do biến đổi khí hậu ngày càng ảnh hưởng tiêu cực đến sản xuất nông nghiệp, đồng thời do yêu cầu tăng dân số trong những thập niên tới làm biến đổi sâu sắc ngành nông nghiệp trên toàn cầu..

Do đó, việc ứng dụng nông nghiệp thông minh và đưa các công nghệ tiên tiến vào sản xuất nông nghiệp là một trong những giải pháp cấp bách để bảo đảm an ninh lương thực và chất lượng nông sản phục vụ toàn cầu trong bối cảnh tình trạng xung đột và bất ổn, dịch bệnh và biến đổi khí hậu đang diễn biến ngày càng phức tạp, khó lường.

Nhận thấy tầm quan trọng và xu hướng phát triển này, nhóm đồ án đã chọn đề tài **“Ứng dụng công nghệ LORA vào hệ thống tự động hóa trong nông nghiệp”** là một phần trong quá trình nghiên cứu và thiết kế hệ thống. Bố cục của đồ án gồm 5 chương:

- Chương 1: giới thiệu chung
- Chương 2: cấu hình hệ thống
- Chương 3: thiết kế phần cứng
- Chương 4: thiết kế phần mềm
- Chương 5: ghép nối và thử nghiệm

Để có thể hoàn thành đồ án này, em xin cảm ơn chân thành tới thầy ThS. Võ Duy Thành, cũng như những thầy cô trong trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Sáng tạo Công nghệ (CTI) đã tạo điều kiện thuận lợi và tận tình hướng dẫn em thực hiện đồ án tốt nghiệp này.

Lời nói đầu

---

Trong quá trình thực hiện đề tài không tránh được những sai sót, em mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy, cô trong bộ môn Tự động hóa công nghiệp để em có thể hoàn thiện đề tài này.

Em xin chân thành cảm ơn.

Hà Nội, ngày 04 tháng 01 năm 2019.

Sinh viên thực hiện

**Lưu Trung Hiếu**

# CHƯƠNG 1

## GIỚI THIỆU CHUNG

### 1.1. Công nghệ LORA

#### 1.1.1. Giới thiệu về công nghệ

##### a) *Khái niệm:*

**LORA** là viết tắt của **Long Range Radio** được nghiên cứu và phát triển bởi Cycleo và sau này được mua lại bởi công ty Semtech năm 2012. Với công nghệ này, chúng ta có thể truyền dữ liệu với khoảng cách lên hàng km mà không cần các mạch khuếch đại công suất; từ đó giúp tiết kiệm năng lượng tiêu thụ khi truyền/nhận dữ liệu.

##### b) *Nguyên lý hoạt động:*

LORA sử dụng kỹ thuật điều chế gọi là **Chirp Spread Spectrum**. Có thể hiểu nôm na nguyên lý này là dữ liệu sẽ được băm bằng các xung cao tần để tạo ra tín hiệu có dãy tần số cao hơn tần số của dữ liệu gốc (cái này gọi là chipped); sau đó tín hiệu cao tần này tiếp tục được mã hoá theo các chuỗi chirp signal (là các tín hiệu hình sin có tần số thay đổi theo thời gian; có 2 loại chirp signal là up-chirp có tần số tăng theo thời gian và down-chirp có tần số giảm theo thời gian; và việc mã hoá theo nguyên tắc bit 1 sẽ sử dụng up-chirp, và bit 0 sẽ sử dụng down-chirp) trước khi truyền ra anten để gửi đi.

Theo Semtech công bố thì nguyên lý này giúp giảm độ phức tạp và độ chính xác cần thiết của mạch nhận để có thể giải mã và điều chế lại dữ liệu. Băng tần làm việc của LORA từ 430MHz đến 915MHz cho từng khu vực khác nhau trên thế giới.

##### c) *Các thông số cơ bản:*

**Spreading Factor – SF:** SF xác định số lượng chirp signal khi mã hóa tín hiệu đã được điều chế tần số (chipped signal) của dữ liệu. Ví dụ nếu SF=12 có nghĩa là 1 mức logic của chipped signal sẽ được mã hóa bởi 12 xung chirp signal. Giá trị cho SF càng lớn thì thời gian truyền dữ liệu sẽ lâu hơn nhưng khoảng cách truyền sẽ xa hơn.

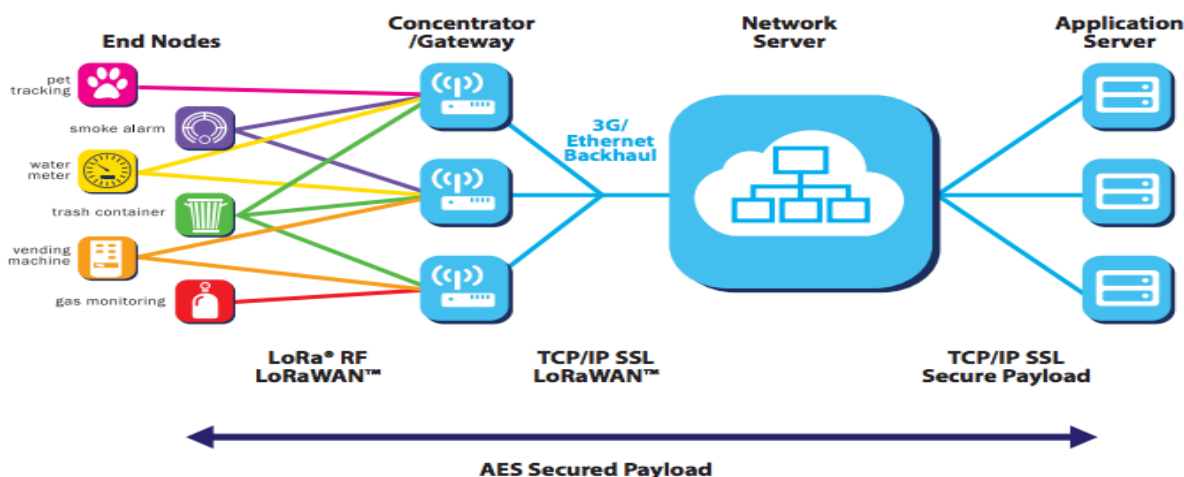
**Bandwidth – BW:** BW xác định biên độ tần số mà chirp signal có thể thay đổi. Nếu bandwidth càng cao thì thời gian mã hóa chipped signal càng ngắn; từ đó thời gian truyền dữ liệu cũng giảm xuống nhưng đổi lại khoảng cách truyền cũng ngắn lại.

## Chương 1. Giới thiệu chung

**Coding Rate – CR:** CR là số lượng bit được tự thêm vào mỗi trong Payload trong LORA radio packet bởi LORA chipset để mạch nhận có thể sử dụng để phục hồi lại 1 số bit dữ liệu đã nhận sai và từ đó phục hồi được nguyên vẹn dữ liệu trong Payload. Do đó, sử dụng CR càng cao thì khả năng nhận dữ liệu đúng càng tăng; nhưng bù lại chip LORA sẽ phải gửi nhiều dữ liệu hơn (có thể làm tăng thời gian truyền dữ liệu trong không khí).

### d) LORAWAN network:

LORAWan là chuẩn giao tiếp dựa trên nền tảng công nghệ LORA và được định nghĩa và phát triển bởi tổ chức LORA Alliance. Ở mỗi vùng khác nhau trên thế giới thì thiết bị LORAWan phải cấu hình cho chip LORA hoạt động ở dãy băng tần cho phép như 433Mhz, 915MHz,...



Hình 1.1. Mô hình LORAWan.

Do đó trong 1 mạng LORAWan sẽ có 2 loại thiết bị:

- Device node: là các thiết bị cảm biến, hoặc các thiết bị giám sát được lắp đặt tại các vị trí làm việc ở xa để lấy và gửi dữ liệu về các thiết bị trung tâm.
- Gateway: là các thiết bị trung tâm sẽ thu thập dữ liệu từ các device node và gửi lên 1 server trung tâm để xử lý dữ liệu. Các thiết bị Gateway thường sẽ được đặt tại 1 vị trí có nguồn cung cấp và có các kết nối network như Wifi, LAN, GSM để có thể gửi dữ liệu lên server

### 1.1.2. Ứng dụng công nghệ LORA trong nông nghiệp hiện nay

Tại Úc, Semtech vừa thông báo rằng họ đang hợp tác với một nhà mạng Úc, National Narrowband Network Co (NNNCo), đang triển khai một mạng công khai dựa trên giao thức LORAWAN sẽ thúc đẩy các thiết bị và công nghệ LORA của Semtech trong việc xây dựng các ứng dụng Internet of Things (IoT). Mạng lưới sẽ được triển khai với công ty nông nghiệp Úc, Goanna Ag, với mục đích mang lại giải pháp quản lý tưới thông minh hơn cho người trồng bông.



Hình 1.2. Ứng dụng công nghệ LORA trong trồng bông ở Úc.

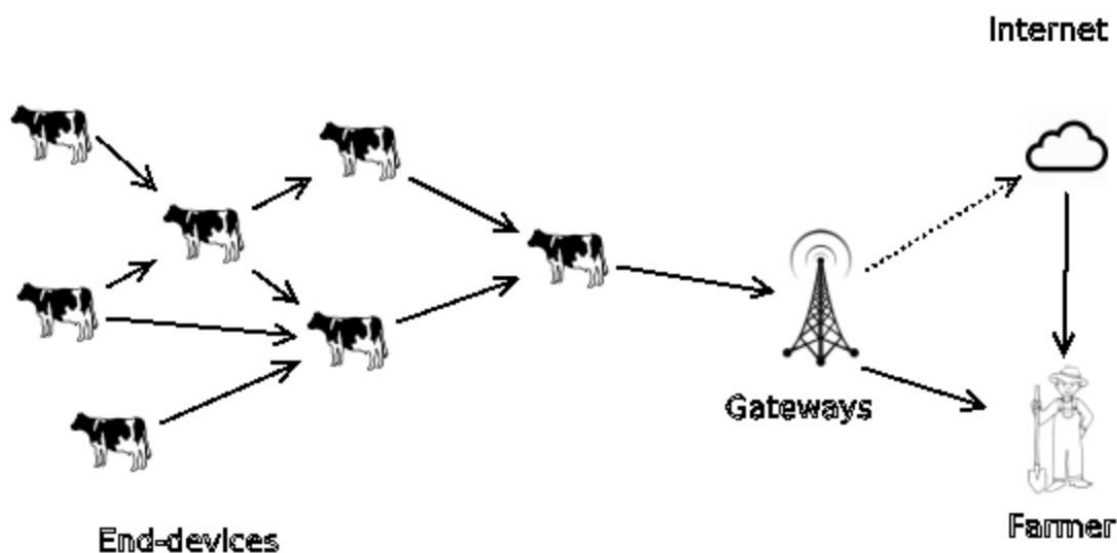
Mạng lưới, là một phần mở rộng của vùng phủ sóng dựa trên LORAWAN hiện có của NNNCo, có diện tích gần ba triệu ha, và trải dài trên khu vực tưới Murrumbidgee và Murrumbidgee, Lachlan, Gwydir MacIntyre, Namoi và Macquar. NNNCo sẽ mở rộng mạng dựa trên LORAWAN trong suốt năm 2019. Mạng sẽ được sử dụng để kết nối các cảm biến và phân tích dữ liệu kết nối đám mây với chi phí thấp cho người nông dân, kết hợp dữ liệu độ ẩm đất thông qua các đầu dò được cài đặt, dữ liệu thời tiết địa phương và hình ảnh vệ tinh để tối ưu hóa lịch trình tưới.

Với mùa bông mới bắt đầu, NNNCo và Goanna Ag sẽ lắp đặt 100 gateway đầu tiên của họ ở New South Wales và Queensland, cùng với hơn 2.000 cảm biến trên khắp các trang trại bông. Các cảm biến dựa trên LORA sẽ bao gồm các đầu dò độ ẩm đất, đồng hồ đo mưa, trạm thời tiết, và máy theo dõi bình chứa nước và nhiên liệu.

## Chương 1. Giới thiệu chung

---

Semtech cũng đã tạo ra giải pháp giám sát gia súc IoT tận dụng các thiết bị LORA của Semtech và công nghệ tần số vô tuyến không dây (Công nghệ LORA). Trình theo dõi GPS và cảm biến sinh trắc học hỗ trợ LORA theo dõi sức sống của động vật và liệu chúng có đi lạc khỏi khu vực được chỉ định hay không.



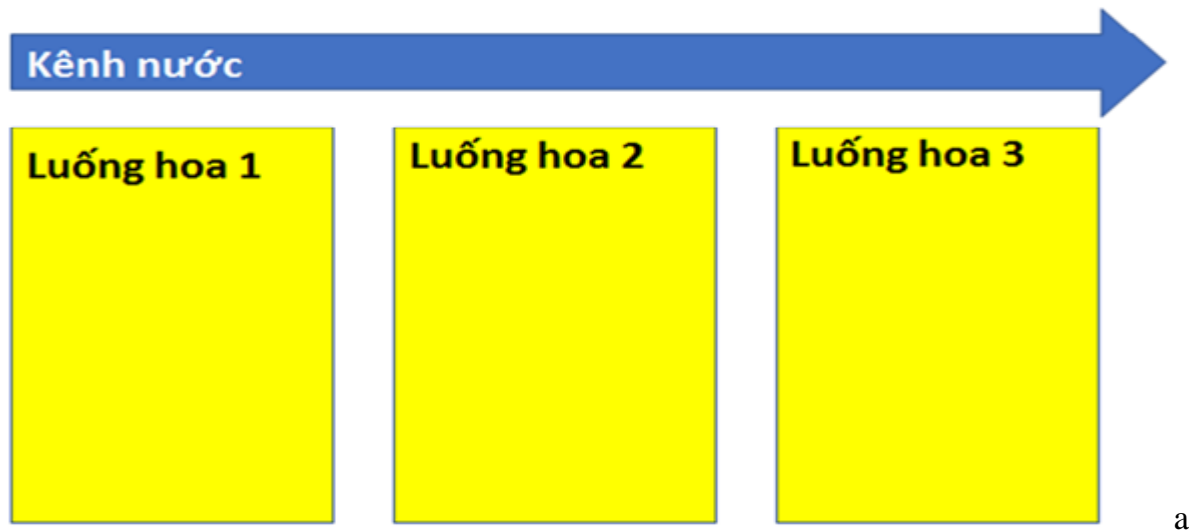
Hình 1.3. Ứng dụng công nghệ LORA trong giám sát gia súc tại Úc.

Thiết bị dựa trên lar.tech LORA được gắn thẻ trên tai của con bò và truyền không dây dữ liệu thời gian thực trên vị trí của con bò, làm giảm tỷ lệ đi lang thang hoặc bị trộm cắp. Ngoài ra, thẻ cũng theo dõi chuyển động của động vật, cho người chăn nuôi biết nếu con vật hoạt động quá mức hay kém hoạt động, cũng như quan sát nhiệt độ cơ thể của động vật và phát hiện động dục. Các ứng dụng liên tục quét dữ liệu và thông báo cho người chăn nuôi ngay lập tức nếu có sự bất thường.



## 1.2. Áp dụng công nghệ LORA vào mô hình nông nghiệp tại Việt Nam

### 1.2.1. Đặc điểm của mô hình



Hình 1.4. Mô hình trồng trọt tại Việt Nam.

Đây là mô hình điển hình của hệ thống nông nghiệp ở Việt Nam gồm có hệ thống mương máng tưới tiêu và hệ thống luống cây trồng. Mô hình này có thể áp dụng cho nhiều loại cây trồng khác nhau tại Việt Nam như lúa, ngô, khoai, sắn... Trong đó:

- Luống cây là nơi trồng cây, có chứa đất, khoáng chất cần thiết đảm bảo cho sự phát triển bình thường của cây trồng.
- Mương máng là nơi dẫn nước từ phía nguồn tới từng thửa ruộng, đảm bảo nhu cầu tưới tiêu liên tục trong mùa vụ.

Dựa vào mô hình thực tế trên, nhóm có những tính toán phù hợp cho việc áp dụng công nghệ cũng như thiết kế sơ đồ lắp đặt thiết bị để hệ thống có thể hoạt động tốt và ổn định trong khoảng thời gian dài với điều kiện khắc nghiệt.

### 1.2.2. Áp dụng công nghệ LORA

Nhóm đề án quyết định chọn công nghệ truyền thông LORA vì những đặc điểm nổi bật sau:

- Độ an toàn cao, chống nhiễu tốt.
- Truyền được khoảng cách xa (tối đa 10-16km) mà ít bị ảnh hưởng bởi các thiết bị khác.

## Chương 1. Giới thiệu chung

---

- Tiêu thụ dòng thấp (trong chế độ tiết kiệm năng lượng, dòng tiêu thụ khoảng 30uA khi thiết lập độ trễ khoảng 2s).
- Dung lượng mạng cao.
- Chi phí sử dụng thấp.

### 1.3. Yêu cầu của hệ thống

Đề tài “**Ứng dụng truyền thông LORA vào hệ thống tự động hóa trong nông nghiệp**” gồm những yêu cầu:

- Xây dựng mô hình hệ thống tự động hóa nông nghiệp trên nền tảng truyền thông LORA.
- Thu thập, hiển thị và lưu trữ các thông số nhiệt độ, độ ẩm môi trường và độ ẩm đất trên web server, trên app điện thoại...
- Thiết kế luật điều khiển cho tải máy bơm để cung cấp nước cho cây một cách tự động, đảm bảo sự phát triển tốt của cây, đem lại hiệu quả kinh tế.
- Chất lượng cập nhật dữ liệu cảm biến nhanh, điều khiển tải tức thì để đảm bảo hệ thống chạy tốt.

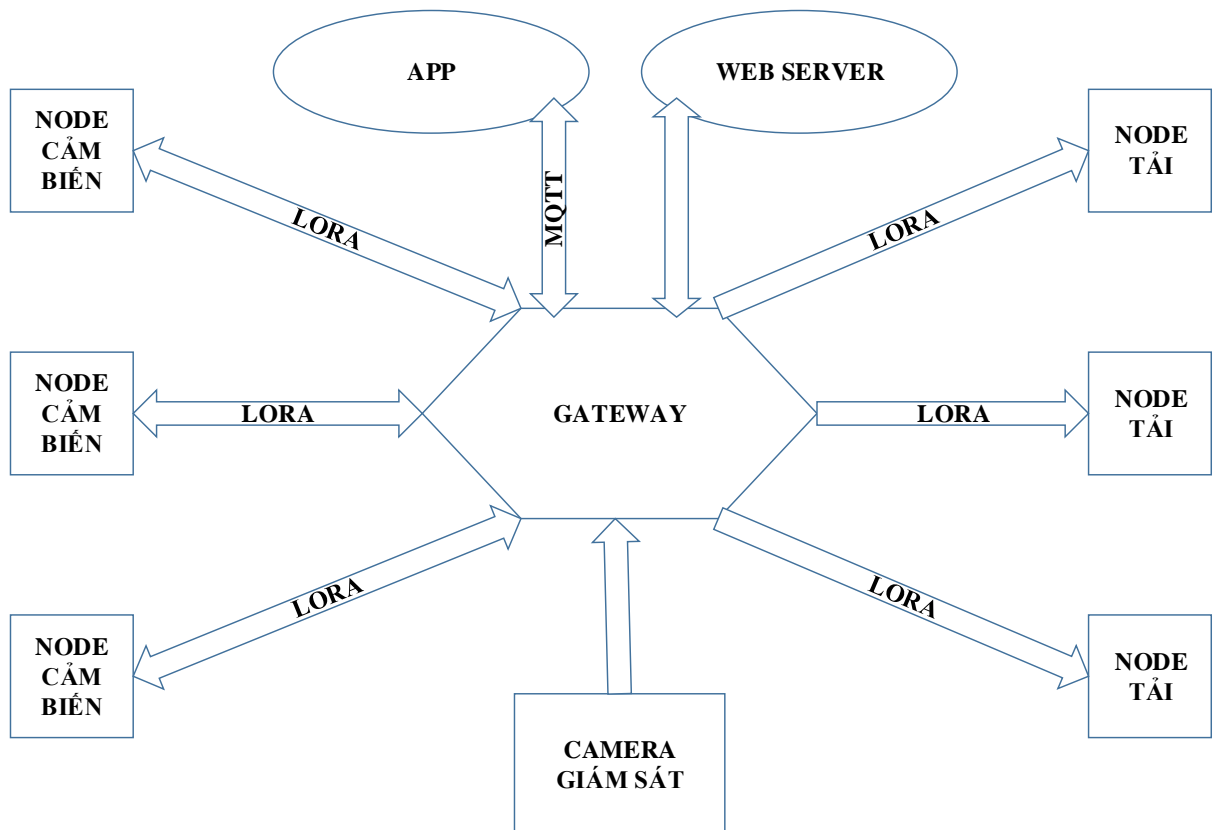
### Kết luận:

Chương 1 đã giới thiệu về công nghệ LORA, tình hình ứng dụng công nghệ này vào nông nghiệp tại một số quốc gia cũng như đặt vấn đề về việc áp dụng công nghệ này vào mô hình nông nghiệp tại Việt Nam. Từ đó, đưa ra các yêu cầu cơ bản của hệ thống.

