

BÁO CÁO NHẬP MÔN

Đề tài: Thiết bị cảnh báo ô nhiễm không khí

Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Đức Minh

Nhóm thực hiện :

Lê Sỹ Tuấn Long	MSSV:20200361
Lê Trung Hiếu	MSSV:20200221
Nguyễn Bá Linh	MSSV:20203883
Lê Tuấn Lộc	MSSV:20200374

Hà Nội, 09/2021

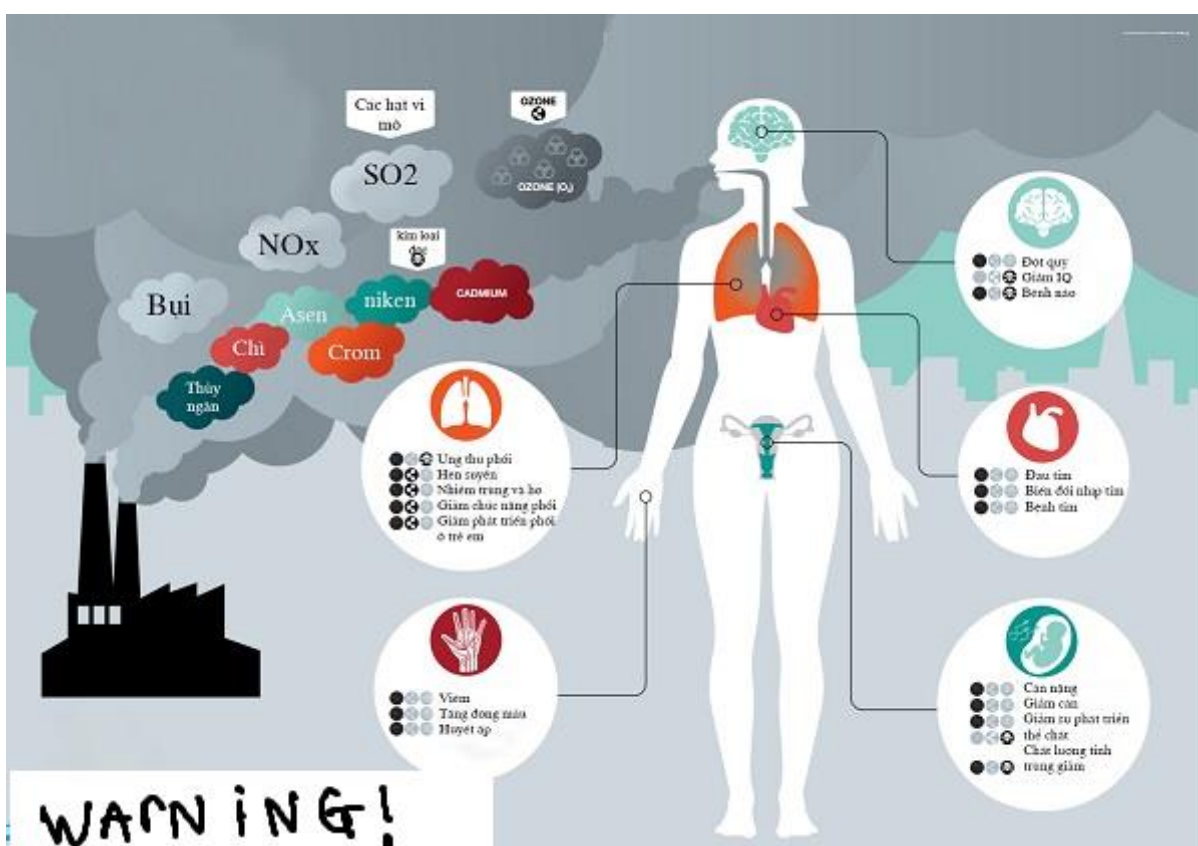
Mục lục

1. Giới thiệu	3
1.1 Tổng quan	3
1.2 Mục tiêu và phạm vi	6
1.3 Nghiên cứu các phương pháp đã có	6
2. Tiêu chí thiết kế.....	8
2.1 Chỉ tiêu chức năng.....	9
2.2 Chỉ tiêu phi chức năng.....	9
3. Thiết kế hệ thống	10
3.1 Cấu trúc.....	10
3.2 Thuật toán	15
4. Triển khai thực hiện	17
4.1 Cấu trúc phần cứng.....	17
4.2 Cấu trúc dữ liệu và chương trình.....	20
5. Kiểm tra/ Thử nghiệm	22

1. Giới thiệu

1.1 Tổng quan

Thực trạng hiện nay chất lượng không khí dần dần giảm đi gây ra rất nhiều tác động xấu đến sức khỏe và cuộc sống con người. Việc ứng dụng IoT để tạo ra sản phẩm có tính năng giám sát, cảnh báo mức độ ô nhiễm không khí giúp cho người dân sẽ nắm được thông tin nhanh chóng và chính xác về tình trạng môi trường không khí (ví dụ như : chất lượng không khí ngày hôm nay như thế nào? Các chỉ số môi trường không khí có vượt ngưỡng cho phép hay không ?,....) trong khu vực sinh sống và làm việc một cách nhanh chóng, đơn giản và chính xác.



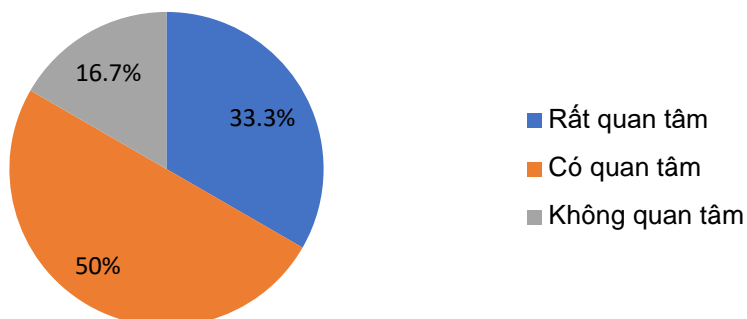
Hình 1 Các tác hại gây ra bởi ô nhiễm không khí

