

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  
VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỆN THÔNG



## BÁO CÁO

### Bài tập lớn ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

ĐỀ TÀI:

### ĐO NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ SỬ DỤNG CẢM BIẾN DHT11 và XỬ LÝ SAI SỐ

Lớp: CTTT HT Nhúng thông minh & Iot 01 K65

Lớp LT & BT: 136322

Nhóm sinh viên : Nhóm 15

<i>Vũ Minh Nghĩa</i>	<i>20200437</i>
<i>Nguyễn Đức Trường Phúc</i>	<i>20200473</i>
<i>Nguyễn Thành Trung</i>	<i>20203910</i>

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS Nguyễn Thúy Anh

Hà Nội, tháng 02 năm 2022

## LỜI NÓI ĐẦU

Nhiệt độ là tính chất vật lý của vật chất hiệu nôm na là thang đo độ "nóng" và "lạnh". Nó là biểu hiện của nhiệt năng, có trong mọi vật chất, là nguồn gốc của sự xuất hiện nhiệt, một dòng năng lượng, khi một vật thể tiếp xúc với vật khác lạnh hơn.

Nhiệt độ không khí là hiện tượng khi các tia bức xạ của mặt trời đi qua khí quyển, lúc này mặt đất sẽ hấp thụ năng lượng nhiệt của mặt trời. Sau đó bức xạ lại vào không khí, khiến cho không khí nóng lên. Nhiệt độ của không khí còn được coi là thước đo mức độ nóng lạnh của không khí. Nhiệt độ trong không khí có lực ảnh hưởng khá lớn đến sự phát triển và sinh sản của thực vật và động vật, theo đó: nhiệt độ ấm hơn thì sự tăng trưởng về sinh học sẽ tốt hơn. Ngoài ra, nhiệt độ không khí còn ảnh hưởng đến gần như tất cả các thông số dự báo thời tiết khác. Như: tốc độ bay hơi của nước, độ ẩm tương đối, tốc độ gió, hướng gió và các hiện tượng kết tủa của thời tiết, cụ thể là mưa, tuyết hoặc là mưa đá.

Độ ẩm không khí còn được gọi là độ ẩm hay độ ẩm của không khí, là **hơi nước ở dạng khí tồn tại trong không gian**, mắt thường không thể nhìn thấy được. Để không khí duy trì ở mức cân bằng thì trong **khí quyển có chứa tới 80% là hơi nước**.

Độ ẩm cao hay thấp còn phụ thuộc vào lượng mưa hay sương mù ở mỗi nơi. Đơn vị sử dụng để đo độ ẩm không khí là gam trên mét khối ( $\text{g/m}^3$ ), dụng cụ đo là [ẩm kế](#). Môi trường có độ ẩm trong khoảng 40 - 70% thích hợp cho sức khỏe, ngăn chặn vi khuẩn, nấm mốc phát triển.

Vì tầm quan trọng của nhiệt độ và độ ẩm trong không khí nên chúng ta vẫn hay nghe tìm hiểu về nó, dựa báo thời tiết (nhiệt độ, độ ẩm thấp hay cao). Và chúng em chọn đề tài này: đo nhiệt độ và độ ẩm trong không khí với thiết bị là DHT 11 và sử dụng arduino để truyền code.

Báo cáo bài tập lớn môn học Đo lường điện tử về đề tài: ĐO NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ SỬ DỤNG CẢM BIẾN DHT11 và XỬ LÝ SAI SỐ mà nhóm chúng em làm có thể còn nhiều sai sót, mong thầy cô góp ý thêm. Nhóm em cảm ơn ạ!

# MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH .....	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	4
CHƯƠNG 1. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động và mô tả kỹ thuật của cảm biến DTH11.....	5
1.1 Cấu tạo .....	5
1.2 Nguyên lý hoạt động.....	7
1.3 Chức năng các chân cảm biến .....	9
1.4 Yêu cầu chức năng .....	10
1.5 Yêu cầu phi chức năng.....	10
CHƯƠNG 2. Thiết kế.....	11
2.1 Sơ đồ nguyên lý.....	11
2.2 Lập trình cho Arduino .....	12
CHƯƠNG 3. Kết quả đo và sai số.....	14
3.1 Kết quả đo.....	14
3.2 Xử lý sai số đo theo tính toán .....	14
3.3 Nguyên nhân sai số.....	15
3.3.1 Sai số hệ thống .....	15
3.3.2 Sai số ngẫu nhiên .....	15
3.4 Hướng hạn chế sai số.....	15
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	17
KẾT LUẬN .....	20

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. 1. Module cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 .....	5
Hình 1. 2. Cấu tạo DHTxx .....	5
Hình 1. 3. Khái quát đo độ ẩm DHT11 .....	6
Hình 1. 4. Hoạt động của NTC (nhiệt điện trở hệ số âm) .....	6
Hình 1. 5. Sơ đồ chân DHT11 kết nối với MCU (kết nối vi xử lý) .....	7
Hình 1. 6. Tín hiệu khi được truyền khi đo .....	7
Hình 1. 7. Tín hiệu truyền khi đầu vào là bit 0 .....	9
Hình 1. 8. Tín hiệu được truyền khi đầu vào là bit 1 .....	9
Hình 2. 1. Sơ đồ nguyên lý đo nhiệt độ bằng cảm biến DHT11 .....	11
Hình 3. 1. Bảng số liệu chuẩn 2.2 theo sách.....	15