## CHƯƠNG 2

### CẤU HÌNH HỆ THỐNG

#### 2.1. Cấu hình hệ thống



Hình 2.1. Cấu trúc tổng quan của hệ thống.

Hệ thống gồm các 3 thành phần chính sau:

- Node cảm biến: thu thập dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất tại các luống cây trồng và gửi về Gateway thông qua truyền thông LORA.
- Node tải: nhận tín hiệu điều khiển từ Gateway thông qua truyền thông LORA để đóng cắt máy bơm, cung cấp lượng nước phù hợp cho các luống cây, đảm bảo sự phát triển tốt của cây trồng.
- Gateway: thu thập và xử lý dữ liệu của Node cảm biến để hiển thị lên web server thông qua giao thức TCP/IP, cũng như hiển thị lên app trên máy tính và điện thoại thông qua giao thức MQTT. Thêm vào đó, Gateway

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

cũng căn cứ vào dữ liệu của cảm biến độ ẩm đất để đưa ra luật điều khiển thích hợp cho tải máy bơm.

Ngoài ra, hệ thống có khả năng giám sát trực quan thông qua camera giám sát trên điện thoại smartphone cũ.

### 2.1.1. Node cảm biến

Yêu cầu:

- Thu thập dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất
- Gửi về Gateway thông qua truyền thông LORA

Tiến hành lựa chọn thiết bị:

- Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí (DHT11) và cảm biến độ ẩm đất
- Vi điều khiển STM32F103C8T6
- Module LORA E32-TTL-100
- Nguồn adapter 7-12VDC hoặc Pin

#### a) Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí (DHT11)



Hình 2.2. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí.

Thông tin kỹ thuật:

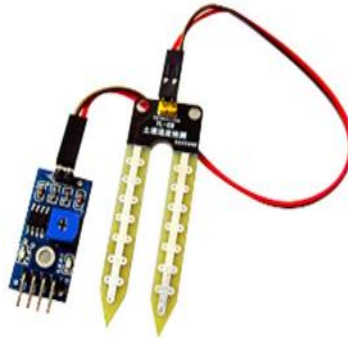
- Nguồn: 3 -> 5 VDC.
- Dòng sử dụng: 2.5mA max (khi truyền dữ liệu).
- Đo tốt ở độ ẩm 20-80% RH với sai số 5%.
- Đo tốt ở nhiệt độ 0 to 50°C sai số  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Tần số lấy mẫu tối đa 1Hz (1 giây 1 lần)

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

- Kích thước 15mm x 12mm x 5.5mm.
- 4 chân, khoảng cách chân 0.1".

### b) Cảm biến độ ẩm đất



Hình 2.3. Cảm biến độ ẩm đất.

Cảm biến độ ẩm đất được hoạt động với 2 chế độ ngõ ra (Analog & Digital), trạng thái đầu ra mức thấp (0V), khi đất thiếu nước đầu ra sẽ là mức cao (5V). Hai đầu đo của cảm biến được cắm vào đất để phát hiện độ ẩm. Dùng dây nối giữa cảm biến và module chuyển đổi.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 3.3 -> 5VDC
- Kích thước PCB: 3cm \* 1.6cm

### c) Vi điều khiển STM32F103C8T6



Hình 2.4. Vi điều khiển STM32F103C8T6.

STM32 là một trong những dòng chip phổ biến của ST với nhiều họ thông dụng như F0, F1, F2, F3, F4..... STM32F1 thuộc họ F1 với lõi là ARM COTEX M3. STM32F103 là vi điều khiển 32 bit, tốc độ tối đa là 72Mhz. Giá thành cũng khá rẻ so

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

với các loại vi điều khiển có chức năng tương tự. Mạch nạp cũng như công cụ lập trình khá đa dạng và dễ sử dụng.



Hình 2.5. Phần mềm lập trình cho STM32F103C8T6 (KeilC v5).

### Cấu hình chi tiết của STM32F103C8T6:

- ARM 32-bit Cortex M3 với clock max là 72Mhz.
- Bộ nhớ:
  - 64 kbytes bộ nhớ Flash(bộ nhớ lập trình).
  - 20kbytes SRAM.
- Clock, reset và quản lý nguồn.
  - Điện áp hoạt động 2.0V -> 3.6V.
  - Power on reset(POR), Power down reset(PDR) và programmable voltage detector (PVD).
  - Sử dụng thạch anh ngoài từ 4Mhz -> 20Mhz.
  - Thạch anh nội dùng dao động RC ở mode 8Mhz hoặc 40khz.
  - Sử dụng thạch anh ngoài 32.768khz được sử dụng cho RTC.
- 2 bộ ADC 12 bit với 9 kênh cho mỗi bộ.
  - Khoảng giá trị chuyển đổi từ 0 – 3.6V.
  - Lấy mẫu nhiều kênh hoặc 1 kênh.
  - Có cảm biến nhiệt độ nội.

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

- DMA: bộ chuyển đổi này giúp tăng tốc độ xử lý do không có sự can thiệp quá sâu của CPU.
  - 7 kênh DMA.
  - Hỗ trợ DMA cho ADC, I2C, SPI, UART.
- 7 timer.
  - 3 timer 16 bit hỗ trợ các mode IC/OC/PWM.
  - 1 timer 16 bit hỗ trợ để điều khiển động cơ với các mode bảo vệ như ngắt input, dead-time..
  - 2 watchdog timer dùng để bảo vệ và kiểm tra lỗi.
  - 1 sysTick timer 24 bit đếm xuống
- Hỗ trợ 9 kênh giao tiếp bao gồm:
  - 2 bộ I2C (SMBus/PMBus).
  - 3 bộ USART (ISO 7816 interface, LIN, IrDA capability, modem control).
  - 2 SPIs (18 Mbit/s).
  - 1 bộ CAN interface (2.0B Active)
  - USB 2.0 full-speed interface
- Kiểm tra lỗi CRC và 96-bit ID.

### d) Module LORA E32-TTL-100



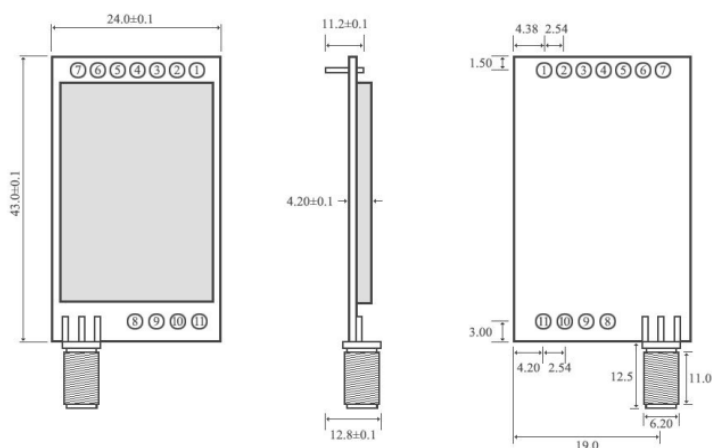
Hình 2.6. Module LORA E32-TTL-100.

Module LORA SX1278 100mW sử dụng chip Semtech SX1278 của chuẩn LORATM không dây, module ngoài sử dụng công nghệ GFSK truyền thống, nó cũng

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

sử dụng công nghệ LORA (long range) chống nhiễu và giảm dòng tiêu thụ. Module hỗ trợ chuẩn giao tiếp UART, độ mạnh tín hiệu phát lớn 100mW, truyền tải được khoảng cách xa mà điện năng tiêu thụ thấp.

Nó thích hợp cho bất kỳ môi trường ứng dụng phức tạp nào cần truyền tải dữ liệu không dây, chẳng hạn như: điều khiển nhà thông minh nhà, ô tô điện tử, báo động an ninh, giám sát và kiểm soát hệ thống công nghiệp, hệ thống điều khiển từ xa cho các ứng dụng tưới tiêu... Các module có thể dễ dàng nhúng vào thiết kế sản phẩm của khách hàng hiện tại hoặc hệ thống bằng giao thức SPI chuẩn, giúp cho giao tiếp dễ dàng và đơn giản. Module có thể truyền xa vài lên đến vài km tùy vào mục đích sử dụng và năng lượng tiêu tốn.



Hình 2.7. Cấu tạo cơ khí của module LORA E32-TTL-100.

### Đặc tính nổi bật:

- Độ an toàn cao, chống nhiễu tốt, truyền được khoảng cách xa mà ít bị ảnh hưởng bởi các thiết bị khác.
- Tiêu thụ dòng thấp: Trong chế độ tiết kiệm năng lượng, dòng tiêu thụ khoảng 30uA khi thiết lập độ trễ khoảng 2s
- Cho phép định địa chỉ truyền nhận: Ví dụ: module A yêu cầu truyền đến B (địa chỉ 0x00 01, kênh là 0x80) dữ liệu AA BB CC, thì nó có thể truyền 00 01 80 AA BB CC, thì chỉ có module B nhận dữ liệu, các module khác không nhận dữ liệu.



## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

- Có thể định địa chỉ 0xFFFF để nhận tất cả dữ liệu từ tất cả module trên cùng 1 kênh.
- Hỗ trợ FEC forward error correction algorithm giúp gia tăng độ ổn định và tin cậy khi truyền nhận.
- Trong chế độ sleep mode, module tiêu tốn chỉ vài uA và vẫn có khả năng nhận được cấu hình từ MCU gửi sang.
- Thường được sử dụng trong các dự án yêu cầu khoảng cách xa, lượng data truyền nhận không lớn hay môi trường có độ nhiễu cao.

### Thông số kĩ thuật:

- Kích thước: 21\*36 mm
- Tần số: 433MHz (410 ~ 441MHz) hỗ trợ 32 kênh.
- Điện áp hoạt động: 2.3 ~ 5.5V DC .Lưu ý: điện áp lớn 5.5V sẽ gây hư hỏng module
- Độ mạnh phát: 20dBm (100mW) với 4 mức điều chỉnh (20, 17, 14, 10dBm).
- Tốc độ truyền không dây: 2.4kbps có thể điều chỉnh 6 mức (0.3, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2Kbps)
- Dòng sleep mode 2.0uA ở Mode 3
- Dòng phát: 110mA @ 20dBm .Lưu ý công suất nguồn nên cao hơn 250mA.
- Dòng nhận : 14mA ở Mode 0,1
- UART baudrate: 1200 ~ 115.200 Tổng cộng có tám loại tốc độ truyền (mặc định 9600)
- UART TX, RX Cache 512 Bytes
- Hỗ trợ 16 bit địa chỉ để thiết lập network
- Anten SMA-K Threaded lỗ, 50Ω trở kháng
- Độ nhạy nhận-130dbm @0.3kbp

Chương 2. Cấu hình hệ thống

➤ Nhiệt độ hoạt động -40 ~ + 85 °C

**Các chế độ vận hành:**

Bảng 2.1. Các chế độ vận hành của Module LORA E32-TTL-100

Tên chế độ	M1	M0	Mô tả	Ghi chú
<b>Mode 0</b> <b>(normal)</b>	0	0	Cổng nối tiếp mở, kênh truyền không dây mở. Cho phép truyền thông.	Bộ nhận phải làm việc ở mode 0 hoặc mode 1.
<b>Mode 1</b> <b>(wake-up)</b>	0	1	Cổng nối tiếp mở, kênh thông truyền không dây mở. Điều khác biệt duy nhất với mode 0 là ở mode 1, dữ liệu tự động được thêm wake-up code. Cho phép đánh thức bộ nhận ở chế độ 2.	Bộ nhận có thể làm việc ở mode 0, 1 hoặc 2.
<b>Mode 2</b> <b>(power-saving)</b>	1	0	Cổng nối tiếp đóng, kênh truyền làm việc ở chế độ wake-up. Và cổng nối tiếp sẽ mở khi nhận được tín hiệu từ kênh truyền thông không dây.	Bộ truyền nên hoạt động ở mode 1. Không thể truyền ở chế độ này.
<b>Mode 3</b> <b>(sleep-mode)</b>	1	1	Chế độ ngủ, có thể thiết lập các thông số cho module.	Xem phụ lục 2

### 2.1.2. Node tải

Yêu cầu:

- Nhận tín hiệu điều khiển từ Gateway thông qua truyền thông LORA
- Đóng cắt máy bơm để cung cấp nước phù hợp cho cây trồng

Tiến hành lựa chọn thiết bị:

- Vi điều khiển STM32F103C8T6
- Module LORA E32-TTL-100
- Nguồn adapter 7-12VDC

Phần giới thiệu về STM32F103C8T6 và module LORA đã được đề cập trong mục 2.1.1.

### 2.1.3. Gateway

Yêu cầu:

- Hoạt động ở chế độ thời gian thực, hiển thị giờ phút giây, ngày tháng năm và các dữ liệu nhận được từ phía web server gửi cho gateway.
- Nhận dữ liệu về các thông số của môi trường từ phía node cảm biến.
- Xử lý dữ liệu nhận được từ phía node cảm biến để hiển thị lên web server thông qua truyền thông wifi, lưu trữ trên app của máy tính cũng như app của điện thoại thông qua giao thức MQTT.
- Xuất tín hiệu điều khiển đến node tải để đóng cắt máy bơm phù hợp với yêu cầu thực tế của hệ thống tưới tiêu nông nghiệp của cây trồng.

Lựa chọn thiết bị:

- Module LORA E32-TTL-100
- Nguồn adapter 7-12VDC
- Module thời gian thực DS1307
- Vi điều khiển dsPIC30F4011
- Màn hình LCD 16x2

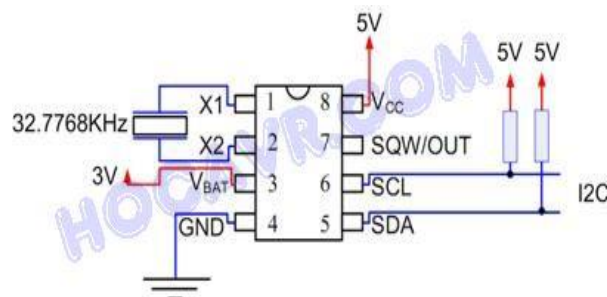
## Chương 2. Cấu hình hệ thống

### ➤ Module wifi NODEMCU (ESP8266-12E)

Phần giới thiệu về STM32F103C8T6 và module LORA đã được đề cập trong mục 2.1.1.

#### a) Module thời gian thực DS1307

DS1307 là chip đồng hồ thời gian thực (RTC : Real-time clock), khái niệm thời gian thực ở đây được dùng với ý nghĩa thời gian tuyệt đối mà con người đang sử dụng, tính bằng giây, phút, giờ...DS1307 là một sản phẩm của Dallas Semiconductor (một công ty thuộc Maxim Integrated Products). Chip này có 7 thanh ghi 8-bit chứa thời gian là: giây, phút, giờ, thứ (trong tuần), ngày, tháng, năm. Ngoài ra DS1307 còn có 1 thanh ghi điều khiển ngõ ra phụ và 56 thanh ghi trống có thể dùng như RAM. DS1307 được đọc và ghi thông qua giao diện nối tiếp I2C.



Hình 2.8. Sơ đồ chân của DS1307.

#### b) Vi điều khiển dsPIC30F4011



Hình 2.9. Vi điều khiển dsPIC30F4011.

Vi điều khiển dsPIC30F4011 là một dòng vi điều khiển chuyên sử dụng để điều khiển động cơ, có tới 6 kênh băm xung PWM, 4 chân ngắt ngoài, 24 chân ngắt CN. Đủ cho ứng dụng điều khiển 6 động cơ một lúc.

#### **Cấu hình chi tiết của dsPIC30F4011:**

- Khối xử lý trung tâm CPU
  - Tập lệnh cơ bản gồm 84 lệnh
  - Chế độ định địa chỉ linh hoạt
  - Độ dài lệnh 24-bit, độ dài dữ liệu 16-bit
  - Bộ nhớ chương trình Flash 24 Kbyte
  - Bộ nhớ RAM độ lớn 1Kbytes
  - Bộ nhớ EEPROM
  - Mảng 16 thanh ghi làm việc 16-bit
  - Tốc độ làm việc lên tới 30 MIPS
- Bộ chuyển đổi tương tự số ADC
  - Bộ chuyển đổi tương tự - số (ADC) 10-bit
  - Tốc độ lấy mẫu tối đa 1 Msps (Mega samples per second)
  - Tối đa 10 kênh lối vào ADC
  - Thực hiện biến đổi cả trong chế độ Sleep và Idle
  - Chế độ nhận biết điện thế thấp khả lập trình
  - Tạo Reset bằng nhận diện điện áp khả lập trình
- Các cổng vào ra I/O Port và các ngoại vi
  - Dòng ra, vào ở các chân I/O lớn: 25 mA
  - 3 Timer 16-bit, có thể ghép 2 Timer 16-bit thành Timer 32-bit
  - Chức năng Capture 16-bit
  - Các bộ so sánh/PWM 16-bit
  - Module SPI 3 dây (hỗ trợ chế độ Frame)
  - Module I2C, hỗ trợ chế độ đa chủ tớ, địa chỉ từ 7-bit đến 10-bit
  - UART có khả năng địa chỉ hoá, hỗ trợ bộ đệm FIFO1

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

### c) Màn hình LCD 16x2



Hình 2.10. Màn hình hiển thị LCD 16x2.

#### Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 5V
- Kích thước: 80 x 36 x 12.5 mm
- Có thể được điều khiển với 6 dây tín hiệu
  - Contrast Voltage (Vo): điều khiển độ sáng màn hình
  - Register Select (RS): lựa chọn thanh ghi
  - Read/Write (R/W)
  - Enable: Cho phép ghi vào LCD
  - D0 - D7: 8 chân trao đổi dữ liệu với các vi điều khiển, với 2 chế độ sử dụng
    - ✓ Chế độ 8 bit: Dữ liệu được truyền trên cả 8 đường, với bit MSB là bit DB7.
    - ✓ Chế độ 4 bit : Dữ liệu được truyền trên 4 đường từ DB4 tới DB7, bit MSB là DB7.

### d) Module wifi NODEMCU (ESP8266-12E)



Hình 2.11. Module Wifi NODEMCU (ESP8266-12E).

#### Thông số kỹ thuật:

## Chương 2. Cấu hình hệ thống

---

- Chip: ESP8266EX
- WiFi: 2.4 GHz hỗ trợ chuẩn 802.11 b/g/n
- Điện áp hoạt động: 3.3V
- Điện áp vào: 5V thông qua cổng USB
- Số chân I/O: 11 (tất cả các chân I/O đều có Interrupt/PWM/I2C/One-wire, trừ chân D0)
- Số chân Analog Input: 1 (điện áp vào tối đa 3.3V)
- Bộ nhớ Flash: 4MB
- Giao tiếp: Cable Micro USB
- Hỗ trợ bảo mật: WPA/WPA2
- Tích hợp giao thức TCP/IP
- Lập trình trên các ngôn ngữ: C/C++, Micropython, NODEMCU - Lua

### 2.1.4. Camera giám sát

Yêu cầu:

- Camera còn hoạt động tốt
- Có khả năng sử dụng phần mềm IP CAMERA và kết nối wifi

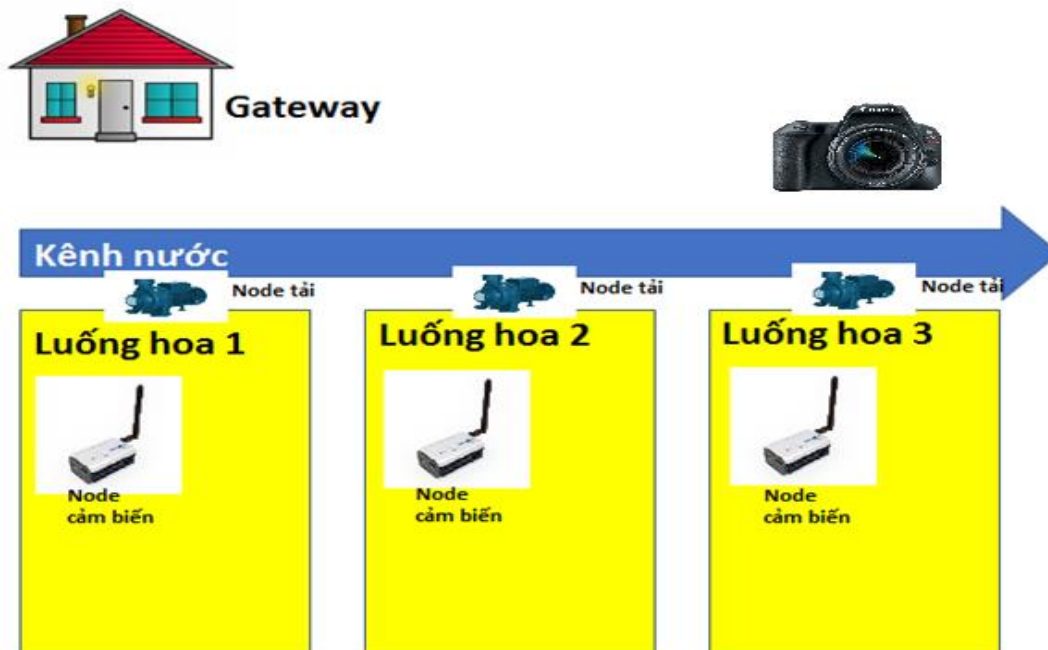
Tiến hành lựa chọn thiết bị:



Hình 2.12. Camera giám sát.

