

XÂY DỰNG HỆ THỐNG NHÀ THÔNG MINH

SMARTHOME

PHẠM CHÍ MINH

Trường THPT Quốc Tuấn, An Lão, Hải Phòng

TÓM TẮT

Công nghệ thông tin đã và đang phát triển với tốc độ nhanh chóng và trở thành một ngành công nghiệp mũi nhọn trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Việc tin học hoá đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học công nghệ, đời sống, xã hội và thực tế đã mang lại nhiều tiện ích cho người dùng.

Trong các ngôi nhà hiện 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 rất bất cập. Việc điều khiển thiết bị một cách thủ công với khoảng các địa lý lớn chắc chắn là điều không thể. Với lý do đó, nhà thông minh đã ra đời nhằm giải quyết các bài toán tương tác giữa môi trường và các thiết bị trong gia đình một cách linh hoạt, dễ dàng hơn. Bên cạnh đó, công nghệ Internet of Things (IoT) đang trở lên phổ biến, hàng tỷ thiết bị được kết nối chung với nhau bằng internet. Với ưu điểm đó em đã lựa chọn đề tài: “Ứng dụng Internet of Things xây dựng hệ thống nhà thông minh” làm đề tài nghiên cứu khoa học với hi vọng có thể tạo ra một hệ thống mô phỏng một căn nhà thông minh gần sát với thực tiễn.

Mục tiêu của đề tài nhằm xây dựng hệ thống mô phỏng mô hình nhà thông minh tích hợp phần cứng và phần mềm mô phỏng cho phép chạy trên các máy tính cá nhân hay các thiết bị cầm tay.

Nội dung gồm 3 chương. Chương I - giới thiệu chung về đề tài, về công nghệ IoT và việc ứng dụng IoT trong mô hình nhà thông minh; chương II trình bày về mô hình kiến trúc phần cứng, phần mềm hệ thống; trên cơ sở đó phần xây dựng và triển khai hệ thống sẽ được trình bày trong chương III; cuối cùng là những kết luận và hướng phát triển tiếp theo của đề tài.

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1 Nhà thông minh

Nhà thông minh hiểu đơn giản là ngôi nhà mà các thiết bị gia dụng trong nó như: hệ thống chiếu sáng, sưởi ấm, máy lạnh, TV, máy tính, âm thanh, camera an ninh,... có khả năng tự động hóa và giao tiếp với nhau theo một lịch trình định sẵn. Chúng có thể được điều khiển ở bất cứ đâu, từ trong chính ngôi nhà thông minh đó đến bất kỳ nơi nào trên thế giới thông qua điện thoại hoặc internet.

Trước đây, nhà thông minh chỉ hoàn toàn nằm trong trí tưởng tượng cũng như trên phim ảnh. Từ đầu những năm 1900, bản mẫu của nhà thông minh - tức các thiết bị điều khiển từ xa, bắt đầu được nghiên cứu và phát minh, tạo tiền đề cho sự ra đời của chúng sau này.

Sự mạnh mẽ phát triển của các thiết bị điện gia dụng bắt đầu từ năm 1915, để rồi ý tưởng tự động hóa các thiết bị trong nhà xuất hiện vào những năm 1930 và đến tận năm 1984, thuật ngữ "Smarthome" mới xuất hiện!

Cùng với sự phát triển đến chóng mặt của công nghệ, nhà thông minh cũng từ đó được quan tâm và nhận được sự đầu tư nhiều hơn. Đến năm 2012, theo báo cáo của ABI Research, tại Mỹ đã có 1,2 triệu căn nhà được tự động hóa.

Dưới đây là 5 cách mà một ngôi nhà thông minh giúp có một cuộc sống tiện nghi và thoải mái hơn:

- Các cánh cửa đều tự động đóng và mở khi chúng nhận diện được bạn là ông chủ của ngôi nhà.
- Tự điều chỉnh độ sáng các bóng đèn điện khi bạn đọc sách, xem ti-vi hay đi ngủ.
- Các thiết bị điện tử từ gia dụng đến giải trí trong ngôi nhà được điều khiển dễ dàng thông qua giọng nói hay điện thoại của bạn.
- Đưa ra các cảnh báo các vật dụng có thể gây nguy hiểm cho trẻ em khi chúng có ý định sử dụng các vật dụng đó.

- Tính năng an ninh như tự báo động khi có một người cố tình xâm nhập trái phép, tự động khóa trái cửa, báo cảnh sát,... luôn trong trạng thái sẵn sàng.

Tuy nhiên, có một thực tế là mọi người thường ưa thích chiếc remote chuyển kênh ti-vi hơn là dùng các thiết bị thông minh để điều khiển chiếc ti-vi vì sự đơn giản và tiện lợi nó mang lại. Những công nghệ như nhà thông minh gần như là ác mộng với những ai không thành thạo máy tính. Vì vậy, một trong những thách thức lớn nhất với nhà thông minh là làm sao cân bằng giữa sự phức tạp của hệ thống và tính tiện dụng, để người dùng cảm thấy thoải mái trong ngôi chính ngôi nhà của mình.

Thêm vào đó, không loại trừ việc những kẻ xấu có thể tìm cách truy cập vào hệ thống mạng, vô hiệu hóa hệ thống cảnh báo hay tắt hệ thống chiếu sáng để dễ bề đột nhập vào nhà. Chúng cũng có thể làm hỏng một thiết bị bằng cách bật/tắt liên tục thiết bị, thậm chí gây chập cháy điện dẫn tới hỏa hoạn.

Và cuối cùng, người dùng có thể sẽ lo lắng liệu hệ thống đầu tư tốn kém của mình chưa dùng được bao lâu đã lỗi thời, thậm chí phải vứt bỏ sau một thời gian ngắn.

Nhà thông minh đang và sẽ là một xu hướng công nghệ tất yếu trên thế giới, trở thành tiêu chuẩn của nhà ở hiện đại trong kỷ nguyên Internet of Things – kết nối vạn vật qua internet. Bên cạnh đó, sự tiện nghi và tiết kiệm năng lượng cũng dần trở thành một tiêu chuẩn cần thiết nhằm nâng cao chất lượng sống của chúng ta.

1.2 Internet of Things

“Internet of Things (IoT) là một kịch bản của thế giới, khi mà mỗi đồ vật, con người được cung cấp một định danh của riêng mình, và tất cả có khả năng truyền tải, trao đổi thông tin, dữ liệu qua một mạng duy nhất mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay người với máy tính. IoT đã phát triển từ sự hội tụ của công nghệ không dây, công nghệ vi cơ điện tử và Internet.” (Wikipedia)

Giả sử, để ghi nhận nhiệt độ trong phòng hoặc trong một nhà xưởng, chúng ta chỉ có thể ghi nhận một cách thủ công bằng tay khi theo dõi trực tiếp nhiệt độ bằng các nhiệt kế vào các hệ thống lưu trữ như trên giấy hoặc hệ thống cơ sở dữ liệu trên máy tính. Việc này khá tốn thời gian cũng như hao tổn nhân lực. Nếu như máy tính có thể giúp chúng ta thu thập các dữ liệu cần thiết, chúng ta có thể kiểm soát và theo dõi một cách nhanh chóng và kịp thời nhất. Việc này cũng làm giảm các chi phí về thời gian, nhân lực để làm công việc tương xứng. Chúng ta cũng có thể kiểm soát mọi lúc, mọi nơi thông qua một mạng Internet bằng thông rộng.

Trong đề tài này, việc áp dụng IoT là khi sử dụng thiết bị trung tâm được kết nối với Internet, người dùng có thể kiểm soát thiết bị (bật/tắt) cũng như theo dõi (ghi nhận) các thông tin thông cần thiết thông qua một thiết bị khác. Ví dụ như: điện thoại, máy tính hay đồng hồ thông minh...

Tính chất của Internet of Things

- *Thông minh:*

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

Việc tích hợp trí thông minh vào IoT còn có thể giúp các thiết bị, máy móc, phần mềm thu thập và phân tích các dấu vết điện tử của con người khi chúng ta tương tác với những thứ thông minh, từ đó phát hiện ra các tri thức mới liên quan tới cuộc sống, môi trường, các mối tương tác xã hội cũng như hành vi con người.

- *Phức tạp:*

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

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

- ***Khả năng định danh duy nhất:***

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

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

- ***Số lượng lớn:***

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

Ứng dụng

IoT có khả năng ứng dụng vô cùng rộng rãi, có thể kể đến một số ứng dụng điển hình như sau:

- Quản lý nhiệt độ
- Đèn thông minh

- Quản lý năng lượng
- Quản lí môi trường
- Xe tự hành
- Các thiết bị theo dõi sức khỏe cá nhân
- Đồng hồ đo thông minh
- Tự động hóa ngôi nhà

1.3 Ứng dụng Internet of Things vào quản lý nhiệt độ trong khu công nghiệp.

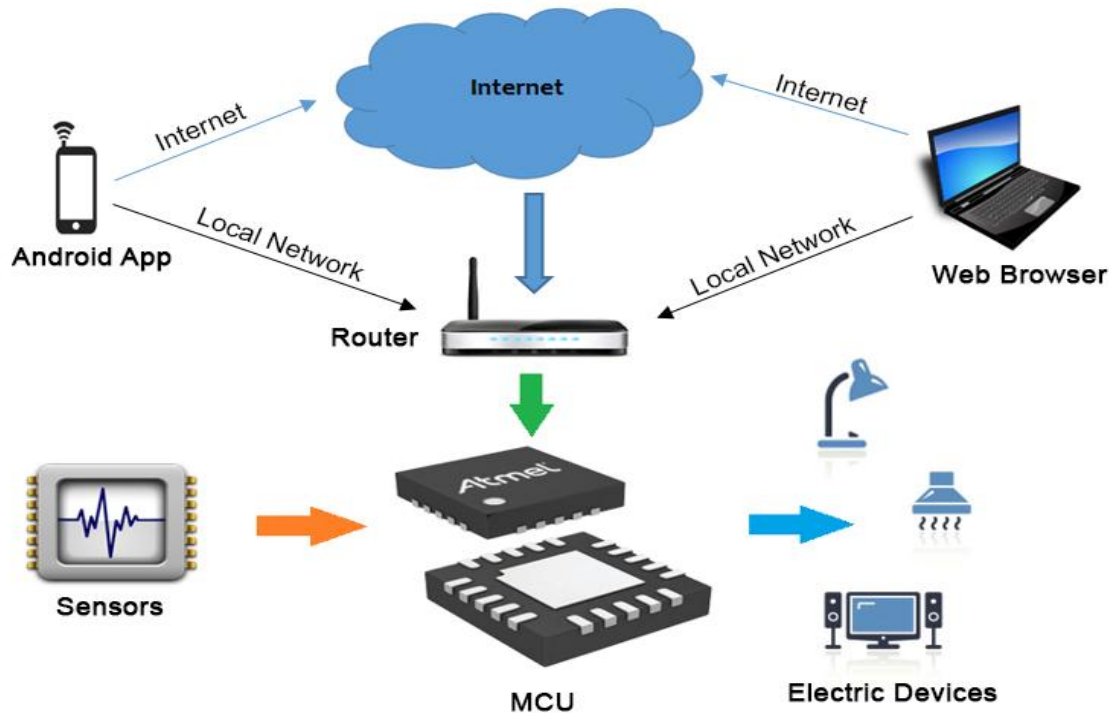
Dạng đơn thuần của một hệ thống của theo dõi nhiệt độ trong khu công nghiệp được tạo nên bởi các thành phần sau:

- Bộ vi điều khiển
- Các hệ thống cảm biến
- Các thiết bị được điều khiển

Ngoài ra với các hệ thống phức tạp hơn, còn có các thành phần:

- Bộ định tuyến
- Thiết bị điều khiển

Nguyên lý hoạt động



Hình 1. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của một hệ thống theo dõi nhiệt độ trong đề tài:

- Các cảm biến thu nhận nhiệt độ từ môi trường bên ngoài, sau đó gửi tín hiệu về bộ vi điều khiển trung tâm.
- Bộ xử lý trung tâm nhận được dữ liệu từ hệ thống cảm biến, tùy theo yêu cầu của từng điều kiện đặt ra mà điều khiển các thiết bị theo mục đích cụ thể.
- Trong chế độ điều khiển bằng tay, bộ xử lý trung tâm sẽ tiếp nhận sự điều khiển trực tiếp của người dùng thông qua trình duyệt Web hoặc ứng dụng trên điện thoại Android, và máy tính Windows.