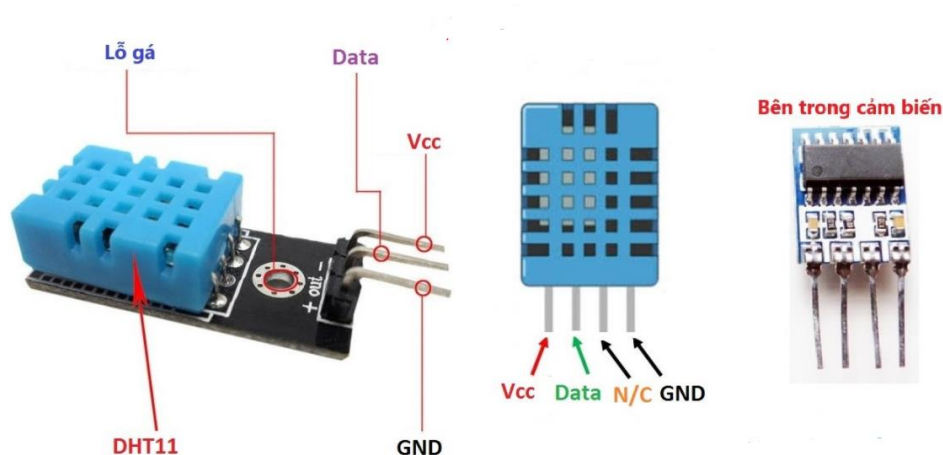
## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1. Bảng kết quả đo .....	14
Bảng 3.2. Bảng sai số dư.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

# CHƯƠNG 1. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động và mô tả kỹ thuật của cảm biến DTH11

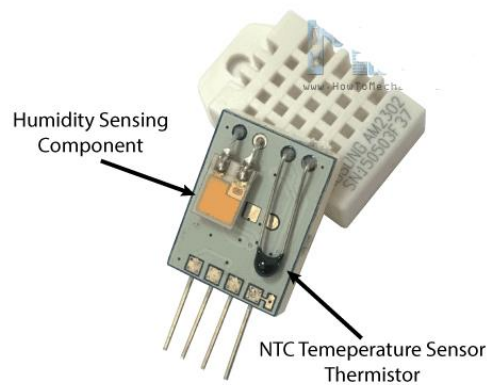
## 1.1 Cấu tạo

Cảm biến độ ẩm và nhiệt độ DHT11 là cảm biến rất thông dụng hiện nay vì chi phí rẻ và rất dễ lấy dữ liệu thông qua chuẩn giao tiếp 1 wire. Chuẩn giao tiếp 1 wire là dùng 1 chân Digital để truyền dữ liệu. Bộ tiền xử lý tín hiệu tích hợp trong cảm biến giúp bạn có được dữ liệu chính xác mà không phải qua bất kỳ tính toán nào.



Hình 1. 1. Module cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

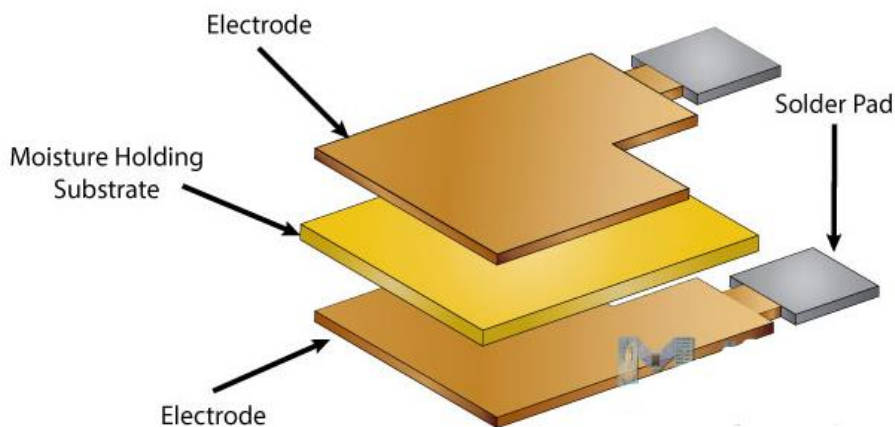
Cấu tạo của DHT11 nói riêng với DHTxx nói chung là giống nhau, đều gồm 1 IC, 1 điện trở, 1 linh kiện cảm biến độ ẩm. Cụ thể: DHT11 bao gồm một linh kiện cảm biến độ ẩm, cảm biến nhiệt độ NTC và một IC ở phía sau của cảm biến (Hình 1. 2. Cấu tạo DHT).



