

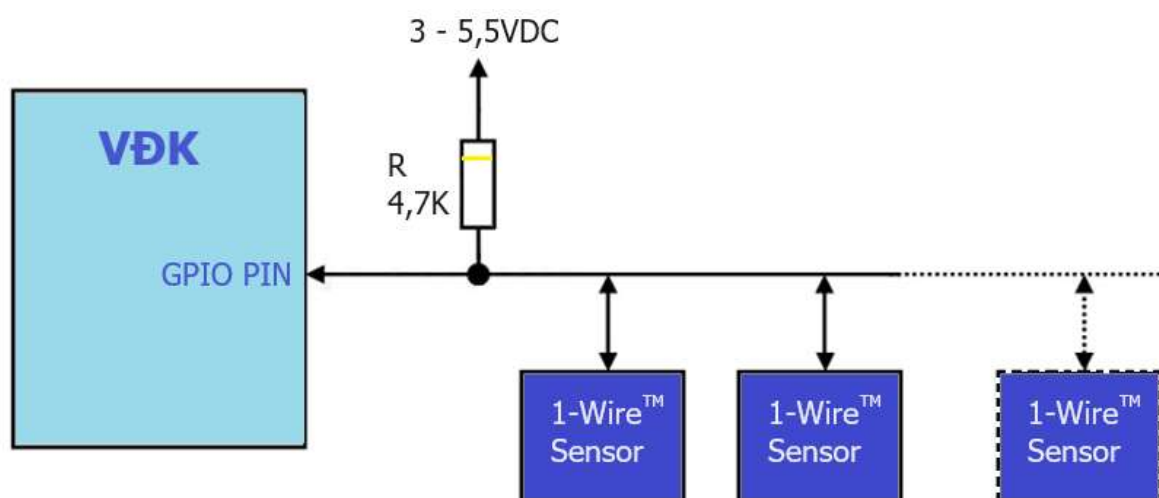
## GIAO TIẾP 1-WIRE

### I. TRUYỀN THÔNG 1-WIRE

#### 1. One Wire là gì?

Chuẩn giao tiếp 1-Wire được nghiên cứu và phát triển bởi Dallas Semiconductor (Maxim). 1-Wire sử dụng một dây nối đất và một dây data để thực hiện truyền và nhận dữ liệu. Trong một số ứng dụng, dây data này cũng đồng thời là dây cấp nguồn cho slave.

1-Wire là chuẩn giao tiếp không đồng bộ bán song công (half-duplex: tại một thời điểm, master chỉ có thể truyền hoặc nhận tín hiệu). Vì 1-Wire sử dụng dây cấp nguồn và truyền dữ liệu đồng thời nên khi master và slave không thực hiện việc truyền nhận dữ liệu dây này phải ở trạng thái điện áp cao. Thông thường dây này sẽ được nối với nguồn thông qua một điện trở gọi là điện trở kéo lên (pull-up resistor). Tùy theo các thiết bị mà giá trị điện trở này có thể thay đổi.



Hình 1. Sơ đồ truyền thông 1-Wire

#### 2. Điện áp hoạt động

Hầu hết các thiết bị slave của truyền thông 1-Wire hoạt động với mức điện áp từ 2,8V đến 5,25V. Với các thiết bị slave không có đường cấp nguồn riêng, sử dụng nguồn từ chính

đường data thì trên chip cần phải có 1 tụ điện  $> 800\text{pF}$ , 1 diode và điện trở mắc nối tiếp để lấy nguồn từ chính đường data.

### **3. Tốc độ truyền**

Truyền thông 1-Wire có hai chế độ làm việc là standard và overdrive. Khi làm việc ở chế độ standard thì tốc độ truyền dữ liệu có thể đạt 16.3kbps. Ở chế độ overdrive tốc độ truyền nhận có thể đạt tới 125kbps.