Khoảng giá trị AQI	Chất lượng không khí	Ảnh hưởng sức khỏe	Màu
0 - 50	Tốt	Không ảnh hưởng đến sức khỏe	Xanh
51 - 100	Trung bình	Nhóm nhạy cảm nên hạn chế thời gian ở bên ngoài	Vàng
101 - 200	Kém	Nhóm nhạy cảm cần hạn chế thời gian ở bên ngoài	Da cam
201 - 300	Xấu	Nhóm nhạy cảm tránh ra ngoài. Những người khác hạn chế ở bên ngoài	Đỏ
Trên 300	Nguy hại	Mọi người nên ở trong nhà	Nâu

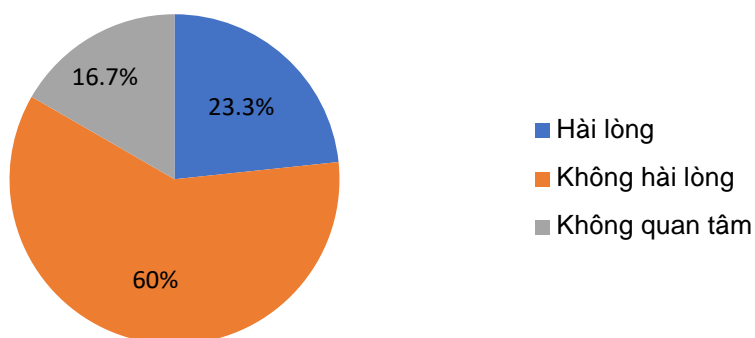
Bảng 1. Chất lượng không khí theo AQI

Khảo sát ngẫu nhiên 30 người (độ tuổi 18 –22) là học sinh – sinh viên cho thấy:

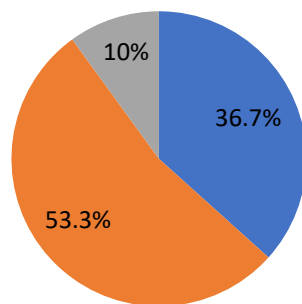
- Bạn quan tâm đến chất lượng không khí xung quanh ở mức độ nào?



- Bạn có hài lòng với chất lượng không khí ở nơi bạn đang sinh sống?

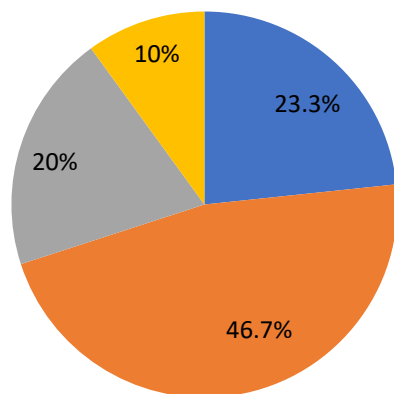


- Bạn có nghĩ rằng chất lượng không khí ảnh hưởng tới sức khỏe của bạn và gia đình?



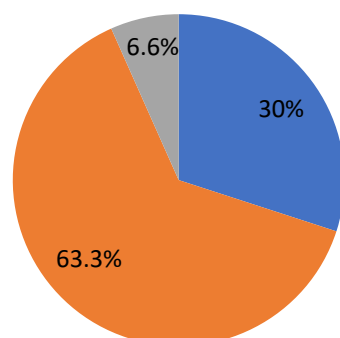
- Có ảnh hưởng rất nhiều
- Có ảnh hưởng ở một mức độ nào đó
- Ảnh hưởng rất ít
- Hoàn toàn không ảnh hưởng

- Bạn theo dõi chất lượng không khí xung quanh bằng cách nào?



- Qua ứng dụng trên điện thoại (PAM Air, AirVisual,...)
- Bằng các giác quan (mắt, mũi, miệng)
- Khác
- Không cần thiết

- Đánh giá về nhu cầu sử dụng của các hệ thống cảm biến chất lượng không khí hiện nay?



- Rất cần thiết
- Cần thiết
- Không cần thiết

→ **Kết luận:** Phần lớn số người được khảo sát quan tâm đến các vấn đề về không khí xung quanh mình, dẫn đến nhu cầu về các thiết bị đo lường, cảm biến không khí.

1.2 Mục tiêu và phạm vi

Mục tiêu

What: khách hàng không biết được không khí bên ngoài như thế nào, không biết có nên đeo khẩu trang không, muốn biết được chất lượng không khí thực tại.

Why: sản phẩm nhằm mục đích mang lại thông tin về chất lượng không khí cho người dùng.

Who: sản phẩm tập trung hướng đến đối tượng là học sinh – sinh viên.

Phạm vi

When: có thể sử dụng trong nhà hoặc trước khi đi ra ngoài, đặc biệt là giờ cao điểm (5 – 7h chiều)

Where: các khu vực gần đường lớn có nhiều phương tiện vận tải, gần khu vực sản xuất công nghiệp, tái chế.

How: người sử dụng mang thiết bị bên mình và kết nối Wifi. Mức độ cần thiết ở mức trung bình do nhiều người đã có thói quen đeo khẩu trang khi ra ngoài.