**Hình 1. 2. Cấu tạo DHTxx**

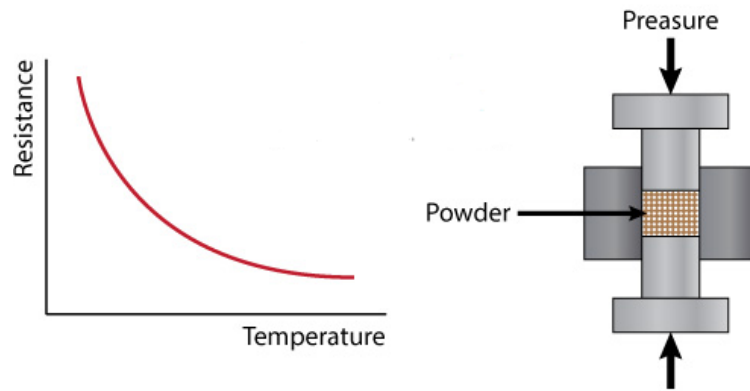
Vì chúng ta đang sử dụng để đo nhiệt độ, nên nhóm sẽ tập trung về điện trở và IC.

Giới thiệu qua về đo độ ẩm, họ sử dụng thành phần cảm biến độ ẩm có hai điện cực với chất giữ ẩm giữa chúng. Vì vậy, khi độ ẩm thay đổi, độ dẫn của chất nền thay đổi hoặc điện trở giữa các điện cực này thay đổi. Sự thay đổi điện trở này được đo và xử lý bởi IC khiến cho vi điều khiển luôn sẵn sàng để đọc Hình 1. 3. Khái quát đo độ ẩm DHT11 .



**Hình 1. 3. Khái quát đo độ ẩm DHT11**

Mặt khác, để đo nhiệt độ, các cảm biến này sử dụng cảm biến nhiệt độ NTC (1 loại nhiệt điện trở). Một nhiệt điện trở thực sự là một điện trở thay đổi điện trở của nó với sự thay đổi của nhiệt độ. Những cảm biến này được chế tạo bằng cách thiêu kết các vật liệu bán dẫn như gốm hoặc polyme để cung cấp những thay đổi lớn hơn trong điện trở chỉ với những thay đổi nhỏ về nhiệt độ. Thuật ngữ có tên là “NTC” có nghĩa là hệ số nhiệt độ âm, có nghĩa là điện trở giảm khi nhiệt độ tăng.

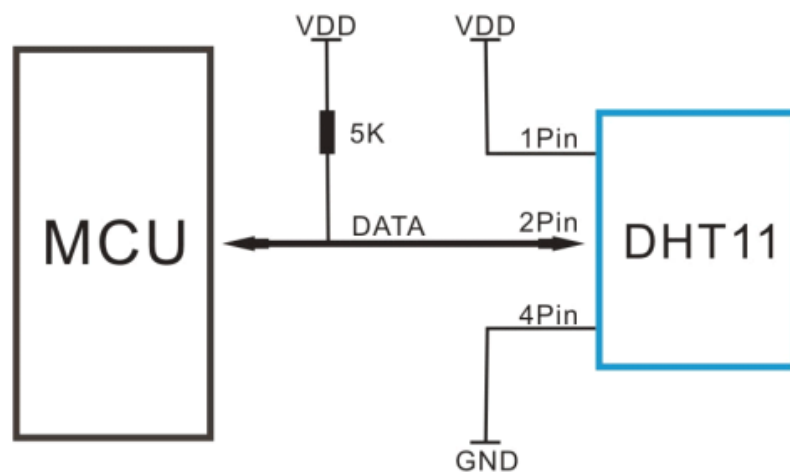


**Hình 1. 4. Hoạt động của NTC (nhiệt điện trở hệ số âm)**

## 1.2 Nguyên lý hoạt động

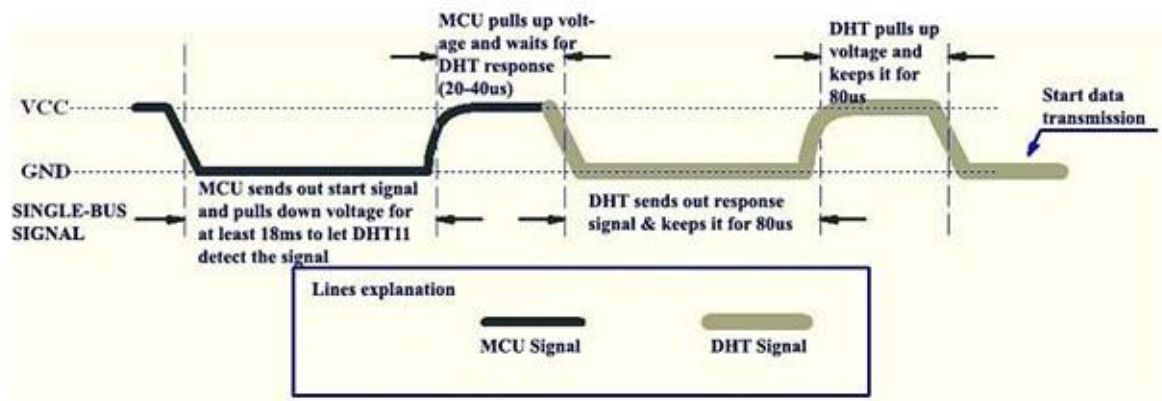
Để có thể giao tiếp với DHT11 theo chuẩn 1 chân vi xử lý thực hiện theo 2 bước:

- Gửi tín hiệu muốn đo (Start) tới DHT11, sau đó DHT11 xác nhận lại.
- Khi đã giao tiếp được với DHT11, Cảm biến sẽ gửi lại 5 byte dữ liệu và nhiệt độ đo được.