Các chuẩn kết nối và giao thức có liên quan

✓ **Chuẩn Fast Ethernet 100Base-T**

“100 Base-T là phương pháp điều chế tín hiệu để có được tốc độ là 100 Mbps sử dụng cáp Twisted Pair. Phương pháp này có liên quan đến công nghệ Fast Ethernet. Ethernet là tập các quy tắc cho phép kết nối mạng LAN. Trước đây, khi kết nối mạng LAN, người ta chỉ đạt được băng thông là 10 Mbps (10 Base-T, 10 Base-5..). Đến năm 1995, IEEE đã phát triển các chuẩn này thành

100 Mbps và gọi là Fast Ethernet. Cùng một loại phương tiện truyền dẫn (media), có thể là UTP hoặc STP, tuy nhiên khi áp dụng các phương pháp khác nhau sẽ cho tốc độ khác nhau.” (Wikipedia)



Hình 2. Cáp Cat5E (Nguồn: nex-cable.com)

✓ *Sóng vô tuyến*

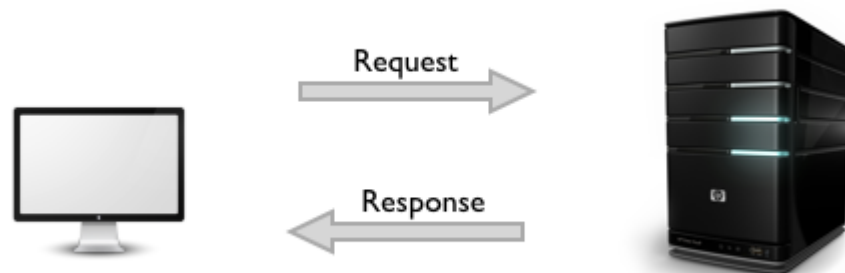
“Sóng vô tuyến là một kiểu bức xạ điện từ với bước sóng trong phổ điện từ dài hơn ánh sáng hồng ngoại. Sóng vô tuyến có tần số từ 3 kHz tới 300 GHz, tương ứng bước sóng từ 100 km tới 1 mm. Giống như các sóng điện từ khác, chúng truyền với vận tốc ánh sáng. Sóng vô tuyến xuất hiện tự nhiên do sét, hoặc bởi các đối tượng thiên văn. Sóng vô tuyến do con người tạo nên dùng cho radar, phát thanh, liên lạc vô tuyến di động và cố định và các hệ thống dẫn đường khác. Thông tin vệ tinh, các mạng máy tính và vô số các ứng dụng khác. Các tần số khác nhau của sóng vô tuyến có đặc tính truyền lan khác nhau trong khí quyển Trái Đất; sóng dài truyền theo đường cong của Trái Đất, sóng ngắn nhờ phản xạ từ tầng điện ly nên có thể truyền rất xa, các bước sóng ngắn hơn bị phản xạ yếu hơn và truyền trên đường thẳng.

Sóng vô tuyến lần đầu được dự báo bởi tác phẩm toán học xuất bản năm 1867 do James Clerk Maxwell viết. Maxwell nhận thấy các tính chất giống sóng của ánh sáng và tương đồng trong các quan sát về từ trường và điện trường. Sau đó ông đề xuất các phương trình mô tả sóng ánh sáng và sóng vô tuyến như sóng điện từ truyền trong không gian. Năm 1887, Heinrich Hertz đã chứng minh tính chính xác sóng điện từ của Maxwell bằng cách thử nghiệm tạo ra sóng vô tuyến trong phòng thí nghiệm của mình. Ngay sau đó rất nhiều phát minh đã được

khám phá, từ đó sóng vô tuyến đã được sử dụng để truyền thông tin qua không trung.” (Wikipedia)

✓ Giao thức HTTP

Giao thức này được sử dụng để truyền nội dung trang Web từ Web Server đến trình duyệt Web ở Client. Là giao thức Client/Server dùng cho Internet - World Wide Web, HTTP thuộc tầng ứng dụng của bộ giao thức TCP/IP (Các giao thức nền tảng cho Internet). Cơ chế hoạt động chính của HTTP là Request-Response: Web Client sẽ gửi Request đến Web Server, Web Server xử lý và trả về Response cho Web Client.



Hình 3. Nguyên lý hoạt động của giao thức HTTP

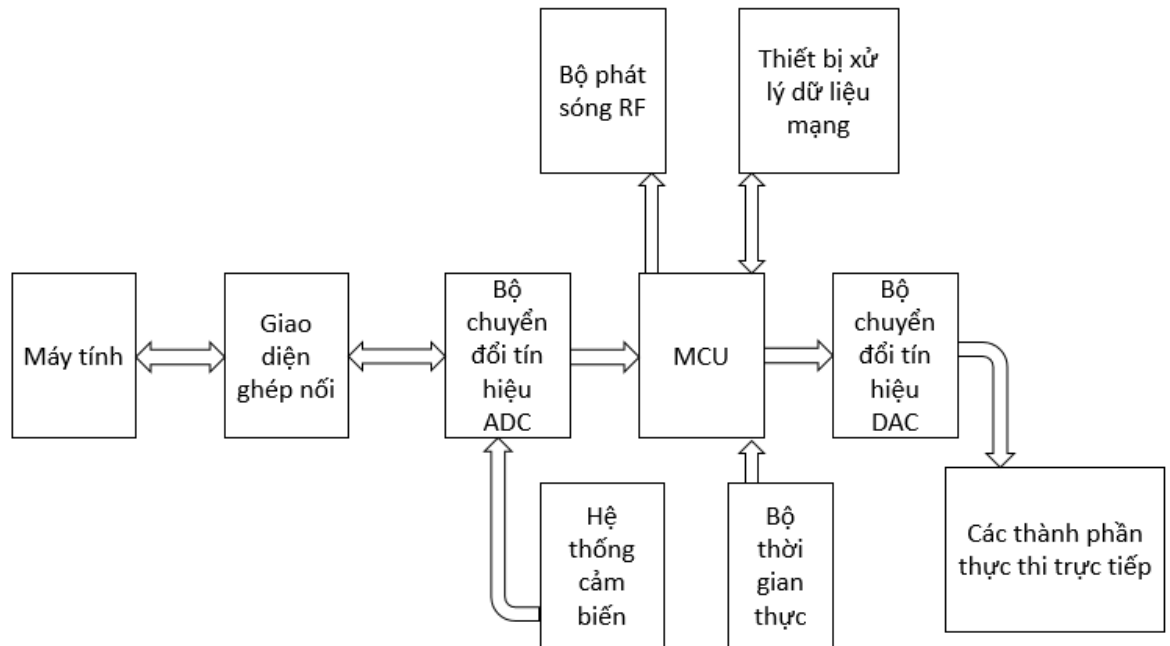
Phiên bản hoàn chỉnh đầu tiên của HTTP là HTTP 0.9 (Ra đời năm 1991), Tiếp theo là HTTP 1.0 (Giới thiệu chính thức năm 1996), HTTP 1.1 (1997) và mới đây nhất là HTTP 2.0. Các phiên bản sau ra đời nhằm thay thế phiên bản trước, kế thừa những chức năng cốt lõi của phiên bản trước nhưng có nhiều cải tiến và bổ sung. Hiện nay thì HTTP 2.0 chưa được dùng phổ biến do còn khá mới và do các doanh nghiệp Web cũng phần nào ngại chuyển đổi. Do vậy, HTTP 1.1 vẫn là giao thức HTTP phổ biến nhất. HTTP 1.0 vẫn còn được sử dụng nhiều trong hệ thống Proxy và một số ứng dụng cũ.

Các phần mềm sử dụng

- Phần mềm lập trình phần mềm hệ thống: Visual Studio 2013
- Phần mềm thiết kế Website: Notepad++
- Phần mềm lập trình mạch phát triển Arduino: Arduino IDE

CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1 Mô hình kiến trúc hệ thống



Hình 4. Kiến trúc của hệ thống

Hệ thống bao gồm 4 khối chính:

- Khối hệ thống cảm biến : bao gồm các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, mưa đo đạc các thông số về môi trường.
- Khối xử lý dữ liệu mạng: tạo giao diện kết nối, chuyển đổi các gói dữ liệu đến và đi trên hệ thống mạng.
- Khối vi điều khiển: đóng vai trò máy chủ webserver, nhận dữ liệu từ cảm biến, nhận và thực thi các yêu cầu từ các client.
- Máy tính:
 - Truyền tín hiệu điều khiển thông qua câu lệnh, chương trình
 - Xử lý tín hiệu, điều khiển hệ thống

Lựa chọn thiết bị:

- Khối hệ thống cảm biến : module cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11, cảm biến ánh sáng, cảm biến mưa.
- Khối vi điều khiển: sử dụng mạch phát triển Arduino Mega 2560.

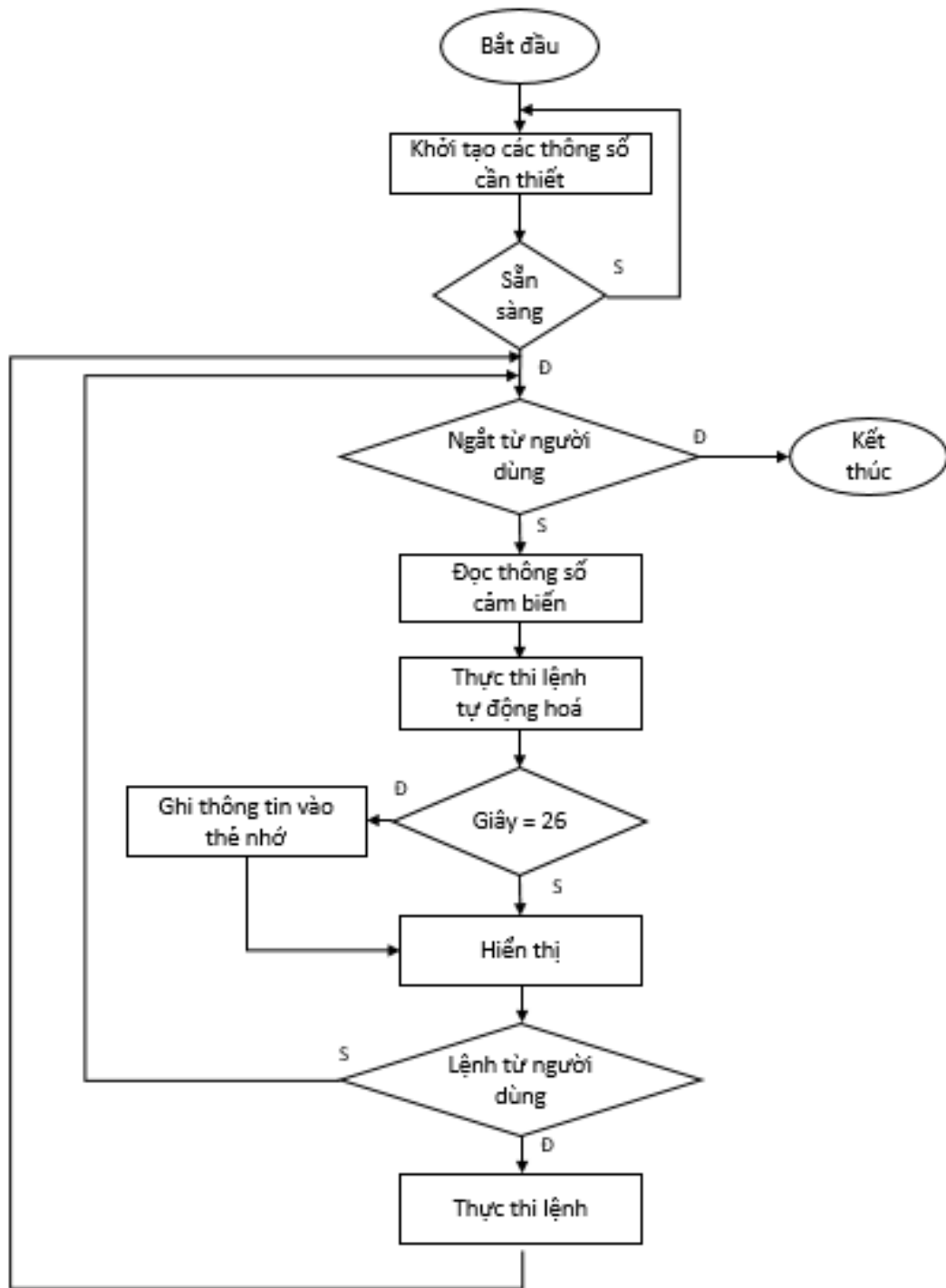
- Khối xử lý dữ liệu mạng: sử dụng Arduino Internet Shield W5100.