1.3 Nghiên cứu các phương pháp đã có



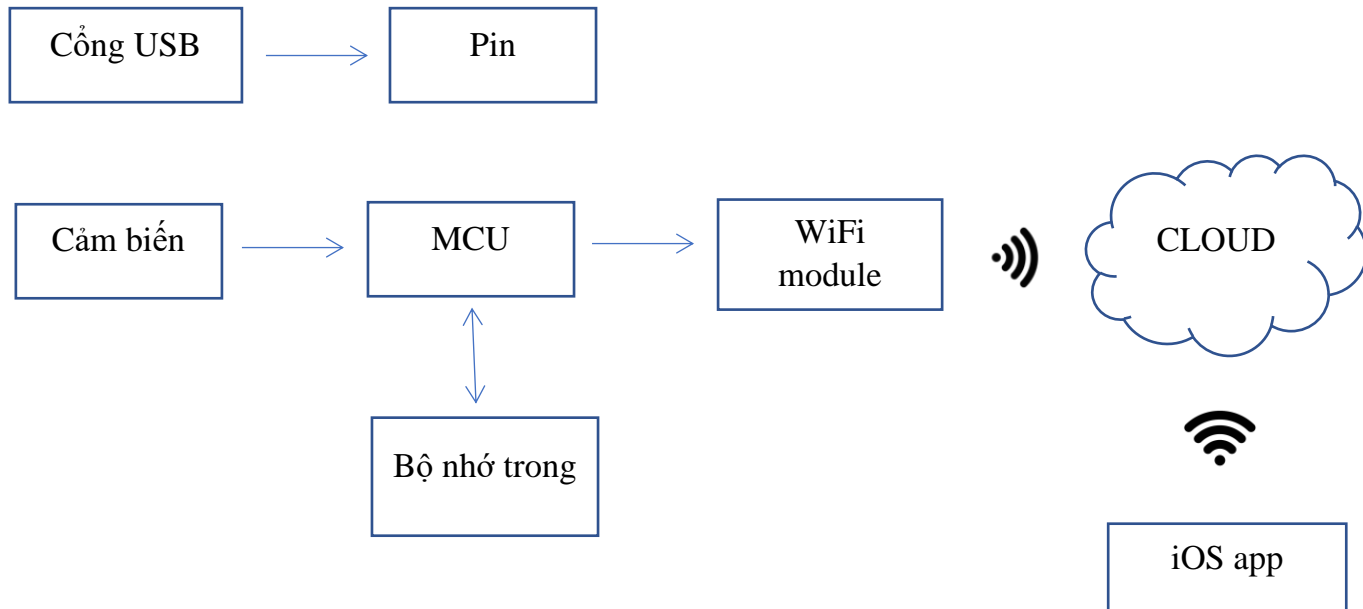
IQAir AirVisual Pro



Xiaomi PM2.5

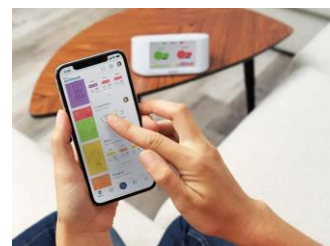
	IQAir AirVisual Pro	Xiaomi PM2.5
Thông tin chung		
Kích thước	H 3.25" x W 7.25" x D 4" (H 8.2 x W 18.4 x D 10 cm)	63×34×63mm
Khối lượng	0,8kg	0.2kg
Chất liệu	Nhựa ABS	Nhựa ABS
Màn hình	5" LED	1,4" OLED
Pin	Pin Lithium Ion - 1900 mAH	Pin Lithium Ion - 750mAh
Tuổi thọ pin	4 giờ sau mỗi lần sạc	3 giờ sau mỗi lần sạc
Điện áp định mức	DC9V	DC5V/1A
Công suất định mức	6W	3W
Mạng không dây	WiFi (802.11 b/g/n - 2.4 GHz)	WiFi IEEE 802.11b / g / n 2.4GHz
Điều kiện nhiệt độ	32 - 104 °F (0 - 40 °C)	0 ~ 40°C
Khu vực quét	Trong phòng ~ 100m ² Ngoài trời ~ bán kính 5km	Bán kính 5m
Tính năng	<ul style="list-style-type: none"> - Đo nồng độ bụi PM2.5, nồng độ CO₂ - Đo nhiệt độ, độ ẩm - Kiểm tra chất lượng không khí - Dự báo ô nhiễm - Cảnh báo không khí không đạt chuẩn - Tự động cập nhật thông tin về chất lượng không khí vào hệ thống quản lý - Lưu trữ, phân tích trên đám mây 	<ul style="list-style-type: none"> - Đo nồng độ bụi PM2.5 - Lưu trữ, phân tích trên đám mây
Cảm biến		
PM2.5	0.3 - 2.5 µm	0.3 - 2.5 µm
CO₂	400 - 10,000 ppm	Không
Nhiệt độ	14 - 104 °F (-10 - 40 °C)	Không
Độ ẩm	0 - 95%	Không

Đặc điểm khác		
Đơn vị sử dụng	°C , °F, $\mu\text{m}/\text{m}^3$	$\mu\text{m}/\text{m}^3$
Tiêu chuẩn	Tiêu chuẩn AQI của Mỹ - Trung Quốc	Tiêu chuẩn AQI Trung Quốc
Ngôn ngữ hiển thị	Tiếng Anh, Tiếng Trung, Tiếng Pháp	Tiếng Trung
Phương tiện hỗ trợ	Cổng sạc USB, dây nối USB	Không
Giá thành	7.600.000 đ	1.450.000 đ
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Giao diện thân thiện - Cho phép so sánh không khí trong nhà và ngoài trời - Cung cấp tips cải thiện chất lượng không khí - Đưa ra dự đoán 	<ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế nhỏ gọn, tiện lợi - Tiết kiệm năng lượng - Có thể kết nối với máy lọc khí của Xiaomi
Nhược điểm	- Thiết bị có thể bị hiệu chuẩn sai	- Không có các thiết bị hỗ trợ đi kèm



Hình 2. Sơ đồ khái quát các sản phẩm mẫu

2. Tiêu chí thiết kế



2.1 Chỉ tiêu chức năng

Xác định nồng độ tác nhân gây ô nhiễm không khí thông qua kết quả đo được bởi máy theo dõi không khí và cảnh báo mức ô nhiễm ảnh hưởng tới sức khỏe của con người.

Input

Độ ẩm (20 – 70 %), sai số 5%

Nhiệt độ (0 - 50°C), sai số 2°C

Bụi (đường kính 0,3 – 10µm), mật độ 0,0-600 µg/m³

Output

Hình ảnh biểu đồ đường kèm giá trị nhiệt độ (đỏ), độ ẩm (xanh lam), nồng độ bụi (xanh lục).

Hiện thị dòng text cảnh báo “ Deo khẩu trang zo ” trên thiết bị di động.

Mối quan hệ giữa input và output

Nếu mật độ bụi > 0.3 mg/m³ thì đưa ra cảnh báo.