**Hình 1. 5. Sơ đồ chân DHT11 kết nối với MCU (kết nối vi xử lý)**

- Bước 1: gửi tín hiệu Start



**Hình 1. 6. Tín hiệu khi được truyền khi đo**

- MCU thiết lập chân DATA là Output, kéo chân DATA xuống 0 trong khoảng thời gian  $>18\text{ms}$ . Trong Code mình để  $25\text{ms}$ . Khi đó DHT11 sẽ hiểu MCU muốn đo giá trị nhiệt độ và độ ẩm.
- MCU đưa chân DATA lên 1, sau đó thiết lập lại là chân đầu vào.
- Sau khoảng  $20\text{-}40\mu\text{s}$ , DHT11 sẽ kéo chân DATA xuống thấp. Nếu  $>40\mu\text{s}$  mà chân DATA không được kéo xuống thấp nghĩa là không giao tiếp được với DHT11.
- Chân DATA sẽ ở mức thấp  $80\mu\text{s}$  sau đó nó được DHT11 kéo lên cao trong  $80\mu\text{s}$ . Bằng việc giám sát chân DATA, MCU có thể biết được có giao tiếp được với DHT11 không. Nếu tín hiệu đo được DHT11 lên cao, khi đó hoàn thiện quá trình giao tiếp của MCU với DHT.
- Bước 2: đọc giá trị trên DHT11 thực phẩm chức năng:
  - DHT11 sẽ trả giá trị nhiệt độ và độ ẩm về dưới dạng 5 byte. Trong đó:
    - Byte 1: giá trị phần nguyên của độ ẩm (RH%)
    - Byte 2: giá trị phần thập phân của độ ẩm (RH%)
    - Byte 3: giá trị phần nguyên của nhiệt độ (TC)
    - Byte 4 : giá trị phần thập phân của nhiệt độ (TC)
    - Byte 5 : kiểm tra tổng.
  - ⇒ Nếu Byte 5 = (8 bit) (Byte1 + Byte2 + Byte3 + Byte4) thì giá trị độ ẩm và nhiệt độ là chính xác, nếu sai thì kết quả đo không có nghĩa.
  - Đọc dữ liệu: Sau khi giao tiếp được với DHT11, DHT11 sẽ gửi liên tiếp 40 bit 0 hoặc 1 về MCU, tương ứng chia thành 5 byte kết quả của Nhiệt độ và độ ẩm.

Dữ liệu truyền về của DHT11 gồm 40bit dữ liệu theo thứ tự: 8 bit biểu thị phần nguyên của độ ẩm + 8 bit biểu thị phần thập phân của độ ẩm + 8 bit biểu thị phần nguyên của nhiệt độ + 8 bit biểu thị phần thập phân của nhiệt độ + 8 bit check sum.



Ví dụ: ta nhận được 40 bit dữ liệu như sau:

0011 0101    0000 0000    0001 1000    0000 0000    0100 1101

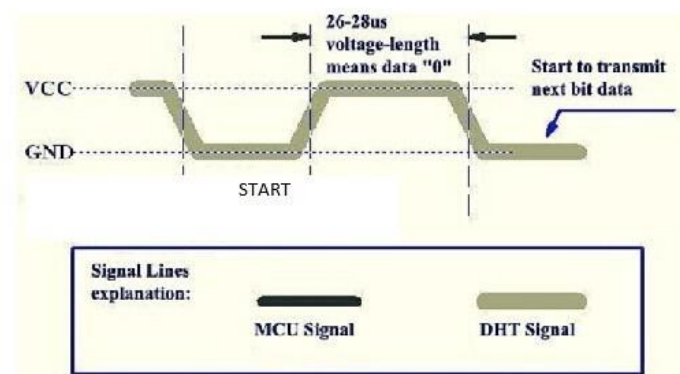
Tính toán:

8 bit checksum:  $0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$

Độ ẩm:  $0011\ 0101 = 35H = 53\%$  (ở đây do phần thập phân có giá trị 0000 0000, nên ta bỏ qua không tính phần thập phân)

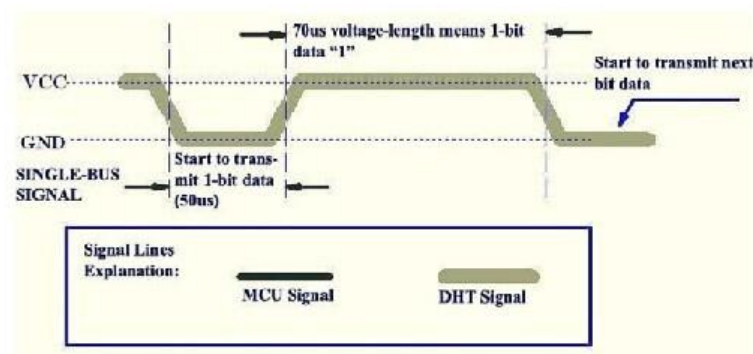
Nhiệt độ:  $0001\ 1000 = 18H = 24^{\circ}C$  (ở đây do phần thập phân có giá trị 0000 0000, nên ta bỏ qua không tính phần thập phân)

- Bit 0:



Hình 1. 7. Tín hiệu truyền khi đầu vào là bit 0

- Bit 1:



Hình 1. 8. Tín hiệu được truyền khi đầu vào là bit 1

Sau khi tín hiệu được đưa về 0, ta đợi chân DATA của MCU được DHT11 kéo lên 1. Nếu chân DATA là 1 trong khoảng 26-28 us thì là 0, còn nếu tồn tại 70us là 1. Do đó trong lập trình ta bắt sườn lên của chân DATA, sau đó delay 50us. Nếu giá trị đo được là 0 thì ta đọc được bit 0, nếu giá trị đo được là 1 thì giá trị đo được là 1.

