**BỘ CÔNG THƯƠNG**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

🙢 ❖ 🙠



**KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP**

**IOT VÀ ỨNG DỤNG**

**(SMART HOME)**

Sinh viên thực hiện : 14127871 Phan Bảo Trinh

14026751 Vương Quốc Việt

Giáo viên hướng dẫn : ThS. Nguyễn Thành Thái

Lớp : ĐHCNTT10B

***TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 05 NĂM 2019***

# LỜI NÓI ĐẦU

# DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

# DANH MỤC HÌNH ẢNH

**No table of figures entries found.**

# DANH MỤC BẢNG BIỂU

# No table of figures entries found.

# MỤC LỤC

[LỜI NÓI ĐẦU 1](#_Toc8534042)

[DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT 2](#_Toc8534043)

[DANH MỤC HÌNH ẢNH 3](#_Toc8534044)

[DANH MỤC BẢNG BIỂU 4](#_Toc8534045)

[No table of figures entries found. 4](#_Toc8534046)

[MỤC LỤC 5](#_Toc8534047)

[Chương 1: Tổng quan 9](#_Toc8534048)

[1.1. Internet of Thing. 9](#_Toc8534049)

[1.1.1. Giới thiệu. 9](#_Toc8534050)

[1.1.2. Mô hình. 9](#_Toc8534051)

[1.1.3. Ứng dụng. 10](#_Toc8534052)

[1.1.4. IoT và Cách Mạng Công Nghiệp 4.0. 10](#_Toc8534053)

[1.2. Smart Home. 11](#_Toc8534054)

[1.2.1. Giới thiệu. 11](#_Toc8534055)

[1.2.2. Mô tả đề tài. 11](#_Toc8534056)

[1.2.3. Công nghệ, thiết bị sử dụng. 12](#_Toc8534057)

[1.2.4. Mục tiêu, phạm vi đề tài. 12](#_Toc8534058)

[Chương 2: THIẾT BỊ VÀ GIAO THỨC. 14](#_Toc8534059)

[2.1. Thiết bị. 14](#_Toc8534060)

[2.1.1. Raspberry. 14](#_Toc8534061)

[2.1.2. Arduino. 15](#_Toc8534062)

[2.1.3. Cảm biến. 15](#_Toc8534063)

[2.1.4. Kinh phí. 17](#_Toc8534064)

[2.2. Giao thức Message Queue Telemetry Transport. 18](#_Toc8534065)

[2.2.1. Khái niệm. 18](#_Toc8534066)

[2.2.2. Kiến trúc. 18](#_Toc8534067)

[2.2.3. Ưu điểm của MQTT: 18](#_Toc8534068)

[2.2.4. Publish. 19](#_Toc8534069)

[2.2.5. Subscribe. 19](#_Toc8534070)

[Chương 3: CÀI ĐẶT VÀ KẾT NỐI THIẾT BỊ. 20](#_Toc8534071)

[3.1. Cài đặt cho Arduino 20](#_Toc8534072)

[3.1.1. IDE lập trình Arduino. 20](#_Toc8534073)

[3.1.2. Cấu hình thư viện. 20](#_Toc8534074)

[3.2. Cài đặt cho Raspberry. 20](#_Toc8534075)

[3.2.1. Hệ điều hành Rasbian. 20](#_Toc8534076)

[3.2.2. Cài đặt môi trường. 20](#_Toc8534077)

[3.2.3. Cơ sở dữ liệu PostgresSQL. 20](#_Toc8534078)

[3.2.4. MQTT Server. 20](#_Toc8534079)

[Chương 4: XÂY DỰNG ỨNG DỤNG. 21](#_Toc8534080)

[4.1. Thiết kế. 21](#_Toc8534081)

[4.1.1. Mô hình kết nối cảm biến. 21](#_Toc8534082)

[4.1.2. Mô hình hoạt động của ứng dụng. 21](#_Toc8534083)

[4.1.3. Cơ sở dữ liệu. 21](#_Toc8534084)

[4.2. Xây dựng. 22](#_Toc8534085)

[4.2.1. Kết nối database. 22](#_Toc8534086)

[4.2.2. Kết nối MQTT Server. 22](#_Toc8534087)

[4.2.3. Tạo WebSocket. 23](#_Toc8534088)

[4.2.4. Xây dựng giao diện người dùng. 23](#_Toc8534089)

[4.3. Kiểm thử. 23](#_Toc8534090)

[4.3.1. Kết nối giữa các thiết bị. 23](#_Toc8534091)

[4.3.2. Lưu trữ dữ liệu. 23](#_Toc8534092)

[4.3.3. Ứng dụng web. 23](#_Toc8534093)

[KẾT LUẬN 25](#_Toc8534094)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 26](#_Toc8534095)