2.2 Chỉ tiêu phi chức năng

Kích thước	Hình hộp chữ nhật cỡ 9 (cm) * 6 (cm) * 8 (cm)
Trọng lượng	150gr
Vật liệu	Nhựa PBT cao cấp, có khả năng chịu được va đập nhẹ
Màu sắc	Nâu vintage & Trắng tinh khôi

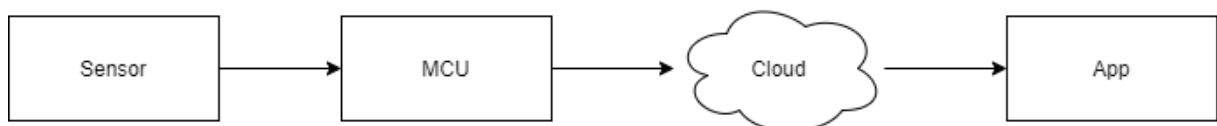
Năng lượng tiêu thụ	Kết nối với nguồn sạc dự phòng, năng lượng tiêu thụ khoảng 5W/ngày
Môi trường hoạt động	Sản phẩm được thiết kế để hoạt động ngoài trời Nhiệt độ hoạt động: 0 ~ 50°C Độ ẩm hoạt động: 20 ~ 70%
Tốc độ, hiệu năng	Sản phẩm có thể nhận biết được không khí bụi ở quanh máy trong vòng 3 giây và đưa ra cảnh báo ngay lập tức cho người dùng

3. Thiết kế hệ thống

3.1 Cấu trúc

Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống gồm các khối cơ bản:

1. Cảm biến
2. MCU (tích hợp chip hỗ trợ WiFi)
3. Cloud
4. App



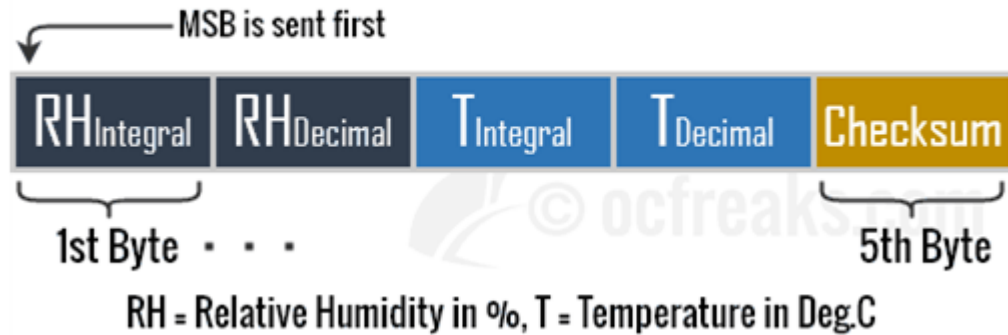
Cảm biến :

Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm

Input: độ ẩm (20 – 70 %), nhiệt độ (0 - 50°C)

Output: giá trị nhiệt độ - độ ẩm được mã hóa dưới dạng tín hiệu điện (0 ~ 5V), tương ứng với giá trị logic 0 hoặc 1. Quy ước: nếu giá trị logic là 1 trong khoảng 26-28us thì là bit 0, nếu khoảng 70us thì là bit 1.

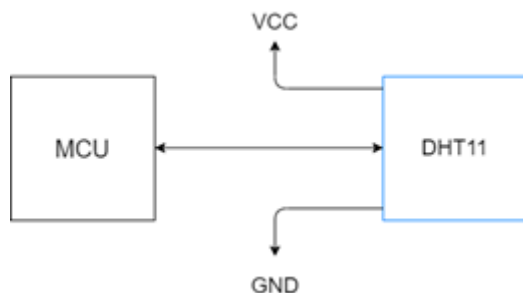
DHT11 / DHT22 Data Format

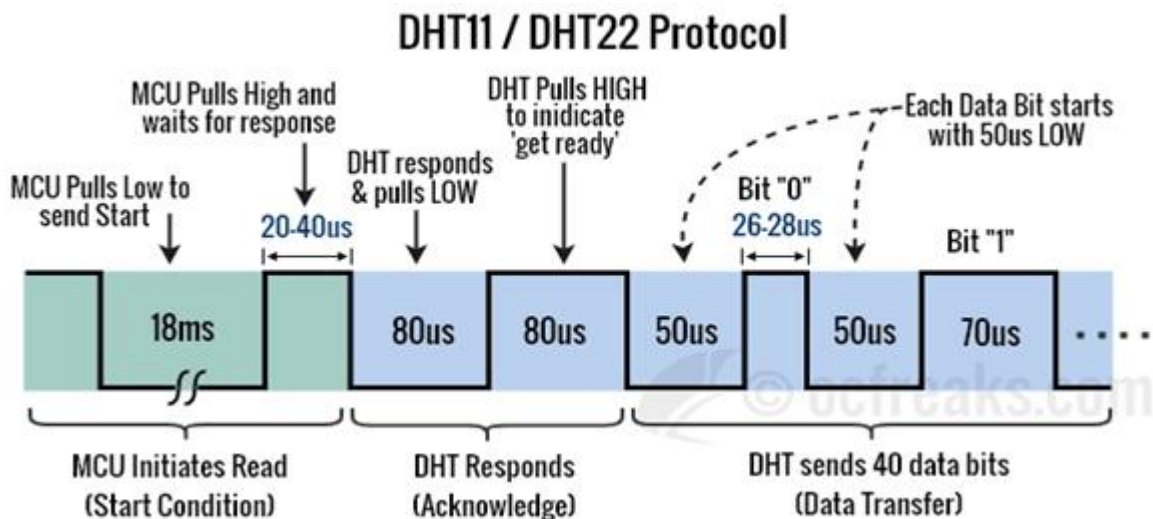


40 bit dữ liệu gửi về (5 byte) ứng với giá trị thông tin khác nhau bao gồm:

- + Phần nguyên của độ ẩm
- + Phần thập phân của độ ẩm
- + Phần nguyên của nhiệt độ
- + Phần thập phân của nhiệt độ
- + Giá trị tổng

Giao thức với MCU: giao tiếp nối tiếp qua 1 dây





Bước 1: MCU kéo giá trị logic xuống 0 trong khoảng 18ms. Khi đó DHT11 hiểu MCU muốn đo giá trị nhiệt độ - độ ẩm.