### 1.3 Chức năng các chân cảm biến

Các cảm biến DHTx11 có bốn chân, VCC, GND, chân dữ liệu và chân không được kết nối không sử dụng. Cần có một điện trở từ 5K đến 10K Ohms để giữ cho đường dữ liệu ở mức cao và để cho phép giao tiếp giữa cảm biến và Board Arduino. Nhóm em sử dụng phiên bản của các cảm biến này đi kèm với một board đột phá với điện trở tích hợp cùng với đèn báo. Trên module chúng em sử dụng có 3 chân như trên Hình 1. 1. Module cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

- GND: Nối cực âm của mạch
- Data: Chân tín hiệu vào và ra
- Vcc: Cấp nguồn cho cảm biến (5V)

### 1.4 Yêu cầu chức năng

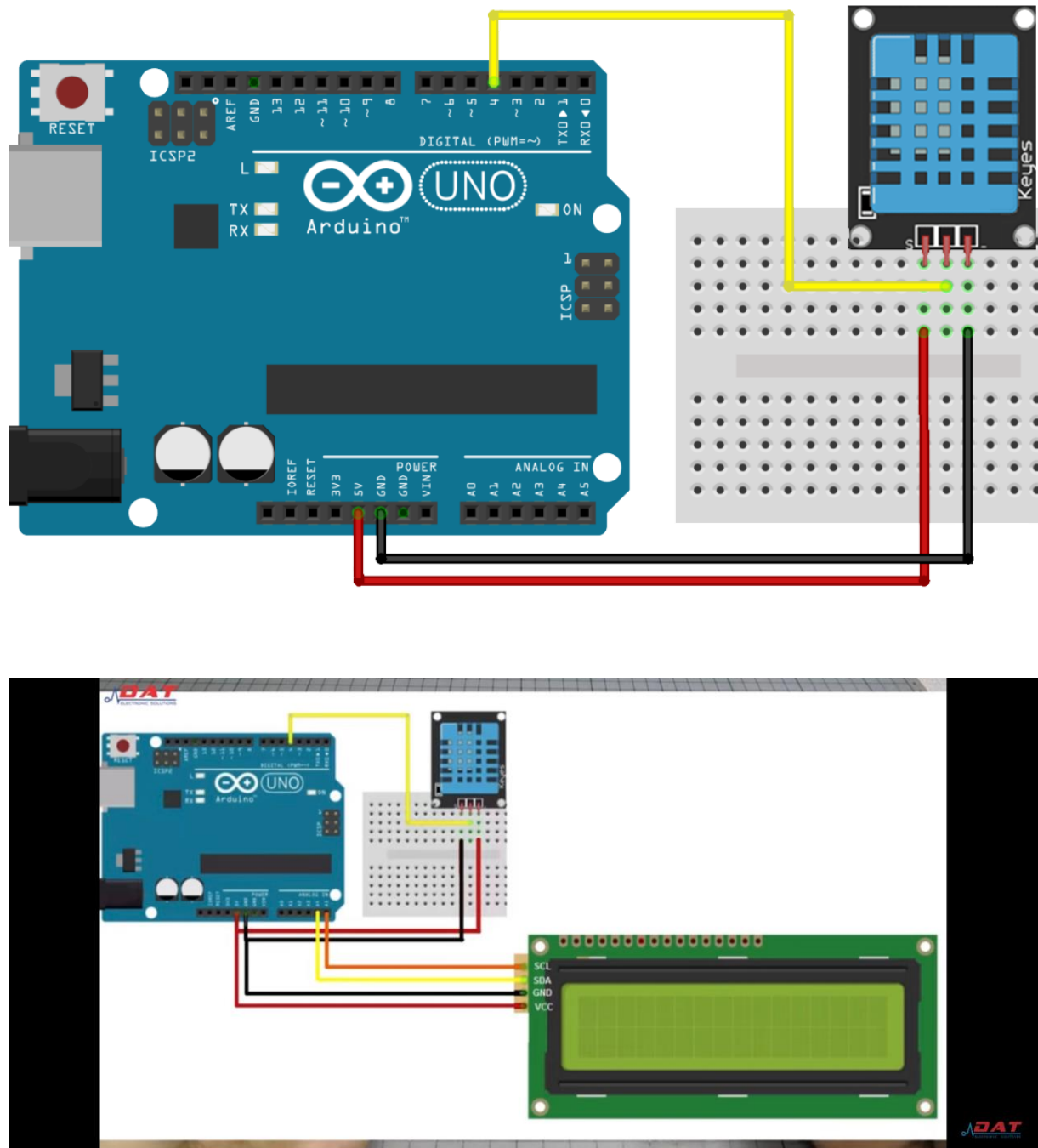
- Dải điện áp hoạt động: điện áp cấp từ cổng USB của laptop là 5V
- Phạm vi đo:  $0 - 50^{\circ} \pm 2^{\circ}$
- Hiển thị trên màn hình laptop sau khi nạp code qua arduino
- Sampling rate: 1Hz (1 lần đọc sau 1s)
- Dòng điện cấp cao nhất: 2.5mA.

