

## NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG HỆ THỐNG TRẠM QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG TRÊN NỀN TẢNG ANDROID

Nguyễn Thị Dung<sup>1</sup>, Lê Hoàng Hiệp<sup>1\*</sup>,  
Duong Thi Quy<sup>1</sup>, Trần Thị Yến<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Thu Thủy<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghệ thông tin & Truyền thông – ĐH Thái Nguyên,  
<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Nam Định

### TÓM TẮT

Hiện nay khí hậu toàn cầu đã và đang biến đổi mạnh mẽ với tần suất và cường độ ngày càng gia tăng trên toàn thế giới đã gây ra nhiều thiệt hại nặng nề cho nhiều khu vực trên thế giới, đặc biệt tại Việt Nam đã xảy ra nhiều hiện tượng thời tiết phức tạp như: mưa, rét kéo dài, bão lũ và áp thấp nhiệt đới hoạt động bất thường không theo quy luật, mùa mưa ít mưa, hạn hán nghiêm trọng thiếu nước sinh hoạt và sản xuất trên diện rộng, nguy cơ cháy rừng rất cao,...nên rất cần có các giải pháp hoặc hệ thống, thiết bị có thể đưa ra các cảnh báo sớm, hiệu quả để hạn chế các thiệt hại do thiên tai, môi trường gây ra. Xuất phát từ nhu cầu thực tế đó, nghiên cứu này đề xuất xây dựng một hệ thống quan trắc với các tính năng cải tiến và hiệu quả hơn nhằm đáp ứng tốt hơn các yêu cầu dự báo thời tiết hiện nay.

**Từ khóa:** Hệ thống quan trắc, nền tảng Android, quan trắc, dự báo thời tiết, thời tiết

*Ngày nhận bài: 10/4/2019; Ngày hoàn thiện: 04/5/2019; Ngày duyệt đăng: 07/5/2019*

## RESEARCH AND BUILDING OF THE ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM BASED ON ANDROID OPERATING SYSTEM

Nguyen Thi Dung<sup>1</sup>, Le Hoang Hiep<sup>1\*</sup>,  
Duong Thi Quy<sup>1</sup>, Tran Thi Yen<sup>2</sup>, Nguyen Thi Thu Thuy<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>University of Information and Communication Technology – TNU,  
<sup>2</sup>Nam Dinh University Of Technology Education

### ABSTRACT

Nowadays, global climate has been changing strongly with increasing frequency and intensity all over the world which has caused heavy damage to many areas of the world, especially in Vietnam there were many complicated weather phenomena such as rain, prolonged cold weather, hurricanes and tropical depressions are unusually irregular, the rainy season is less rainy, serious drought lacks water for daily life and production for wide-ranging, the risk of forest fire is very high ... so it is necessary to have solutions or systems and equipment that can give early and effective warnings to limit the damage caused by natural disasters and the environment. Stemming from that fact, this study proposes to build a monitoring system with improved and more efficient features to better meet the current weather forecast requirements.

**Keywords:** Monitoring System, Android Platform, Monitoring, Weather Forecast, Weather

*Received: 10/4/2019; Revised: 04/5/2019; Approved: 07 /5/2019*

\* Corresponding author: Tel: 0984 666500; Email: lhhiiep@ictu.edu.vn



- Thiết kế sản phẩm phần cứng: Trình bày chi tiết việc thiết kế phần cứng, bao gồm sơ đồ khối các khối, mạch layout và triển khai thực tế.

- Thiết kế phần mềm: Trình bày về các giải thuật được sử dụng gồm giải thuật toàn bộ hệ thống, giải thuật lưu trữ tập lệnh. Xây dựng phần mềm xử lý dữ liệu. Xử lý dữ liệu, phân tích và điều khiển hệ thống.