Chọn một chiếc điện thoại smartphone cũ làm camera giám sát cho hệ thống, kết hợp 1 chiếc thẻ nhớ SD 16GB để lưu trữ dữ liệu của hệ thống khi cần.

## 2.2. Lắp đặt thiết bị



Hình 2.13. Cấu hình lắp đặt thiết bị của hệ thống.

Việc lắp đặt thiết bị dựa trên yêu cầu thực tế về đo đạc các thông số của môi trường cũng như đặc điểm tưới tiêu của nông nghiệp nhằm đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định trong môi trường khắc nghiệt mà ít chịu tác động của yếu tố môi trường như nắng, mưa, độ ẩm... Trên thực tế, đối với mỗi luống hoa sẽ đặt nhiều node cảm biến và sử dụng thuật toán tính trung bình để dữ liệu cập nhật trên web server là con số đáng tin cậy, góp phần vào việc điều khiển tưới chính xác nhất.

### Kết luận:

Chương 2 đã trình bày rõ ràng về cấu hình hệ thống, đồng thời cũng đưa ra các lựa chọn về thiết bị phần cứng, công nghệ sử dụng phù hợp với yêu cầu đã đặt ra, phục vụ cho việc ghép nối các thành phần thành một hệ thống hoàn chỉnh.



## CHƯƠNG 3

# THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

### 3.1. Ý tưởng thiết kế

Board mạch sử dụng trong đề tài là board mạch duy nhất, được thiết kế bằng phần mềm altium designer với cấu trúc đầy đủ các thành phần của node cảm biến, node tải và gateway trên cùng một board với mục đích như sau:

- Tiết kiệm chi phí đặt mạch
- Giảm thiểu thời gian thiết kế file nguyên lý và đi dây cho file PCB
- Giúp người lập trình nắm bắt cả hệ thống nhanh hơn
- Dễ dàng hoán đổi các thành phần của hệ thống khi có sự cố hỏng hóc
- Dễ dàng mở rộng quy mô hệ thống

Board mạch sử dụng trong đề tài có nhiều thành phần gồm:

- Phần 1: Khối nguồn (1)
- Phần 2: Khối giao tiếp thời gian thực giữa DSPIC (4) và DS1307 (2) thông qua nút nhấn (3) và hiển thị lên LCD (4).
- Phần 3: Khối cảm biến trong node cảm biến (5)
- Phần 4: Khối công suất trong node tải (6)
- Phần 5: Khối truyền thông Lora của node cảm biến và node tải (7)
- Phần 6: Khối truyền thông Lora của gateway, đồng thời cũng là khối kết nối wifi, truyền thông MQTT (8)

### 3.2.1. Khối nguồn

Hình 3.1. Khối nguồn.

- Khối nguồn được thiết kế để đảm bảo có nhiều phương án cấp nguồn cho mạch: dùng pin, dùng adapter 7-12VDC hoặc dùng dây sạc điện thoại...
- Cấp nguồn 7-12VDC sẽ qua LM7805 để hạ áp xuống 5V cấp cho cảm biến DHT11 và cảm biến độ ẩm đất, từ 5V qua ASM1117 để hạ áp xuống 3V3 để cấp cho vi điều khiển STM32F103C8T6 và module LORA.
- Tụ gốm 104 và tụ hóa 470uF có nhiệm vụ lọc nhiễu và làm phẳng điện áp ra từ nguồn.
- LED3 có nhiệm vụ báo trạng thái hoạt động của nguồn.
- Khối nguồn ra chân 3 cấp điện áp là 5V, 3V3, GND để sử dụng khi có thêm các ngoại vi khác.

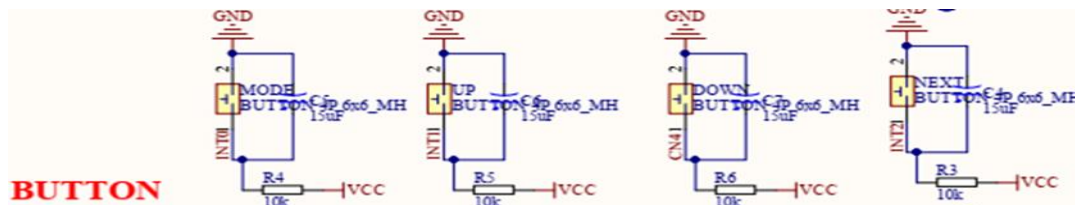
### 3.2.2. Khối thời gian thực

Giao tiếp của DSPIC với LCD được thực hiện ở chế độ 4 bit, tức là chỉ sử dụng 4 đường để truyền dữ liệu từ DSPIC lên LCD và hiển thị. Do đó, 4 chân D4, D5, D6, D7 được sử dụng. Bên cạnh đó, các chân RS để lựa chọn thanh ghi lệnh hoặc thanh ghi dữ liệu, chân EN cho phép việc giao tiếp với LCD, chân  $R/\overline{W}$  cho phép việc đọc ghi dữ liệu cũng đóng vai trò rất quan trọng trong giao tiếp này. Chân VSS được nối với chân tín hiệu của biến trở để thay đổi độ tương phản của LCD khi cần thiết.



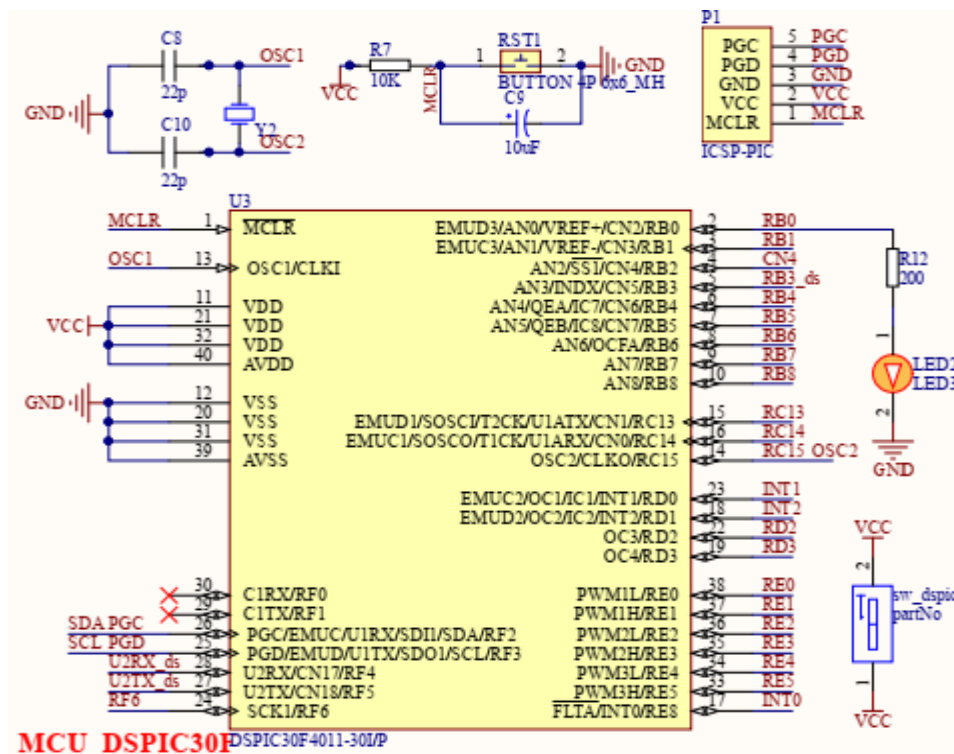
### Chương 3. Thiết kế phần cứng

- SQW/OUT là một ngõ ra phụ tạo xung dao động (xung vuông). Chân này tôi nghĩ không ảnh hưởng đến thời gian thực nên chúng ta không sử dụng chân này trong thời gian thực và bỏ trống chân này!
- SCL và SDA là hai bus dữ liệu của DS1307. Thông tin truyền và ghi đều được truyền qua 2 đường truyền này theo chuẩn I2C



Hình 3.4. Khởi nút nhấn.

Khởi nút nhấn có tác dụng giúp người dùng thay đổi các thông số thời gian như giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm. Các chân tín hiệu của nút nhấn đều được nối với ngắt của DSPIC để được ưu tiên xử lý. Trên mỗi nút nhấn đều có tụ 10-15uF để chống ảnh hưởng của việc dôi nút nhấn. Điện trở kéo lên giá trị 10k có tác dụng tránh hiện tượng trôi nổi dẫn đến không xác định được trạng thái của nút nhấn đang ở mức cao hay thấp.



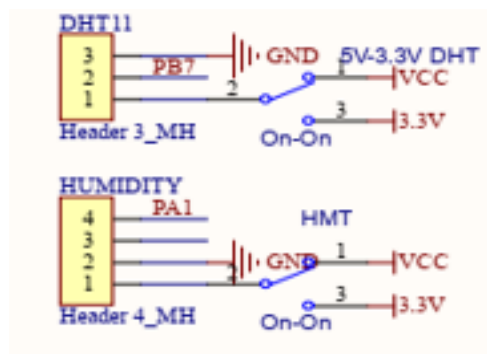
Hình 3.5. Khối vi điều khiển dsPIC30F4011.

### Chương 3. Thiết kế phần cứng

---

- Khởi tạo dao động cho dsPIC sử dụng thạch anh 8Mhz. Nút nhấn reset để khởi tạo lại vi điều khiển khi hệ thống bị treo.
- Khởi mạch nạp ICSP để nạp code cho chip.
- Công tắc gạt để cấp nguồn và cắt nguồn của dsPIC khi hệ thống có sự cố
- LED2 có nhiệm vụ báo trạng thái hoạt động của chip.
- Chân SDA và SCL là 2 chân quan trọng trong giao tiếp I2C với module thời gian thực DS1307. Việc thiết lập thời gian cho module thời gian thực được thao tác bằng các nút nhấn (nối với các ngắt ngoài và ngắt thay đổi trạng thái pin của DSPIC).

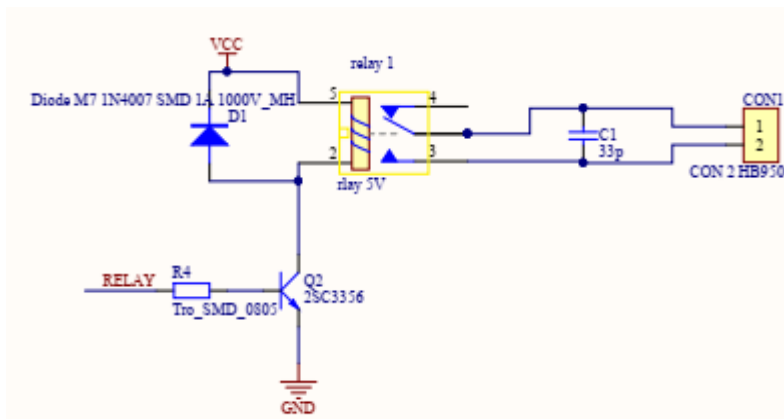
#### 3.2.3. Khởi cảm biến (đối với node cảm biến)



Hình 3.6. Khởi giao tiếp cảm biến DHT11 và cảm biến độ ẩm đất.

- Khe cắm cho module cảm biến tiện dụng, không cần phải đấu dây phức tạp. Khe cắm phù hợp với nhiều loại module cảm biến digital và analog khác nhau.
- Có công tắc chuyển nguồn cho các loại cảm biến 5V và 3V3
- Mỗi cảm biến đều có 1 cách giao tiếp đặc thù với vi điều khiển, trong khi DHT11 sử dụng giao tiếp 1-wire nên cần 1 chân digital của vi điều khiển nối với chân tín hiệu của cảm biến thì cảm biến độ ẩm đất cần 1 chân analog của vi điều khiển nối với chân tín hiệu của cảm biến.

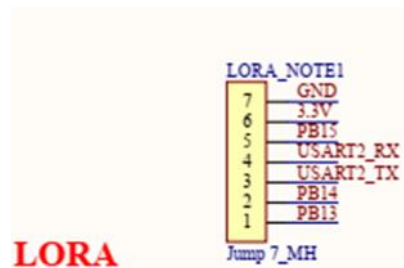
### 3.2.4. Khối công suất (đối với node tải)



Hình 3.7. Khối công suất đóng cắt máy bơm.

- Việc đóng cắt tải là máy bơm công suất cần có bộ khuếch đại tín hiệu. Ở đây, nhóm sử dụng transistor đóng cắt relay.
- Điện trở hạn dòng R4, bảo vệ cho transistor. (thường chọn từ 1k trở lên)
- Diode M7 để thiết kế để hạn chế ảnh hưởng của dòng ngược của máy bơm khi đóng cắt, gây hỏng transistor.

### 3.2.5. Khối truyền thông Lora của node cảm biến và node tải



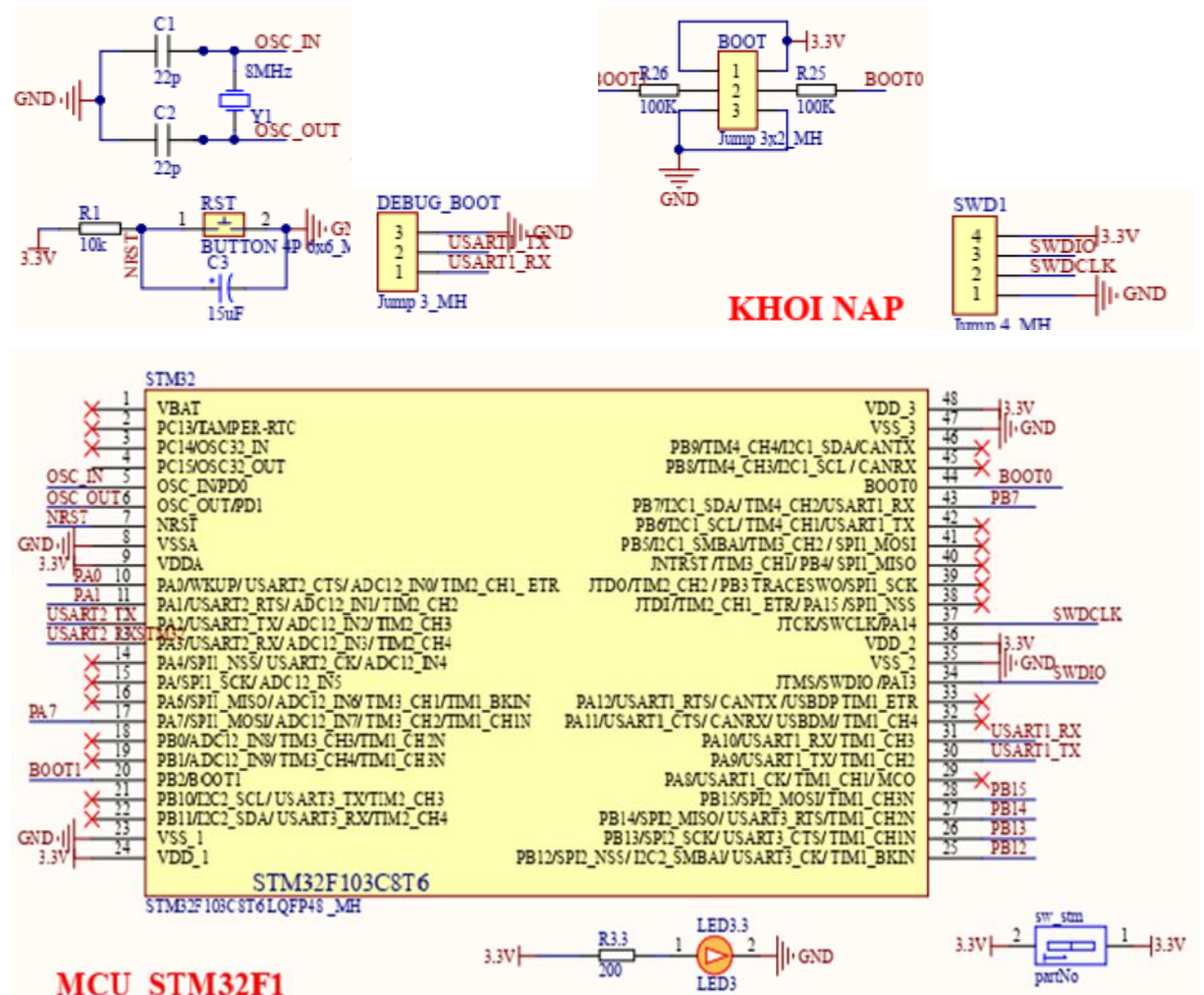
Hình 3.8. Khối giao tiếp với module LORA E32-TTL-100.

- Nguồn cấp cho module LORA là 3V3.
- Các chân UART2\_TX và UART2\_RX kết nối với chân RX, TX có nhiệm vụ đẩy dữ liệu từ vi điều khiển sang module để truyền không dây và nhận dữ liệu từ module trong quá trình nhận không dây.
- Các chân PB14, PB13 kết nối với chân M1, M0 của module LORA nhằm cấu hình chế độ hoạt động của module. Ở đề tài này, module chủ yếu hoạt động ở mode 0 và mode 3.



### Chương 3. Thiết kế phần cứng

- Chân PB15 kết nối với chân AUX của module LORA để kiểm tra tính hoàn tất của việc cài đặt các thông số cho module cũng như quá trình truyền nhận dữ liệu.



Hình 3.9. Khối vi điều khiển STM32F103C8T6.

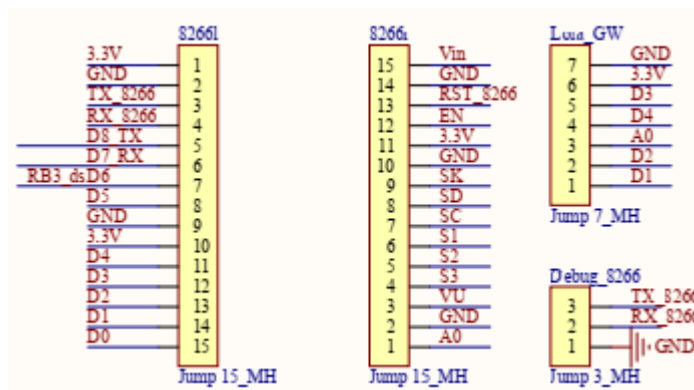
- Những thành phần chính:

- Khối tạo dao động ngoài cho vi điều khiển STM32F103C8T6 sử dụng thạch anh ngoài 8Mhz để hệ thống có thể hoạt động với tần số lớn nhất là 72Mhz.
- Công tắc nguồn 3V3 cho vi điều khiển để có thể đóng cắt bằng tay khi có sự cố chập cháy.
- LED3.3 có nhiệm vụ báo trạng thái hoạt động của nguồn.

### Chương 3. Thiết kế phần cứng

- Khởi nạp giúp hệ thống có thể nạp code bằng mạch nạp STlink và nạp qua bootloader (tiết kiệm chi phí mua mạch nạp).
  - Khởi debug được ra chân để test hệ thống trên máy tính trong quá trình phát triển sản phẩm cũng như phát hiện lỗi phần mềm.
- Lý do lựa chọn vi điều khiển STM32F103C8T6
- Giá thành rẻ, dễ sử dụng
  - Có nhiều I/O để giao tiếp với ngoại vi (ADC, module LORA...)
  - Có 3 cặp chân UART để truyền nhận dữ liệu và debug trên máy tính
  - Tốc độ xử lý nhanh
  - Kích thước nhỏ gọn, tiện dụng

#### 3.2.6. Khởi truyền thông Lora của gateway



Hình 3.10. Khởi vi điều khiển NODEMCU và module LORA E32-TTL-100.