Ưu điểm của các thiết bị:

- Module DHT11: nhỏ gọn, dễ kết nối, đo được cả độ ẩm và nhiệt độ, tiện dụng vì thư viện được nhà sản xuất viết sẵn.
- Module cảm biến ánh sáng: thành phần chính là quang trở, linh kiện đơn giản, dễ thay thế khi hỏng hóc.
- Module cảm biến mưa: sử dụng mạch các đường mạch thiếc để nhận biết môi trường, linh kiện đơn giản, giá thành rẻ.
- Arduino Internet Shield: nhỏ gọn, tương thích với các dòng Arduino, sử dụng trực tiếp điện 5V thay vì 3.3V, tốc độ lên tới 100Mbps.
- Arduino Mega 2560: nhỏ gọn, mạch được làm với hệ thống máy hiện đại, đảm bảo các mối hàn luôn được bảo vệ. Có sẵn khối chuyển đổi Serial – USB giao tiếp trực tiếp với máy tính không cần thêm bộ chuyển đổi RS232. Số lượng chân I/O rất nhiều. Dung lượng bộ nhớ lớn. Sử dụng trực tiếp nguồn điện từ cổng USB vì thế không cần lắp bổ sung thêm nguồn phụ. Nạp chương trình trực tiếp thông qua chip ATmega16U2 gắn trên mạch được nạp sẵn firmware. Ngôn ngữ lập trình dựa theo C đơn giản, dễ hiểu; chương trình lập trình tiện dụng, tích hợp sẵn Serial Monitor.
- Module thu phát RF 315MHz: nhỏ gọn, giá thành rẻ, khoảng cách thu – phát lớn(nếu gắn ăngten thích hợp).
- Arduino Uno: tính năng tương tự Arduino Mega tuy nhiên số chân GPIO, kích thước bộ nhớ đều nhỏ hơn.

2.2 Phần mềm điều khiển

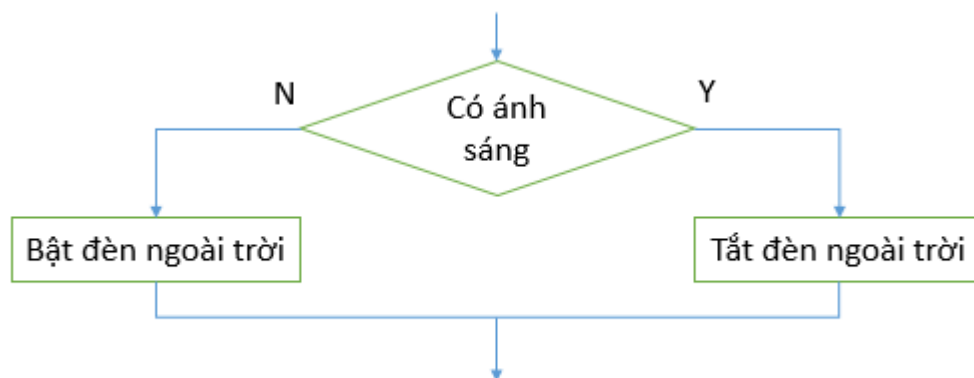
Hình 5 chỉ ra lưu đồ thuật toán của chương trình điều khiển hoạt động của một ngôi nhà thông minh ứng dụng Internet of Things.



Hình 5. Lưu đồ thuật toán của hệ thống nhà thông minh

Hoạt động của hệ thống:

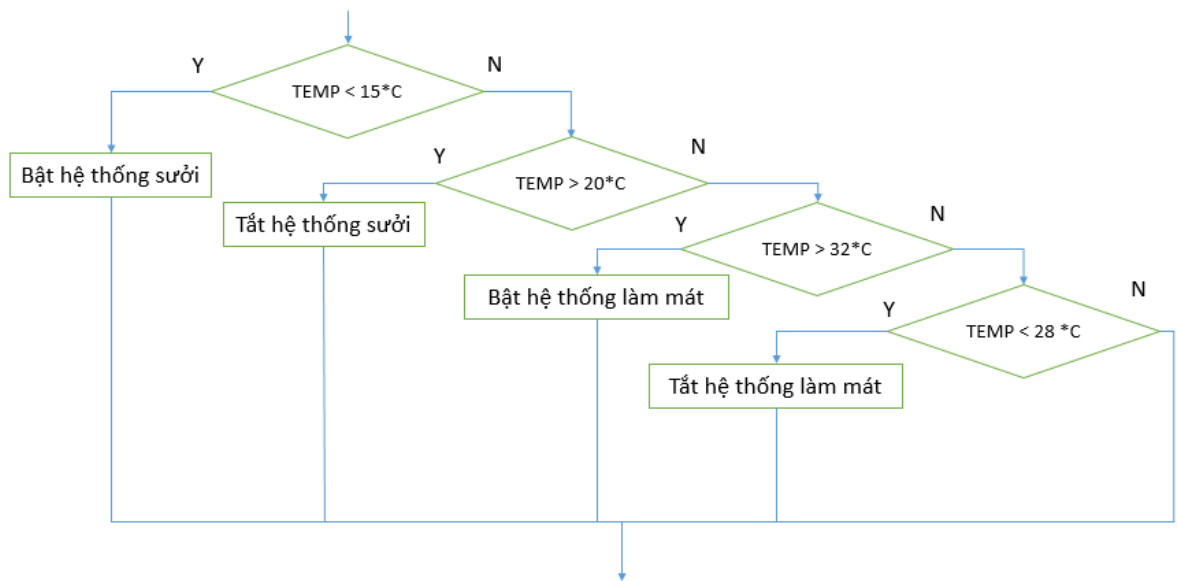
- Bước 1: Khởi tạo phiên làm việc, các thiết bị, các kết nối
- Bước 2: Khởi tạo các chuỗi, các biến đếm, thiết lập các cổng ra với các giá trị mặc định sẵn.
- Bước 3: Đọc các thông số từ môi trường, thực thi các lệnh tự động hóa tùy theo các kịch bản.
- Bước 4: Nhận giá trị từ bộ thời gian thực, cứ mỗi một phút thì ghi nhận giá trị môi trường vào thẻ nhớ.
- Bước 5: Hiển thị.
- Bước 6: Nếu có lệnh từ người dùng thì sẽ thực thi lệnh.
- Bước 7: Kết thúc.

Tự động bật đèn khi trời tối

Hình 6. Tự động bật đèn khi trời tối

Cảm biến ánh sáng cung cấp điện áp đầu ra theo chân Analog, bộ vi điều khiển có tích hợp ADC từ đó có thể tùy theo điều kiện điện áp đo được mà thiết lập bật hay tắt đèn ngoài trời.

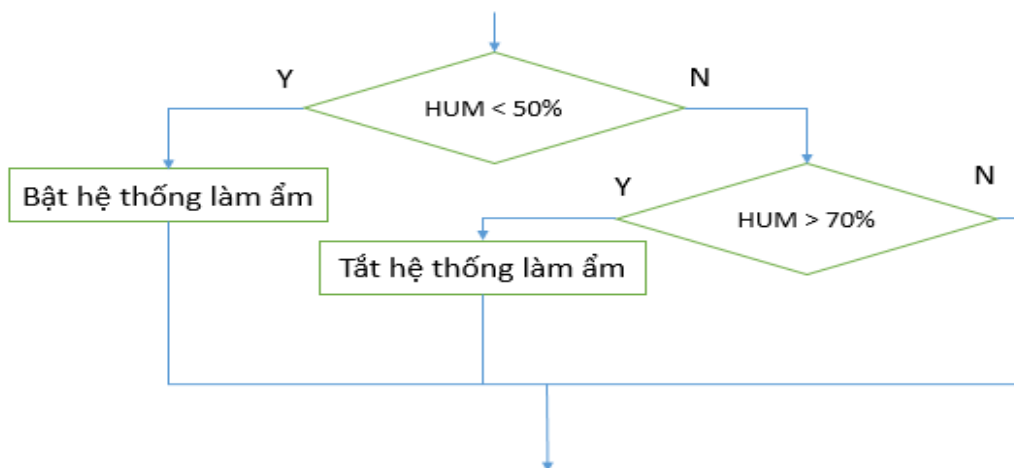
Tự động bật tắt các thiết bị môi trường theo nhiệt độ



Hình 7. Điều khiển theo nhiệt độ

Cảm biến nhiệt độ gửi tín hiệu về nhiệt độ tới cho bộ vi điều khiển. Tùy theo các thiết lập về kích bản mà bộ vi điều khiển điều khiển các thiết bị bật tắt theo đúng yêu cầu đặt ra.

Tự động bật tắt thiết bị theo độ ẩm

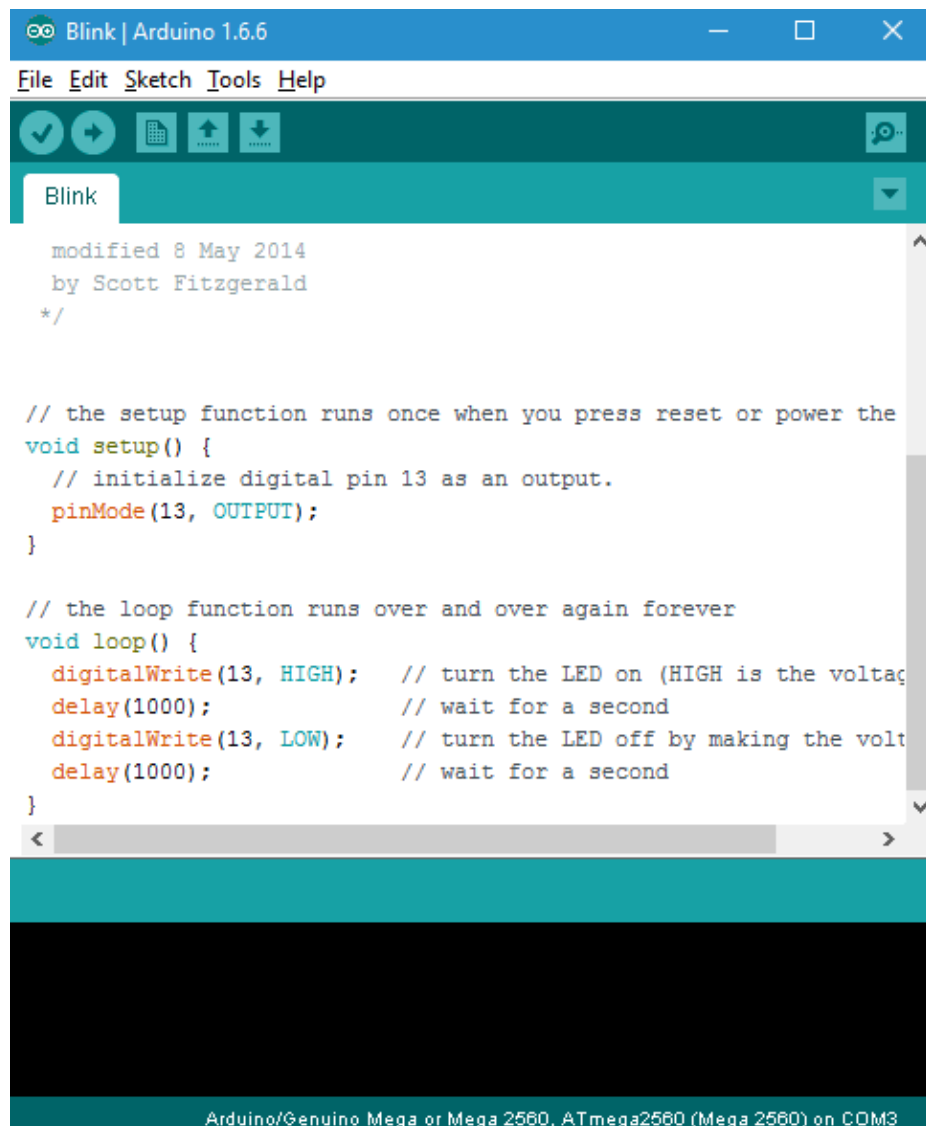


Hình 8. Điều khiển theo độ ẩm

Khi cảm biến đo được độ ẩm xuống dưới mức cho phép, bộ vi điều khiển sẽ khởi động thiết bị làm ẩm giúp không khí không bị khô. Nếu đạt tới mức cho phép, hệ thống làm ẩm sẽ tắt.