### 1.5 Yêu cầu phi chức năng

- Môi trường yên tĩnh, tránh nhiễu tạp âm, mặt phẳng phản xạ nhẵn, có hệ số phản xạ lớn
- Nhiệt độ trong phòng làm việc trong khoảng từ  $0 - 40^{\circ}\text{C}$

## CHƯƠNG 2. Thiết kế

### 2.1 Sơ đồ nguyên lý



Hình 2. 1. Sơ đồ nguyên lý đo nhiệt độ và độ ẩm bằng cảm biến DHT11

Kết nối cảm biến DHT11 tương ứng với các chân trên Arduino (chân GND, data, VC)

## 2.2 Lập trình cho Arduino

Đầu tiên chúng ta cần nạp thư viện DHT có thể tìm thấy từ trang web chính thức của Arduino, sau đó xác định số chân mà cảm biến của chúng ta được kết nối và tạo một đối tượng DHT. Trong phần thiết lập, chúng ta cần bắt đầu giao tiếp nối tiếp vì chúng ta sẽ sử dụng màn hình để in kết quả. Sử dụng hàm `read11()` để đọc dữ liệu từ cảm biến và đặt các giá trị của nhiệt độ và độ ẩm vào các biến `t` và `h`. Cuối cùng, in nhiệt độ và các giá trị độ ẩm trên màn hình LCD.

Khai báo thư viện và chân kết nối cho cảm biến DHT ở đây mình dùng chân D5 trên Arduino Uno

```
#include "DHT.h"
const int DHTPIN = 5;
const int DHTTYPE = DHT11;
```

Setup:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
```

Trong báo cáo, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11, nên chúng ta cần phải khai báo là DHTTYPE là DHT11. Ta cần hai biến đọc giá trị nhiệt độ và độ ẩm sau đó in ra màn hình.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
#include <DHT.h>

const int DHTPIN = 5; //Chân Out của cảm biến nối chân số 5 Arduino

const int DHTTYPE = DHT11; // Khai báo kiểu cảm biến là DHT11
//const int DHTTYPE = DHT22; // DHT 22
//const int DHTTYPE = DHT21; // DHT 21

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //Khai báo thư viện chân cảm biến và kiểu cảm biến

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  dht.begin(); //Khởi động cảm biến

  lcd.init(); //Khởi động LCD
  lcd.backlight(); //Mở đèn
  lcd.setCursor(0,0);
```

```

    lcd.print("DO AM:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("C|F:");
}

void loop()
{
    float doam = dht.readHumidity(); //Đọc độ ẩm

    float doC = dht.readTemperature(); //Đọc nhiệt độ C

    float doF = dht.readTemperature(true); //Đọc nhiệt độ F

    // Kiểm tra cảm biến có hoạt động hay không
    if (isnan(doam) || isnan(doC) || isnan(doF))
    {
        Serial.println("Không có giá trị trả về từ cảm biến DHT");
        return;
    }

    Serial.print("Độ ẩm: ");
    Serial.print(doam);
    lcd.setCursor(7,0); //con trỏ vị trí số 7, hiện ô số 8
    lcd.print(doam);
    lcd.setCursor(12,0); //Con trỏ ở vị trí 12, hiện ô 13
    lcd.print("%");

    Serial.print("% Nhiệt độ: ");
    Serial.print(doC);
    Serial.print("°C | ");
    Serial.print(doF);
    Serial.println("°F");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(doC);
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print("|");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(doF);

    delay(1000);
}

```

## CHƯƠNG 3. Kết quả đo và sai số

### 3.1 Kết quả đo

Đo nhiệt độ trong phòng kín, kết quả đo 20 lần, mỗi lần cách nhau 5 phút.

**Bảng 3. 1. Bảng kết quả đo**

- Chúng em tiến hành đo 20 lần độ ẩm trong phòng vào lúc 4 giờ 30 phút ngày 10/2, mỗi lần cách nhau 5 phút và thu được 20 giá trị như trong bản sau:

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nhiệt độ (°C)	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.7	24.7	24.8	24.6	24.5
Độ ẩm (%)	81	81	82	81	82	82	81	81	81	80
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nhiệt độ (°C)	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.5	24.5	24.4	24.4	24.4
Độ ẩm (%)	80	80	81	80	82	81	80	80	80	80

Nhiệt độ trung bình = 24,62°C

Độ ẩm trung bình = 80.8%

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varepsilon_i = t_i - \bar{t}$	0.18	0.18	0.18	0.08	0.08	0.18	-0.02	-0.12	-0.02	-0.02
$\varepsilon_i = h_i - \bar{h}$	0.2	0.2	1.2	0.2	1.2	1.2	0.2	0.2	0.2	-0.8
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\varepsilon_i = t_i - \bar{t}$	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.12	-0.12	-0.22	-0.22	-0.22
$\varepsilon_i = h_i - \bar{h}$	-0.8	-0.8	0.2	-0.8	1.2	0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

Nhiệt độ trung bình = 24,62°C  
Độ ẩm trung bình = 80.8%

### 3.2 Xử lý sai số đo theo tính toán

Số lần đo:  $n = 20$ .