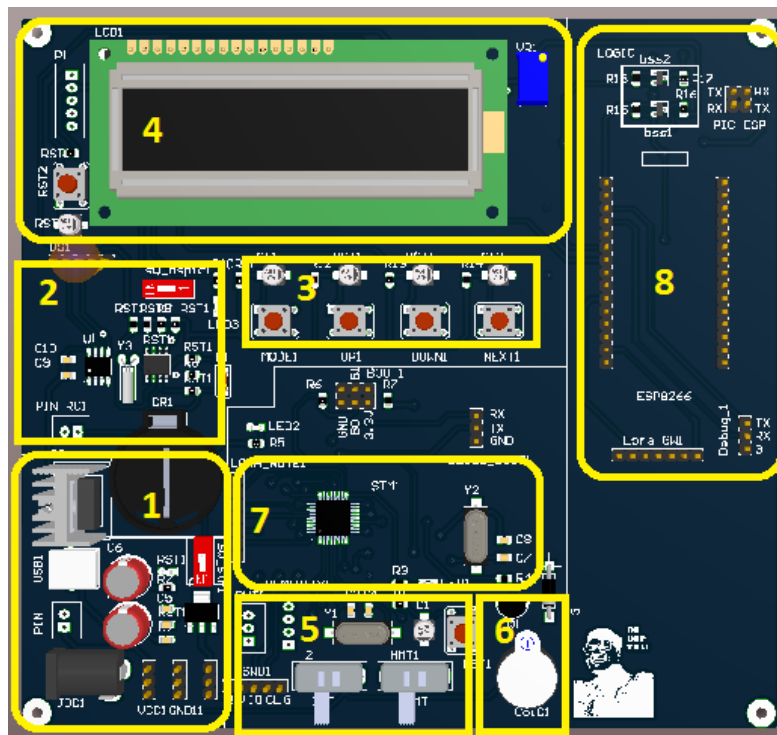
- Có khả năng kết nối wifi và truyền dữ liệu lên app qua giao thức MQTT.
- Có 7 chân để giao tiếp với module LORA gồm: 2 chân cấp nguồn (3V3, GND), chân giao tiếp UART D3, D4, chân kiểm tra tính hoàn tất của việc cài đặt các thông số cho module cũng như quá trình truyền nhận dữ liệu và 2 chân cấu hình chế độ hoạt động cho LORA.
- Ngoài ra, khối này cũng ra chân debug để giao tiếp với máy tính khi cần kiểm tra lỗi.



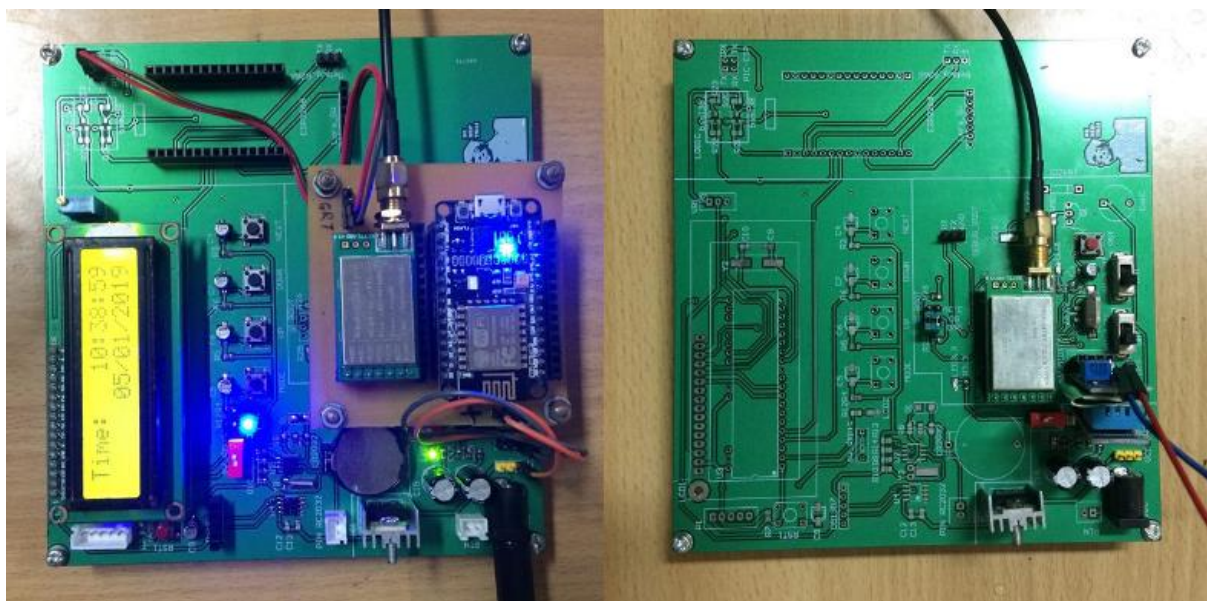
### Chương 3. Thiết kế phần cứng

#### 3.3. Sản phẩm hoàn thành

Board mạch hoàn thành đã đáp ứng được những yêu cầu đặt ra khi lên ý tưởng, đó là đẹp, nhỏ gọn, là mạch chung nhất có chứa đầy đủ các thành phần của node cảm biến, node tải và gateway, hoạt động ổn định trong thời gian dài.



Hình 3.11. Mạch PCB chung cho gateway và node.

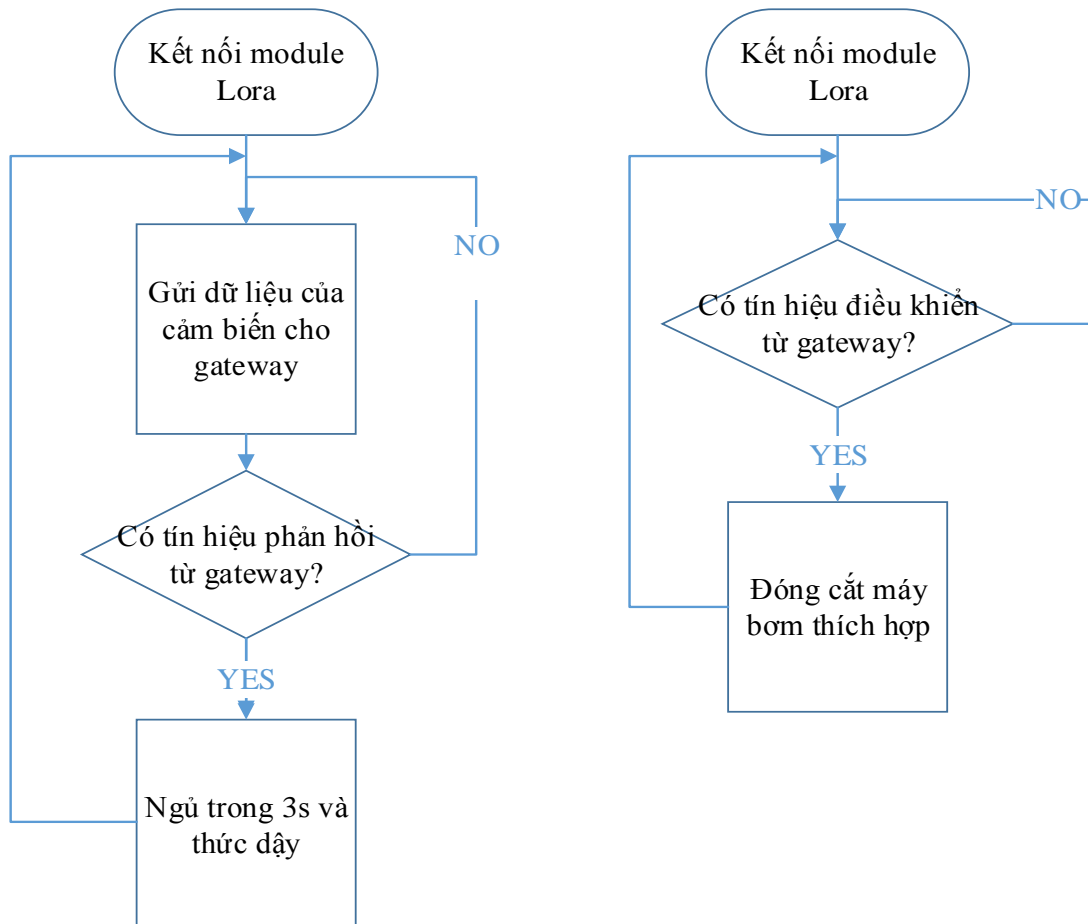


Hình 3.12. Mạch gateway (bên trái) và node (bên phải) thực tế.

## CHƯƠNG 4

### THIẾT KẾ PHẦN MỀM

#### 4.1. Thuật toán node



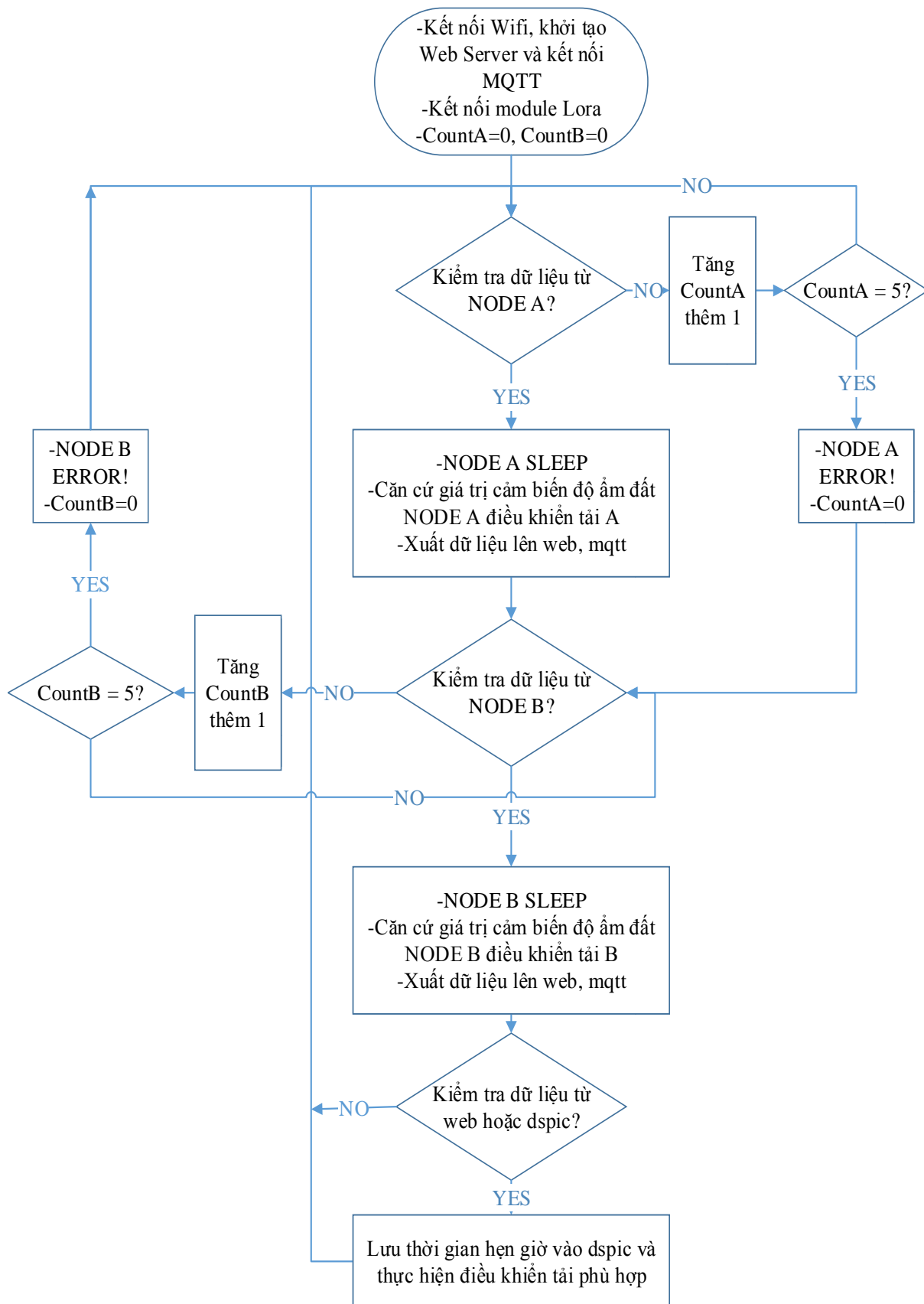
Hình 4.1. Thuật toán hoạt động của node cảm biến (trái) và node tải (phải).

Đối với node cảm biến, để đảm bảo dữ liệu từ node đã đến được với gateway thì nhóm sử dụng thuật toán có phản hồi. Ngoài ra, để tránh gây nhiễu cho các node khác và giảm thiểu năng lượng tiêu thụ thì nhóm cho node cảm biến vào chế độ ngủ sau mỗi lần xác nhận dữ liệu từ phía gateway. Với mô hình hiện tại, cho cảm biến ngủ trong thời gian 3s là phù hợp với nhu cầu quan sát sự thay đổi giá trị của cảm biến. Tuy nhiên, trong thực tế, sự thay đổi này không diễn ra nhanh chóng nên sẽ được hiệu chỉnh khi đưa vào mô hình cụ thể. Đối với node tải, nguồn cung cấp là adapter so với nguồn cấp là pin của node cảm biến thì node tải có thể thức liên tục và đợi tín hiệu điều khiển từ phía gateway để đóng cắt tải chứ không cần quan tâm đến vấn đề tiết kiệm năng lượng.

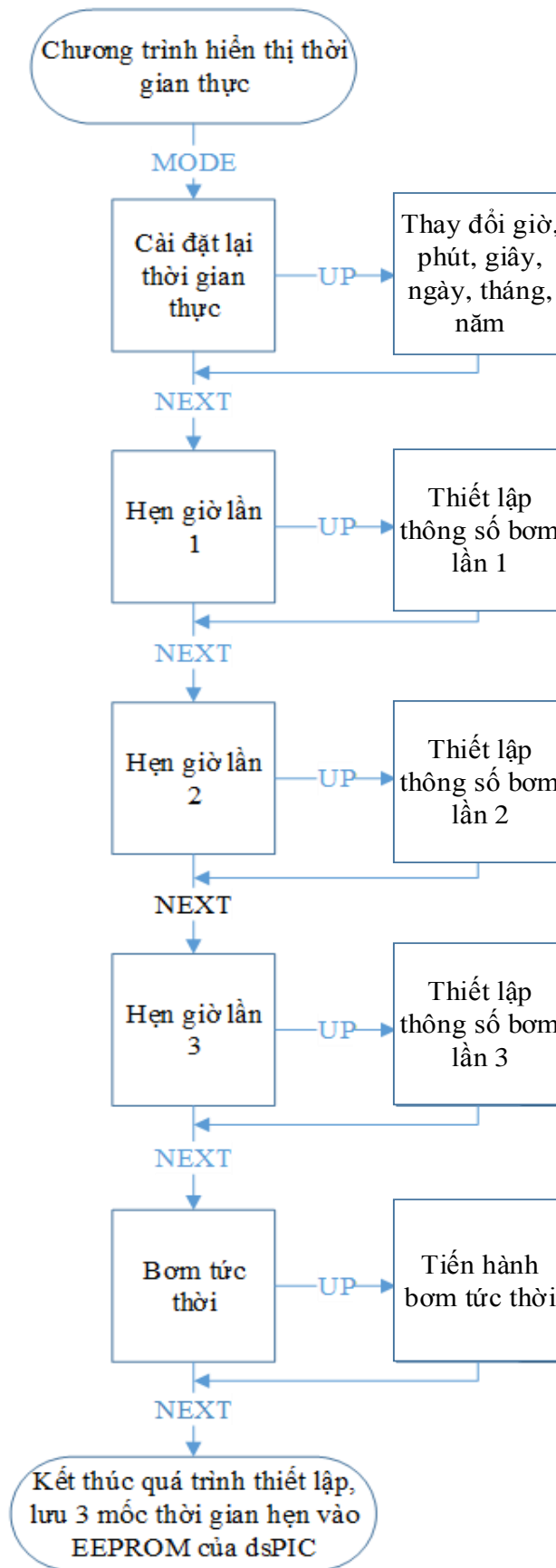
## 4.2. Thuật toán gateway

- Khi hệ thống được vận hành, node cảm biến sẽ liên tục gửi dữ liệu về các cảm biến cho gateway tới khi nào có tín hiệu phản hồi là thành công từ phía gateway thì node sẽ đi ngủ để đảm bảo không gây nhiễu cho các node khác cũng như tiết kiệm năng lượng tiêu thụ. Tùy vào ý tưởng người lập trình và mục đích của hệ thống mà có thể đưa ra thời gian ngủ hợp lý cho node. Vì dữ liệu của cảm biến thay đổi chậm trước tác động của môi trường nên thuật toán trong đề tài đưa ra nhằm cân bằng hóa số lần lấy mẫu của cảm biến. Tức là gateway vẫn có thể nhận dữ liệu của cả A và B cùng lúc nhưng chỉ xử lý dữ liệu của 1 node tại 1 thời điểm và việc xử lý có tính thứ tự (A->B->A->B).
- Sau khi gateway xử lý dữ liệu của từng node cảm biến, nó sẽ gửi lên web server và app của điện thoại để người dùng giám sát. Dữ liệu đưa lên web server là giá trị các cảm biến và trạng thái on/off của tải. Dữ liệu đưa lên app là 1 khung bản tin gồm giá trị của các cảm biến. Đồng thời, gateway cũng đưa ra tín hiệu điều khiển tải phù hợp cho node tải.
- Việc điều khiển đóng cắt tải phụ thuộc vào 2 yếu tố:
  - Cờ bật từ phía dsPIC gửi cho ESP8266 hoặc web server gửi cho ESP8266 (dsPIC và ESP8266 là 2 thành phần trong gateway).
  - Giá trị của cảm biến độ ẩm đất
    - ✓ <20%: không quan tâm tới cờ, tự động bật tải cho đến khi giá trị cảm biến >70% thì tắt
    - ✓ 20%<...<70%: kiểm tra xem cờ từ phía dspic và web, nếu cờ bằng 1 thì bật tải thì tắt, bằng 0 thì không làm gì.
    - ✓ >70%: không quan tâm tới cờ, tự động tắt tải
- Công nghệ LORA có tốc độ truyền nhận dữ liệu rất nhanh nên trong trường hợp 1 node cảm biến nào đó bị lỗi thì gateway sẽ không nhận được dữ liệu. Do đó, để đảm bảo hệ thống vẫn hoạt động ngay cả khi có 1 thành phần node nào đó trong hệ bị hỏng, thuật toán kiểm tra được sử dụng.

Chương 4. Thiết kế phần mềm



Hình 4.2. Thuật toán hoạt động của gateway.



Hình 4.3. Các bước cài thời gian thực và hẹn giờ bơm bằng tay trên gateway.

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

---

- Việc cài đặt thời gian thực cho hệ thống được thực hiện bằng tay và thao tác với nút nhấn trên gateway: cài giờ hiện tại->cài thời gian bơm theo mốc->cài thời gian bơm tức thời. Các thông số được lưu lại trong EEPROM của dsPIC phòng trường hợp mất điện đột ngột.
- 4 nút nhấn sử dụng: MODE, NEXT, UP, DOWN trong giao tiếp với dsPIC
  - Nút MODE giúp chọn 1 trong các chế độ: cài thời gian thực, cài thời gian hẹn lần 1,2,3 và cài thời gian bơm tức thời.
  - Nút NEXT giúp chuyển đổi qua lại giữa các chế độ
  - Nút UP, DOWN thay cho việc xác nhận và từ chối vào các chế độ nêu trên cũng như tăng, giảm các giá trị giờ phút giây.

Bảng 4.1. Bảng mức ưu tiên ngắt trong giao tiếp nút nhấn với dsPIC.