## 2.2 Mục tiêu nghiên cứu

Đẩy mạnh việc áp dụng khoa học công nghệ cao vào quá trình thiết kế xây dựng thiết bị theo dõi các thông số thời tiết và môi trường trong việc đánh giá điều kiện thời tiết hiện tại và dự báo thời tiết tương lai. Thiết bị đảm bảo tính linh hoạt, thuận tiện trong quá trình sử dụng như:

- Thiết kế, chế tạo hệ thống bao gồm các cảm biến có thể đo đạc được những chỉ số quan trọng như: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển, tốc độ gió, lưu lượng mưa,...

- Thiết kế khối cảnh báo, cảnh báo kịp thời cho người sử dụng khi các chỉ số môi trường, thời tiết thay đổi.

- Thiết kế và xây dựng chương trình xử lý và gửi thông tin thông kê số liệu qua Internet từ các đầu đo cảm biến tới điện thoại di động để có thể theo dõi liên tục các chỉ số từ môi trường và thời tiết, đưa ra giải pháp xử lý kịp thời.

- Thiết kế, thi công hoàn chỉnh phần cứng hệ thống hoạt động an toàn, ổn định với chi phí thấp nhất có thể.

## 2.3 Đối tượng nghiên cứu

- Sản phẩm được nghiên cứu và chế tạo để phục vụ cho quá trình theo dõi thông số thời tiết và môi trường trong việc đánh giá điều kiện thời tiết hiện tại và dự báo thời tiết tương lai.

- Các thiết bị, linh kiện điện tử phục vụ cho việc thiết kế chế tạo sản phẩm,...

## 2.4 Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu, thiết kế và thử nghiệm thực tế tại một số địa bàn thuộc tỉnh Thái Nguyên.

## 2.5 Kết quả đạt được

Sản phẩm của nghiên cứu này là mô hình thiết bị quan trắc thông số thời tiết và môi trường. Hệ thống bao gồm các tính năng sau:

- Thiết bị với kích thước nhỏ gọn, dễ dàng cho việc di chuyển và đo đạc số liệu tại các điểm hiện trường khác nhau.

- Cung cấp và lưu trữ chuỗi số liệu liên tục thông qua mạng không dây với các thông số: Nhiệt độ, độ ẩm, lưu lượng mưa,... Kết quả này sẽ được lưu trữ trên thiết bị điện thoại di động với lịch sử và thời gian cụ thể, phục vụ cho công tác thống kê.

- Quá trình đo đạc được thực hiện hoàn toàn tự động thông qua việc điều khiển bởi phần mềm trên điện thoại di động hoặc hệ thống phím bấm được tích hợp trên thiết bị.

- Giao diện chương trình được thiết kế trên điện thoại di động đảm bảo sự thân thiện khi sử dụng, tương thích với các thiết bị điện thoại sử dụng hệ điều hành Android.

- Thiết bị được điều khiển từ xa thông qua môi trường không dây hoặc qua mạng Internet bởi điện thoại di động sẽ tạo sự thuận tiện trong quá trình vận hành sử dụng.

- Thiết kế và xây dựng chương trình xử lý về điện thoại di động và gửi thông tin thống kê số liệu về Internet từ các đầu đo cảm biến để có thể theo dõi liên tục các chỉ số từ môi trường, thời tiết.

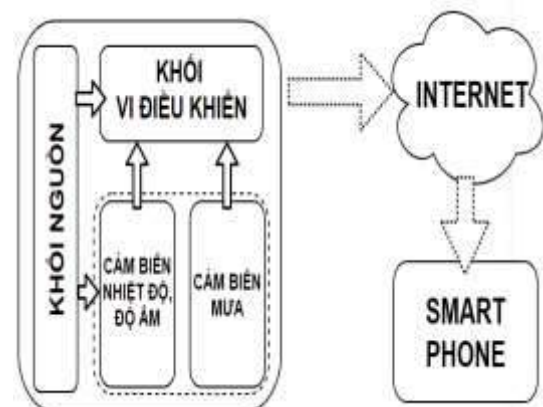
## 3. Thiết kế, xây dựng phần cứng và phần mềm hệ thống

### 3.1 Giới thiệu

Hệ thống trạm quan trắc thời tiết có nhiệm vụ thu nhận thông số nhiệt độ, độ ẩm, mưa thông qua các cảm biến rồi lưu trữ trên hệ thống mạng internet và gửi về điện thoại [2].