Nhiệt độ của mỗi lần đo là  $T_i$  với  $i = 1 \div 20$

### Nhiệt độ

- Sai số trung bình:  $d = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{\sqrt{n(n-1)}} \approx 0.1169$
- Nhận thấy  $|e_i| < 6d$  nên không có giá trị nào bị sai trong quá trình đo.
- Sai số trung bình phương:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i)^2}{n-1}} = 0.1402$
- Sai số trung bình phương của trị số trung bình cộng:  $\sigma_{tb} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.0313$
- Với độ tin cậy  $P = 0.997$ ,  $n = 20$  thì  $t = 3.1$ , ta xác định được kết quả đo là:  $T = \bar{T} \pm t\sigma_{tb}$
- $T = 24.6200 \pm 0.0970 (^{\circ}C)$

### Độ ẩm

- Sai số trung bình:  $d = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{\sqrt{n(n-1)}} \approx 0.6566$
- Nhận thấy  $|e_i| < 6d$  nên không có giá trị nào bị sai trong quá trình đo.
- Sai số trung bình phương:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i)^2}{n-1}} = 0.7678$
- Sai số trung bình phương của trị số trung bình cộng:  $\sigma_{tb} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.1717$
- Với độ tin cậy  $P = 0.997$ ,  $n = 20$  thì  $t = 3.1$ , ta xác định được kết quả đo là:  $H = \bar{H} \pm t\sigma_{tb}$
- $H = 80.8000 \pm 0.5323 (\%)$

Bảng 2-2 biểu diễn sự biến đổi của  $t$  phụ thuộc theo số lần đo  $n$ , khi độ tin cậy đã cho là  $P=0,997$ .

Bảng 2-2: Khi  $P=0,997$

n	5	6	7	10	15	20	$\infty$
t	5,2	4,6	4,2	3,6	3,2	3,1	3

Hình 3. 1. Bảng số liệu chuẩn 2.2 theo sách

\*) Nhận xét:

Sai số 0.5323% và 0,0970°C là sai số chấp nhận được.

## 3.3 Nguyên nhân sai số

### 3.3.1 Sai số hệ thống

- Do bộ phận cảm biến nhiệt của DHT11 (điện trở nhiệt) chưa hoạt động hoàn toàn chính xác (khi từ nhiệt độ môi trường xác định điện trở)

### 3.3.2 Sai số ngẫu nhiên

- Do nguồn đầu vào của DHT11 chưa ổn định
- Do ảnh hưởng môi trường, nhiễu tạp âm, nhiễu, nhiệt độ không ổn định