MỨC ƯU TIÊN NGẮT	
MODE	1
UP	2
DOWN	2
NEXT	3

### 4.3. Web server

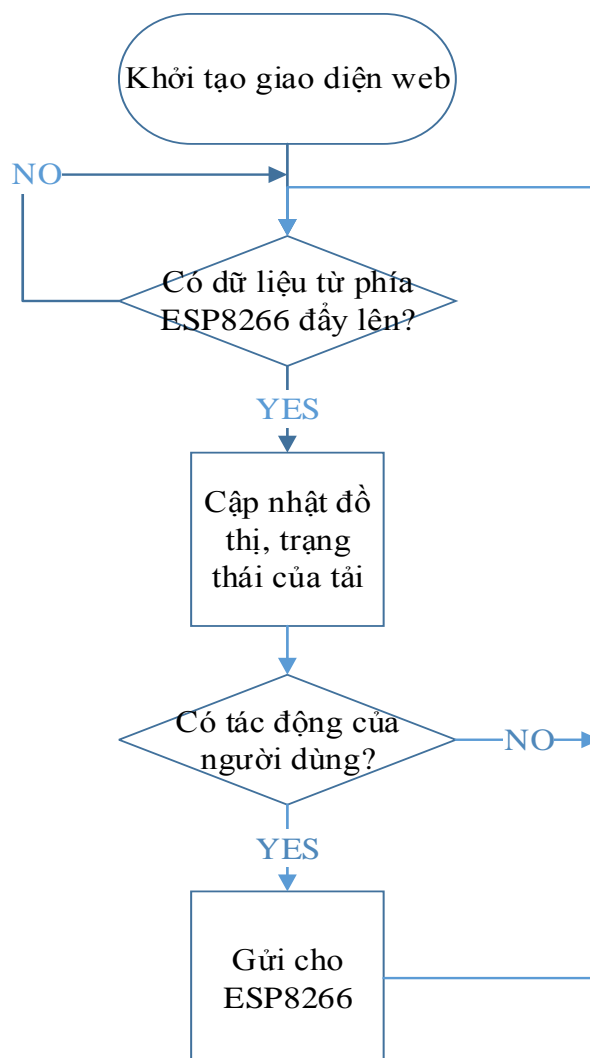
**Web Server** là một máy chủ Web mà khi có bất kỳ một Web Client nào (chẳng hạn Web Browser) truy cập vào, thì nó sẽ căn cứ trên các thông tin yêu cầu truy cập để xử lý, và phản hồi lại nội dung. Đa phần các nội dung Web Server phục vụ là HTML, Javascript, CSS, JSON và bao gồm cả các dữ liệu Binary. **HTML, Javascript và CSS** là ba ngôn ngữ để xây dựng và phát triển Web.

**HTML** viết đầy đủ là Hyper Text Markup Language - ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản dùng để cấu trúc nội dung của một trang Web, ví dụ như: chỉ định các đoạn văn bản, tiêu đề, bảng dữ liệu, hoặc nhúng hình ảnh hoặc video vào Web. Mỗi trang Web chứa một loạt các liên kết đến các trang khác được gọi là hyperlinks (siêu liên kết). Mỗi trang được tạo ra từ nhiều tag (thẻ) khác nhau.

#### Chương 4. Thiết kế phần mềm

**Javascript** là một ngôn ngữ được thiết kế chủ yếu để thêm tương tác vào các trang Web, và tạo ra các ứng dụng Web. Các chương trình Javascript có thể được nhúng trực tiếp vào HTML của Web. Và tùy vào mục đích cụ thể, script có thể chạy khi mở trang Web, nhấp chuột, gõ phím, gửi biểu mẫu, cập nhật dữ liệu, giao tiếp với cơ sở dữ liệu... Để nhúng chương trình viết bằng Javascript vào trang HTML, chỉ cần thêm tag <script> và thuộc tính type. Có thể thêm phần này ở phần <head> hoặc phần <body> của HTML.

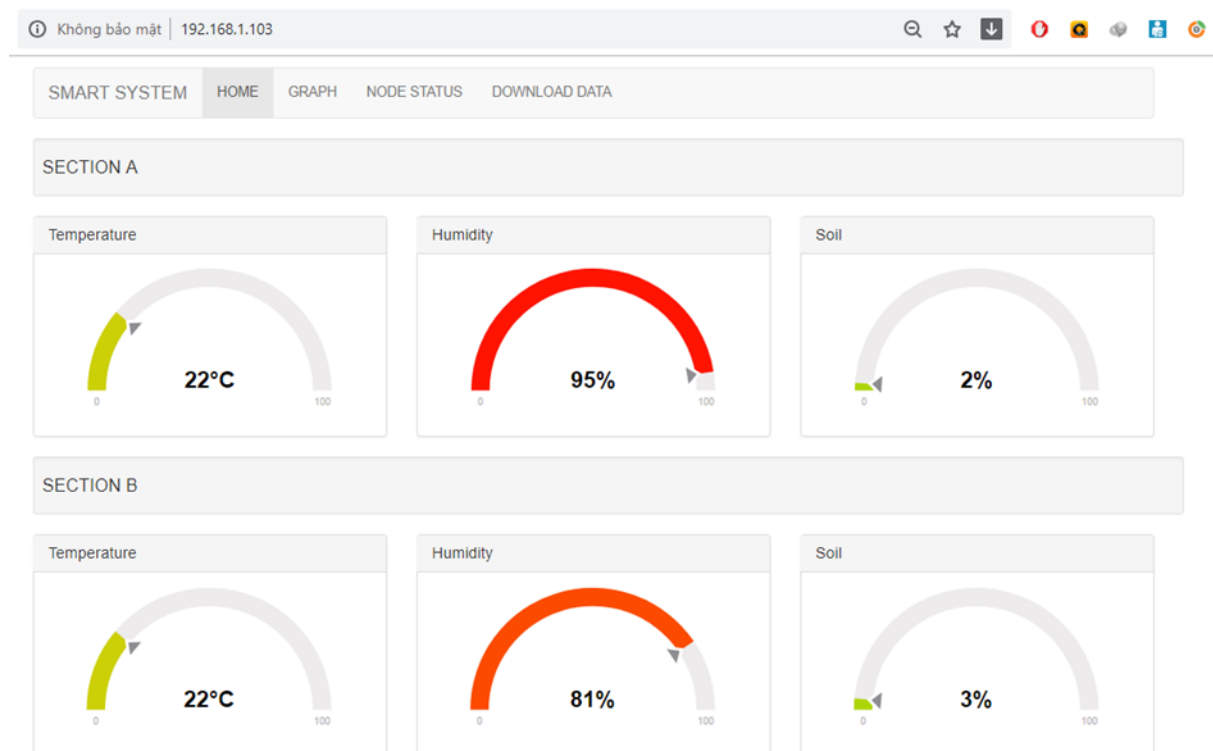
**CSS** là từ viết tắt của Cascading Style Sheets, là một ngôn ngữ được thiết kế để xử lý giao diện Web, giúp các trang Web được đẹp hơn. CSS có thể kiểm soát được màu sắc của văn bản, phong chữ, kích cỡ chữ...



Hình 4.4. Nguyên lý hoạt động của web server trong đề tài.



## Chương 4. Thiết kế phần mềm



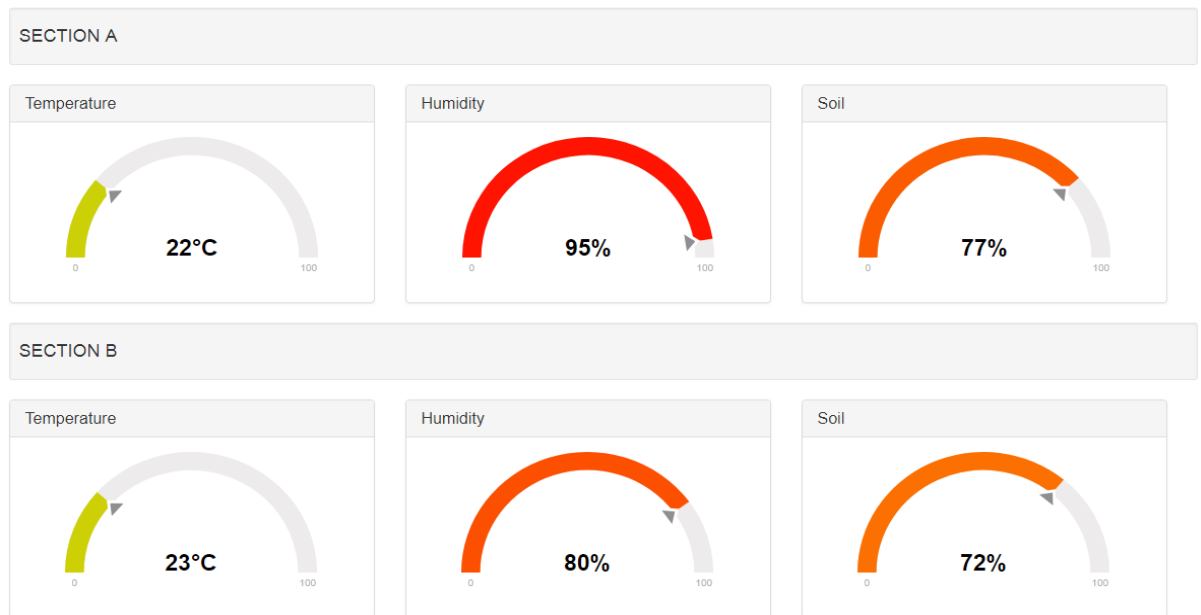
Hình 4.5. Giao diện tổng quan của web server.

Để truy cập vào web server, người dùng cần tìm đường link mà ESP8266 in ra Serial của phần mềm lập trình Arduino IDE. Thông thường, link có dạng 192.168.1.xyz. Giao diện tổng quan của web server gồm 4 tab chính là HOME, GRAPH, NODE STATUS, DOWNLOAD DATA.

- Tab HOME có nhiệm vụ hiển thị các giá trị tức thời của cảm biến tại các khu vực khác nhau. Đối với mô hình trong đồ án là 2 khu vực A, B.
- Tab GRAPH có nhiệm vụ hiển thị các giá trị của cảm biến theo thời gian dưới dạng biểu đồ Trend.
- Tab NODE STATUS có nhiệm vụ hiển thị trạng thái của các tải tương ứng với các khu vực A, B. Đây cũng là nơi người dùng trực tiếp thao tác việc thiết lập thời gian hẹn theo lịch và thời gian bật tắt thời cho hệ thống.
- Tab DOWNLOAD DATA có nhiệm vụ lưu trữ file dữ liệu về cảm biến từ lúc vận hành hệ thống cho đến lúc ngừng hệ thống hoặc có sự cố. Các thông số này được lưu dưới dạng file excel nên rất thuận tiện.

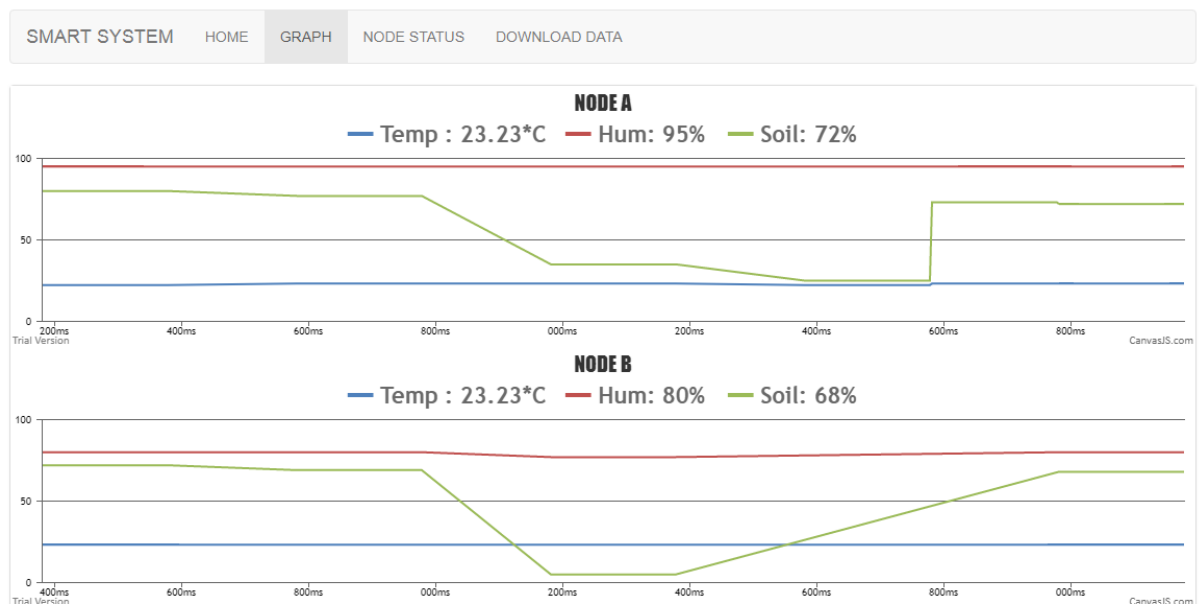


## Chương 4. Thiết kế phần mềm



Hình 4.6. Tab HOME - Giá trị tức thời của các cảm biến (node A, B).

Tab HOME được chia làm nhiều phần, ứng với các khu vực khác nhau (SECTION A, B). Ứng với mỗi phần, các thông số về nhiệt độ (Temperature), độ ẩm không khí (Humidity) và độ ẩm đất (Soil) đều được hiển thị trực quan dưới dạng con số. Trong hình 5.4, tại khu vực A, giá trị nhiệt độ đang là 22°C, giá trị độ ẩm không khí đang là 95% và giá trị độ ẩm đất đang là 77%.

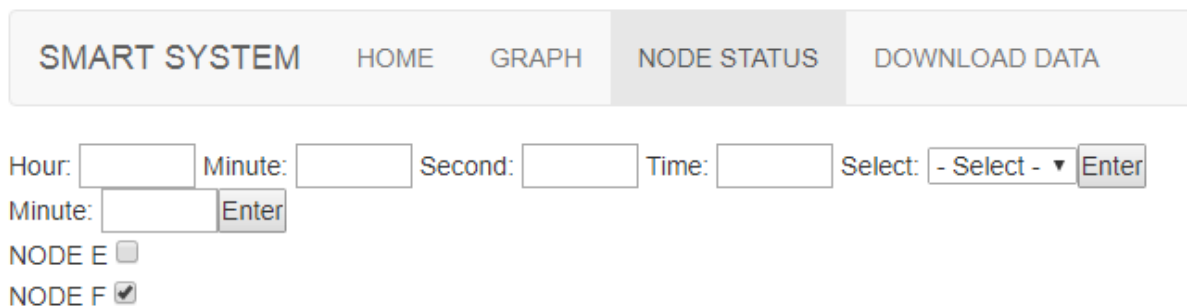


Hình 4.7. Tab GRAPH - Giá trị theo thời gian của cảm biến (node A, B).

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

Tab GRAPH cũng được chia thành 2 phần tương tự với tab HOME để biểu diễn giá trị các cảm biến của node A, B. Giá trị ngay phía dưới của tên node là giá trị tức thời. Người dùng có thể xem giá trị cảm biến tại bất cứ thời điểm nào bằng cách dùng chuột trở vào vị trí tương ứng trên đồ thị. Đường màu đỏ ứng với giá trị độ ẩm không khí, đường màu xanh da trời ứng với giá trị nhiệt độ và đường màu xanh lá cây ứng với giá trị độ ẩm đất.

Như cấu hình đã đề xuất ở phần 2 thì ứng với mỗi khu vực sẽ gồm 1 node cảm biến và 1 node tải. Nhiệm vụ của tab NODE STATUS là hiển thị trạng thái của tải (node tải E ứng với node cảm biến A, node tải F ứng với node cảm biến B). Trong trường hợp này, node tải F đang bật và node tải E đang tắt. Dấu tích bên cạnh tên node cho người dùng biết điều đó. Ngoài ra, giao diện trên tab NODE STATUS cũng hỗ trợ người dùng trong việc thiết lập các thông số thời gian hẹn giờ theo lịch và thời gian bật tức thời. Đối với việc hẹn giờ theo lịch, người dùng có thể tác động vào giờ, phút, giây, thời gian bật tải và trình tự tương ứng với Hour, Minute, Second, Time, Select. Còn đối với việc bật tức thời người dùng có thể thay đổi thời lượng bật tải tương ứng với Minute. Nút nhận Enter được sử dụng nhằm xác nhận thông tin điều khiển từ web xuống gateway của người dùng.



SMART SYSTEM HOME GRAPH **NODE STATUS** DOWNLOAD DATA

Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:  Enter

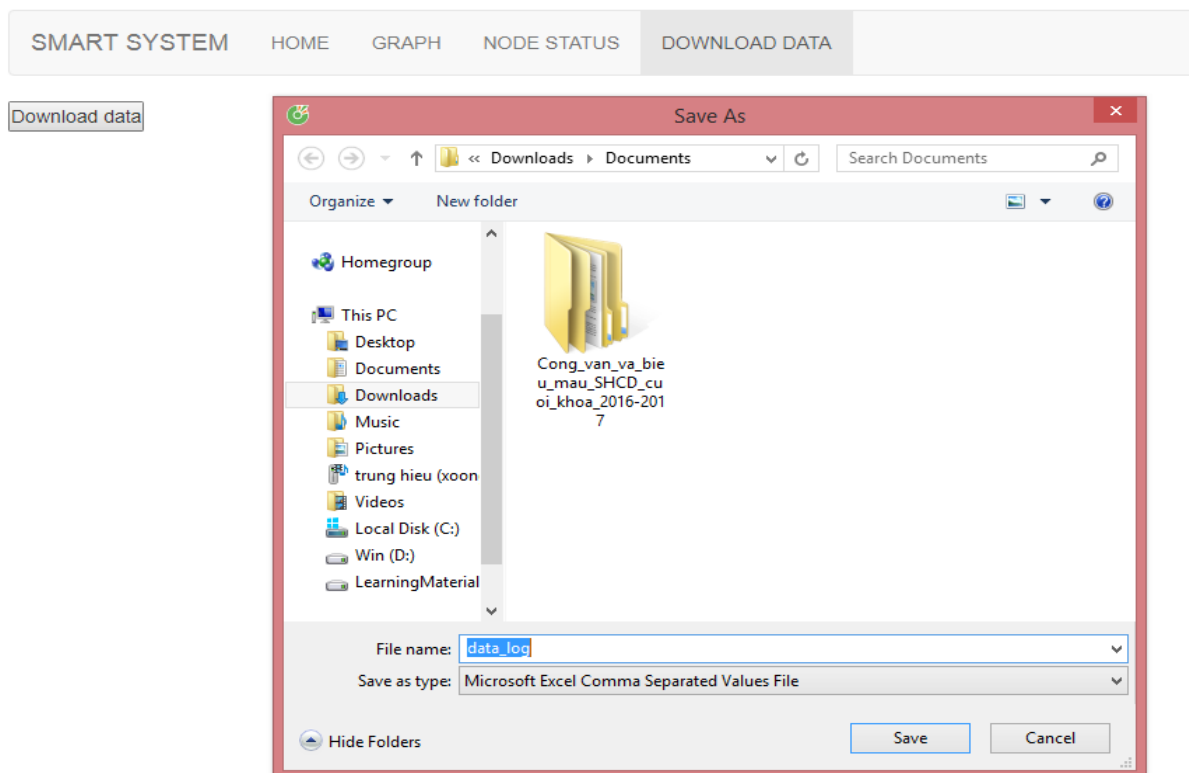
Minute:  Enter

NODE E ☐

NODE F ☒

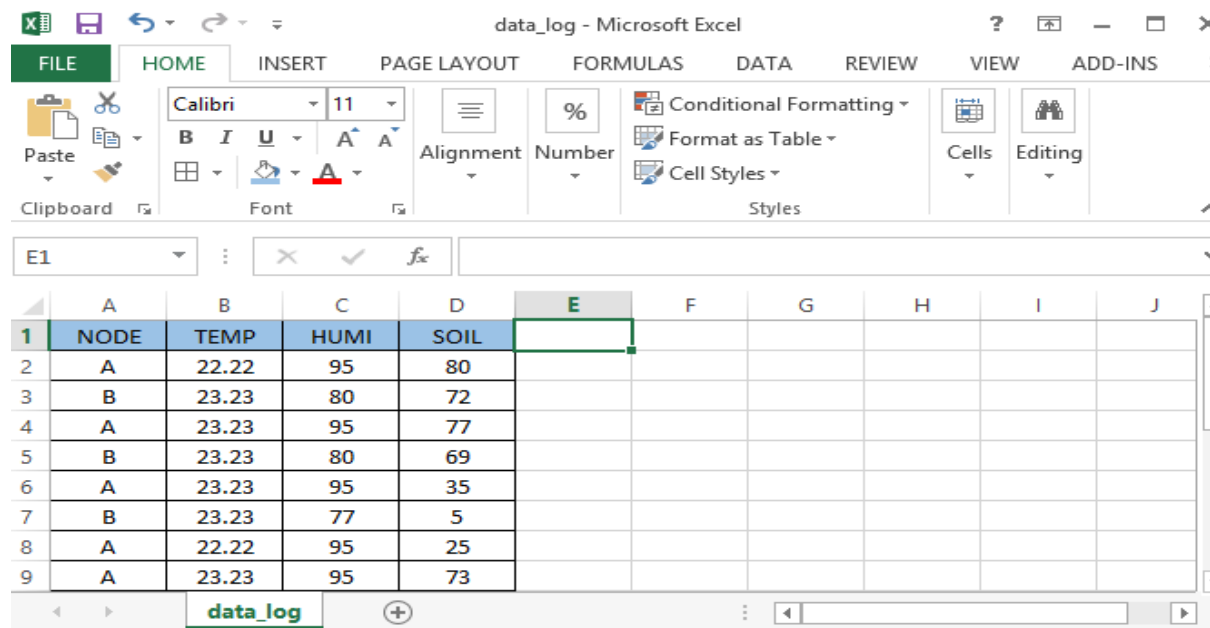
Hình 4.8. Hiển thị trạng thái của tải (node E, F).