Hệ thống có thiết kế gồm 5 khối với các chức năng chính như sau:

+ **Khối nguồn:** Cung cấp dòng điện nuôi vi điều khiển và các cảm biến cũng như toàn bộ các linh kiện trên mạch cứng.



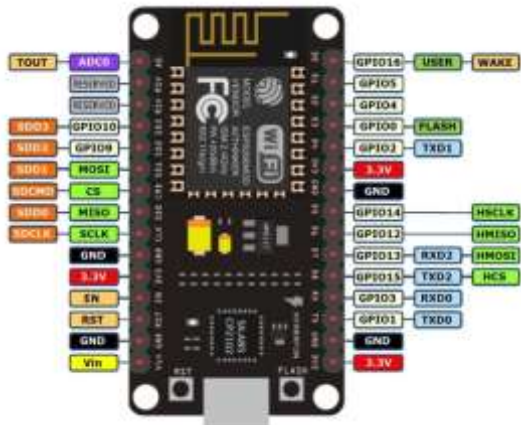
Hình 2. Sơ đồ khối của hệ thống

+**Khối vi điều khiển**: Có nhiệm vụ thu nhận các thông tin gửi về từ các cảm biến và gửi các thông tin này lên cơ sở dữ liệu trên mạng Internet.

+**Khối cảm biến**: Chuyển các thông số thông tin môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa từ giá trị tương tự (Analog) về giá trị số (Digital) để thiết bị vi điều khiển có thể hiểu được.

+**Khối Internet**: là cơ sở dữ liệu MySQL nằm trên mạng Internet. Các thông số gửi lên từ vi điều khiển được lưu trữ tại đây và có thể truy cập, kết nối bằng điện thoại có kết nối Internet.

+**Khối Smartphone**: là ứng dụng trên điện thoại di động giúp lấy dữ liệu từ cơ sở dữ liệu trên Internet và hiển thị cho người theo dõi đọc được các thông tin.



Hình 3. Sơ đồ chân Node MCU DEVKIT

### 3.2 Lựa chọn linh kiện

#### 3.2.1 Board phát triển Node MCU DEVKIT

Node MCU DEVKIT là tên gọi của Main Board tích hợp dựa trên nền chip ESP-12E với thiết kế dễ sử dụng, có thể kết nối WiFi với một vài thao tác. Board còn tích hợp IC CP2102 để dàng giao tiếp với máy tính thông qua Micro-USB.

**Node MCU DEVKIT** có cấu tạo gồm 30 chân, trong đó có các chân cung cấp nguồn nuôi cho toàn bộ Board (Vin, GND, 3V3); có 13 chân dữ liệu vào ra GPIO (00, 01, 02, 03, 04, 05, 09, 10, 12, 13, 14, 15, 16); có 1 chân Analog ADC0; các chân EN, RST sử dụng trong quá trình reset và nạp chương trình cho Board.

#### 3.2.2 Cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm DHT11

DHT11 là cảm biến nhiệt độ và độ ẩm thông dụng với chi phí rẻ và lấy dữ liệu dễ dàng, sử dụng giao tiếp số theo chuẩn một dây. 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.



Hình 4. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11

Thông số kỹ thuật của DHT11:

- + 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)
- + Kích thước 15mm x 12mm x 5.5mm.
- + Có 4 chân, khoảng cách mỗi chân là 0.1".

#### 3.2.3 Cảm biến mưa

Cảm biến mưa là một loại cảm biến đơn giản, sử dụng để phát hiện mực nước, trời mưa hay các môi trường có nước.