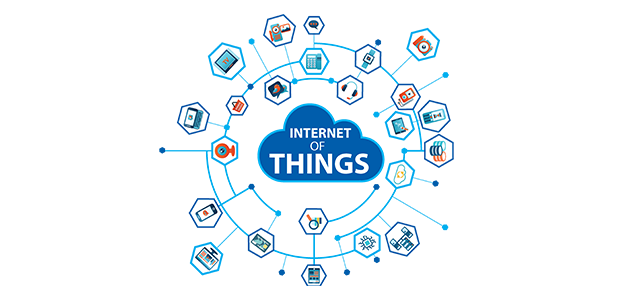
# Tổng quan

Giới thiệu về Internet of Thing và Smart Home. Mô tả đề tài công nghệ sử dung và mục tiêu, phạm vi thực hiện đề tài.

## Internet of Thing.

### Giới thiệu.

Internet of Things (IoT) là thuật ngữ dùng để chỉ các đối tượng có thể được nhận biết cũng như sự tồn tại của chúng trong một kiến trúc mang tính kết nối. Đây là một viễn cảnh trong đó mọi vật, mọi con vật hoặc con người được cung cấp các định danh và khả năng tự động truyền tải dữ liệu qua một mạng lưới mà không cần sự tương tác giữa con người với con người hoặc con người với máy tính. IoT tiến hoá từ sự hội tụ của các công nghệ không dây, hệ thống vi cơ điện tử (MEMS) và Internet. Là một tập hợp các thiết bị có khả năng kết nối với nhau, với Internet và với thế giới bên ngoài để thực hiện một công việc nào đó. Cụm từ IoT được đưa ra bởi Kevin Ashton vào năm 1999. Một nhà khoa học đã sáng lập ra Trung tâm Auto-ID ở đại học MIT.



IoT đã phát triển do sự hội tụ của nhiều công nghệ, phân tích thời gian thực, máy học, cảm biến hang hoá và hệ thống nhúng.

### Mô hình.

Mô hình cơ bản của IoT gồm 3 phần:

1. Cảm biến và thiết bị truyền động: có nhiệm vụ đọc giá trị từ các cảm biến như âm thanh, ánh sang, nhiệt độ, … và chuyển thành tín hiệu điện để giúp cho các thiết bị hiểu và đưa ra những hành động hợp lý.
2. Kết nối: các tín hiệu đọc được sẽ được truyền tải lên mạng lưới thông qua các phương thức giao tiếp khác nhau như Wifi, Bluetooth, ZipBee, Lora, …
3. Con người và quy trình: các đầu vào của mạng lưới IoT sẽ được tổng hợp thành một hệ thống bao gồm dữ liệu, con người và các quy trình với mục đính đưa ra quyết định tốt hơn.

Kết quả sau cùng sẽ được hiển thị trên trình duyệt web hoặc thiết bị di động của con người.

### Ứng dụng.

Trong thực tế, IoT có thể ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đem lại hiệu quả cao cho các lĩnh vực ứng dụng. Một số ứng dụng phổ biến của IoT:

* Smart Home – Ngôi nhà thông minh: là ứng dụng phổ biển và là chủ đề IoT được tìm kiếm nhiều nhất trên Google. Là ứng dụng cho phép người dùng giám sát, điều khiển ngôi nhà của mình thông qua các thiết bị di động, ngoài ra còn tự động hóa một số công việc như đóng/mở cửa, bật/tắt đèn, … Đây là một ứng dụng tiện ích, nâng cao chất lượng cuộc sống của mọi gia đình.
* Smart Cart – Chiếc xe thông minh: với khả năng tự nhận biết vị trí, tốc độ và chướng ngại vật để có thể tự lái và cảnh báo cho người lái xe.
* Smart City – Thành phố thông minh: tập hợp gồm nhiều thiết bị IoT, với khả năng thu thập và đáp ứng mọi nhu cầu của người dân.

### IoT và Cách Mạng Công Nghiệp 4.0.

Công nghiệp 4.0 là thuật ngữ dùng để chỉ quá trình phát triển trong quản lý sản xuất và sản xuất dây chuyển, ngoài ra còn được dùng để nói đến cuộc Cách Mạng Công Nghiệp lần thứ tư. Mục tiêu của nền công nghiệp 4.0 là phát triển dây chuyển sản xuất tự động. Trong Cách Mang Công Nghiệp 4.0, con người có thể giao tiếp và giám sát thiết bị thay vì vận hành chúng.

Với sự phát triển của cuộc Cách Mạng Công Nghiệp 4.0, IoT được xem là một nhánh phát triển với việc đảm nhận nhiệm vụ kết nối mọi thiết bị lại với nhau, giúp các thiết bị có thể truyền, nhận dữ liệu thu thập từ các cảm biến, đồng thời kết nối con người với thiết bị.