## Chương 4. Thiết kế phần mềm



Hình 4.9. Tải file excel chứa dữ liệu.

Tab DOWNLOAD DATA bản chất là đường link dẫn đến nơi lưu trữ dữ liệu của cảm biến mà người dùng có thể tải về máy tính làm cơ sở dữ liệu cho mùa vụ tới.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	NODE	TEMP	HUMI	SOIL						
2	A	22.22	95	80						
3	B	23.23	80	72						
4	A	23.23	95	77						
5	B	23.23	80	69						
6	A	23.23	95	35						
7	B	23.23	77	5						
8	A	22.22	95	25						
9	A	23.23	95	73						

Hình 4.10. Nội dung file excel chứa dữ liệu.

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

Nội dung của file dữ liệu tải xuống trong tab DOWNLOAD DATA như hình trên, cụ thể là tên node A hoặc B, giá trị nhiệt độ (TEMP), giá trị độ ẩm không khí (HUMI) và giá trị độ ẩm đất (SOIL) theo thời gian. Người dùng có thể vẽ lại đồ thị dạng Trend bằng file excel này để khảo sát hệ thống khi cần thiết.

### 4.4. App (MQTT)

**MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)** là một giao thức gửi 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.

2 thành phần publisher và subscriber là đặc trưng tạo nên giao thức MQTT. Các MQTT Client không kết nối trực tiếp với nhau, mọi gói dữ liệu được gửi đi đều thông qua MQTT Broker. Để có thể triển khai các ứng dụng của MQTT Client, chúng ta cần MQTT Broker (sẽ được trình bày trong phần sau). Ở phần này chúng ta sẽ làm quen với giao thức MQTT bằng các ví dụ sử dụng MQTT Client thông dụng và các dịch vụ MQTT Broker miễn phí và phổ biến, 2 trong số chúng là **test.mosquitto.org** và **cloudmqtt.com**.

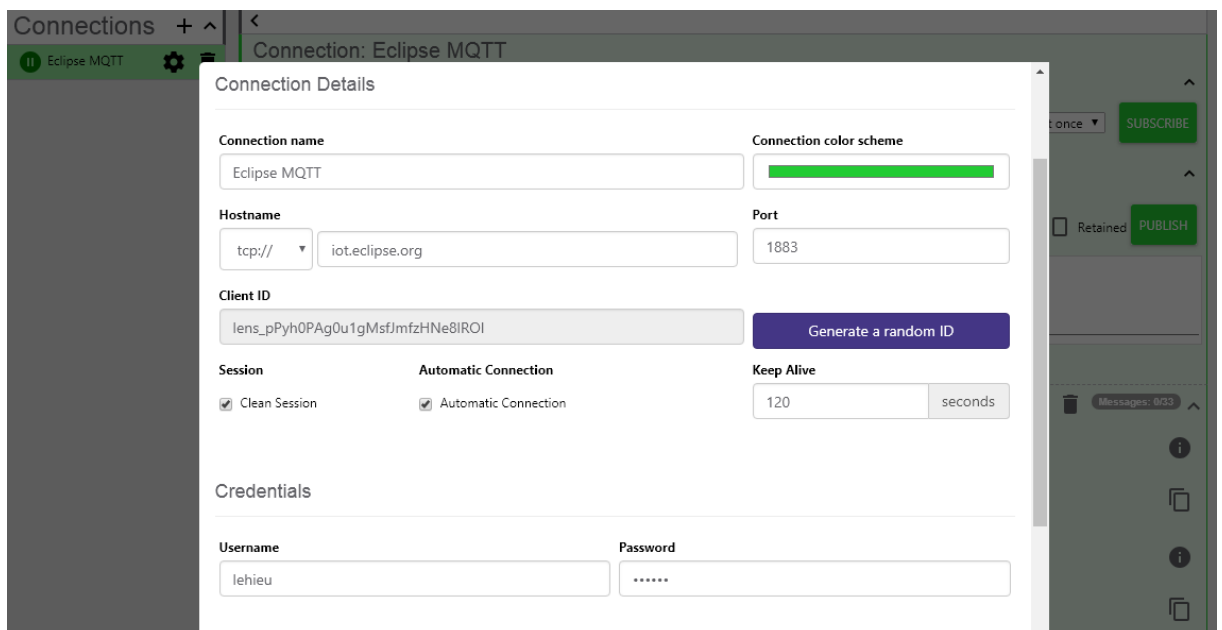
**MQTT Lens** là một tiện ích mở rộng của Chrome (Chrome Extension), nó sử dụng trình duyệt Chrome để kết nối đến MQTT Broker cũng như test các tính năng publish/subscribe của giao thức MQTT. Đây là một công cụ rất hữu ích để kiểm tra kết nối đến MQTT Broker và kiểm tra việc gửi và nhận gói tin. Chúng ta sẽ sử dụng công cụ này với dịch vụ MQTT Broker tại [iot.eclipse.org](http://iot.eclipse.org).

Bảng 4.2. Thông tin tổng quan về ứng dụng MQTTLens của Chrome

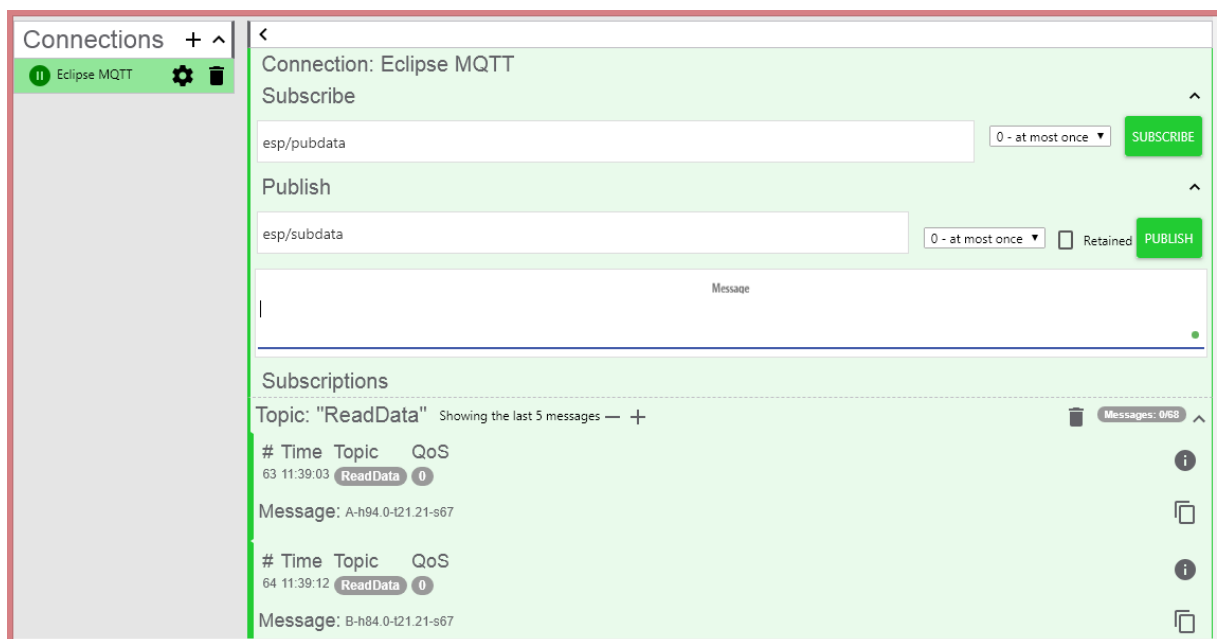
MQTTLens	
Type	Chrome App
License	MIT
Operating system	Window, Linux & MacOS
Website	"https

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

### ➤ Tiện ích MQTTLens trên máy tính



Hình 4.11. Giao diện đăng nhập của tiện ích MQTTLens trên laptop.

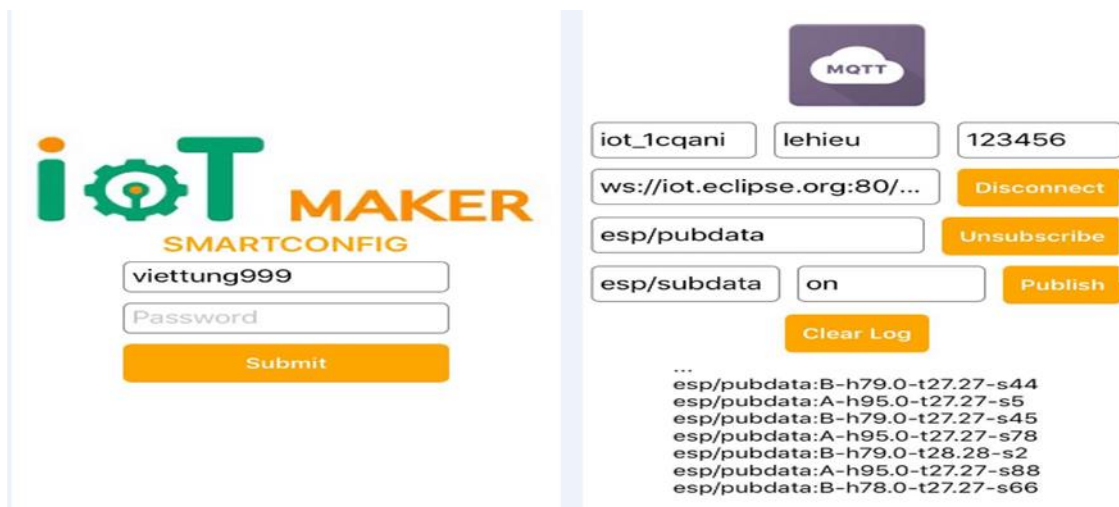


Hình 4.12. Giao diện giám sát của tiện ích MQTTLens trên laptop.

Thao tác trên tiện ích MQTTLens cũng tương tự như app MQTT trên điện thoại với các mục chính như tên, password đăng nhập, kênh publish và kênh subscribe... Ví dụ: “A-h93.0-t20.20-s67” tương ứng với node A hiện tại đang có giá trị cảm biến độ ẩm không khí là 93%, nhiệt độ là 20.2°C và độ ẩm đất là 67%.

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

### ➤ App MQTT trên điện thoại



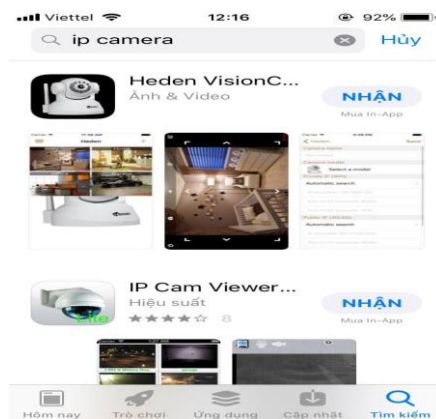
Hình 4.13. Giao diện app MQTT trên điện thoại.

IoT SMARTCONFIG là app MQTT được phát triển bởi developer Phạm Minh Tuấn của Maker HaNoi, người dùng có thể tải ở App Store trên hệ điều hành iOS hoặc CH Play trên hệ điều hành Android. Ứng dụng này sử dụng với ESP8266 và ESP32, ngoài chức năng cơ bản là publish, subscribe của giao thức MQTT, ứng dụng còn có chức năng smartconfig để ESP8266 và ESP32 có thể dễ dàng thiết lập kết nối với các network wifi khác nhau một cách thuận tiện và nhanh chóng mà không phải nạp lại mã nguồn.

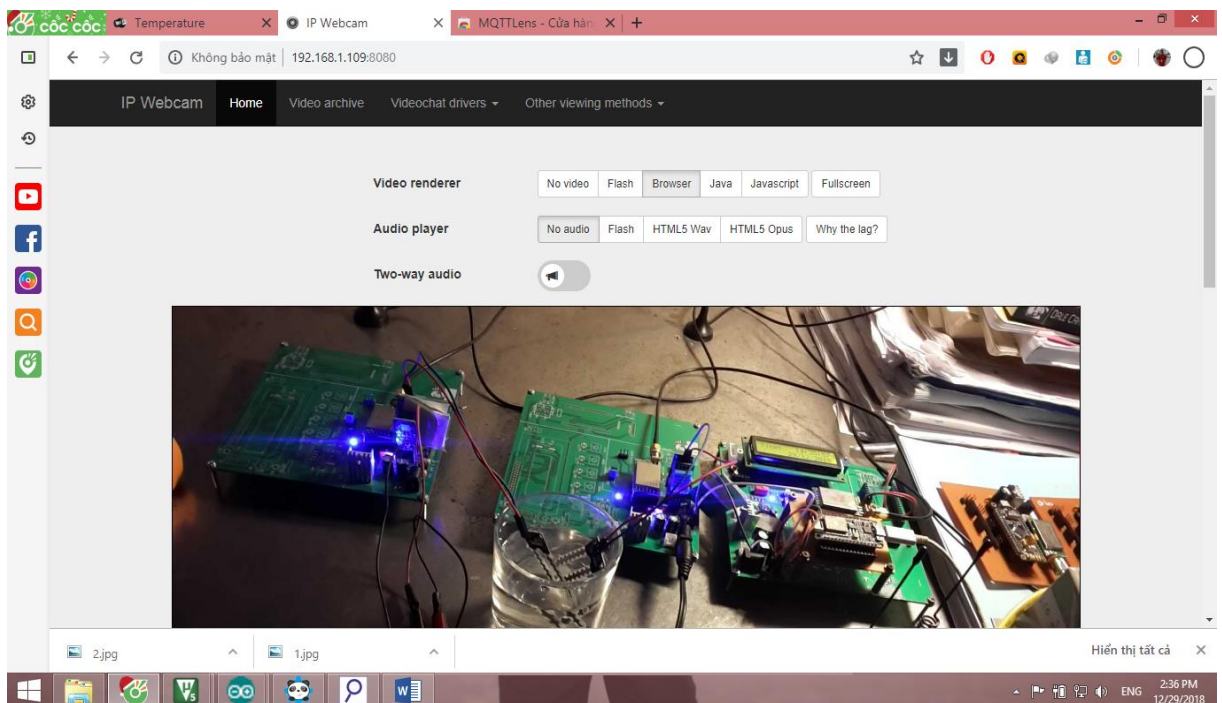
Giao diện app MQTT trên điện thoại gồm 2 tab: tab bên trái giúp người dùng có thể thiết lập kết nối với các wifi khác cho ESP, tab bên phải là giao diện giám sát và điều khiển của app theo giao thức MQTT. Cụ thể là tên đăng nhập tài khoản MQTT: “lehieu”, password: “123456”, “iot.eclipse.org” là MQTT Broker miễn phí đã đề cập ở phần đầu mục 4.4. “esp/pubdata” là kênh mà gateway sẽ đẩy dữ liệu lên theo giao thức MQTT, “esp/subdata” là kênh mà gateway theo dõi. Và dữ liệu trên kênh mà gateway đẩy lên được hiển thị ở dưới. Ví dụ: “esp/pubdata:A-h95.0-t27.27-s5” biểu thị rằng tại node A hay khu vực A giá trị độ ẩm không khí đang là 95%, nhiệt độ là 27.27°C và độ ẩm đất là 5%.

## Chương 4. Thiết kế phần mềm

### 4.5. Camera giám sát



Hình 4.14. Minh họa phần mềm IP Camera trên điện thoại.



Hình 4.15. Giao diện giám sát trực quan qua IP camera.

Như đã đề cập ở chương 2, hệ thống có thể được giám sát trực quan thông qua camera trong tab “Browser” như trên hình 4.15. Với ứng dụng này, người dùng có thể lưu trữ dữ liệu của hệ thống bằng thẻ nhớ để sử dụng lại với mục đích nghiên cứu cho mùa vụ tiếp theo hoặc trong trường muốn tìm hiểu sự cố xảy ra ở hiện trường.

#### Kết luận:

Chương 4 đã chỉ ra thuật toán hoạt động của các thành phần trong hệ thống: node, gateway, web... đồng thời lên phương án thiết kế phần mềm 1 cách tối ưu nhất.

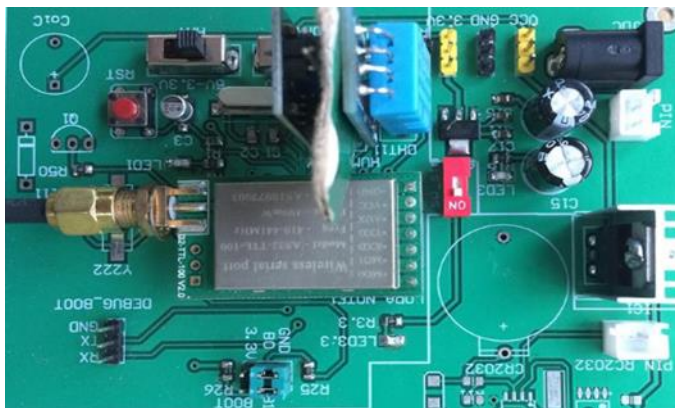


## CHƯƠNG 5

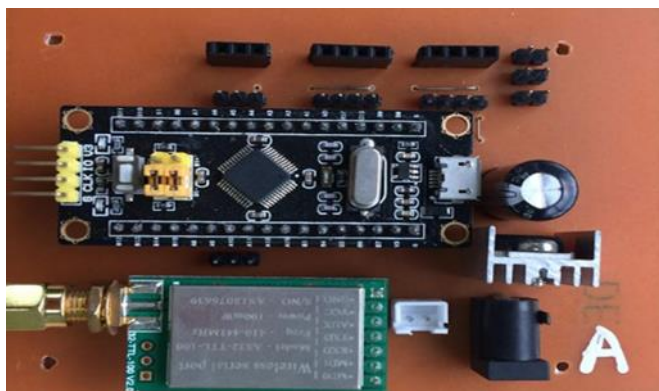
### GHÉP NỐI VÀ THỬ NGHIỆM

#### 5.1. Quy trình ghép nối

##### 5.1.1. Ghép nối node



Hình 5.1. Node cảm biến.

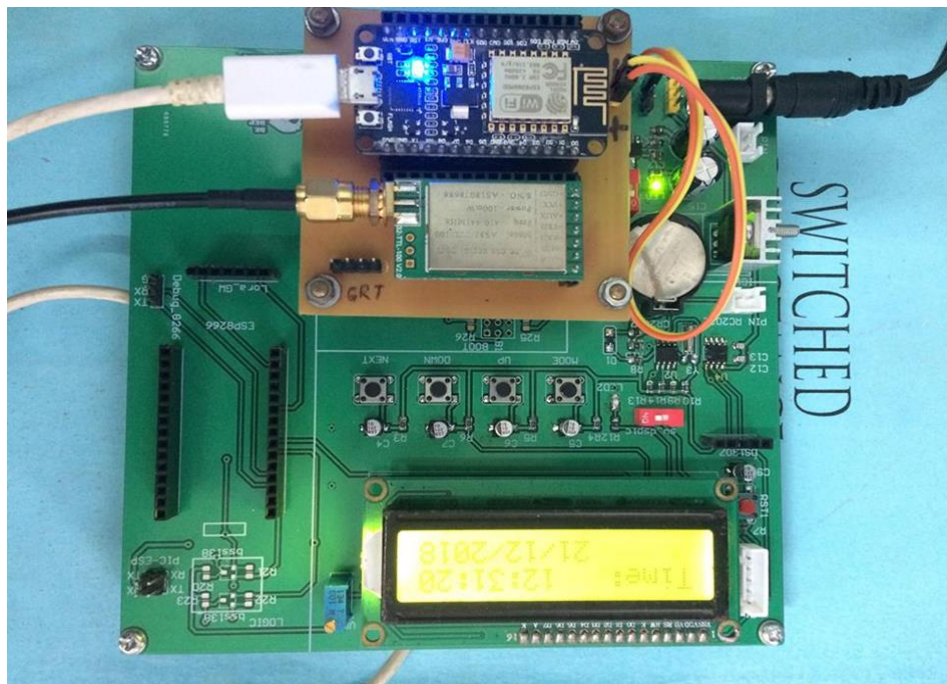


Hình 5.2. Node tải.