Hình 5. Cảm biến mưa

Cảm biến gồm hai phần:

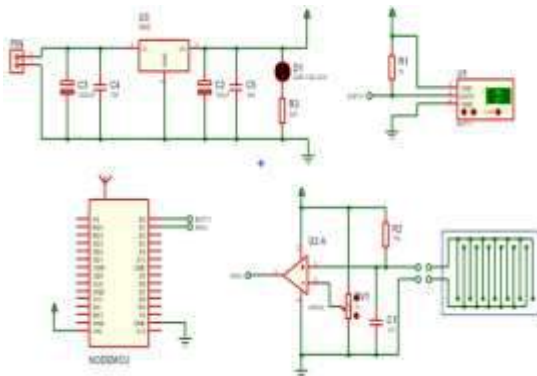
- + Tấm Raindrops được gắn ngoài trời.
- + Bộ phận điều khiển cần được che chắn.

Tấm Raindrops thực chất là hai đường mạch đan vào song với nhau nhưng không nối vào nhau. Khi trời khô ráo, hai đường mạch riêng biệt không dẫn điện. Khi trời mưa, nước mưa rơi vào tạo ra môi trường dẫn điện giữa hai đường mạch, tùy thuộc vào độ bao phủ của nước mưa trên tấm Raindrops mà độ dẫn điện sẽ khác nhau.

### 3.3 Thiết kế kết nối phần cứng

#### 3.3.1 Sơ đồ nguyên lý

Sử dụng phần mềm Proteus để thiết kế sơ đồ nguyên lý phần cứng và sử dụng phần mềm Arduino IDE để lập trình cho phần cứng.



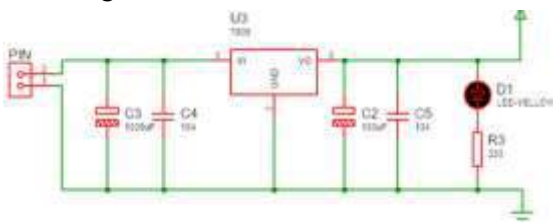
Hình 6. Sơ đồ nguyên lý thiết bị

Nguyên lý hoạt động:

- + Các cảm biến nhiệt độ độ ẩm và cảm biến mưa đo đặc thông số môi trường rồi gửi về vi điều khiển.
- + Vi điều khiển thực hiện kết nối với mạng Internet thông qua sóng WiFi và gửi các thông số nhận được từ cảm biến lên cơ sở dữ liệu.

#### 3.3.2 Sơ đồ các khối trong mạch

- Khối nguồn:



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn

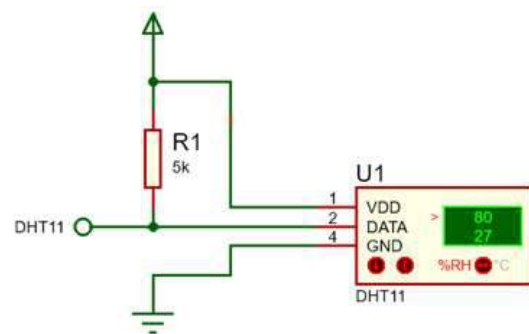
Nguyên lý hoạt động:

- + Dòng điện một chiều từ nguồn pin đi vào IC ổn áp 7805.

+ IC 7805 - IC ổn áp là mạch tích hợp sẵn trong gói TO-220 với một điện áp đầu ra cố định là 5V, yêu cầu điện áp đầu vào tối thiểu là 7V: sụt áp 12V xuống 5V xuất ra OUT.

- + Tụ C2 C3 phóng nạp san phẳng mức điện áp.
- + Tụ C4 C5 có tác dụng chống nhiễu cho khối nguồn.

- Khối cảm biến:



Hình 8. Sơ đồ nguyên lý khối cảm biến

Nguyên lý hoạt động:

- + Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 và cảm biến mưa sử dụng nguồn 5V được lấy ra từ khối nguồn.

+ Dữ liệu gửi về từ cảm biến DHT11 là một byte dữ liệu, điện áp các bit dữ liệu được hỗ trợ từ nguồn nuôi, điện trở R1 có chức năng giảm dòng trực tiếp từ nguồn nuôi tránh làm hỏng vi điều khiển và cảm biến.