Bước 2: MCU đưa giá trị logic lên 1, gửi tín hiệu Start.

Bước 3: Sau 20-40μs, DHT11 kéo giá trị logic về 0 và hồi đáp (80ms).

Bước 4: Giá trị logic được đưa về 1 trong 80ms, báo hiệu hoàn thành quá trình giao tiếp của MCU và DHT11.

Bước 5: DHT11 gửi liên tiếp 40 bit 0 hoặc 1 về MCU, chia thành 5 byte kết quả (giữa mỗi bit delay 50μs).

Bước 6: MCU nhận dữ liệu, giá trị logic kéo về 0 (54μs), trạng thái logic trở về 1 và DHT11 chờ xung yêu cầu tiếp theo.

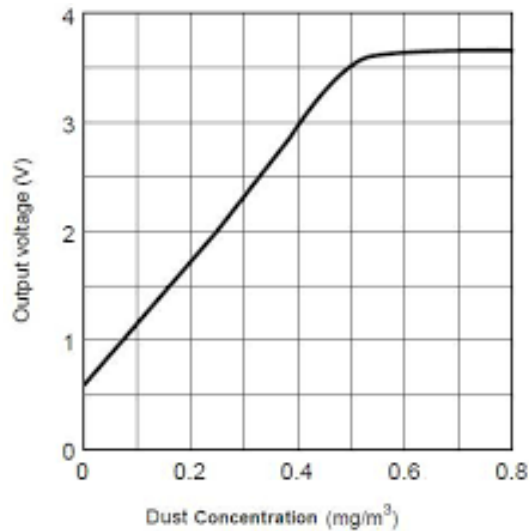
Cảm biến bụi

Input: Không khí chứa các hạt bụi (đường kính 0,3 – 10μm) có mật độ 0,0-600 μg/m³

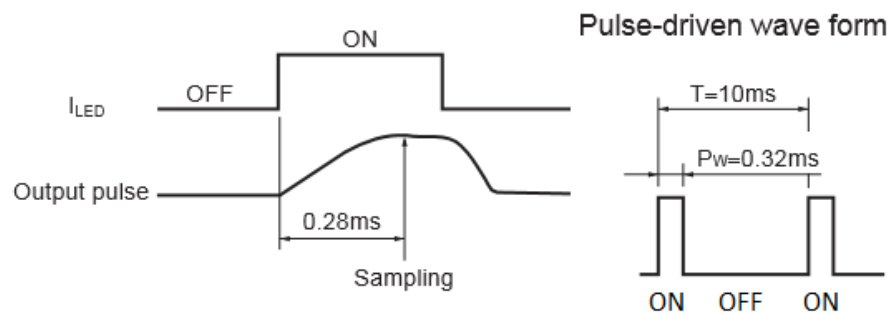
Output: giá trị điện áp (0,6 ~ 3,5 V) tương ứng với nồng độ bụi

Mối quan hệ giữa input và output:

$$\text{DustDensity (mg / m}^3\text{)} = 0.17 * \text{Voltage (V)} - 0.1$$



Giao thức với MCU: giao tiếp nối tiếp qua 1 dây



Mỗi chu kỳ đo kéo dài 10ms bao gồm các bước:

Bước 1: Tín hiệu xung được đẩy lên mức cao (mức logic 1), IRLED bật và tiến hành đo giá trị nồng độ bụi trong 0.28ms.

Bước 2: Đọc giá trị nồng độ bụi (0.04 ms).

Bước 3: Tín hiệu xung hạ xuống mức thấp (mức logic 0) và xuất ra điện áp.

MCU :

Input: output từ các cảm biến

Output: sóng điện từ (WiFi theo chuẩn 802.11n) tần số 2.4GHz, tốc độ truyền 300Mbps, phạm vi 100 - 250m

Giao thức với Cloud: giao thức kết nối Internet TCP/IP

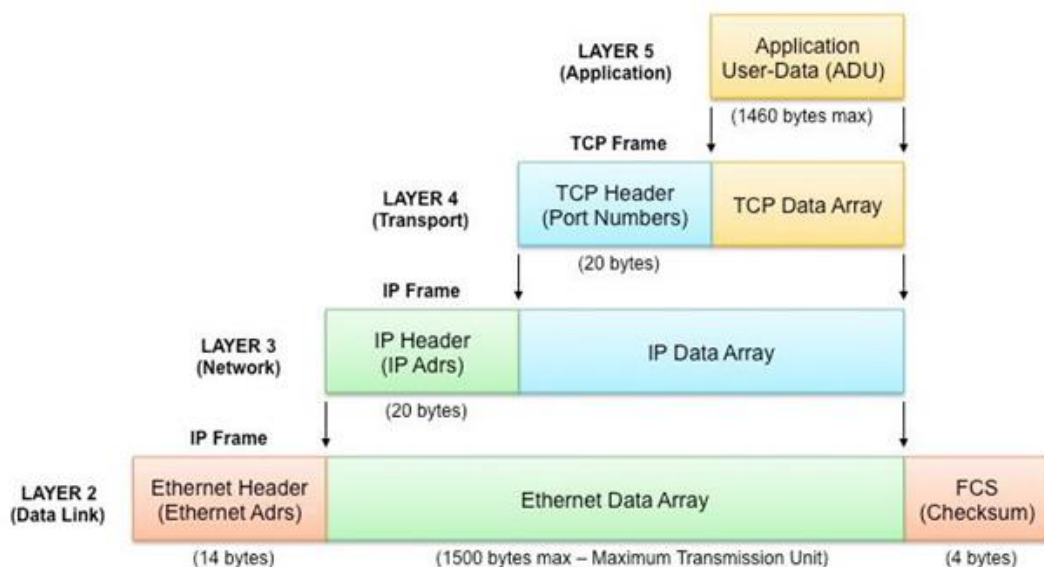
*Tại máy nguồn :

Bước 1: tại lớp Application dữ liệu được tạo thành khối Data lớn và chuyển xuống lớp Transport.