- Kết nối cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và cảm biến độ ẩm đất vào mạch đối với node cảm biến hoặc kết nối module relay và máy bơm DC đối với node tải
- Gạt công tắc nguồn của cảm biến sang phía 5V
- Kết nối module LORA với anten tương ứng
- Kết nối module LORA vào mạch và ấn nút reset để mạch bắt đầu hoạt động



### 5.1.2. Ghép nối gateway



Hình 5.3. Gateway.

- Kết nối dsPIC30f và màn hình LCD vào mạch
- Gạt công tắc nguồn của dsPIC sang trạng thái ON
- Thiết lập thời gian thực bằng nút nhấn
- Kết nối module wifi NODEMCU
- Kết nối module LORA với anten tương ứng
- Kết nối module LORA vào mạch và ấn nút reset trên module wifi để mạch bắt đầu hoạt động

## 5.2. Quy trình chạy thử

### 5.2.1. Tác động vào các cảm biến và theo dõi qua web và app điện thoại

- Nhúng toàn bộ cảm biến độ ẩm đất vào nước
- Rút 1 phần cảm biến độ ẩm đất ra khỏi nước
- Rút toàn bộ cảm biến độ ẩm đất ra khỏi nước
- Dùng quạt thổi vào cảm biến DHT11
- Thổi luồng hơi vào cảm biến DHT11

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

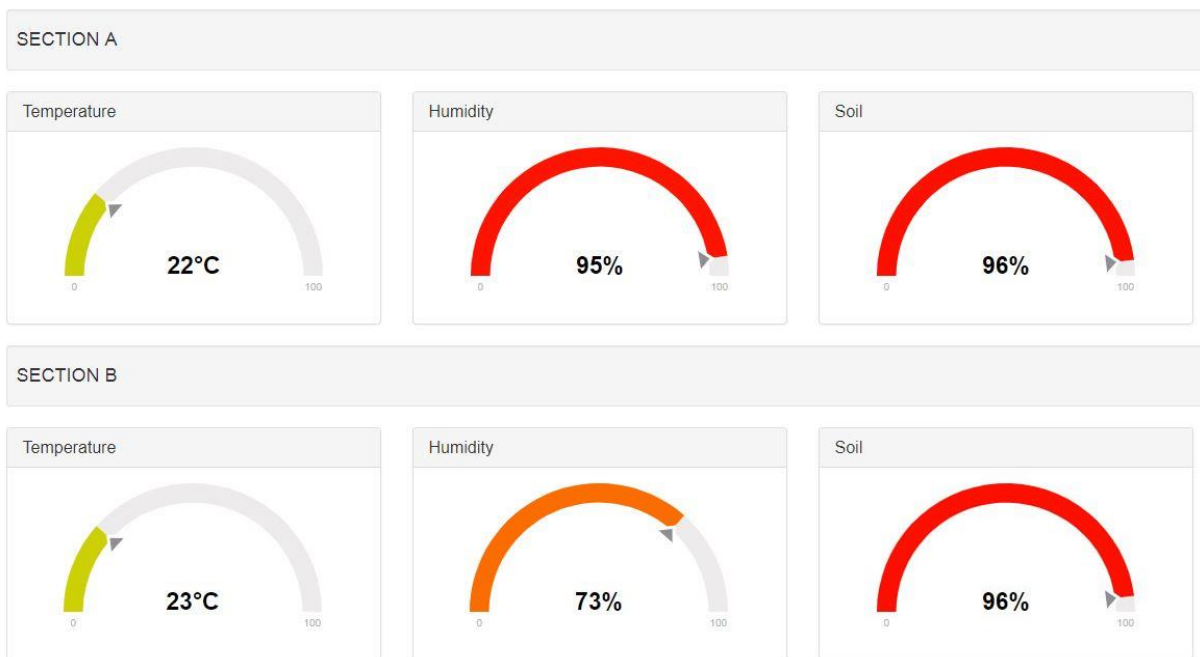
### 5.2.2. Tiến hành điều khiển tải bằng tay và web

- Thiết lập thời gian thực
- Thiết lập 3 mốc thời gian để điều khiển theo lịch
- Thiết lập chế độ điều khiển tức thời (nếu muốn)

### 5.3. Kết quả

#### 5.3.1. Sự thay đổi của các cảm biến khi có tác động

a) Nhúng toàn bộ cảm biến độ ẩm đất vào nước

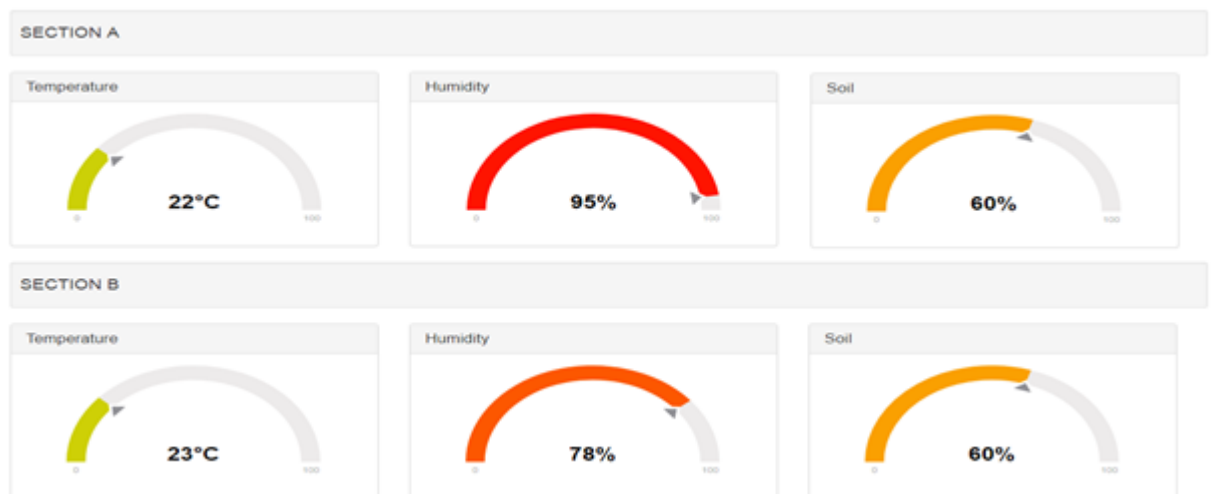


Hình 5.4. Giá trị các cảm biến khi có tác động 1.

Giao diện web cho thấy, giá trị của cảm biến độ ẩm đất đã tăng đáng kể, lên giá trị cực đại khi nhúng toàn bộ cảm biến này vào nước. Giá trị đều là 96%.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

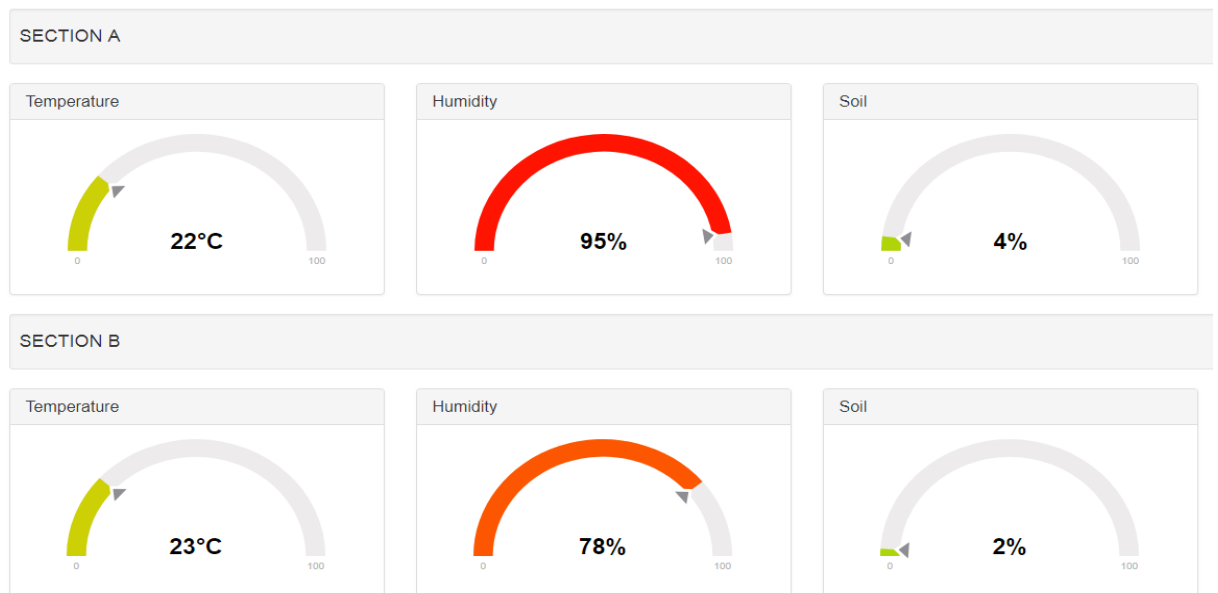
### b) Rút 1 phần cảm biến độ ẩm đất ra khỏi nước



Hình 5.5. Giá trị các cảm biến khi có tác động 2.

Giao diện web cho thấy, giá trị của cảm biến độ ẩm đất đã giảm đáng kể khi rút 1 phần cảm biến này ra khỏi nước. Giá trị lần lượt đều là 60%. Do yếu tố môi trường nên giá trị của cảm biến độ ẩm không khí có 1 chút tăng nhẹ từ 73% lên 78%.

### c) Rút toàn bộ cảm biến độ ẩm đất ra khỏi nước



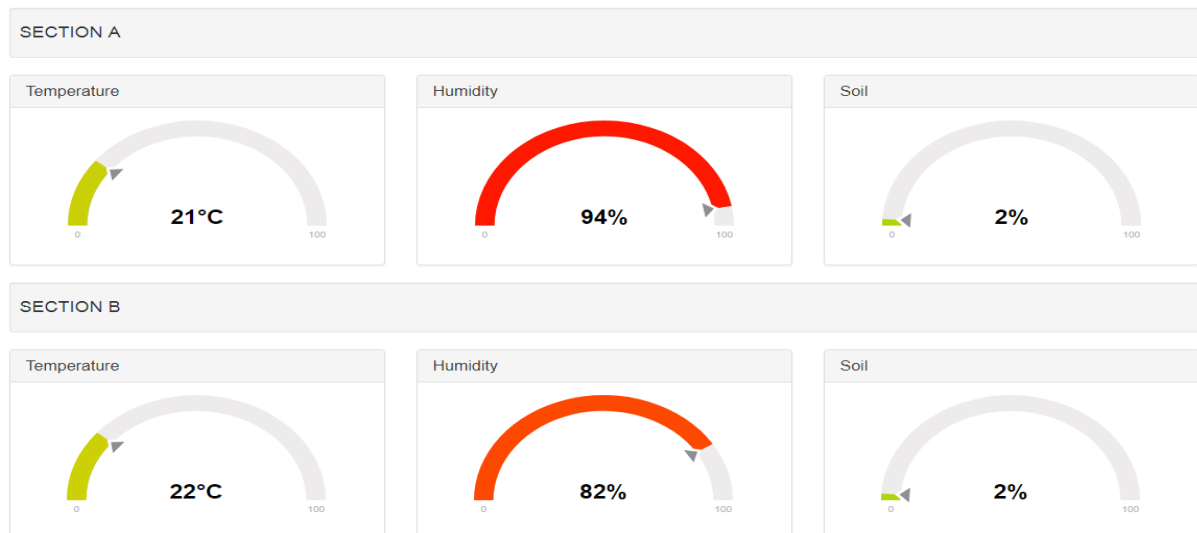
Hình 5.6. Giá trị các cảm biến khi có tác động 3.

Giao diện web cho thấy, giá trị của cảm biến độ ẩm đất đã giảm đáng kể, tới mức cực tiểu khi rút toàn bộ cảm biến này ra khỏi nước. Giá trị lần lượt là 4% và 2%.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

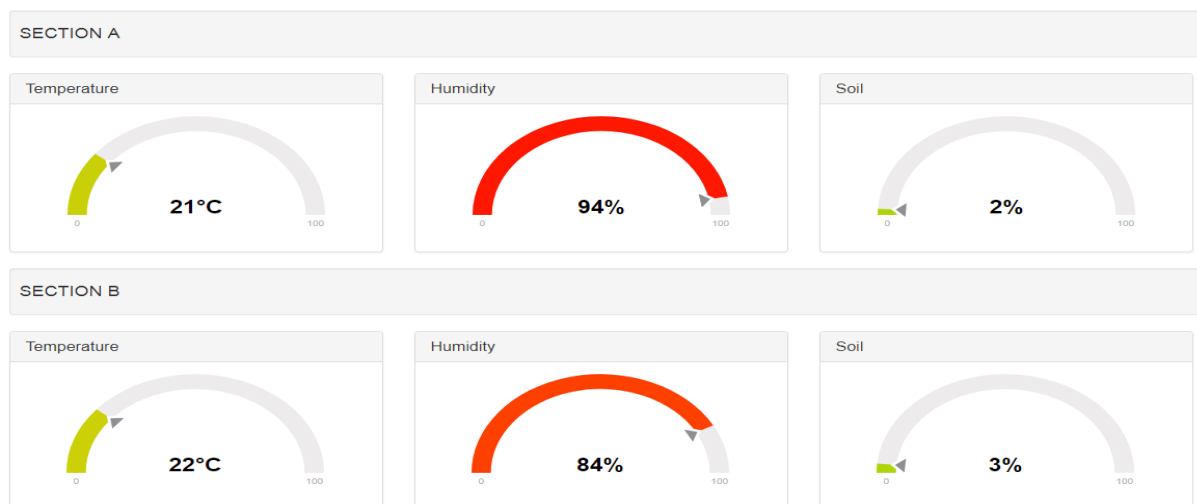
### d) Dùng quạt thổi vào cảm biến DHT11

Giao diện web cho thấy, giá trị của cảm biến độ ẩm đất sau 1 hồi dao động đã ổn định tại 2% ở cả 2 node A và B. Trong khi đó, nhiệt độ ở cả node A và B đều giảm nhẹ 1°C xuống còn lần lượt là 21°C và 22°C với thời gian tác động của quạt khoảng 2 phút.



Hình 5.7. Giá trị các cảm biến khi có tác động 4.

### e) Thổi luồng hơi vào cảm biến DHT11



Hình 5.8. Giá trị các cảm biến khi có tác động 5.

Giao diện web cho thấy, khi thổi 1 luồng hơi từ miệng vào node B thì giá trị của cảm biến độ ẩm không khí có sự tăng nhẹ từ 82% lên thành 84%.

SMART SYSTEM   HOME   GRAPH   **NODE STATUS**   DOWNLOAD DATA

Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:

Minute:

NODE E ☒

NODE F ☒

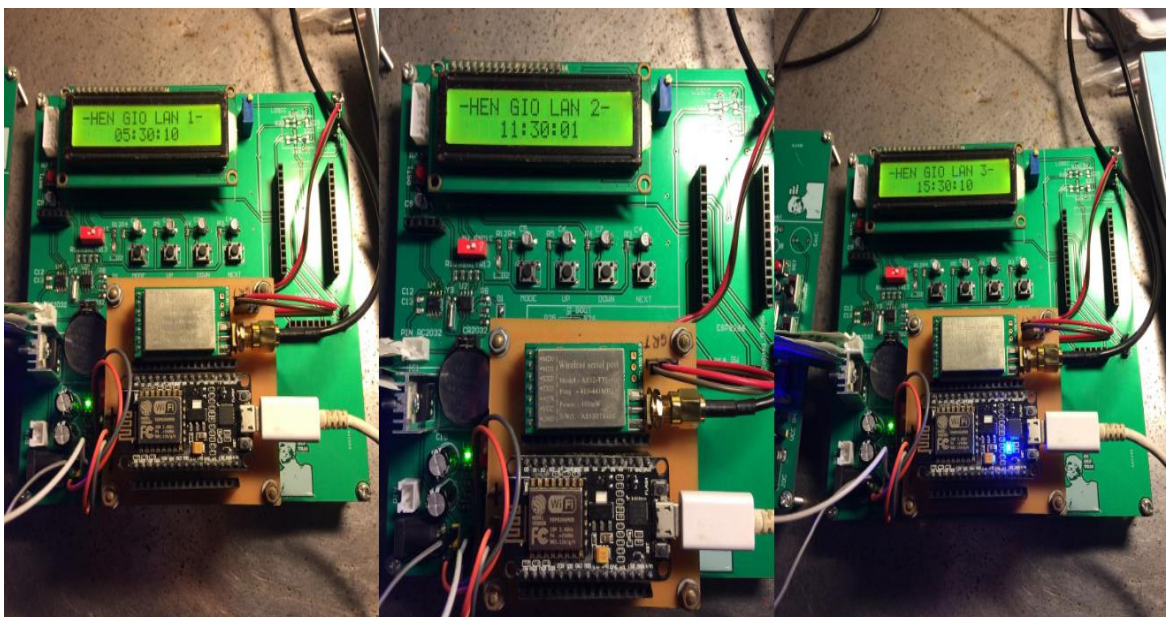
Hình 5.9. Giá trị các tải khi có tác động 5.

Như đã đề cập về thuật toán điều khiển node tải ở mục 4.2. chương 4 thì khi giá trị độ ẩm đất xuống dưới 20%, node tải sẽ được bật tự động. Trong trường hợp này, giá trị cảm biến độ ẩm đất rất thấp, lần lượt là 2% và 3% nên trên tab NODE STATUS trạng thái của node E và F đã được đánh dấu tích (đã bật).

### 5.3.2. Điều khiển hệ thống

#### a) Điều khiển bằng nút nhấn

- Thiết lập điều khiển theo lịch



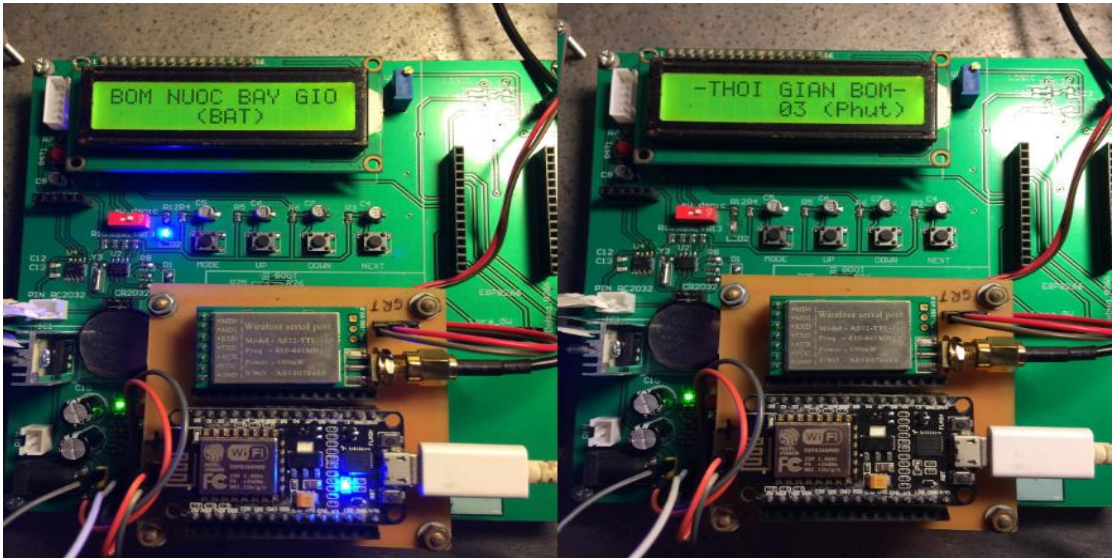
Hình 5.10. Thiết lập 3 mốc thời gian bằng tay.