+ Cảm biến mưa hoạt động dựa trên việc so sánh điện áp đặt trước với giá trị điện áp đo được từ tấm Raindrop. Khi trời khô các đường mạch trên tấm Raindrop không thông, giá trị điện áp ở mức 5V lớn hơn giá trị đặt trước và ngược lại khi trời mưa nước dẫn điện khiến các đường mạch thông nhau và thông về mass, điện áp giảm xuống thấp hơn.

+ Điện trở R2 có nhiệm vụ giảm dòng điện trên tấm Raindrop, tụ C1 có khả năng lọc nhiễu tín hiệu, biến trở RV1 dùng để điều chỉnh điện áp đặt trước, IC so sánh LM324 có nhiệm vụ so sánh hai điện áp đầu vào và xuất ra tín hiệu ở mức cao hay thấp.

### 3.4 Xây dựng thuật toán và lập trình kết nối phần cứng [3]

#### 3.4.1 Lưu đồ thuật toán hệ thống như sau



**Hình 9.** Lưu đồ thuật toán của hệ thống

Phân tích: sau khi khởi động thiết bị, vi điều khiển bắt đầu kiểm tra thông tin về Wifi và mật khẩu của Wifi đã được lưu trước đó, nếu đúng sẽ thực hiện kết nối với mạng Wifi còn sai sẽ kết thúc chương trình. Sau khi kết nối được vào Wifi, vi điều khiển thực hiện việc đọc các giá trị gửi về từ cảm biến như nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến mưa. Khi đọc được các giá trị đó thì vi điều khiển sẽ thực hiện gửi các giá trị lên server thông qua các địa chỉ được lưu trữ trước đó. Các giá trị sẽ được gửi cập nhật liên tục trên server, nhưng tùy theo thời gian cài đặt trước là một tiếng đồng hồ thì mới lưu trữ lại một lần. Các giá trị tức thời và các giá trị lưu trữ được xem trực tiếp trên điện thoại di động.

#### 3.4.2 Lập trình phần cứng

- Lập trình kết nối Wifi cho vi điều khiển:

Thư viện <ESP8266WiFi.h> cho phép NodeMCU DEVKIT thực hiện các hàm kết nối với Wifi ở nhiều chế độ khác nhau. Thực hiện việc kết nối với Wifi với dòng lệnh sau:

```

const char* ssid    = "Tên WiFi";
const char* password = "Mật khẩu WiFi";
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);

  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

```

- Lập trình kết nối với khối cảm biến:

Cảm biến mưa hỗ trợ đọc giá trị trực tiếp từ chân digital của vi điều khiển. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 truyền dữ liệu theo chuẩn 1 dây được hỗ trợ bởi thư viện <DHT.h>. Để đọc giá trị từ cảm biến ta sử dụng các lệnh sau đây:

```

DHT dht2(D4, DHT11);
const int pinDmua = D3;
int mua;
float temp;
float humi;
void setup() {
  pinMode(pinDmua, INPUT);
}
void loop() {
  temp = dht2.readTemperature();
  humi = dht2.readHumidity();
  mua = digitalRead(pinDmua);
  delay(500); }

```

- Lập trình gửi giá trị lên server:

Sau khi đã thực hiện các nhiệm vụ kết nối với Wifi và đọc các giá trị cảm biến, vi điều khiển sẽ gửi các giá trị lên server thông qua các lệnh sau:

Kết hợp các phần trên sẽ thu được chương trình hoàn chỉnh nạp vào phần cứng với nhiệm vụ đọc các thông số và gửi lên server.

```

client.print(String("GET ") + url + "
HTTP/1.1\r\n" +
"Host: " + host + "\r\n" +
"Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
  if (millis() - timeout > 5000) {
    Serial.println(">>> Client Timeout !");
    client.stop();
    return;
  }
}
}

```

### 3.5 Xây dựng phần mềm [4], [5]

#### 3.5.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu (Database) là một hệ thống lưu trữ thông tin có cấu trúc giúp người dùng có thể khai thác thông tin một cách có hiệu quả. Để truy cập và sử dụng cơ sở dữ liệu cần sử dụng ngôn ngữ truy vấn có cấu trúc (Structured Query Language – SQL). Cơ sở dữ liệu thường được lưu trữ trên máy tính hoặc trong các hệ quản trị cơ sở dữ liệu dưới dạng các tập tin. Các hệ quản trị cơ sở dữ liệu phổ biến là MySQL, Oracle, SQL Server, DB2.