Ngôn ngữ lập trình điều khiển

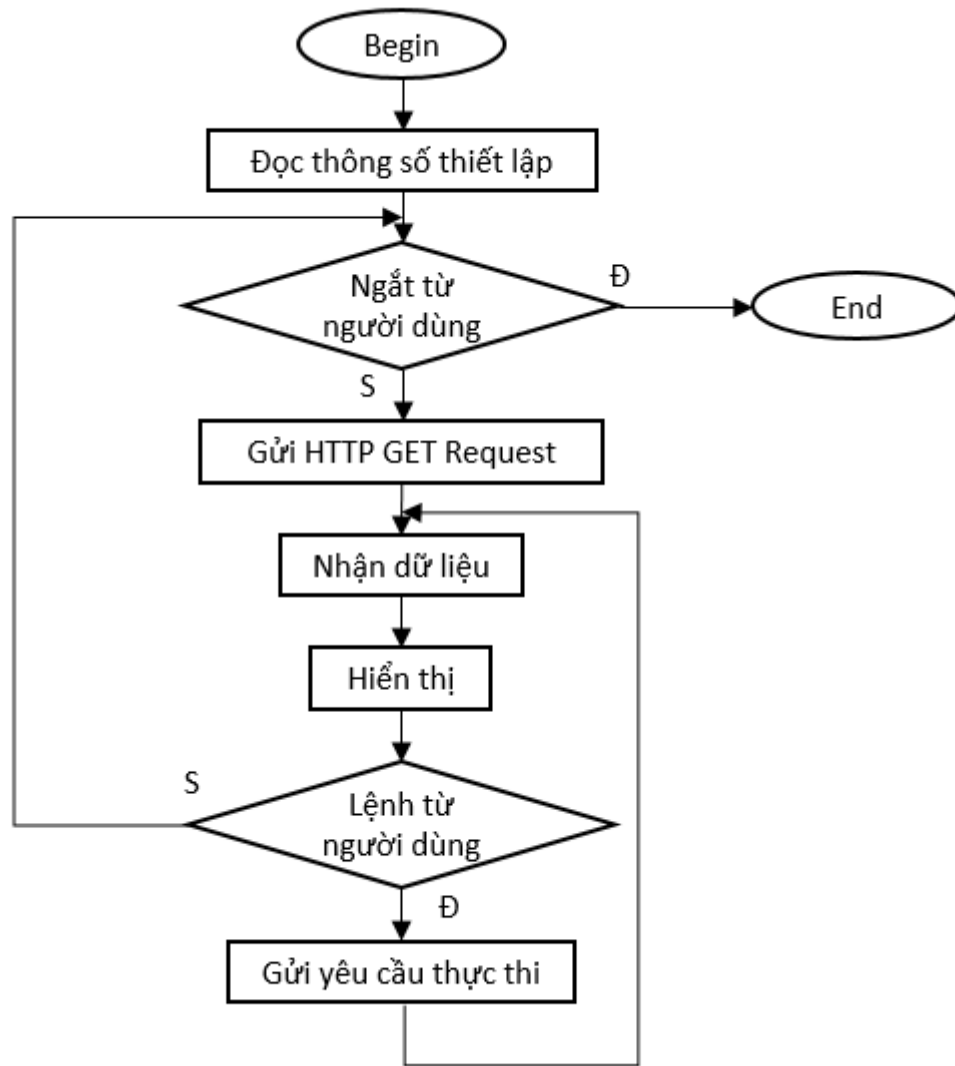
“Để lập trình cũng như gửi lệnh và nhận tín hiệu từ mạch Arduino, nhóm phát triển dự án này đã cung cấp đến cho người dùng một môi trường lập trình Arduino được gọi là Arduino IDE (Integrated Development Environment) như hình dưới đây.” (Arduino.vn)



Hình 9. Arduino IDE

Ngôn ngữ lập trình của Arduino chính là C/C++, nhưng so với lập trình lập trình trực tiếp với vi điều khiển, lập trình với Arduino đơn giản hơn nhiều vì chỉ phải giao tiếp với phần cứng thông qua các thư viện. Trên trang chủ của hãng, có rất nhiều các thư viện viết sẵn để điều khiển ngoại vi phổ biến như: LCD, sensor, motor...

Lưu đồ hệ thống phần mềm trên máy tính và ứng dụng di động



Hình 10. Lưu đồ hệ thống phần mềm

Các bước thực hiện:

- Bước 1: Bắt đầu.
- Bước 2: Đọc các thông số được thiết lập, nếu chưa có ứng dụng sẽ yêu cầu người dùng thiết lập.
- Bước 3: Kiểm tra xem người dùng có ngắt không? Nếu có thì dừng chương trình.
- Bước 4: Chương trình đọc các thông số thiết lập rồi gửi các HTTP GET Request để yêu cầu dịch vụ.
- Bước 5: Nhận dữ liệu phản hồi.
- Bước 6: Dữ liệu được trả về dưới dạng HTML, chương trình từ đó có thể hiển thị lên giao diện.

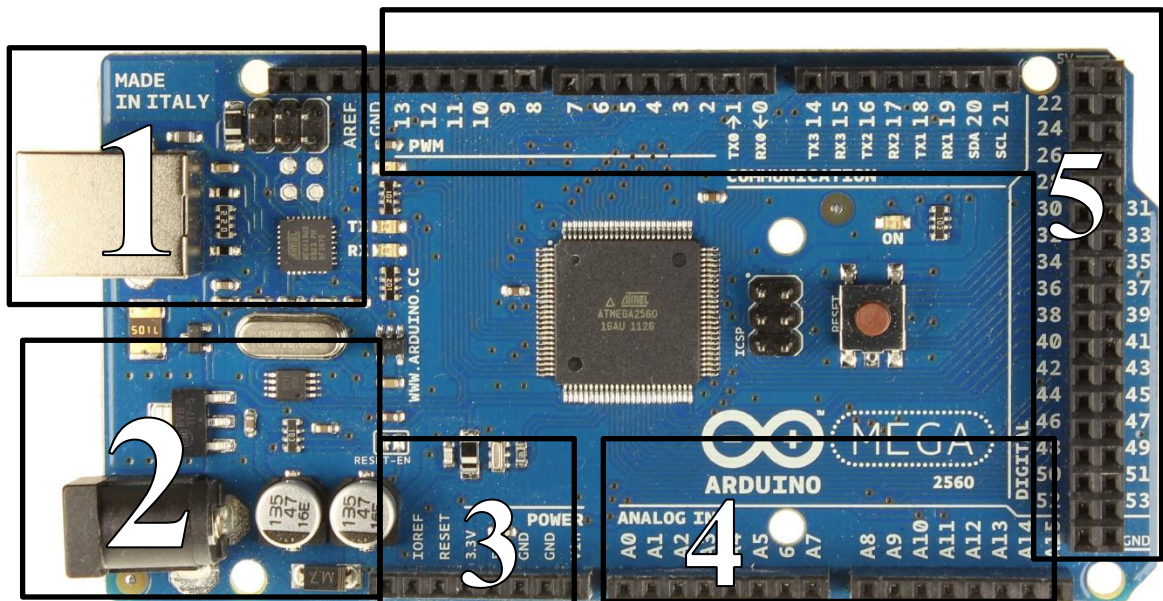
- Bước 7: Nếu có lệnh từ người dùng, hệ thống sẽ Gửi yêu cầu lệnh tới bộ vi điều khiển. Nếu không có, lặp lại bước 3 với 1 khoảng thời gian được thiết lập trước.

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG

3.1 Khối điều khiển trung tâm

3.1.1. Arduino Mega 2560

Sơ đồ các khối



Hình 11. Các khối chính của mạch Arduino Mega 2560
(Nguồn: arduino.cc)

- Khối chuyển đổi Serial – USB(1): giao tiếp COM ảo qua cổng USB, nạp chương trình.
- Khối nguồn(2): cân bằng điện áp cho đúng với điện áp yêu cầu, cung cấp nguồn điện cho toàn hệ thống.
- Các cổng điện áp(3): cung cấp điện áp đầu ra cho các thiết bị và chân điện áp so sánh.
- Các cổng Analog in (4): cổng tín hiệu vào với mức điện từ 0-5V tương ứng.
- Khối các cổng Digital in-out (5): có thể nhận điện áp vào hoặc xuất điện áp ra. Các cổng này có thể xuất xung PWM .

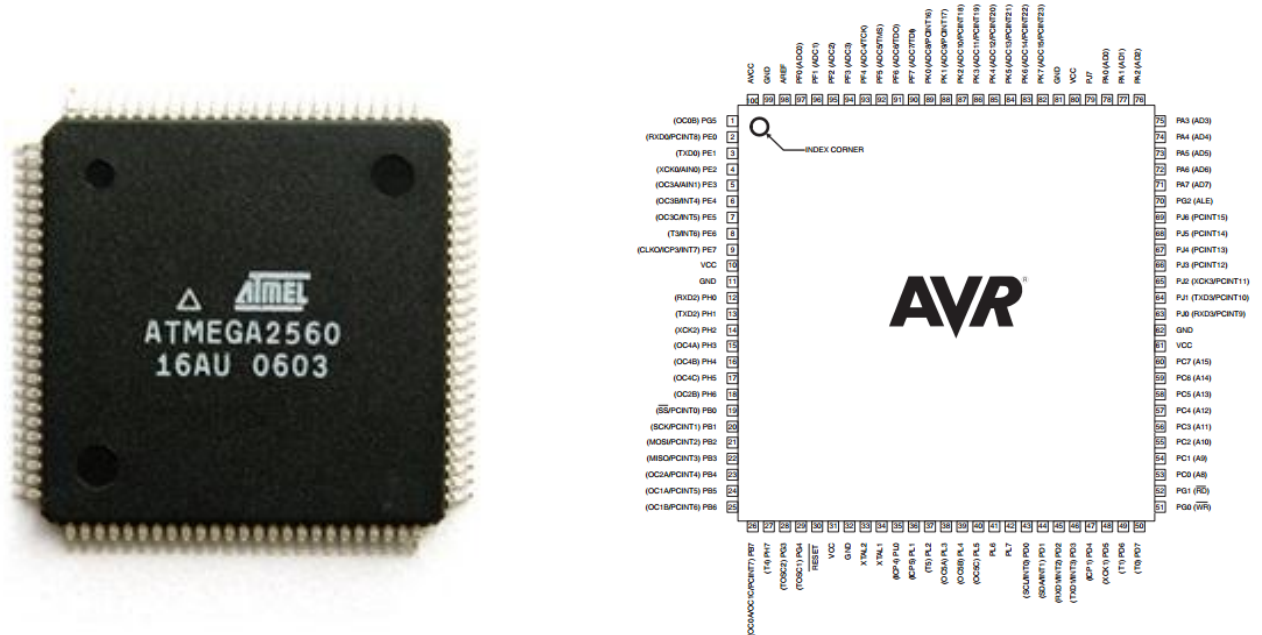
Thông số chi tiết:

- Vi điều khiển: ATmega 2560

- Điện áp hoạt động : 5V DC
- Tần số hoạt động: 16MHz
- Dòng tiêu thụ tối đa: 1.2A
- Điện áp khuyến dùng (jack DC): 7-12V – DC
- Điện áp giới hạn: 6-20V – DC
- Số chân Digital: 54 (15 chân PWM)
- Số chân Analog: 16
- Dòng tối đa mỗi chân I/O: 30mA
- Dòng tối đa chân 5V: 500mA
- Dòng tối đa chân 3.3V: 50mA
- Bộ nhớ Flash: 256KB (8KB làm bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
-

Vi điều khiển

Arduino Mega 2560 sử dụng vi kiểu khiển họ 8bit là ATmega2560.



Hình 12. Hình ảnh ATmega 2560 và sơ đồ chân kết nối

Đặc điểm:

- 32x8 thanh ghi đa năng làm việc như các vùng nhớ tốc độ cao.
- Tốc độ thực hiện lệnh tối đa 16 MIPS (với thạch anh 16MHz, không chia tần).
- 256KB bộ nhớ Flash, dùng làm bộ nhớ chương trình.
- 4KB EEPROM, dùng để lưu các biến ngay cả khi không được cấp điện.
- 8KB SRAM dùng để lưu kết quả trung gian, làm bộ nhớ vào ra và dùng cho stack.
- Cho phép nạp xoá Flash 10.000 lần, EEPROM 100.000 lần, Fuse Bits, Lock Bits.
- Các chức năng ngoại vi tích hợp sẵn: 2 bộ Timer 8 bits với nhiều chế độ hoạt động, 4 bộ Timer 16 bit có bộ chia tần riêng.
- 4 kênh điều chế độ rộng xung PWM có độ phân giải 8bit.