Bước 2: dữ liệu được chia nhỏ thành các Segment (kích thước < 64KB). Các Segment được đóng gói lại và được thêm 1 Header nhằm xác định dữ liệu tại máy đích và định dạng theo kiểu truyền dữ liệu TCP hoặc UDP. Sau đó dữ liệu chuyển xuống lớp Network.

Bước 3: các Segment được gắn IP Header gồm IP nguồn và IP đích. Dữ liệu được chuyển xuống lớp Datalink – Physical.

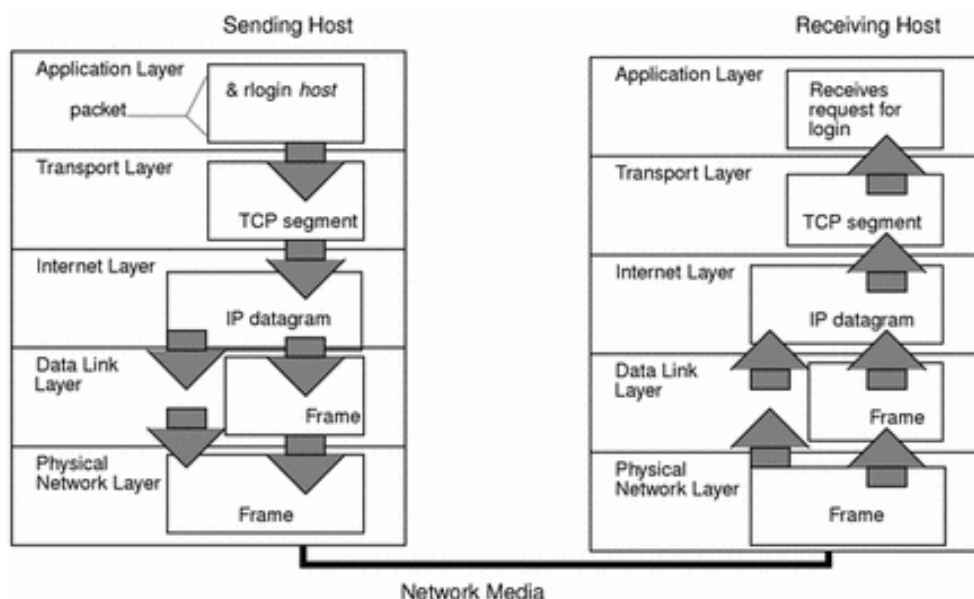
Bước 4: các gói dữ liệu được đóng vào khung (Frame) và được định tuyến đi đến đích đã được chỉ định ban đầu.



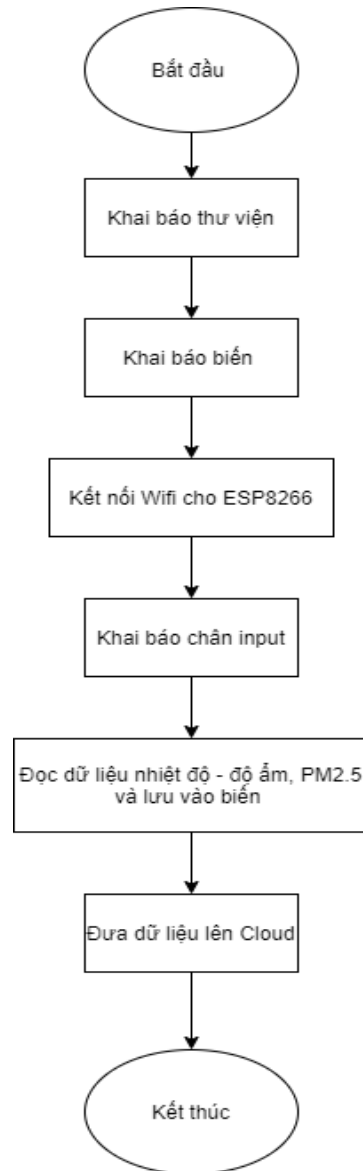
*Bên ngoài máy nguồn:

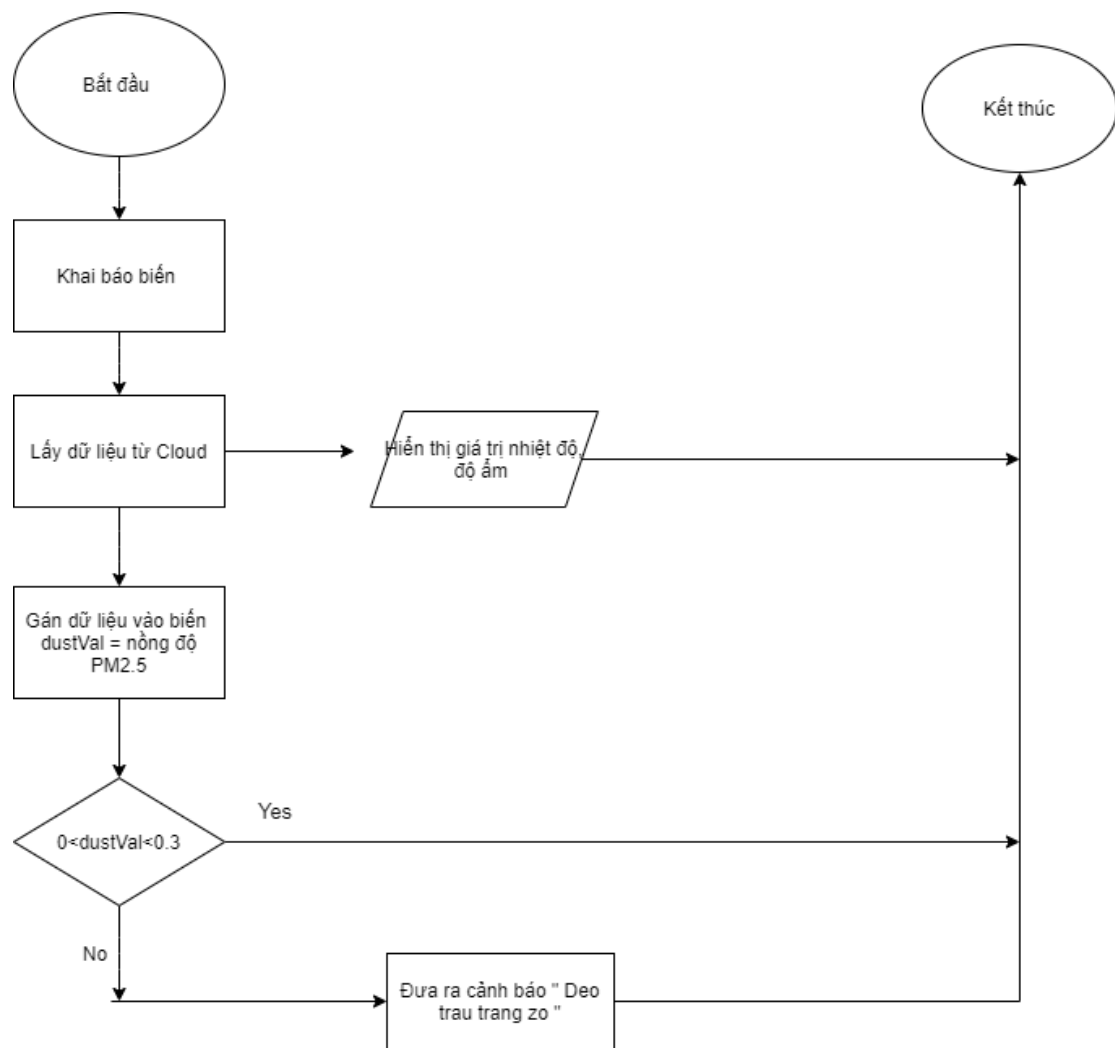
Bước 1: Router đọc địa chỉ IP đích để xác định đường truyền và truyền tín hiệu đến máy đích.