Việc sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL (được sử dụng trong nghiên cứu này) có nhiều ưu điểm so với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu khác như:

- + Tốc độ truy vấn và tính bảo mật cao.
- + Miễn phí, ổn định và dễ sử dụng.
- + Hoạt động được trên nhiều hệ điều hành với hệ thống lớn các hàm tiện ích.

Sử dụng phần mềm phpMyAdmin để thực hiện các thao tác đối với cơ sở dữ liệu MySQL.

Sau khi tạo xong cơ sở dữ liệu lưu trữ, để sử dụng được ta cần tạo file kết nối để có thể lưu trữ hay truy xuất dữ liệu trong cơ sở dữ liệu. Tạo file connect.php với nội dung dưới đây.

#### 3.5.2 Xây dựng ứng dụng trên Smart Phone

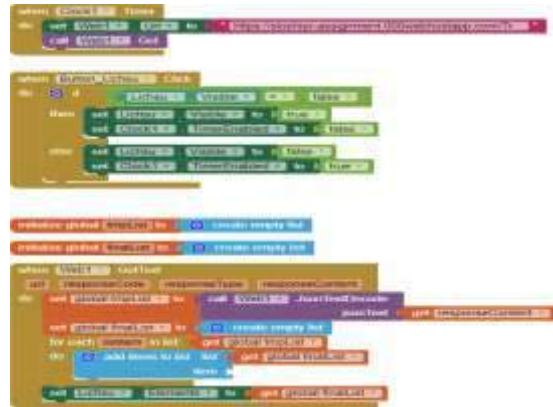
MIT App Inventor dành cho Android là một ứng dụng web mã nguồn mở ban đầu được cung cấp bởi Google và hiện tại được duy trì bởi Viện Công nghệ Massachusetts (MIT). Nền tảng cho phép nhà lập trình tạo ra các ứng dụng phần mềm cho hệ điều hành Android. Bằng cách sử dụng giao diện đồ họa, nền tảng cho phép người dùng kéo và thả các khối mã (blocks) để tạo ra các ứng dụng có thể chạy trên thiết bị Android.

```

<?php
$username = "TÊN USER";
$password = "MẬT KHẨU";
$server = "TÊN SERVER";
$dbname = "TÊN DATABASE";
$conn = new
mysqli($server,$username,$password,$dbna
me);
if($conn->connect_error){
    die("Không thể kết nối:" . $conn->
connect_error);
    exit();
}
?>

```

Xây dựng ứng dụng **tramquantrac.apk** với các khối Block như sau:



Hình 10. Khối Block của ứng dụng tramquantrac.apk

## 4. Kết quả thiết kế, lập trình và cài đặt

### 4.1 Sản phẩm phần cứng

- Sản phẩm phần cứng thực tế sau khi thiết kế như sau:

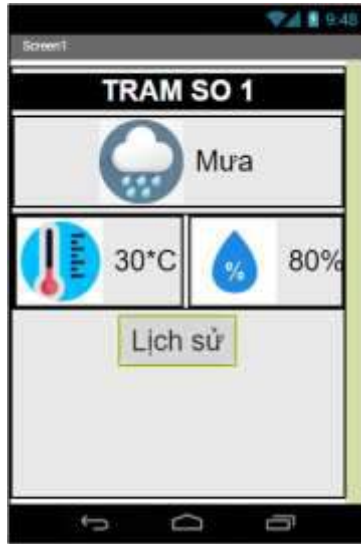


Hình 11. Thiết bị sản phẩm phần cứng

### 4.2 Phần mềm ứng dụng

Với việc kết nối các module đo nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến mưa với board **Node MCU DEV KIT** cũng như xây dựng cơ sở dữ liệu lưu trữ trên Server và tạo ra phần mềm ứng

dùng theo dõi trên điện thoại, hệ thống đã được xây dựng thành công với khả năng theo dõi các thông số nhiệt độ, độ ẩm thông qua mạng truyền thông không dây.