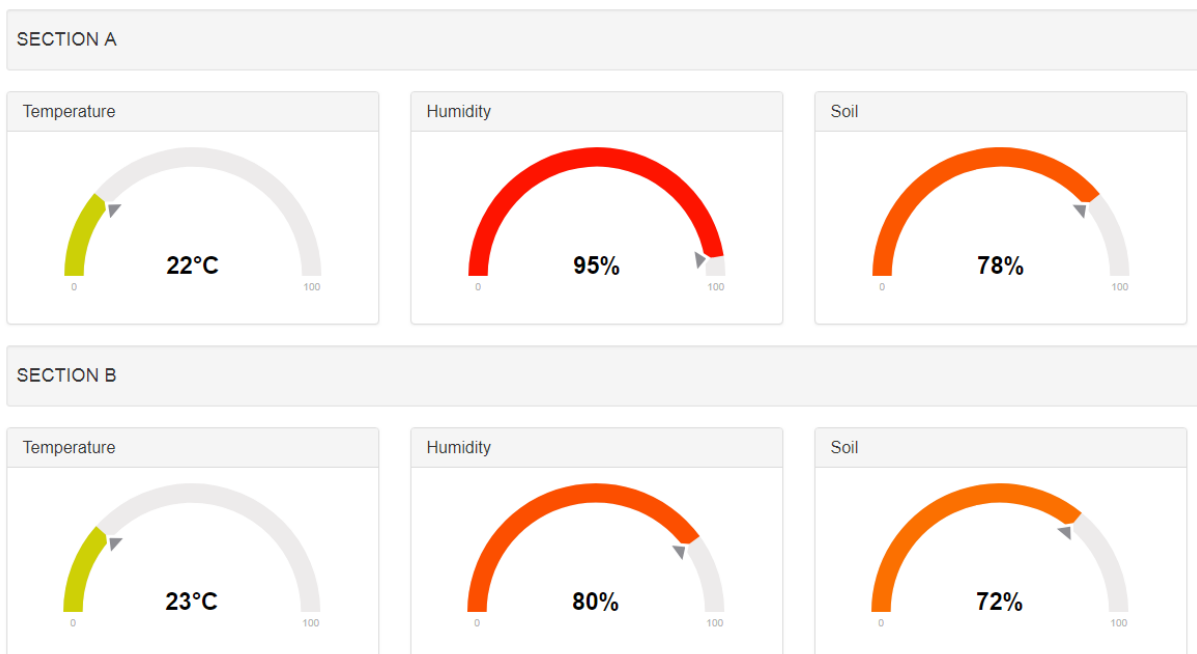
## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

Hình 5.10. biểu thị giá trị hẹn bằng tay cho 3 mốc thời gian bật tải trong 1 ngày. Tương ứng sáng bật 5h30, trưa bật 11h30, chiều bật 15h30 để đảm bảo cây được cung cấp đủ nước và phát triển tốt.

➤ Thiết lập điều khiển tức thời

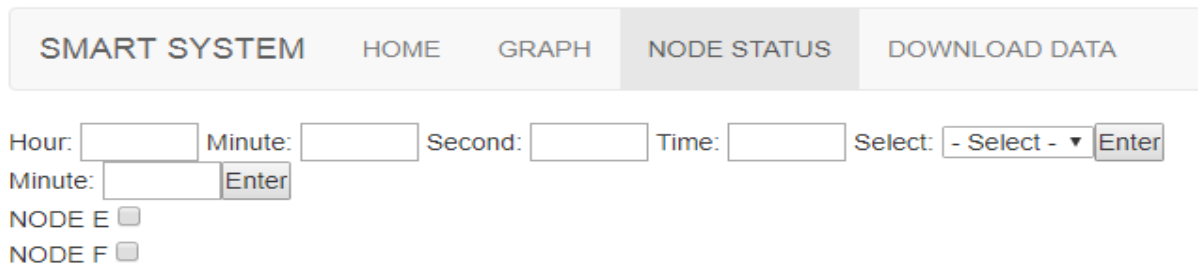


Hình 5.11. Xác nhận điều khiển tức thời bằng tay.



Hình 5.12. Giá trị tức thời của cảm biến khi bật máy bơm tức thời.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm



Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:  Enter

Minute:  Enter

NODE E ☐

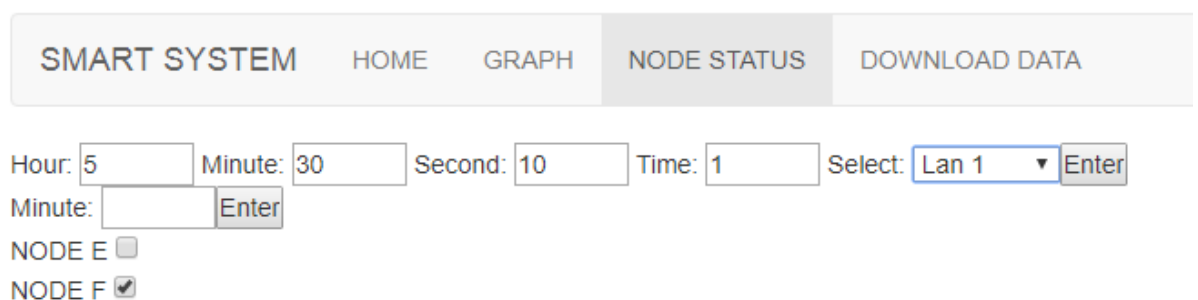
NODE F ☐

Hình 5.13. Trạng thái của tải sau khi bật máy bơm tức thời.

Hình 5.11. biểu thị việc bật máy bơm tức thời trong thời gian 3 phút. Hệ thống đáp ứng ngay bằng việc hiển thị lên LCD. Tuy nhiên, căn cứ vào luật điều khiển tải đã đề cập ở mục 4.2. chương 4 thì hiện tại cảm biến độ ẩm đất đang ở ngưỡng trên 70% (lần lượt là 78% và 72%) do đó, tải không bật. Tab NODE STATUS là minh chứng rõ ràng cho việc này.

### b) Điều khiển thông qua web

#### ➤ Thiết lập điều khiển theo lịch



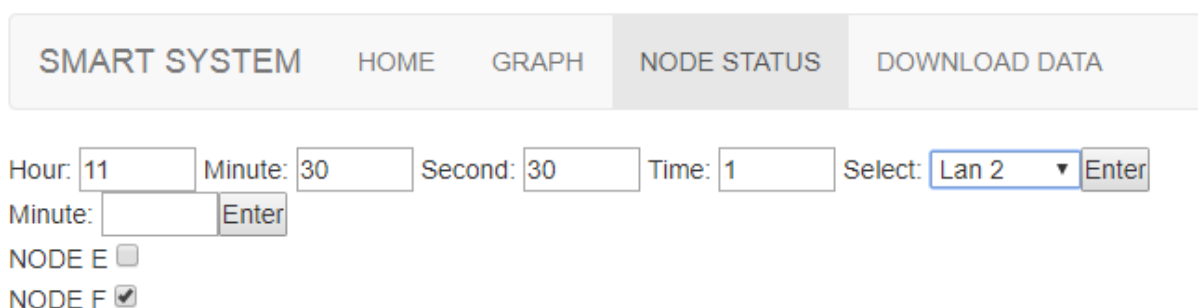
Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:  Enter

Minute:  Enter

NODE E ☐

NODE F ☐

Hình 5.14. Hẹn giờ lần 1 qua web.



Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:  Enter

Minute:  Enter

NODE E ☐

NODE F ☐

Hình 5.15. Hẹn giờ lần 2 qua web.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

SMART SYSTEM HOME GRAPH **NODE STATUS** DOWNLOAD DATA

Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:

Minute:

NODE E ☐

NODE F ☒

Hình 5.16. Hẹn giờ lần 3 qua web.

Hình 5.14, 5.15, 5.16 biểu thị việc thiết lập thời gian hẹn cho 3 mốc trong ngày. Tương tự như thao tác thiết lập trực tiếp trên nút nhấn của gateway. Tuy nhiên, với giao diện thân thiện này, người dùng có thể dễ dàng thao tác chỉ bằng 1 click chuột.

### ➤ Thiết lập điều khiển tức thời

SMART SYSTEM HOME GRAPH **NODE STATUS** DOWNLOAD DATA

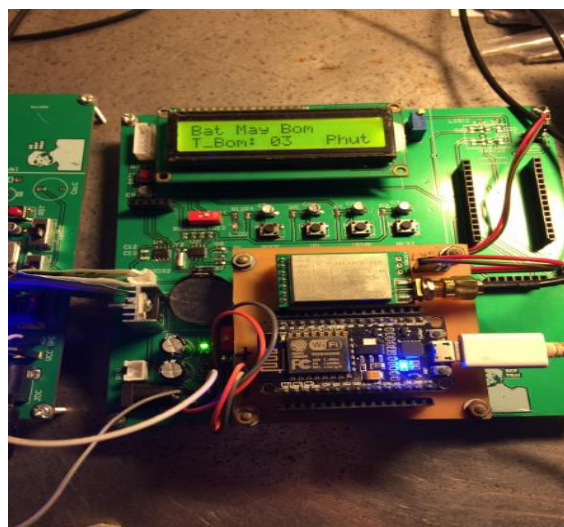
Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:

Minute:

NODE E ☐

NODE F ☒

Hình 5.17. Thiết lập thời gian bật tức thời qua web.



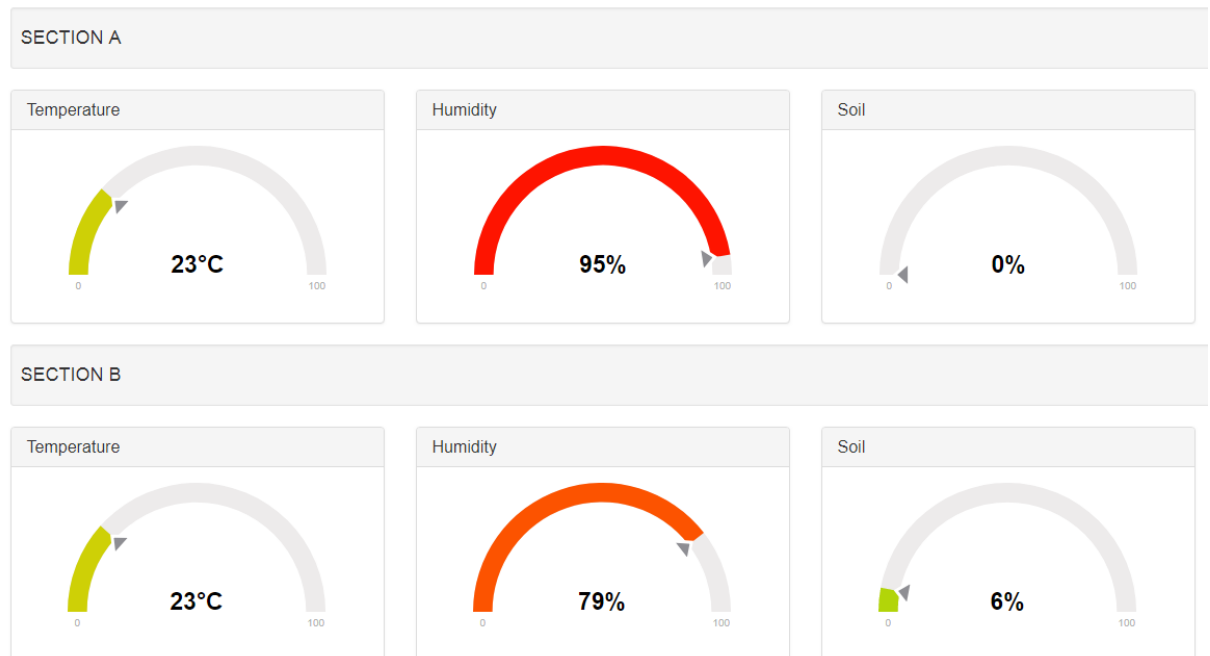
Hình 5.18. Xác nhận việc nhận dữ liệu thành công từ web của gateway.



## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

Hình 5.17 và 5.18 cho thấy tốc độ truyền dữ liệu từ server xuống gateway là rất nhanh, đáp ứng yêu cầu thực tế về mặt điều khiển tức thời.

### c) Tính năng tự động điều khiển



Hình 5.19. Giá trị tức thời của cảm biến trong chế độ tự động điều khiển.

Hình 5.19 và 5.20 biểu thị rằng khi giá trị của cảm biến độ ẩm đất dưới 20% thì gateway tự động phát lệnh điều khiển cho tải bơm nước. Trong trường hợp này, cảm biến độ ẩm đất đã được rút ra khỏi nước. Ở tab HOME, giá trị cảm biến độ ẩm đất lần lượt là 0% và 6%. Ở tab NODE STATUS, trạng thái của node tải là đang bật.

Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:  Enter

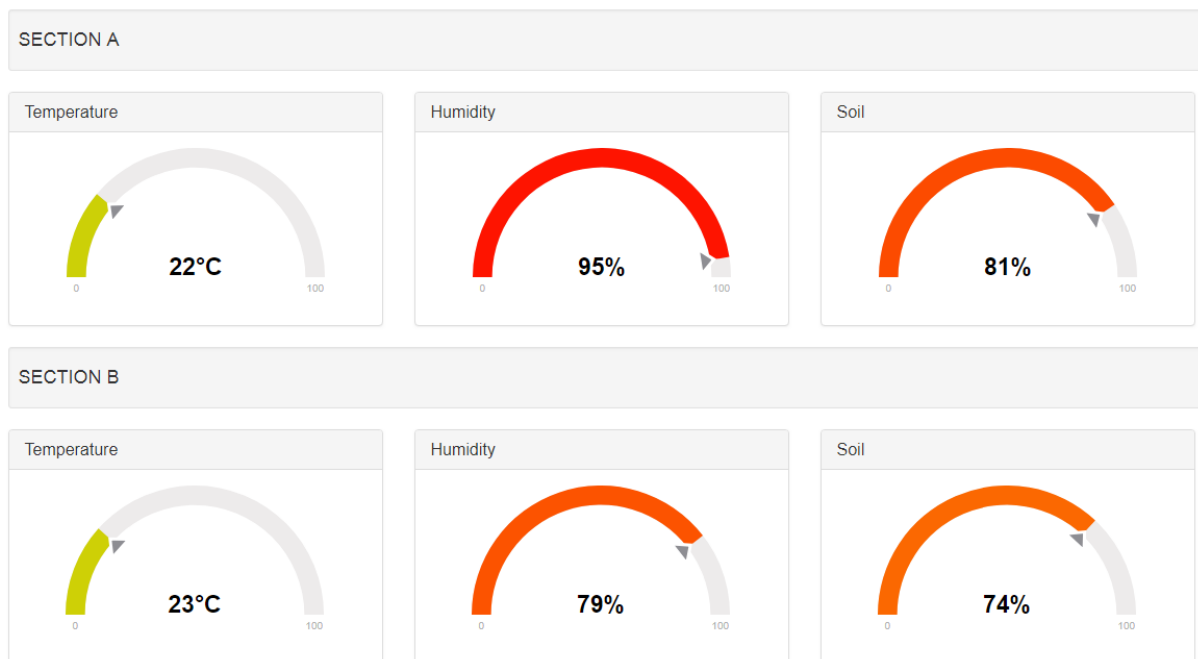
Minute:  Enter

NODE E ☒

NODE F ☒

Hình 5.20. Trạng thái on/off của tải.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm



Hình 5.21. Giá trị tức thời của cảm biến trong chế độ tự động điều khiển

The figure shows a web interface with a navigation bar containing 'SMART SYSTEM', 'HOME', 'GRAPH', 'NODE STATUS' (selected), and 'DOWNLOAD DATA'. Below the navigation bar is a form for selecting a node and a time range.

Hour:  Minute:  Second:  Time:  Select:

Minute:

NODE E ☐

NODE F ☐

Hình 5.22. Trạng thái on/off của tải.

Hình 5.21 và 5.22 biểu thị rằng khi giá trị của cảm biến độ ẩm đất trên 70% thì gateway tự động phát lệnh điều khiển cho tải không bơm nước. Trong trường hợp này, cảm biến độ ẩm đất đã được nhúng lại vào nước. Ở tab HOME, giá trị cảm biến độ ẩm đất lần lượt là 81% và 74%. Ở tab NODE STATUS, trạng thái của node tải là đang tắt.

### 5.4. Đánh giá

- Hệ thống hoạt động ổn định trong khoảng thời gian dài và điều kiện môi trường khắc nghiệt.
- Sự thay đổi giá trị của cảm biến khi có tác động hoàn toàn phù hợp với thực tế.

## Chương 5. Ghép nối và thử nghiệm

---

- Sự thay đổi trạng thái của tải trên giao diện khi có sự thay đổi giá trị của cảm biến là hợp logic
- Tốc độ cập nhật dữ liệu cũng như điều khiển tải nhanh
- Giao diện giám sát và điều khiển thân thiện với người dùng
- Năng lượng tiêu thụ của node tải tương đối thấp (20-70mA), có thể đáp ứng bài toán sử dụng pin trong thời gian dài
- Phạm vi tác động của hệ thống xa (>400m)

### 5.5. Hướng phát triển trong tương lai

- Tích hợp thêm các loại cảm biến đặc thù vào mạch để theo dõi chất lượng dinh dưỡng trong đất để hệ thống tác động thêm vào sự phát triển của cây trồng, không chỉ nước mà còn là phân bón.
- Tối ưu việc lựa chọn các thiết bị phần cứng kết hợp với thuật toán lập trình phù hợp để giảm thiểu năng lượng tiêu thụ cho node cảm biến. (sd pin)
- Mở rộng quy mô hệ thống, tăng số lượng node cảm biến và node tải để dữ liệu thu thập được thêm chính xác.
- Mở rộng số tab trên web server để có thể giám sát được nhiều thông số của cảm biến hơn, nhiều khu vực trồng trọt hơn.
- Bổ sung tính năng điều khiển trực tiếp bằng app điện thoại qua giao thức MQTT để hạn chế việc phụ thuộc vào mạng nội bộ như wifi, đồng thời tăng tốc độ cập nhật dữ liệu và điều khiển.
- Tiến hành điều khiển góc quay của camera để nhìn được toàn cảnh hệ thống chi tiết hơn, làm tư liệu nghiên cứu cho những mùa vụ tiếp theo.
- Kết hợp với các chuyên gia về nông nghiệp để có thêm thuật toán điều khiển tải phù hợp cho nhu cầu nước và dinh dưỡng của từng giống cây trồng đặc thù.

**Kết luận:** Trong chương 4 đã tiến hành ghép nối và chạy thử nghiệm hệ thống thực. Từ đó, chứng minh được tính khả thi của hệ thống thông qua các con số. Qua đó có những đề xuất cho việc mở rộng và phát triển hệ thống trong tương lai.

## KẾT LUẬN

Trong thời gian thực hiện đồ án này nhóm em đã làm được:

- Xây dựng được mô hình hệ thống nông nghiệp thông minh
- Đưa ra luật điều khiển tải phù hợp
- Chạy thực nghiệm hệ thống ở điều kiện khắc nghiệt
- Đã biết cách sử dụng các phần mềm để phục vụ cho đồ án

Mặc dù đã đạt được những kết quả nhất định. Tuy nhiên vẫn còn một số hạn chế và không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của thầy, cô cùng bạn đọc để bản đồ án được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn.

Hà Nội, ngày 04 tháng 01 năm 2019.

Sinh viên thực hiện

**Lưu Trung Hiếu**

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <http://danviet.vn/nha-nong/nong-nghiep-thong-minh-buoc-di-ban-dau-o-viet-nam-810977.html> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.
- [2] <https://esp8266.vn/nonos-sdk/http-server/http-server/> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.
- [3] <https://www.cloudmqtt.com/> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.
- [4] <https://github.com/Bob0505/E32-TTL-100> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.
- [5] <https://www.microchip.com/forums/m684022.aspx> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.
- [6] <https://LORA-alliance.org/about-LORAWan> truy cập lần cuối cùng ngày 06/01/2019.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 1: Thiết lập địa chỉ cho các node cảm biến, node tải và gateway

```
#define DEVICE_A_ADDR_H 0x05 //sensor node
```

```
#define DEVICE_A_ADDR_L 0x01
```

```
#define DEVICE_B_ADDR_H 0x05 //sensor node
```

```
#define DEVICE_B_ADDR_L 0x02
```

```
#define DEVICE_E_ADDR_H 0x05 //load node
```

```
#define DEVICE_E_ADDR_L 0x03
```

```
#define DEVICE_F_ADDR_H 0x05 //load node
```

```
#define DEVICE_F_ADDR_L 0x04
```

```
#define DEVICE_C_ADDR_H 0x05 //gateway
```

```
#define DEVICE_C_ADDR_L 0x00
```

### Phụ lục 2: Cấu hình các thông số cho module LORA

```
pCFG->SPED_bits.uart_fmt = UART_FORMAT_8N1;
```

```
pCFG->SPED_bits.air_bps = AIR_BPS_2400;
```

```
pCFG->SPED_bits.uart_bps = UART_BPS_9600;
```

```
pCFG->CHAN = AIR_CHAN_433M;
```

```
pCFG->OPTION_bits.trsm_mode = TRSM_FP_MODE;
```

```
pCFG->OPTION_bits.drive_mode = PP_DRIVE_MODE;
```

```
pCFG->OPTION_bits.wakeup_time = WEAK_UP_TIME_250;
```

```
pCFG->OPTION_bits.enFWC = ENABLE_FEC;
```

```
pCFG->OPTION_bits.tsmt_pwr = TSMT_PWR_20DB;
```