- 12 kênh điều chế độ rộng xung PWM có độ phân giải 2 đến 16 bits.
- Tích hợp ADC 10bit.

Các cổng vào ra

Arduino Mega 2560 có 54 chân digital dùng để đọc hoặc xuất tín hiệu. Chúng chỉ có 2 mức điện áp là 0V và 5V với dòng vào/ra tối đa trên mỗi chân là 40mA. Ở mỗi chân đều có các điện trở treo được cài đặt ngay trong vi điều khiển ATmega2560 (mặc định thì các điện trở này không được kết nối).

Một số chân digital có các chức năng đặc biệt như sau:

- 8 chân Serial: 0,15,17,19 (receive – RX) và 1,14,16,18(transmit – TX): dùng để gửi và nhận dữ liệu TTL Serial. Arduino Mega 2560 có thể giao tiếp với thiết bị khác thông qua 8 chân này. Nếu không cần giao tiếp Serial, không nên sử dụng 2 chân này nếu không cần thiết.
- Ngắt ngoài: 2 (ngắt 0), 3 (ngắt 1), 18 (ngắt 5), 19 (ngắt 4), 20 (ngắt 3), và 21 (ngắt 2). Các chân này có thể được cài đặt để kích hoạt một ngắt trên một mức độ thấp.
- Chân PWM (~): 2-13, 44-46: cho phép bạn xuất ra xung PWM với độ phân giải 8bit (giá trị từ 0 → 255 tương ứng với 0V → 5V) bằng hàm analogWrite(). Nói một cách đơn giản, chúng ta có thể điều chỉnh được điện áp ra ở chân này từ mức 0V đến 5V thay vì chỉ cố định ở mức 0V và 5V như những chân khác.
- Chân giao tiếp SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Ngoài các chức năng thông thường, 4 chân này còn dùng để truyền phát dữ liệu bằng giao thức SPI với các thiết bị khác.
- LED 13: trên Arduino Mega 2560 có 1 đèn led màu cam (kí hiệu chữ L). Khi bấm nút Reset, đèn này nhấp nháy để báo hiệu. Nó được nối với chân số 13. Khi chân này được đặt điện áp cao, LED sẽ sáng.
- Arduino Mega 2560 có 16 chân analog (A0 → A15) cung cấp độ phân giải tín hiệu 10bit (0 → 1023) để đọc giá trị điện áp trong khoảng 0V → 5V. Với chân AREF trên board, bạn có thể để đưa vào điện áp tham

chiều khi sử dụng các chân analog. Tức là nếu bạn cấp điện áp 2.5V vào chân này thì bạn có thể dùng các chân analog để đo điện áp trong khoảng từ 0V \rightarrow 2.5V với độ phân giải vẫn là 10bit.

3.1.2. Arduino Internet Shield

Arduino Internet Shield là module kết nối Arduino với Internet. Module này được làm trên nền tảng của chip internet Wiznet W5100. Wiznet 5100 cung cấp 1 mạng hoạt động trên cả giao thức TCP và UDP. Hỗ trợ tối đa 4 kết nối đồng thời.

Arduino Internet Shield sử dụng chân cắm RJ45 tiêu chuẩn, có thể sử dụng năng lượng trực tiếp thông qua Power over Ethernet (PoE).

Module còn có sẵn một khe gắn thẻ micro SD, khe này có thể được sử dụng để lưu file khi muốn chia sẻ chúng thông qua mạng.

Các mạch Arduino giao tiếp với W5100 và thẻ SD thông qua SPI bus (sử dụng các chân ICSP). Trên Arduino Mega là các chân 50, 51 và 52. Chân số 10 được sử dụng làm chân chọn chip cho W5100, chân số 4 chọn thẻ SD. Các chân này không được thiết lập làm các chân In-Out.

Đặc điểm:

- Hoạt động ở điện áp 5V (cung cấp trực tiếp bởi mạch Arduino).
- Controller: W5100 với 16KB bộ nhớ đệm.
- Tốc độ: 10/100 Mbps.
- Kết nối với Arduino qua cổng SPI.



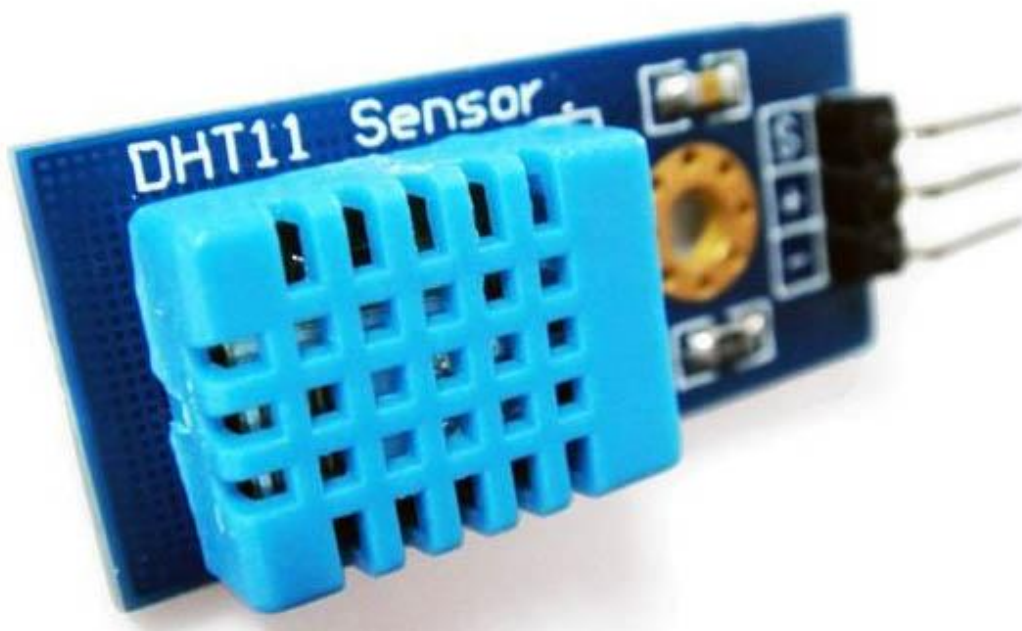
Hình 13. Arduino Internet Shield
(Nguồn: arduino.cc)

Arduino Internet Shield có sẵn các đèn báo tín hiệu :

- PWR: hiển thị trạng thái module (bật-tắt)
- LINK: hiển thị trạng thái mạng, nhấp nháy khi nhận hoặc gửi dữ liệu.
- FULLD: hiển thị trạng thái song công (full duplex).
- 100M: hiển thị trạng thái kết nối mạng 100Mbps.
- RX: nhấp nháy khi nhận được dữ liệu.
- TX: nhấp nháy khi gửi dữ liệu.

3.1.3. Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11

Cảm biến DHT11 là cảm biến có khả năng đo nhiệt độ và độ ẩm với một đầu ra kỹ thuật số. Bằng việc sử dụng kỹ thuật tín hiệu số riêng, cảm biến này đảm bảo độ tin cậy cao và độ ổn định lâu dài. Cảm biến này bao gồm một điện trở thành phần để đo độ ẩm và một điện trở NTC đo nhiệt độ. Với việc kết nối với một vi điều khiển 8 bit hiệu năng cao, cảm biến sẽ cung cấp khả năng đo chính xác, đáp ứng nhanh với khả năng chống nhiễu và chi phí thấp.



Hình 14. Module cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11
(Nguồn armazemdaeletronica.com)

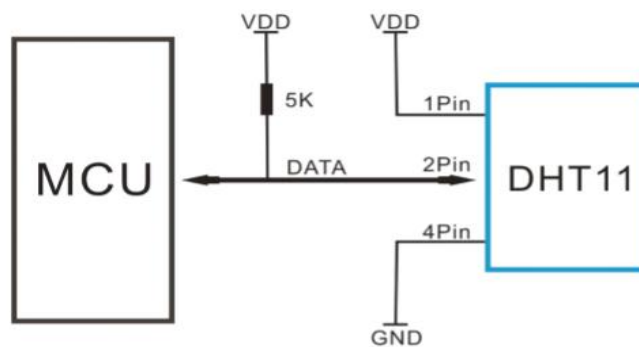
Các thành phần của cảm biến được hiệu chỉnh trong phòng thí nghiệm với độ chính xác cao. Với việc sử dụng sử dụng các chân cắm chung, việc kết nối và thiết lập rất dễ dàng. Cùng với kích thước nhỏ gọn, tiêu thụ điện năng rất thấp, chiều dài dây dẫn tín hiệu tối đa lên tới 20m hoàn toàn phù hợp với các yêu cầu của hệ thống.

Thông số kỹ thuật:

- Độ ẩm hoạt động: 20-90%
- Nhiệt độ hoạt động: 0-50 độ C
- Sai số độ ẩm: $\pm 5\%$
- Sai số nhiệt độ: ± 2 độ C

Thông số chi tiết:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25 °C		± 4%RH	
	0-50 °C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0 °C	30%RH		90%RH
	25 °C	20%RH		90%RH
	50 °C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25 °C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1 °C	1 °C	1 °C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1 °C	
Accuracy		± 1 °C		± 2 °C
Measurement Range		0 °C		50 °C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Kết nối

Hình 15. Sơ đồ ghép nối DHT11 và vi điều khiển

Khi kết nối với dây dẫn với độ dài nhỏ hơn 20m, điện trở treo 5K Ω được khuyến nghị lắp. Với khoảng cách lớn hơn 20m, tùy chọn điện trở cho phù hợp.

Quá trình truyền: Serial Interface

Một đường bus dữ liệu được sử dụng để truyền dữ liệu cũng như đồng bộ giữa DHT11 và vi điều khiển. Một quá trình truyền dữ liệu kéo dài khoảng 4ms.

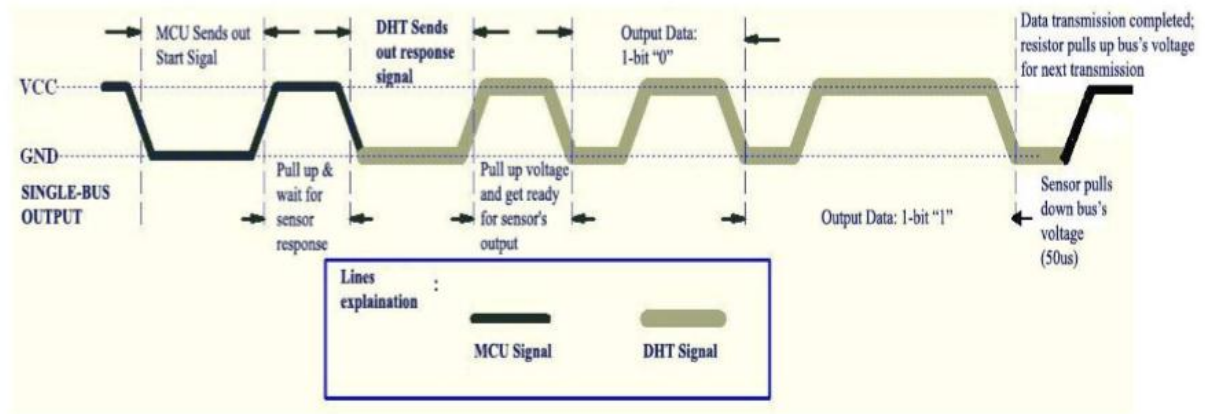
Dữ liệu bao gồm các số thập phân và các thành phần khác. Một đoạn dữ liệu hoàn chỉnh có độ dài là 40 bit. Định dạng dữ liệu:

- 8 bit dữ liệu tách rời về độ ẩm
- 8 bit dữ liệu thập phân về độ ẩm
- 8 bit dữ liệu tách rời về nhiệt độ
- 8 bit dữ liệu thập phân về nhiệt độ
- 8 bit kiểm tra lỗi.

Nếu truyền thành công, 8 bit kiểm tra lỗi sẽ giống với 8 bit cuối trong 32 bit dữ liệu.