## Smart Home.

### Giới thiệu.

Trong các ngôi nhà hiện đại ngày nay, số lượng trang thiết bị điện, điện tử đang không ngừng gia tăng. Tuy nhiên, do khác nhau về kiến trúc, việc điều khiển các thiết bị đôi khi bất cập. Thêm vào đó, việc điều khiển các thiết bị một cách thủ công với khoảng các địa lý lớn không dễ. Vì vậy, việc áp dụng các công nghệ điều khiển tự động nhằm giải quyết tương tác giữa môi trường và các thiết bị trong nhà một cách linh hoạt, dễ dàng là điều tất yếu, khái niệm nhà thông minh ra đời.

Nhiều công nghệ đã được áp dụng khi xây dựng nhà thông minh. Tuy nhiên, sự phức tạp nằm ở chỗ các hệ thống điều khiển phải cân bằng giữa sự phức tạp của hệ thống và tính tiện dụng cho người dùng, đặc biệt là có thể được điều khiển ở bất cứ đâu, từ trong chính ngôi nhà đó hay bất kỳ nơi nào trên thế giới thông qua điện thoại hoặc Internet.

Với IoT mỗi đồ vật, thiết bị, con người được cung cấp một định danh của riêng mình, và tất cả có khả năng truyền tải, trao đổi thông tin, dữ liệu qua một mạng duy nhất mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay người với máy tính. Bên cạnh đó, IoT có thể triển khai một mạng lưới các thực thể thông minh, có khả năng tự tổ chức và hoạt động tùy theo tình huống, môi trường, đồng thời chúng cũng có thể liên lạc với nhau để trao đổi thông tin, dữ liệu. Với khả năng định danh cao, số lượng các thực thể trong hệ thống được định danh chính xác, duy nhất, đảm bảo tốt khả năng quản lý, điều khiển của hệ thống.

### Mô tả đề tài.

Với một ngôi nhà thông minh, con người sẽ quan tâm tới các thông tin về thiết bị trong nhà như nhiệt độ, độ ẩm, thiết bị chiếu sang, khí gas, … Và bên cạnh đó là điều khiển các thiết bị từ xa và tự động theo một quy tắc nào đó. Dựa vào những tiêu chí cơ bản đó, nhóm đã chọn sử dụng các thiết bị cảm biến đơn giản như nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến khí gas, cảm biến ánh sáng để thu thập dữ liệu và thiết bị giả lập bóng đèn để điển khiển. Từ những dữ liệu đã thu thập sẽ được lưu trữ vào cơ sở dữ liệu và hiển thị và gửi cảnh báo qua mail cho người dùng theo thời gian thực. Người dùng cũng có thể theo dõi, giám sát ngôi nhả của mình thông qua web và điều khiển bật tắt đèn.

### Công nghệ, thiết bị sử dụng.

Công nghệ:

* Ngôn ngữ: Arduino, Python, Angular4, HTML, CSS, JQuery.
* Cơ sở dữ liệu: PostgresSQL.
* Web Server: Nginx.
* Giao thức: HTTP, MQTT, WebSocket.

Thiết bị: Raspberry PI, Arduino, Cảm biến.

### Mục tiêu, phạm vi đề tài.

Mục tiêu:

* Thu thập dữ liệu từ các thiết bị cảm biến.
* Lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.
* Hiển thị thông tin cho người dùng thông qua web.
* Gửi cảnh báo khi có dữ liệu bất thường qua mail.
* Cho phép người dùng điểu khiển thiết bị.

Phạm vi đề tài: vấn đề về tài chính và thời gian thực hiện cũng như hiểu biết của nhóm nên đề tài thực hiện trong phạm vi các cảm biến đơn giản như cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến cường độ ánh sáng, cảm biến khí gas và thiết bị điều khiển là bóng đèn led. Độ chính xác của cảm biến là tương đối nên dữ liệu sẽ không đảm bảo tính tuyệt đối.

**Kết luận:** IoT đang là xu thế của tương lai và Smart Home được xem là một đề tài nổi bật nhất để nghiên cứu, phát triển và ứng dụng cho cuộc sống con người.