Hình 12. Giao diện phần mềm sau khi lập trình, thiết kế

Các thông số được cập nhật liên tục trên phần mềm điện thoại giúp người dùng theo dõi một cách trực tiếp nhất. Ngoài ra với khả năng lưu trữ thông tin mỗi giờ đồng hồ sẽ giúp đánh giá được các thông số để có thể phân tích và đưa ra các kết quả nghiên cứu khác.

- Các bước vận hành hệ thống:

**Bước 1:** Cấp nguồn cho hệ thống:

- Hệ thống sử dụng nguồn 5V được lấy từ Adapter chuyển đổi từ 220VAC sang 5VDC.
- Nguồn 5VDC được cung cấp cho tất cả các linh kiện trong sản phẩm phần cứng.

**Bước 2:** Cài đặt ứng dụng:

- Thực hiện việc cài đặt ứng dụng **tramquantrac.apk** trên điện thoại Smartphone giúp theo dõi các giá trị tức thời cũng như giá trị được lưu trữ khi Smartphone có kết nối với Internet.

## 5. Kết luận

Qua thử nghiệm trên thực tế sản phẩm đã đạt được các tiêu chí:

- Hệ thống chạy ổn định trong suốt quá trình kiểm nghiệm.

- Sản phẩm bao gồm những thiết bị nhỏ gọn, dễ dàng sử dụng, bảo trì hay thay thế khi cần thiết.

- Hệ thống đã đáp ứng được các yêu cầu đề ra và cải tiến được các chức năng, đặc điểm còn chưa tốt của một số sản phẩm đã có.

- Hệ thống có thể triển khai ở các nơi khác nhau từ các hộ gia đình đến các tòa nhà hay các khu vực sản xuất công nông nghiệp... Và đặc biệt người dùng có thể dễ dàng sử dụng sản phẩm, giúp người dùng kịp thời biết được các thông số môi trường

- Hệ thống có khả năng hoạt động độc lập không cần sự điều khiển và tiêu tốn ít năng lượng.

- Hệ thống thiết kế đơn giản, gọn nhẹ, dễ lắp đặt, sửa chữa và thay thế

Trong tương lai khi ứng dụng sản phẩm vào thực tế ở diện rộng, đây sẽ là một thiết bị hữu ích góp phần theo dõi trực tiếp các thông số môi trường để có các đánh giá và biện pháp phù hợp.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Jayasinghe, Gamini, Fahmy, Farazy, Gajaweera, Nuwan, and Dias, Dileeka, "A GSM Alarm Device for Disaster Early Warning", pp. 383- 387, May 2007. [1st IEEE international Conference on Industrial and Information Systems], 2007.
- [2]. Marius Cioca, Lucian-Ionel Cioca, and Sabin-Corneliu Buraga, "SMS Disaster Alert System Programming", pp. 260-264, [Second IEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies], 2008.
- [3]. Tobias Schernerand Lothar Fritsch, "Notifying Civilians in Time Disaster Warning Systems Based on a Multilaterally Secure, Economic, and Mobile Infrastructure", [11th Americas Conference on Information Systems, Omaha, NE, USA], 2005.
- [4]. L. M. Rodríguez Peralta, L. M. P. L. Brito, J. P. B. F. Santos, "Environmental Monitoring Platform based on a Heterogeneous Wireless Sensor Network", Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT), October Edition, pp. 26- 38, ISSN: 1925-2676, 2011.
- [5]. T. Wooley, "A Comparative Study of the Android and iphone Operating Systems", University of Central Florida, 2010.