Quá trình truyền dữ liệu

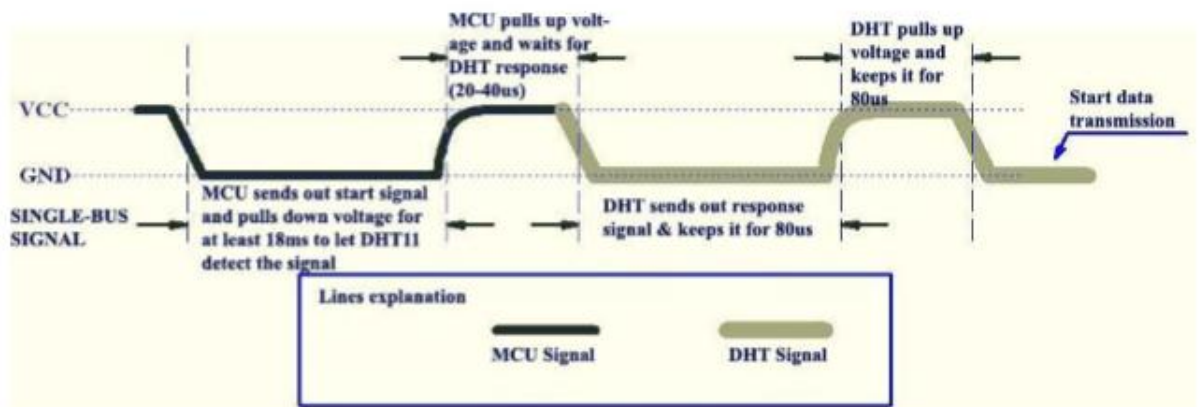
Khi bộ vi điều khiển gửi tín hiệu bắt đầu, DHT11 đổi chế độ hoạt động từ mức tiêu thụ năng lượng thấp sang chế độ chạy và chờ cho bộ vi điều khiển hoàn thành tín hiệu bắt đầu. Khi hoàn thành, DHT11 gửi một yêu cầu tín hiệu của 40 bit dữ liệu, trong đó có dữ liệu về độ ẩm và nhiệt độ tới vi điều khiển. Người dùng có thể lựa chọn đọc dữ liệu mong muốn. Ngoài tín hiệu bắt đầu của vi điều khiển, DHT11 không sẽ không gửi bất kì tín hiệu phản hồi nào về vi điều khiển. Khi quá trình gửi dữ liệu tới vi điều khiển hoàn tất, DHT11 sẽ chuyển về chế độ tiêu thụ điện thấp cho đi khi nó lại nhận được tín hiệu bắt đầu từ vi điều khiển.



Hình 16. Quá trình truyền dữ liệu tổng quan

Vi điều khiển gửi tín hiệu bắt đầu tới DHT11

Dữ liệu trên bus được giải phóng tại mức điện thế cao. Khi quá trình truyền tin giữa vi điều khiển và DHT11 bắt đầu, chương trình trên bộ vi điều khiển sẽ thiết lập điện thế tại bus dữ liệu từ mức cao xuống mức thấp và quá trình này vào khoảng 18ms để đảm bảo DHT11 có thể nhận diện được tín hiệu từ bộ vi điều khiển, sau đó bộ vi điều khiển sẽ đẩy điện thế lên và chờ 20-40us để DHT11 phản hồi.



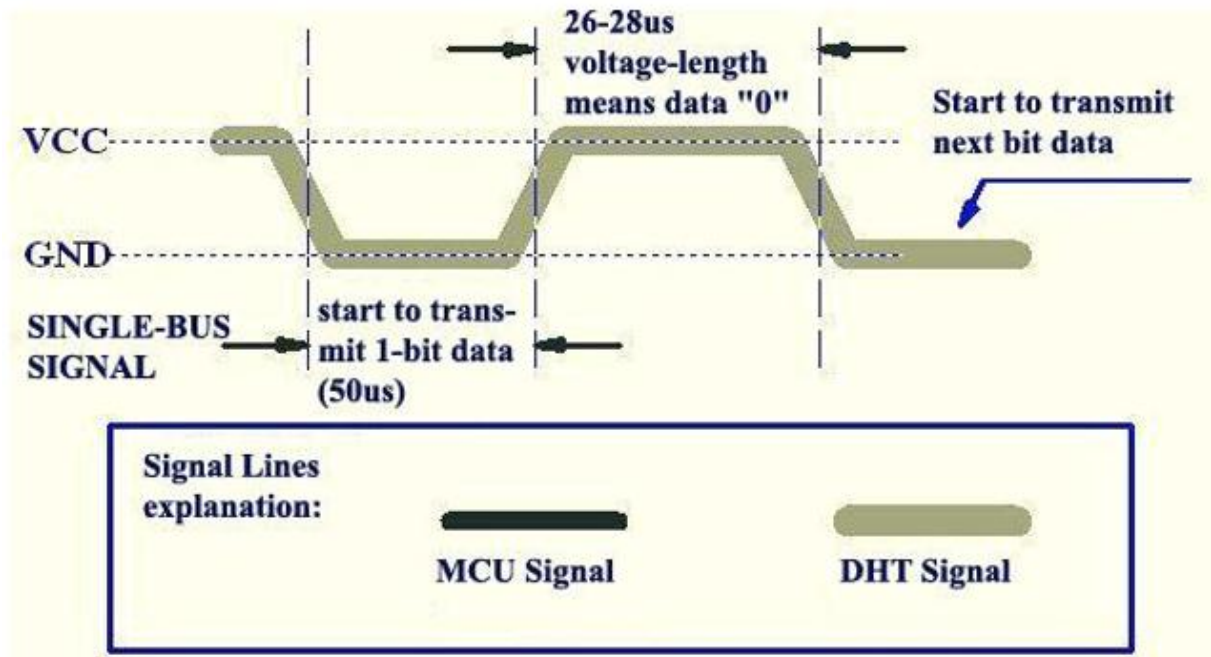
Hình 17. Vi điều khiển gửi tín hiệu tới DHT11

DHT11 phải hồi tới vi điều khiển

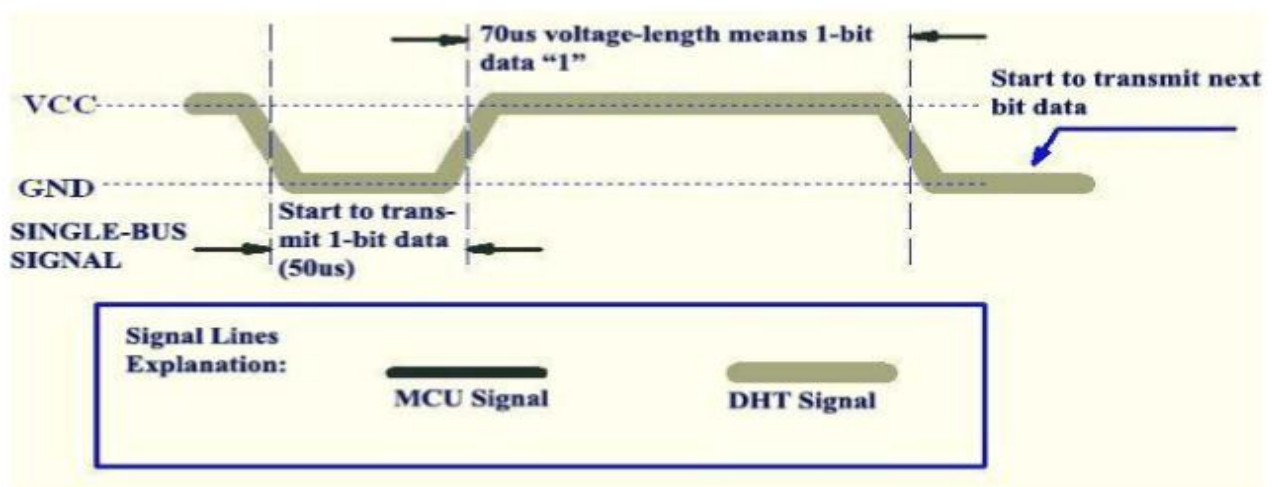
Khi DHT11 nhận được tín hiệu bắt đầu, nó sẽ gửi một mức điện thế thấp kéo dài 80us để phản hồi lại. Sau đó chương trình của DHT thiết lập mức điện thế bus dữ liệu từ thấp tới cao và giữ nó trong 80us để DHT chuẩn bị gửi dữ liệu.

Khi bus dữ liệu ở mức điện thế thấp, điều này có nghĩa là DHT đang gửi tín hiệu phản hồi. Khi gửi xong, nó đẩy mức điện thế lên cao và giữ trong 80ms và chuẩn bị gửi dữ liệu.

Khi DHT11 chuyển dữ liệu tới vi điều khiển, mọi bit của dữ liệu bắt đầu với 50us điện thế mức thấp và độ dài của tín hiệu mức cao tuân theo dữ liệu 0 hoặc 1.



Hình 18. Dữ liệu mức 0

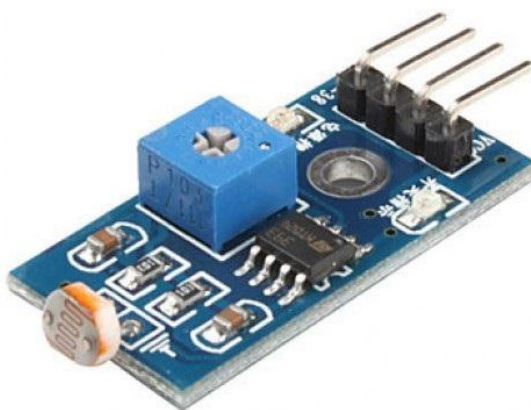


Hình 19. Dữ liệu mức 1

Nếu tín hiệu phản hồi của DHT11 luôn ở mức điện thế cao, nó cho thấy DHT11 không phản hồi đúng, lúc này cần kiểm tra lại kết nối. Khi bit dữ liệu cuối được truyền, DHT11 đẩy mức điện thế xuống và giữ nó trong 50us. Điện thế tại bus sẽ được đẩy lên bởi trở để thế lập lại trạng thái rồi.

3.1.4. Cảm biến ánh sáng

Cảm biến ánh sáng sử dụng quang trở có khả năng thay đổi điện trở theo cường độ ánh sáng chiếu vào. Tín hiệu xuất ra của cảm biến là HIGH (5V) và LOW (0V).



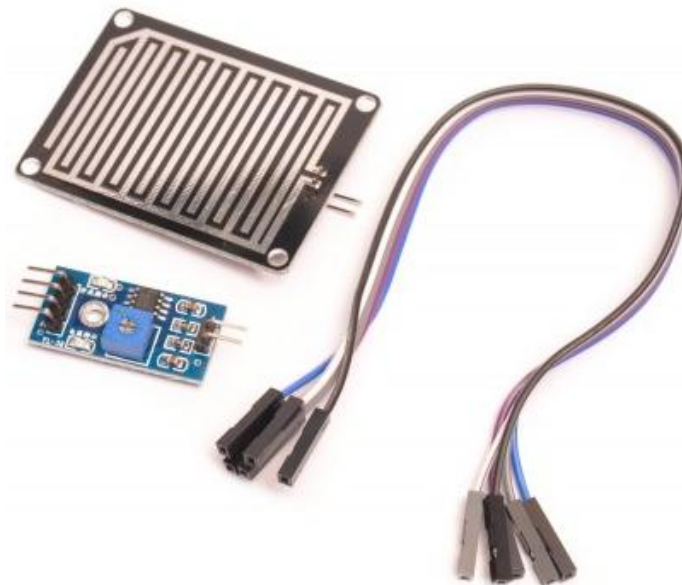
Hình 20. Cảm biến ánh sáng (Nguồn dientu360.com)

Ưu điểm:

- Giá thành rẻ.
- Cảm biến sử dụng quang trở để thay đổi giá trị đầu ra.
- Điện áp sử dụng 5V, tương thích với Arduino

3.1.5. Cảm biến mưa

Mạch cảm biến mưa có nguyên lý hoạt động tương tự như mạch cảm biến ánh sáng. Tuy nhiên, mạch cảm biến mưa thay quang trở bằng một panel gồm các đường mạch in, khi có nước tiếp xúc, điện trở của panel giảm từ đó gửi tín hiệu Analog hoặc Digital (0,1) về vi điều khiển.



Hình 21. Module cảm biến mưa (Nguồn machtudong.vn)

3.1.6. Module thu – phát RF 315MHz

Module thu phát RF 315MHz có thiết kế nhỏ gọn, chi phí thấp, hiệu suất cao cho ứng dụng ASK/OOK receiver, cấu hình cao với tần số 315MHz, với độ nhạy và độ ổn định cao.