# THIẾT BỊ VÀ GIAO THỨC.

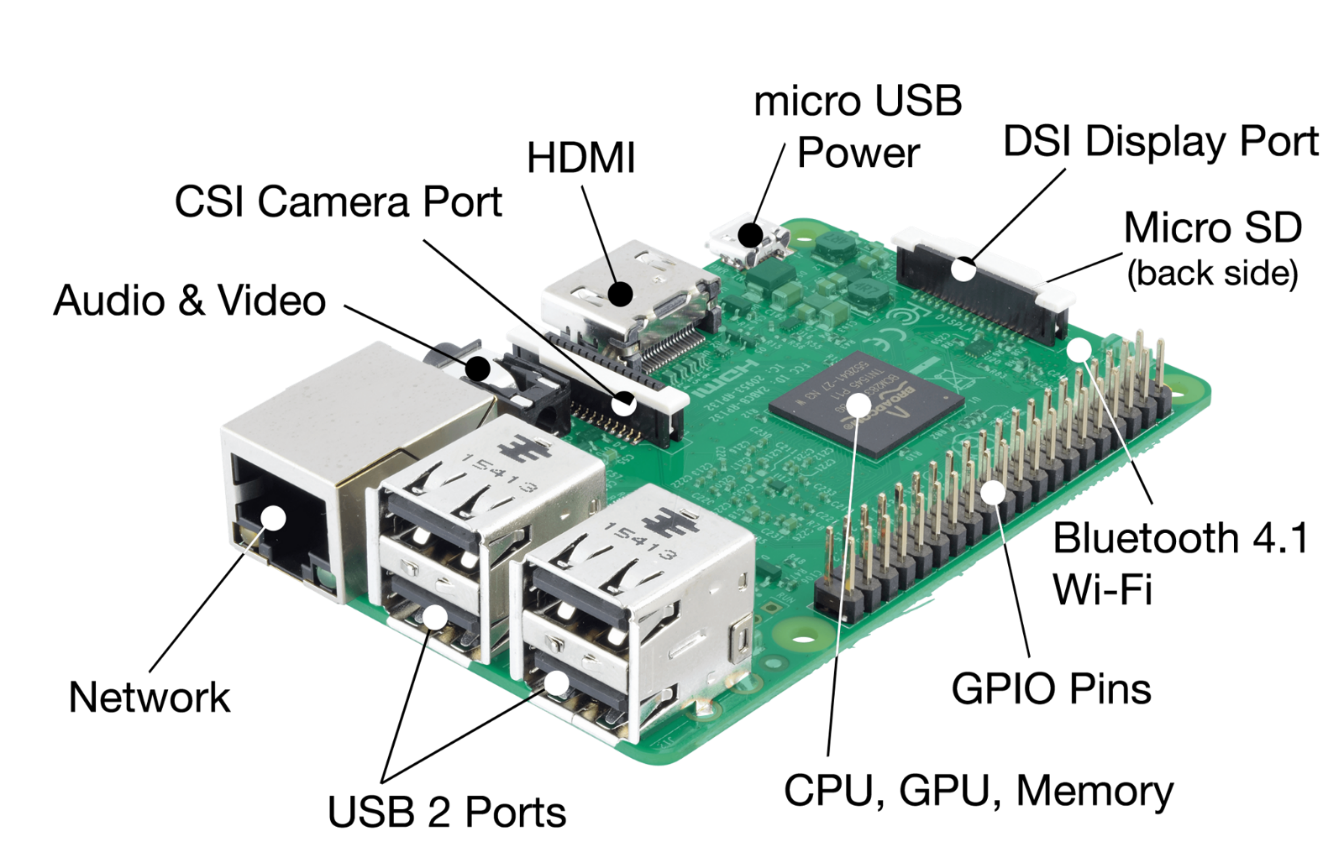
Giới thiệu cơ bản các thiết bị sử dụng: Raspberry, Arduino, cảm biến. Và giao thức kết nối giữa các thiết bị.

## Thiết bị.

### Raspberry.

Raspberry Pi là một máy tính rất nhỏ gọn, chỉ gồm có một board mạch (hay còn gọi là máy tính nhúng) kích thước chỉ bằng một thẻ tín dụng, được phát triển tại Anh với mục đích ban đầu là thúc đẩy việc giảng dạy về khoa học máy tính cơ bản trong các trường học và các nước đang phát triển.

Raspberry được sử dụng trong đề tài là Raspberry Pi 3 Model B+.



Thông số kĩ thuật:

* Vi xử lý: Broadcom BCM2837B0, quad-core A53 (ARMv8) 64-bit SoC @1.4GHz
* RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM.
* Kết nối: 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE, Gigabit Ethernet over USB 2.0 (Tối đa 300Mbps).
* Hỗ trợ: 40-pin GPIO, 4 cổng USB2.0.
* Video và âm thanh: 1 cổng full-sized HDMI, Cổng MIPI DSI Display, cổng MIPI CSI Camera, cổng stereo output và composite video 4 chân.
* Multimedia: H.264, MPEG-4 decode (1080p30), H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics.
* Lưu trữ: MicroSD.

Điện áp hoạt động: 5V/2.5A DC cổng microUSB, 5V DC trên chân GPIO, Power over Ethernet (PoE) (yêu cầu thêm PoE HAT).

### Arduino.

Arduino giống như một máy tính nhỏ mà bạn có thể lập trình để làm nhiều việc khác nhau, và nó tương tác với thế giới thông qua các cảm biến điện tử, đèn, và động cơ. Về cơ bản, nó giúp các dự án điện tử trở nên dễ dàng hơn với bất cứ ai - nhờ đó mà các nghệ sĩ và những tuýp người sáng tạo có thể tập trung biến những ý tưởng của họ thành hiện thực.