## 3.4 Hướng hạn chế sai số

### Khắc phục sai số hệ thống

- Sử dụng cảm biến DHT11 và Arduino mới, có hiệu năng và độ chính xác cao hơn

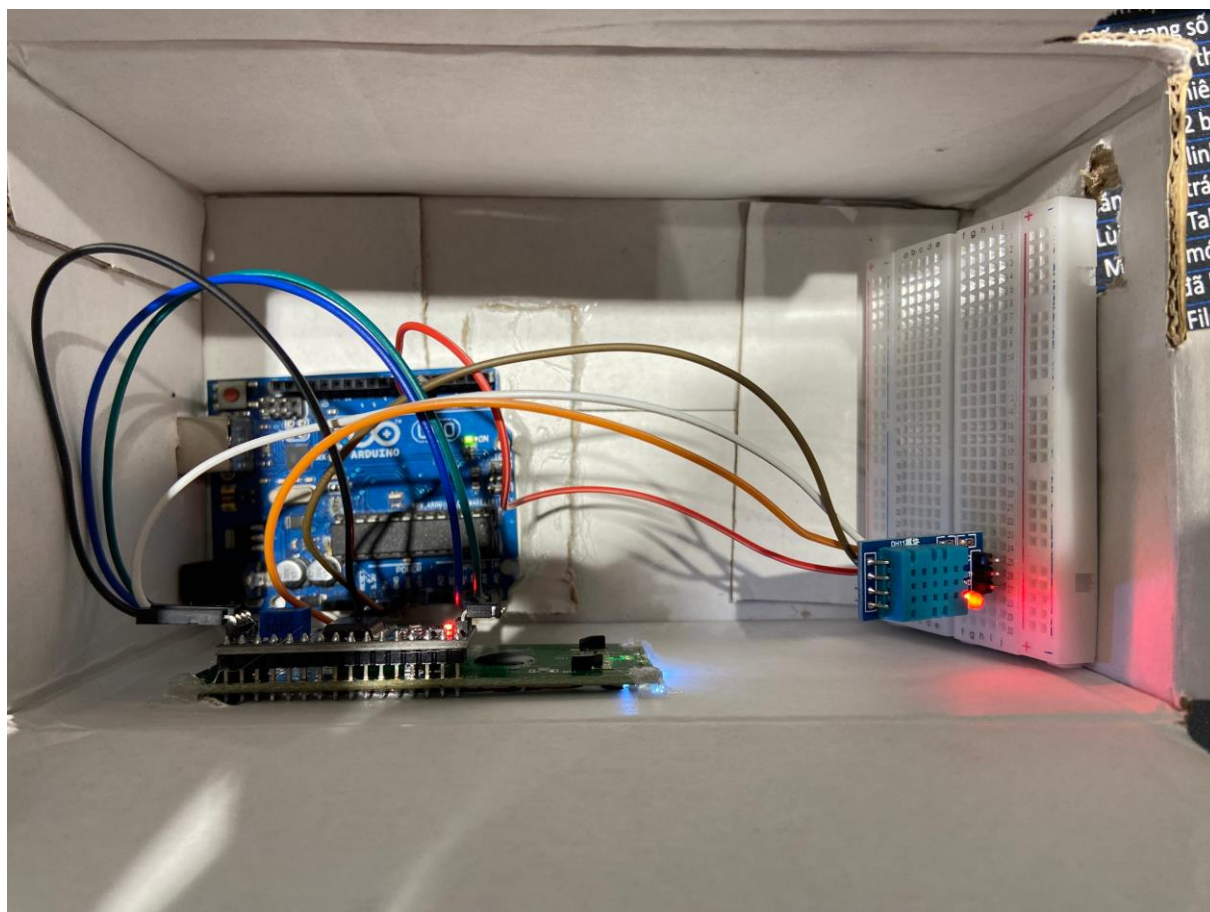
### **Khắc phục sai số ngẫu nhiên**

- Tăng số lần đo để giá trị trung bình gần với giá trị thực hơn
- Mắc thêm 1 tụ điện 100nF vào chân VDD với GND của DHT11 với vai trò lọc nguồn.



## CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

Mạch đo nhiệt độ không khí bằng Module cảm biến DHT11 được bọn em triển khai như Hình 4.1.



Hình 4.1: Thực hiện lắp mạch theo thiết kế

Kết quả đo nhiệt độ và độ ẩm của mạch trên Hình 4.1 được hiển thị như trên màn hình LCD



### **Đánh giá sản phẩm**

- Đã đạt được các yêu cầu đặt ra.
- Mạch nhỏ gọn, hoạt động nhanh nhạy, chính xác.
- Giải quyết phần xử lý sai số tốt.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://arduino.vn/doc-cam-bien-nhiet-do-do-am-dht11-arduino/>
2. <https://vietmachine.com.vn/huong-dan-su-dung-cam-bien-nhiet-do-va-do-am-cua-dht11-dht22-bang-arduino.html>
3. <http://hocdientu.vn/threads/dht11-cam-bien-do-am.122/>
4. [https://www.google.com.vn/search?q=ch%E1%BB%A9c+n%C4%83ng+ch%C3%A2n+c%E1%BA%A3m+bi%E1%BA%BFn+dht11&tbm=isch&ved=2ahUKEWju0Ly4obH1AhX-23MBHaylBUgQ2-cCegQIABAA&oq=ch%E1%BB%A9c+n%C4%83ng+ch%C3%A2n+c%E1%BA%A3m+bi%E1%BA%BFn+dht11&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1CDBljnDmCIEWgAcAB4AIABdYgBwwWSAQMzLjSYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=8G7hYe6YJv63z7sPrMuWwAQ#imgsrc=JgX1hNYytduxaM](https://www.google.com.vn/search?q=ch%E1%BB%A9c+n%C4%83ng+ch%C3%A2n+c%E1%BA%A3m+bi%E1%BA%BFn+dht11&tbm=isch&ved=2ahUKEWju0Ly4obH1AhX-23MBHaylBUgQ2-cCegQIABAA&oq=ch%E1%BB%A9c+n%C4%83ng+ch%C3%A2n+c%E1%BA%A3m+bi%E1%BA%BFn+dht11&gs_lcp=CgNpbWcQA1CDBljnDmCIEWgAcAB4AIABdYgBwwWSAQMzLjSYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=8G7hYe6YJv63z7sPrMuWwAQ#imgsrc=JgX1hNYytduxaM)
5. <https://datasheetpdf.com/pdf-file/785590/D-Robotics/DHT11/1>

## KẾT LUẬN

Như vậy, nhóm chúng em đã hoàn thành đề tài: ĐO NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ SỬ DỤNG CẢM BIẾN DHT11 và XỬ LÝ SAI SỐ cho bài tập lớn môn Đo lường điện tử. Biết cách hoạt động, nguyên lý của cảm biến DHT11, cách sử dụng để đo nhiệt độ, xác định được nguyên nhân sai số và hướng xử lý. Đồng thời, củng cố bổ sung kiến thức cho học phần này.

Chúng em cảm ơn thầy cô, anh chị đã cung cấp môi trường, cơ hội, sân chơi để chúng em hoàn thiện bản thân hơn cũng như cung cấp tài liệu, góp ý giúp chúng em hoàn thành bài tập này!