Bước 2: máy đích dỡ bỏ các Header và giải mã tệp tin để lấy dữ liệu được gửi.



3.2 Thuật toán

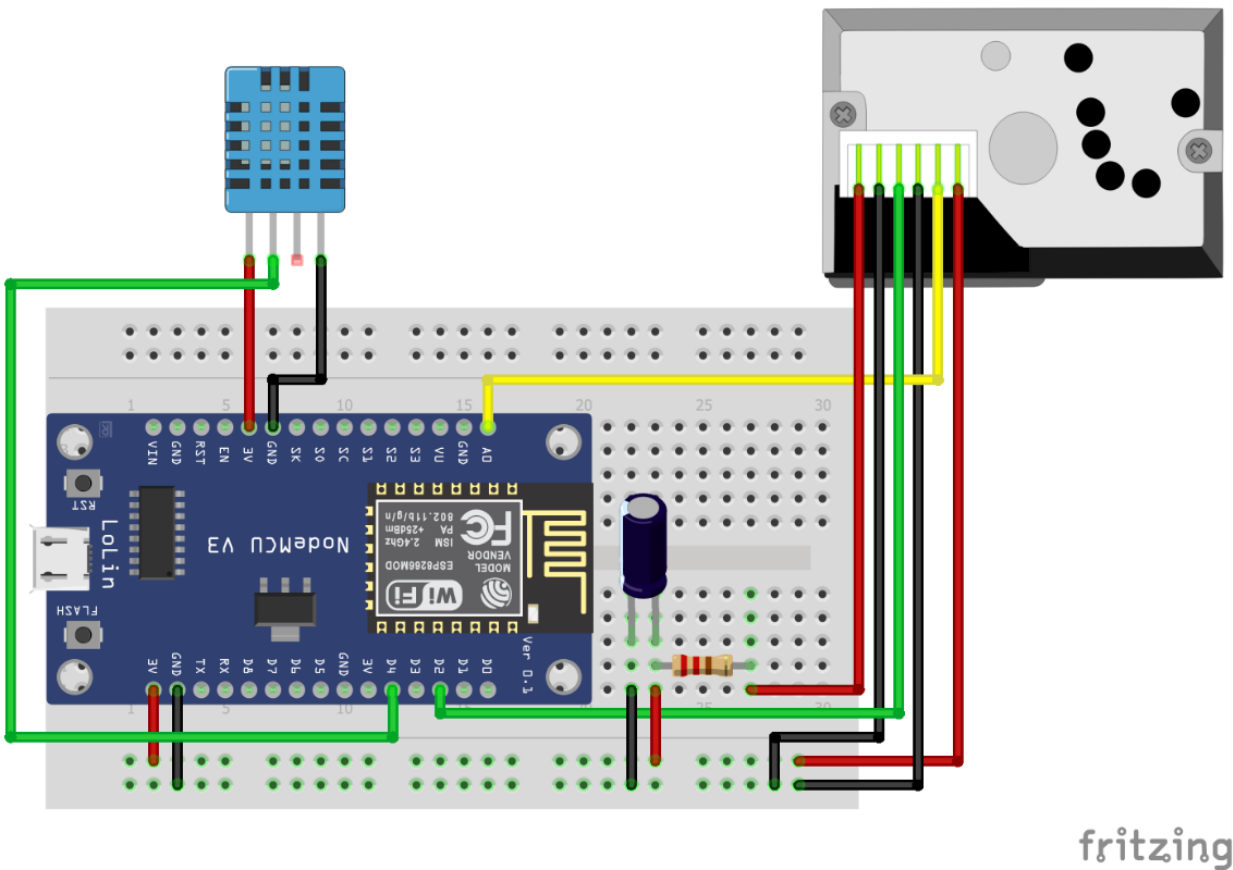




Hình 3. Lưu đồ thuật toán

4. Triển khai thực hiện

4.1 Cấu trúc phần cứng:



Hình 4. Tổng quát phần cứng

Cảm biến



	DHT11	DHT22
Nguồn	3 ~ 5VDC	3 ~ 5VDC
Dòng sử dụng	2.5mA max	2.5mA max

Đo tốt ở độ ẩm	20 - 70% sai số $\pm 5\%$	0 - 100% sai số $\pm 2 \sim 5\%$
Đo tốt ở nhiệt độ	0 - 50°C sai số $\pm 2^\circ\text{C}$	-40 ~ 125°C sai số $\pm 0.5^\circ\text{C}$
Tần số lấy mẫu	1Hz	0.5Hz
Kích thước	15mm x 12mm x 5.5mm	15mm x 25mm x 7.7mm
Giá thành	30.000đ	115.000đ

Căn cứ vào số liệu bảng so sánh trên có thể thấy cảm biến DHT22 có dải đo nhiệt độ và độ ẩm lớn hơn và độ chính xác cao hơn so với DHT11. Tuy nhiên DHT22 có giá thành quá cao, dải nhiệt độ - độ ẩm quá rộng không cần thiết. Do đó, DHT11 được chọn do giá thành rẻ, thông số kỹ thuật phù hợp với nhu cầu và giới hạn của sản phẩm.