Arduino được sử dụng là loại Arduino Esp8266 – là một Arduino được tích hợp sẵn wifi.

Thông số kĩ thuật:

* CPU ESP8266.
* Hỗ trợ kết nối WiFi
* Tương thích Arduino UNO
* Có thể lập trình được bằng C/C++, Arduino IDE, Micropython, NodeMCU – Lua.
* Nguồn 9-24V hay 5V từ USB.
* 11 IO, 1 Analog in
* 4 Mbytes Flash
* Module ESP-12F chỉ 3.3VDC (tối đa 3.6 VDC).

### Cảm biến.

#### Cảm biến ánh sáng quang trở.

Cảm biến ánh sáng quang trở phát hiện cường độ ánh sáng, sử dụng bộ cảm biến photoresistor loại nhạy cảm, cho tín hiệu ổn định, rõ ràng và chính xác hơn so với quang trở.

Ngõ ra D0 trên cảm biến được dùng để xác định cường độ sáng của môi trường, khi ở ngoài sáng, ngõ ra D0 là giá trị 0, khi ở trong tối, ngõ ra D0 là 1. Trên cảm biến có 1 biến trở để điều chỉnh cường độ sáng phát hiện, khi văn cùng chiều kim đồng hồ thì sẽ làm giảm cường độ sáng nhận biết của cảm biến, tức là môi trường phải ít sáng hơn nữa thì cảm biến mới đọc gía trị digital là 1.

Thông số kỹ thuật:

* Điện áp làm việc: 3.3 ~ 5VDC.
* Output: Digital.
* Có thể điều chỉnh cường độ ánh sáng phát hiện bằng biến trở gắn trên cảm biến.
* Kích thước: 3.2cm x 1.4cm.

#### Cảm biến khí gas MQ2.

Cảm biến khí ga MQ2 là một trong những loại cảm biến được sử dụng để nhận biết: LPG, i-butan, Propane, Methane, Alcohol, Hydrogen, Smoke và khí ga. Được thiết kế với độ nhạy cao, thời gian đáp ứng nhanh. Gía trị đọc được từ cảm biến sẽ được đọc về từ chân Analog của vi điều khiển.

Thông số kỹ thuật:

* Nguồn hoạt động: 5VDC
* Dòng: 150mA
* Tính hiệu tương tự (analog).
* Hoạt động trong thời gian dài, ổn định.

#### Cảm biến số nhiệt độ, độ ẩm DHT11.

DHT11 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-wire truyền dữ liệu duy nhất). Cảm biến được tích hợp bộ tiền xử lý tín hiệu giúp dữ liệu nhận về được chính xác mà không cần phải qua bất kỳ tính toán nào.

Thông số kỹ thuật:

* Điện áp hoạt động: 3V - 5V (DC).
* Dãi độ ẩm hoạt động: 20% - 90% RH, sai số ±5%RH.
* Dãi nhiệt độ hoạt động: 0°C ~ 50°C, sai số ±2°C.
* Khoảng cách truyển tối đa: 20m.

### Kinh phí.

Bảng kinh phí bao gồm các thiết bị đã mua và giá tại thời điểm mua.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tên sản phẩm** | **Số lượng** | **Đơn giá vnđ** |
| 1 | Raspberry Pi 3 Model | 1 | 1.050.000 |
| 2 | ESP8266 – IoT Wifi Uno | 1 | 250.000 |
| 3 | Nguồn USB 5V 2.5A Cáp Micro | 1 | 125.000 |
| 4 | Vỏ Case cho Raspberry | 1 | 110.000 |
| 5 | Cảm biến khí ga MQ2 | 1 | 50.000 |
| 6 | Breadboard 830 tie – points MB – 102 | 1 | 45.000 |
| 7 | Cảm biến số nhiệt độ, độ ẩm DHT11 | 1 | 35.000 |
| 8 | Cảm biến ánh sáng quang trở | 1 | 18.000 |
| 9 | Cable Micro USB – B HTC | 1 | 15.000 |
| 10 | Bộ 20 dây cắm | 1 | 12.000 |
| 11 | Bộ 20 dây cắm testboard Female – Male 20cm | 1 | 12.000 |
| 12 | Bộ 20 dây cắm testboard Male – Male 20cm | 1 | 12.000 |
| 13 | LED chân cắm 5mm | 1 | 4.000 |
| **TỔNG CỘNG** | | | 1.738.000 |

## Giao thức Message Queue Telemetry Transport.

### Khái niệm.

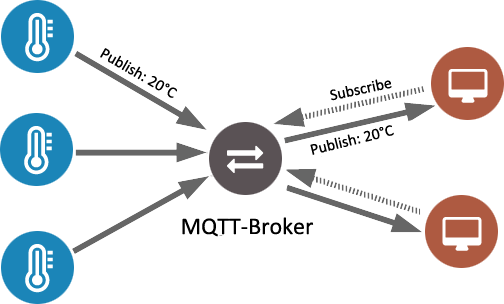
Message Queue Telemetry Transport (MQTT) là một giao thức thông điệp theo mô hình publish/subscribe (xuất bản – theo dõi), sử dụng băng thông thấp, độ tin cậy cao và có khả năng hoạt động trong điều kiện đường truyền không ổn định.