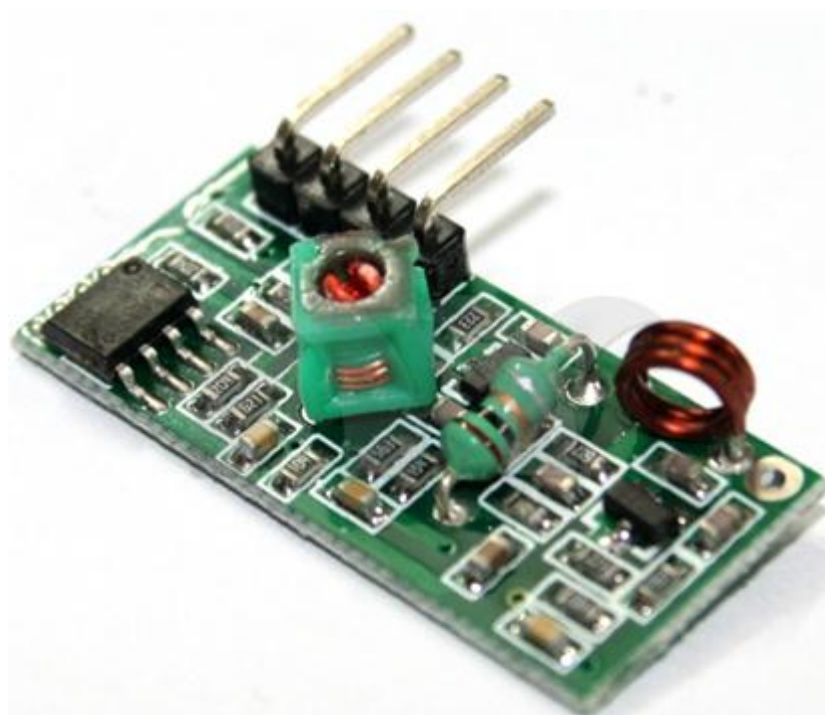


Hình 22. Module phát RF 315MHz

Đặc điểm kỹ thuật của bộ phát:

- Điện áp làm việc :3-12V
- Dòng chế độ chờ: 0mA
- Dòng làm việc :20-28mA

- Khoảng cách phát: > 500m (khu vực mở)
- Công suất ra: 16dBm (40mW)
- Tốc độ phát: <10Kbps
- Phương thức Điều chế: OOK
- Nhiệt độ làm việc: -10 °C ~ 70 °C
- Kích thước: 19 × 19 × 8mm



Hình 23. Module thu RF 315MHz

Đặc điểm kỹ thuật của bộ thu:

- Kiểu điều chế: ASK
- Điện áp làm việc: 5V DC
- Dòng tiêu thụ: 4mA
- Tần số hoạt động: 315 MHz
- Độ nhạy: -103 dBm
- Băng thông 3dB: +/- 100KHz
- Data Rate: 0.1-5Kbps (315MHz, -95dBm)
- Tương thích giải mã: 2272, NCU và khác

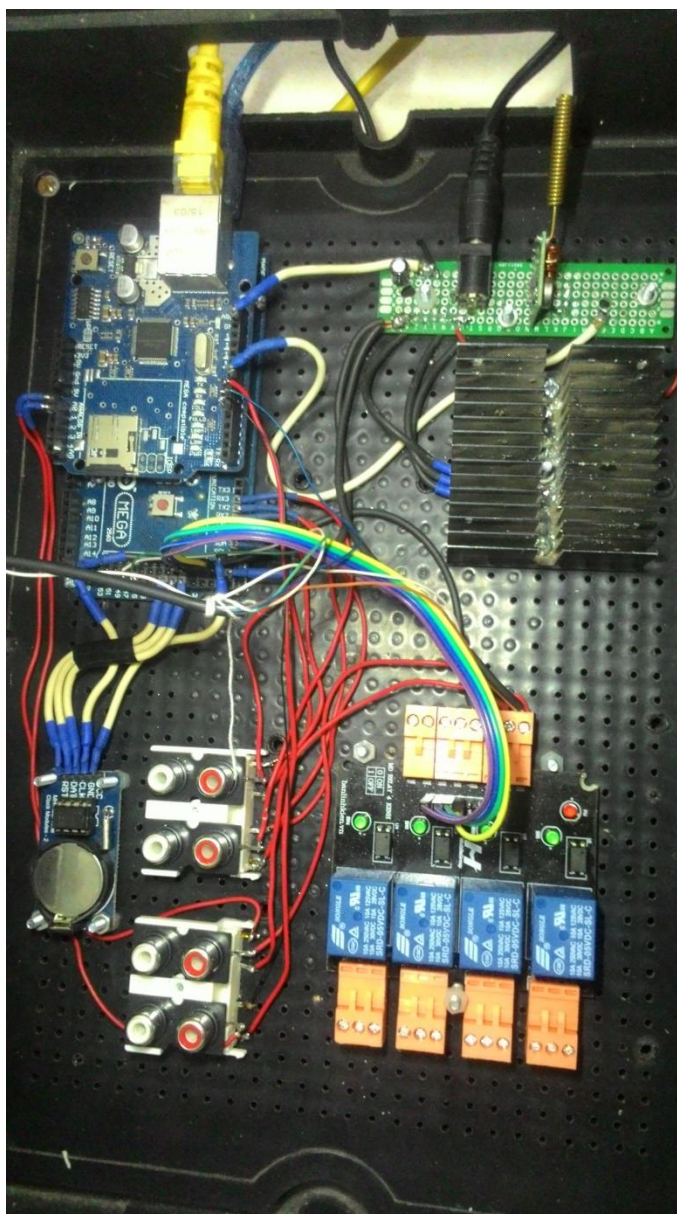
- Khoảng nhiệt độ: $-20^{\circ}\text{C} \sim +72^{\circ}\text{C}$
- Chứng chỉ: CE, R&TTE, FCC

3.2 Hệ thống nhà

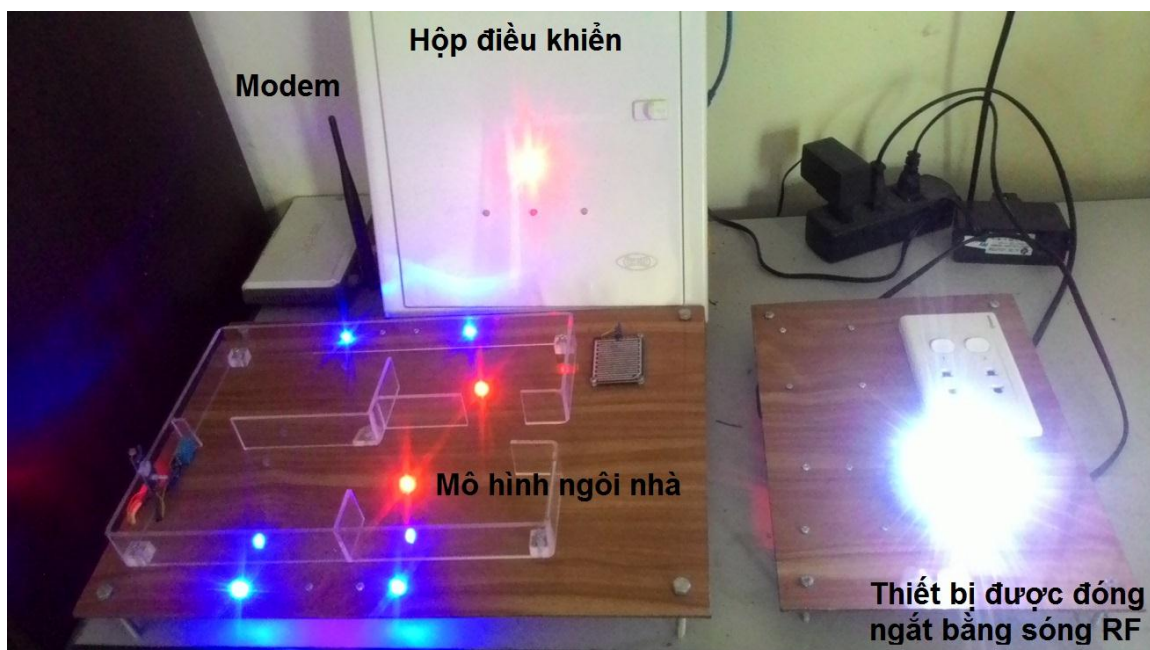
Hệ thống được lắp đặt trong một hộp điện tiêu chuẩn làm bằng nhựa ABS độ bền cao với kích thước 33 x 26 x 11 cm. Các jack RCA có nhiệm vụ kết nối với mô hình ngôi nhà thông minh.

Mô hình ngôi nhà được làm bằng mica trong suốt với độ dày 3mm, được đặt trên tấm Aluminium độ dày 3mm.

Thiết bị đóng ngắt lựa chọn ổ điện tiêu chuẩn với 2 lỗ cắm và bóng đèn đui xoáy. Tất cả được đặt trên tấm Aluminium độ dày 3mm.



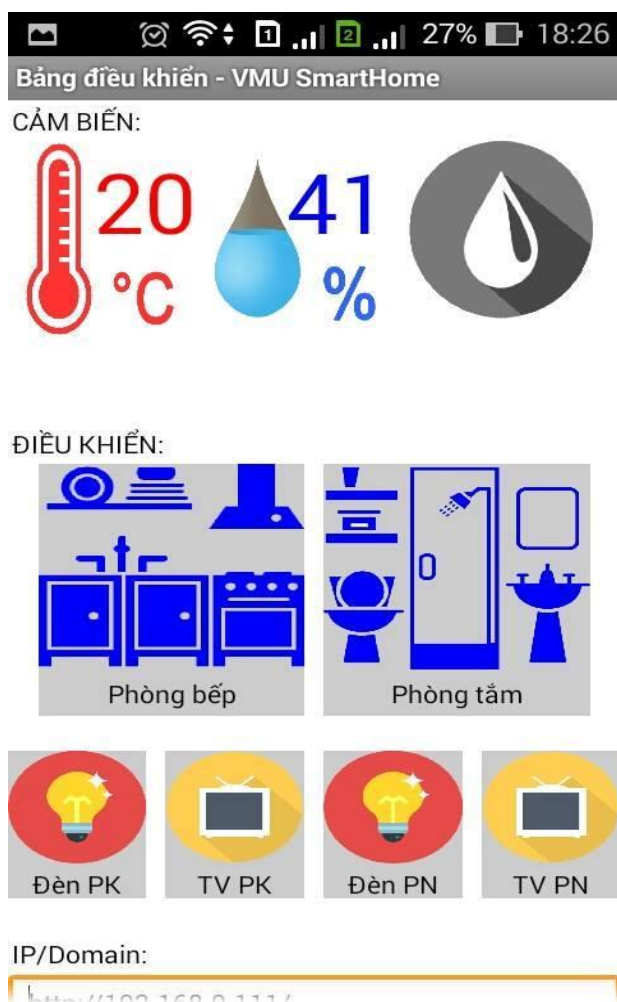
Hình 24. Hệ thống được lắp đặt trong hộp điều khiển