	SDS011	Sharp GP2Y1010AU0F
Điện áp	4,7 – 5,3VDC	4.5 ~ 5.5 VDC
Dòng sử dụng	70mA \pm 10mA (đang hoạt động), <4mA (chế độ ngủ của laser và quạt)	10mA
Dòng tối đa	100mA	20mA
Kích thước bụi nhỏ nhất đo được	0.3 μm	0.5 μm
Giới hạn đo	0,0-999,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0-600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Phạm vi hoạt động	Nhiệt độ -20 ~ 50°C Độ ẩm 0 ~ 95%	Nhiệt độ -10 ~ 65 °C Độ ẩm 0 ~ 80%
Kích thước	71x70x23 mm	46.0x30.0x17.6 mm
Tần suất lấy mẫu	1Hz	1Hz
Giá thành	560,000 đ	140,000 đ

Sử dụng cảm biến Sharp GP2Y10 do có giá thành rẻ, kích thước nhỏ gọn, tiết kiệm năng lượng và phạm vi hoạt động phù hợp với tính chất của sản phẩm.

MCU



	NodeMCU ESP8266 ESP-12E	NodeMCU ESP8266 Lua D1 Mini Pro
Kích thước	24mm x 16mm	34.2 x 25.6mm
Khối lượng	4g	6g
Nguồn điện	3.3 VDC	3.3 VDC
Chuẩn WiFi	802.11b/g/n	802.11b/g/n
Tốc độ truyền	115200 bps	115200 bps
Bộ nhớ Flash	4MB	16MB
Giá thành	85.000đ	160.000đ

Lựa chọn NodeMCU ESP8266 ESP-12E do có kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ trong khi có cùng các tính năng (nguồn, chuẩn wifi, tốc độ truyền).

4.2 Cấu trúc dữ liệu và chương trình

Cấu trúc dữ liệu

Biến	Nội dung lưu trữ
t	Nhiệt độ
h	Độ ẩm
dustVal	Nồng độ bụi

Chương trình

Các thư viện và chức năng:

ESP8266WiFi.h	Chứa các lệnh cho board NodeMCU
BlynkSimpleEsp8266.h	Truyền dữ liệu từ MCU lên Cloud
SimpleTimer.h	Cung cấp bộ đếm thời gian thực
SharpGP2Y10.h	Chứa các lệnh đọc dữ liệu từ cảm biến GP2Y10
DHT.h	Chứa các lệnh đọc dữ liệu từ cảm biến DHT

Một số đoạn mã quan trọng

```
laviem
/*
 * laviem project
 * Le Trung Hieu, Ngu Ba Ly, Le Tuan Loc and longlantom
 * Coded by longlantom
 */
#include "ESP8266WiFi.h"
#include "BlynkSimpleEsp8266.h"
#include "SimpleTimer.h"

#include "SharpGP2Y10.h"
#include "DHT.h"

SimpleTimer timer;
char auth[] = "                "; //code Blynk
char ssid[] = "LLTK-2.4G"; //name wifi
char pass[] = "                "; //pass wifi

//DHT Sensor
#define DHTPIN D4
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

//DUST Sensor
int voPin = A0;
int ledPin = D2;
float vccVol = 3.3;

SharpGP2Y10 dustSensor(voPin, ledPin, vccVol);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  dht.begin();
  timer.setInterval(2000, sendUptime);
}

void sendUptime() {
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();

  float dustVal = dustSensor.getDustDensity();
  //float volVal = dustSensor.getVotage();
  //int ADC = dustSensor.getADC();

  Serial.println("Nhiệt độ\tĐộ ẩm\tMức độ bụi");
  Serial.print(t);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(h);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(dustVal);
  //Serial.println(volVal);
  //Serial.println(ADC);

  Blynk.virtualWrite(V5, t);
  Blynk.virtualWrite(V6, h);
  Blynk.virtualWrite(V7, dustVal);
  if (dustVal > 0.1){
    Blynk.notify("Đeo khẩu trang zô!!!");
    //Serial.println("Đeo khẩu trang zô!!!");
    //Serial.println(dustVal);
  }
}

void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

5. Kiểm tra/ Thử nghiệm:

- Vì thời gian để chuẩn bị cũng như thử nghiệm không được nhiều, nên nhóm chỉ có thể thử nghiệm trong một số trường hợp đơn giản.
- Dựa theo công thức tính nồng độ bụi theo số voltage ở bên trên, nhóm đã tính được giá trị min của nồng độ bụi trong không khí là 0.00, và giá trị max của nồng độ bụi trong không khí là 0.27.
- Với thử nghiệm để thiết bị trong môi trường có nhang cháy, có thể thấy rằng máy có tốc độ phản hồi rất nhanh, chỉ khoảng 1-2s sau khi thiết bị gặp khói bụi đã có thông báo được gửi về điện thoại. Trong thực tế, có thể tốc độ này sẽ nhanh hay chậm tùy thuộc vào chất lượng của đường truyền wifi.
- Với khoảng cách cho nhang cháy sát với thiết bị, thiết bị luôn luôn cảnh báo mức độ bụi cao nhất là 0.27; ở khoảng cách 15cm, con số này giảm xuống còn 0.16; và khoảng cách tối đa thiết bị có thể nhận biết được khói bụi là 20cm, khi chỉ số này còn khoảng 0.06.
- Tất cả các giá trị trên là giá trị sau khi đã tính trung bình.