### Kiến trúc.

Kiến trúc mức cao của MQTT gồm 2 phần chính là Broker và Clients.

Trong đó, broker được coi như trung tâm, nó là điểm giao của tất cả các kết nối đến từ client. Nhiệm vụ chính của broker là nhận thông điệp từ pubisher, xếp các thông điệp theo hang đợi rồi chuyển chúng tới một địa chỉ cụ thể. Nhiệm vụ phụ của brokẻ là nó có thể đảm nhận thêm một vài tính năng liên quan tới quá trình truyền thông như: bảo mật thông điệp, lưu trữ, …

Client thì được chia thành 2 nhóm là publisher và subscriber. Client là các software component hoạt động tại edge device nên chúng được thiết kế dể có thể hoạt động một cách linh hoạt. Client chỉ làm ít nhất một trong 2 việc là publish các thông điệp lên một kênh cụ thể hoặc subscribe một kênh nào đó để nhận thông điệp.



### Ưu điểm của MQTT:

* Chuyển thông tin hiệu quả hơn.
* Tăng khả năng mở rộng.
* Giảm đáng kể tiêu thụ băng thông mạng.
* Giảm tốc độ cập nhật xuống giây.
* Rất phù hợp cho điểu khiển và do thám.
* Tối đa hóa băng thông có sẵn.
* Chi phí cực nhẹ.
* Rất an toàn với bảo mật dựa trên sự cho phép.
* Tiết kiệm thời gian đầu tư.

### Publish.

### Subscribe.

# CÀI ĐẶT VÀ KẾT NỐI THIẾT BỊ.

## Cài đặt cho Arduino

### IDE lập trình Arduino.

### Cấu hình thư viện.

## Cài đặt cho Raspberry.

### Hệ điều hành Rasbian.

### Cài đặt môi trường.

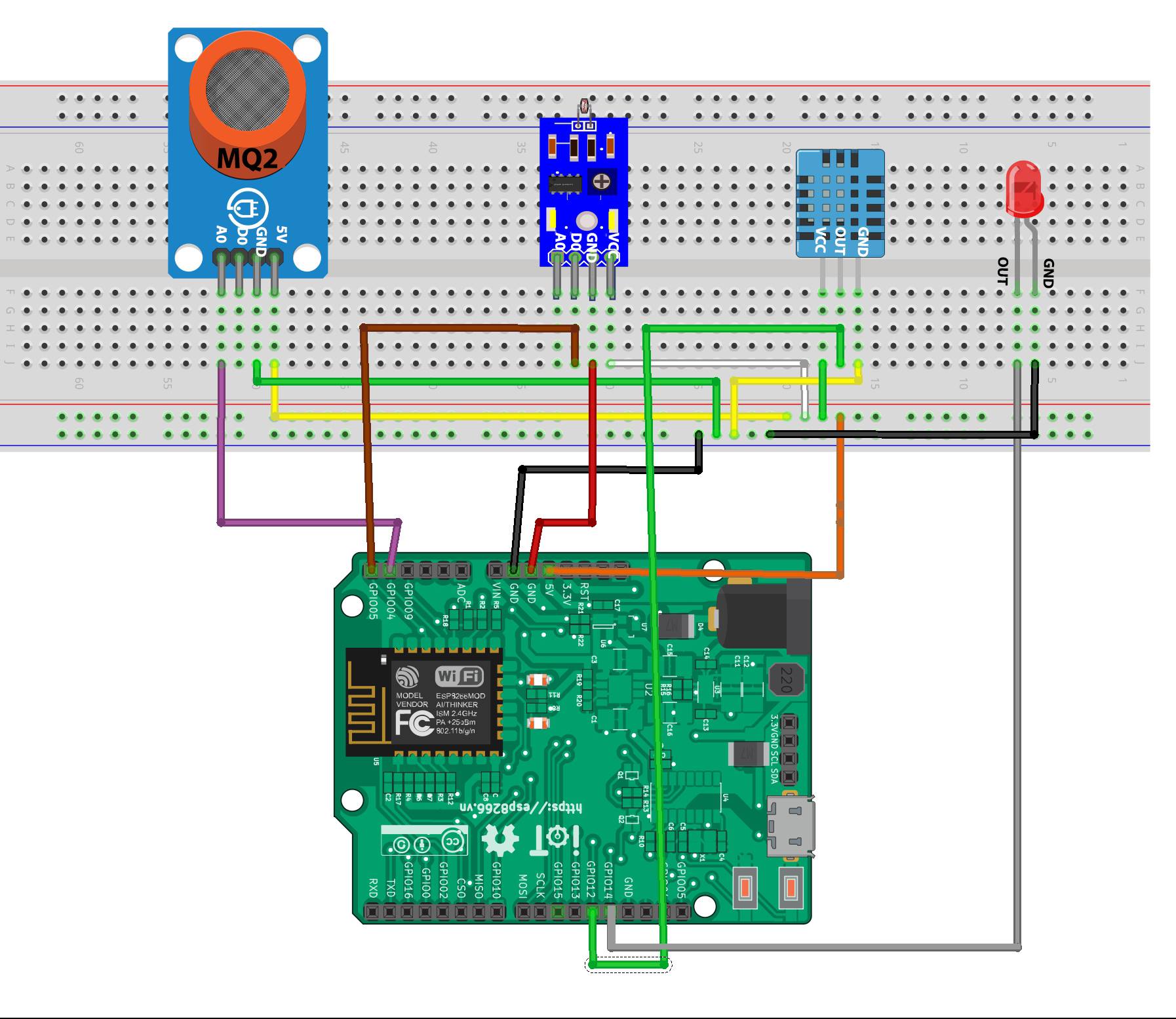
### Cơ sở dữ liệu PostgresSQL.