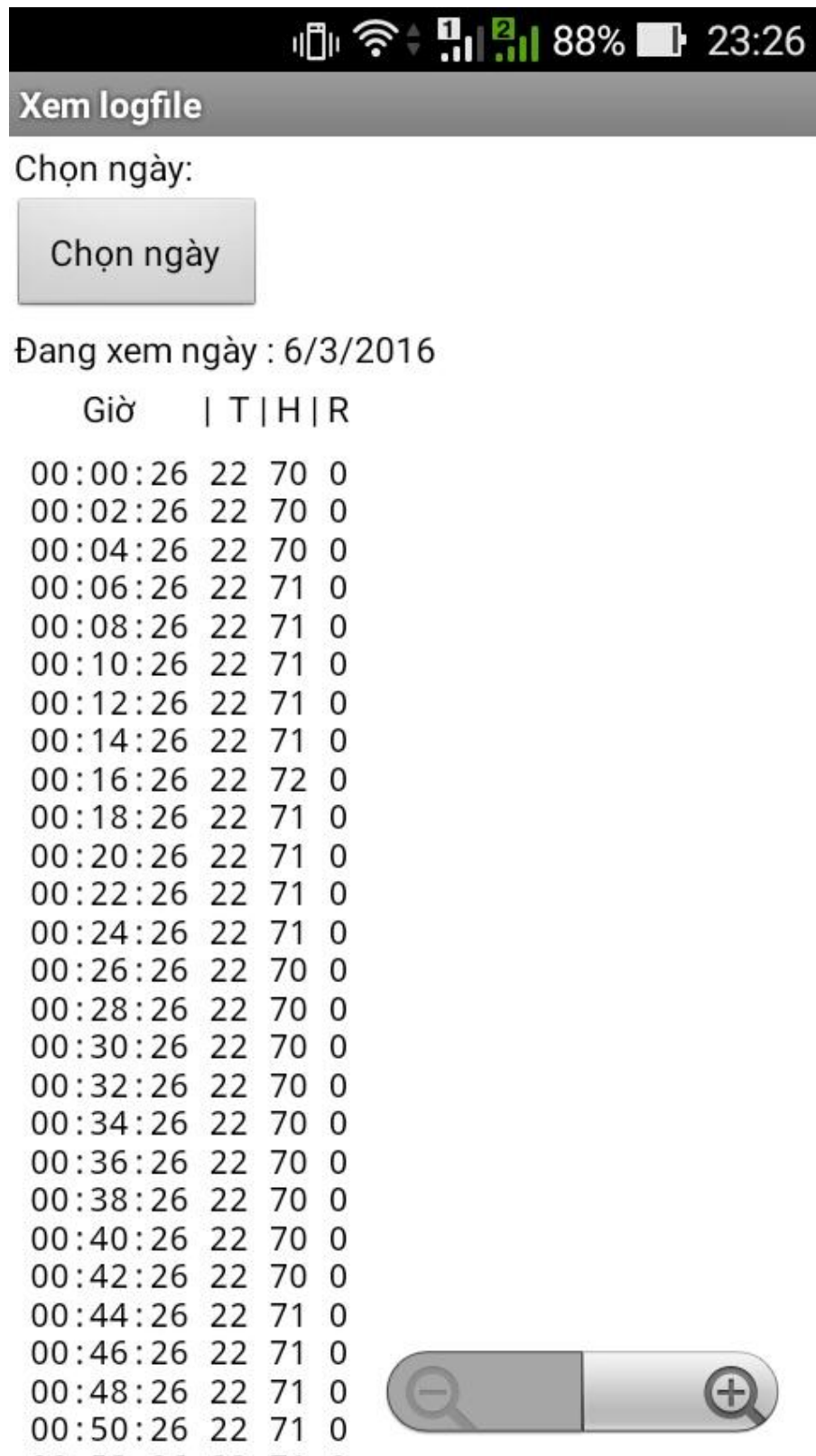
Hình 25. Toàn bộ hệ thống

3.3 Phần mềm mô phỏng

Giao diện điều khiển trên di động



Hình 26. Giao diện phần mềm trên hệ điều hành Android

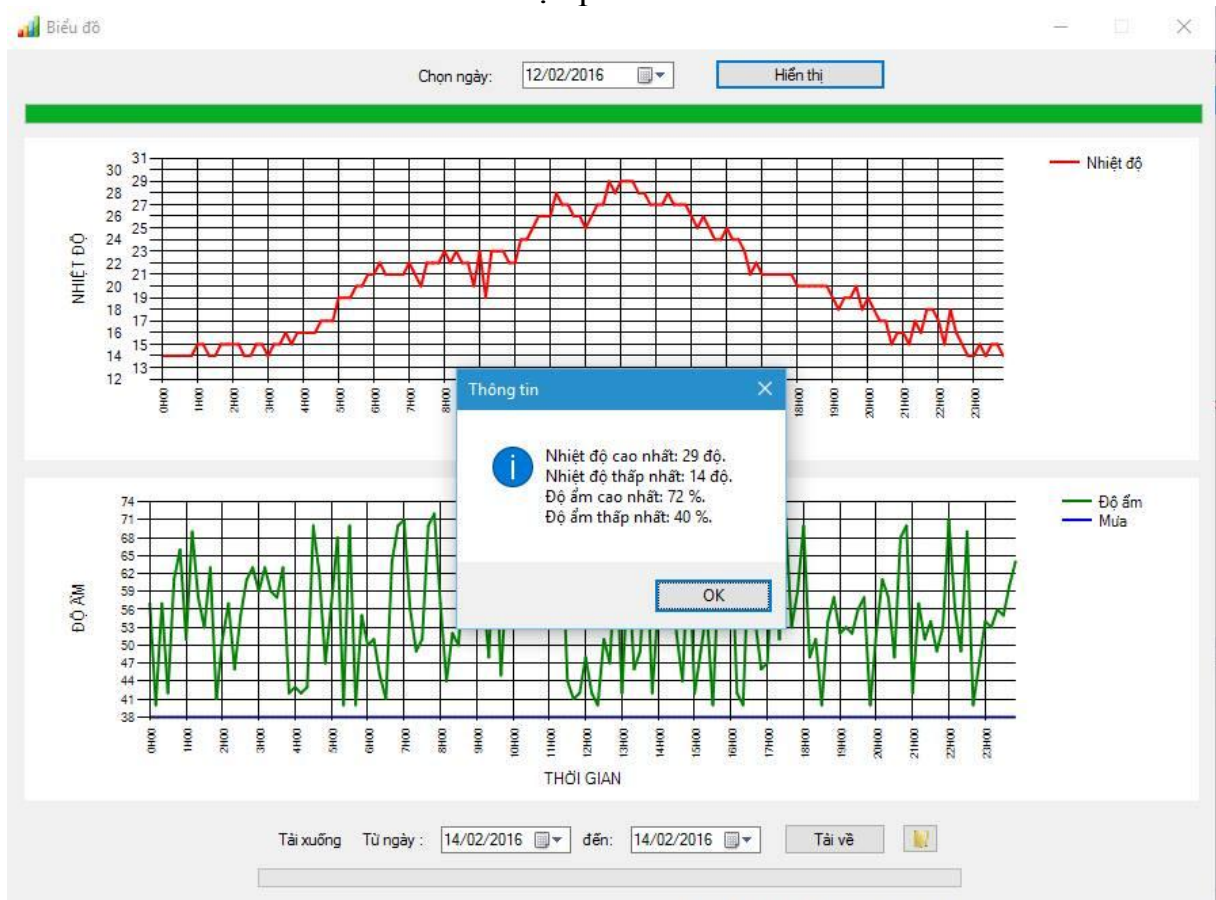


Hình 27. Giao diện xem ghi nhận môi trường trên Android

Giao diện phần mềm trên Windows

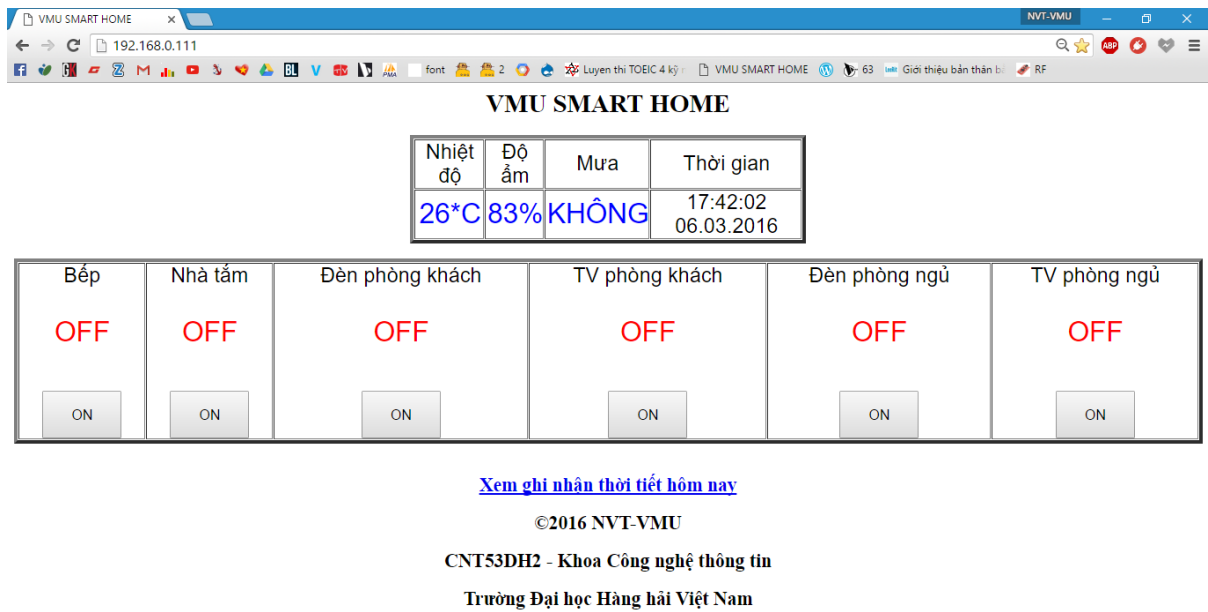


Hình 28. Giao diện phần mềm trên Windows

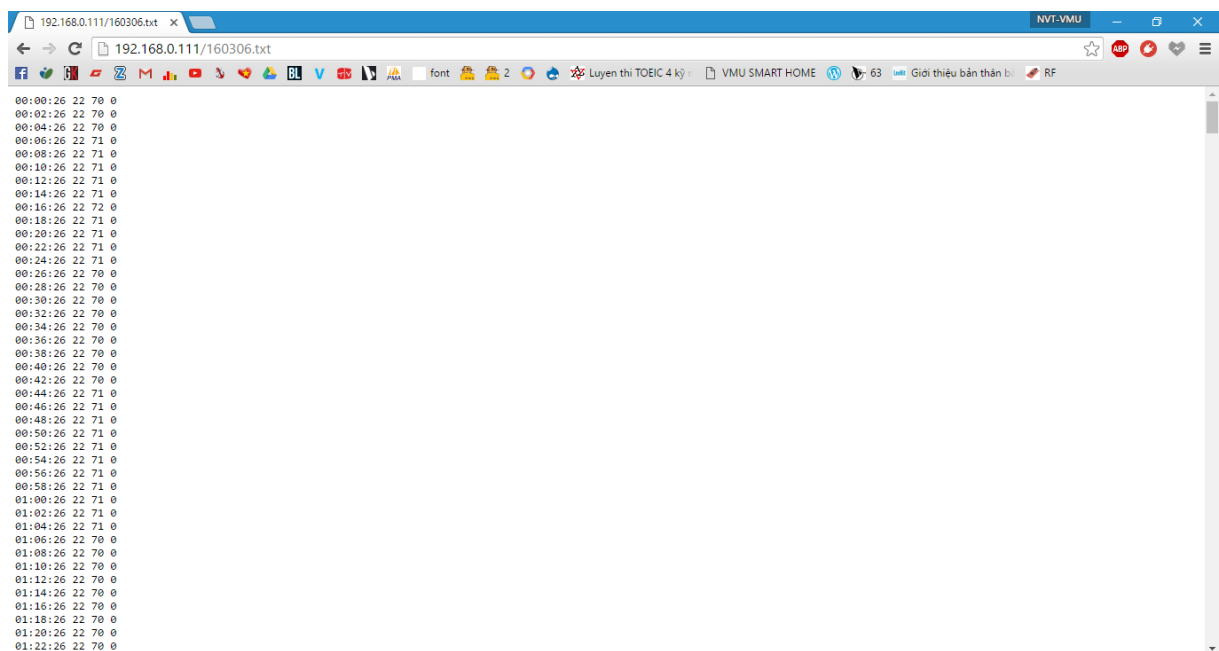


Hình 29. Giao diện xem biểu đồ môi trường

Giao diện website



Hình 30. Giao diện điều khiển trên nền Web



Hình 31. Xem nhật ký môi trường

KẾT LUẬN

Kết quả đạt được của đề tài:

Thiết kế và xây dựng thành công hệ thống mô phỏng nhà thông minh điều khiển qua internet. Hệ thống tích hợp phần cứng và phần mềm mô phỏng cho phép chạy trên các máy tính cá nhân (dùng hệ điều hành Windows) hay các thiết bị cầm tay (sử dụng hệ điều hành Android).

Hướng phát triển tiếp theo:

Thay thế kết nối hữu tuyến bằng kết nối vô tuyến (wifi).

Thiết kế phần cứng gọn gàng hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 100 Base-T, truy cập tháng 11 năm 2015
<https://vi.wikipedia.org/wiki/100_Base-T>
- [2] Arduino Ethernet Shield, truy cập tháng 11 năm 2015
<<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>
- [3] Arduino Mega 2560, truy cập tháng 11 năm 2015
<<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>>
- [4] Arduino R3 là gì?, truy cập tháng 11 năm 2015
<<http://arduino.vn/bai-viet/42-arduino-uno-r3-la-gi>>
- [5] DHT11 Sensor, truy cập tháng 11 năm 2015
<<http://www.droboticonline.com>>
- [6] Mạng lưới vạn vật kết nối Internet, truy cập tháng 11 năm 2015
<https://vi.wikipedia.org/wiki/Mạng_lưới_vạn_vật_kết_nối_Internet>
- [7] Sóng vô tuyến, truy cập tháng 11 năm 2015
<https://vi.wikipedia.org/wiki/Sóng_vô_tuyến>