### MQTT Server.

# XÂY DỰNG ỨNG DỤNG.

## Thiết kế.

### Mô hình kết nối cảm biến.



### Mô hình hoạt động của ứng dụng.

### Cơ sở dữ liệu.



## Xây dựng.

### Kết nối database.

Để sử dụng Python để kết nối với cơ sở dữ liệu PostgresSQL cần cài đặt thư viện Flask-SQLAlchemy.

*$sudo pip3 install flask-sqlalchemy.*

Sau khi đã cài đặt xong thư viện, ta tiến hình import thư viện vào code và cấu hình các thông tin cơ bản của database đã tạo trước đó.

### Kết nối MQTT Server.

Cài đặt thư viện Flask-Mqtt để có thể kết nối và giao tiếp với MQTT server.

*$sudo pip3 install flask-mqtt.*

### Tạo WebSocket.

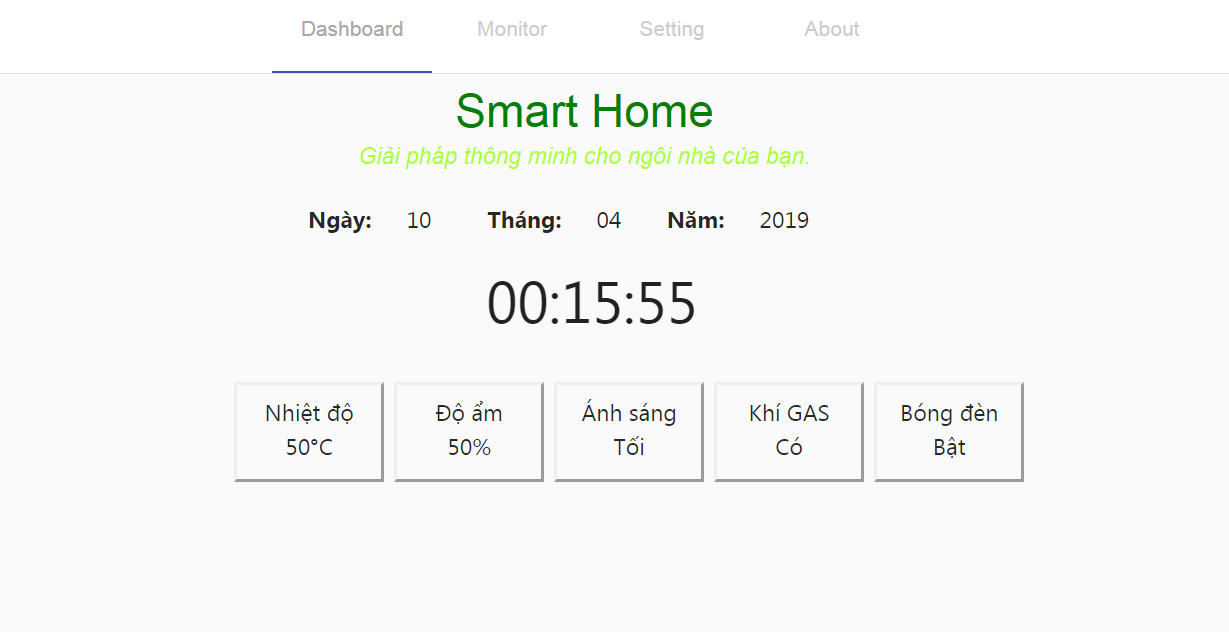
### Xây dựng giao diện người dùng.

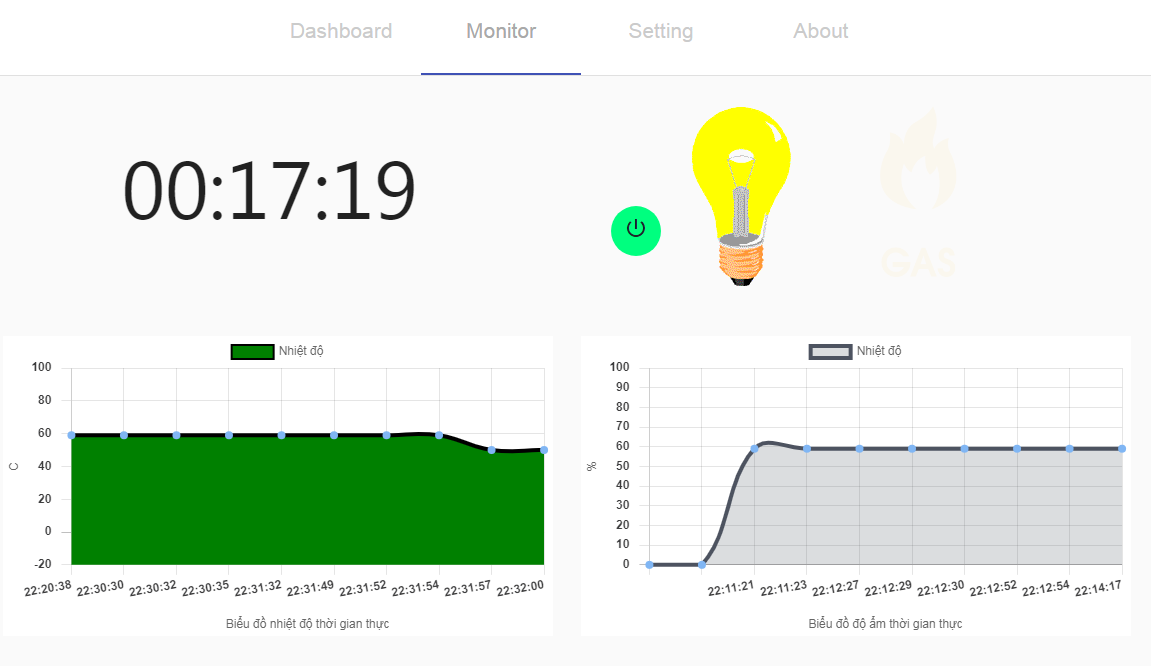
## Kiểm thử.

### Kết nối giữa các thiết bị.

### Lưu trữ dữ liệu.

### Ứng dụng web.





# KẾT LUẬN

Quá trình xây dựng ứng dụng chấm bài thi đã đảm bảo đầy đủ và được triển khai trên nền tảng công nghệ điện toán đám mây.

Ưu điểm:

- Giao diện đơn giản, dễ sử dụng.

- Ứng dụng đã tạo được môi trường chạy ngôn ngữ C/C++.

- Thời gian chấm bài nhanh, không xuất hiện lỗi.

- Kích thước mã nguồn của ứng dụng không lớn, có thể triển khai trên các máy chủ khác nhau một cách nhanh chóng.

Nhược điểm:

**-** Truy xuất dữ liệu người dùng chậm vì giới hạn request của DynamoDB.

**-** Mã nguồn và dữ liệu đầu vào của người dùng chỉ có thể sử dụng các ký tự trong bảng mã tiếng anh.

**-** Cơ sở dữ liệu sử dụng là DynamoDB nên nếu người dùng bị xóa thì cơ sở dữ liệu không thể truy cập.

Hướng phát triển của ứng là tạo trang quản lý cho phép người quản lý quản lý người dùng thành viên, tạo ra bài tập , các cuộc thi,…Người dùng khi đã là thành viên được tính điểm và xếp hạng. Ngoài ra còn có thể đóng góp ý kiến, xây dựng bài tâp. Xây dựng thêm các mục thảo luận, bản tin và tin nhắn,..

Để đáp ứng số lượng người truy cập lớn, máy chủ EC2 có thể mở rộng thêm bộ nhớ, CPU,…trong trường hợp cần thiết. Các dịch vụ đó đều được cung cấp một cách nhanh chóng.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. AWS tutorial: https://aws.amazon.com/articles/

2. Domjudge: <https://www.domjudge.org/>

3. PC^2: <https://pc2.ecs.csus.edu/>

4. Themis: <http://dsapblog.wordpress.com/2012/03/04/themis/>

5. Upcoder: <http://upcoder.hcmup.edu.vn/>