### **4. Khung truyền thông**

Chuẩn giao tiếp 1-Wire tuân theo mô hình master - slave. Trên một đường truyền dữ liệu có thể gắn một hoặc nhiều thiết bị slave, nhưng chỉ có một thiết bị là master. Mỗi một slave có 8 byte (64-bit) địa chỉ lưu trữ trong bộ nhớ ROM của mình. Các địa chỉ này là duy nhất, do đó khi kết nối vào chung một bus dữ liệu, thiết bị master sẽ có thể nhận biết được giữa các slave. 8 byte này được chia ra làm 3 phần sau:

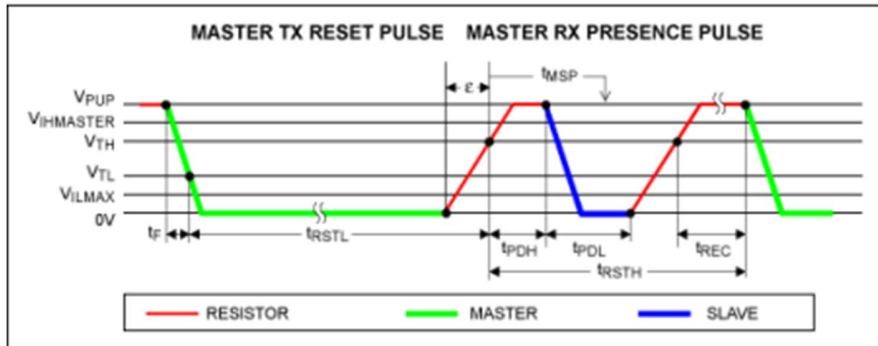
- Byte đầu tiên - LSB (least significant byte), byte đầu tiên là mã họ thiết bị (family codes) giúp xác định đó là loại thiết bị nào.
- 6 Byte tiếp theo là địa chỉ riêng của từng thiết bị.
- Byte cuối cùng MSB (most significant byte) dùng để kiểm tra tính toàn vẹn của dữ liệu – cyclic redundancy check (CRC), giúp kiểm tra xem tín hiệu truyền/nhận có bị lỗi hay không.

### **5. Khe thời gian đọc/ghi**

Chuẩn giao tiếp 1-Wire sử dụng khái niệm time slot (khe thời gian). Một time slot là một khoảng thời gian trong đó mức logic 1 hoặc 0 sẽ được ghi hoặc đọc. Time slot có khoảng thời gian là  $60\mu\text{s}$  khi hoạt động ở chế độ standard, và  $8\mu\text{s}$  với chế độ overdrive.

Có 3 hoạt động cơ bản của One Wire là Reset/Presence Detect, Read, Write.

### 5.1. Reset/Presence Detect



Hình 2. Tín hiệu Reset/Presence

Master kéo tín hiệu truyền xuống mức thấp trong khoảng thời gian từ  $480\mu s$  đến  $640\mu s$ . Khoảng thời gian này được hiểu là khoảng thời gian Reset. Sau khoảng thời gian này, nếu có Slave sẽ gửi trả tín hiệu presence bằng cách kéo tín hiệu xuống mức thấp trong khoảng  $60\mu s$  đến  $240\mu s$ . Trường hợp không có tín hiệu presence master sẽ hiểu là không có slave nào được kết nối vào mạng, và các quá trình tiếp theo sẽ không được diễn ra.

Trước khi bắt đầu xác định một slave để làm việc, master cần đưa ra lệnh reset để xác định là có slave nào đó có nằm trên đường truyền bằng cách phản hồi lại tín hiệu present.

Sau khi đã xác định có thiết bị slave được kết nối, master sẽ chọn tất cả hay chỉ 1 slave (dựa trên địa chỉ của thiết bị) để làm việc. Hoặc sẽ xác định slave tiếp theo bằng thuật toán tìm kiếm nhị phân.

Sau khi đã xác định được slave làm việc thì tất cả các slave khác sẽ được bỏ qua, và tất cả các tín hiệu truyền đi sẽ chỉ được nhận bởi thiết bị master và slave đã được chọn.

Nếu muốn giao tiếp với một slave khác, master sẽ bắt đầu lại quá trình từ bước đầu.

Khi một thiết bị được chọn, master có thể đưa ra các lệnh cụ thể cho thiết bị, gửi dữ liệu đến nó hoặc đọc dữ liệu từ nó. Bởi vì mỗi loại thiết bị thực hiện các chức năng khác nhau và phục vụ cho mục đích khác nhau, mỗi máy có một giao thức duy nhất khi nó đã được chọn. Mặc

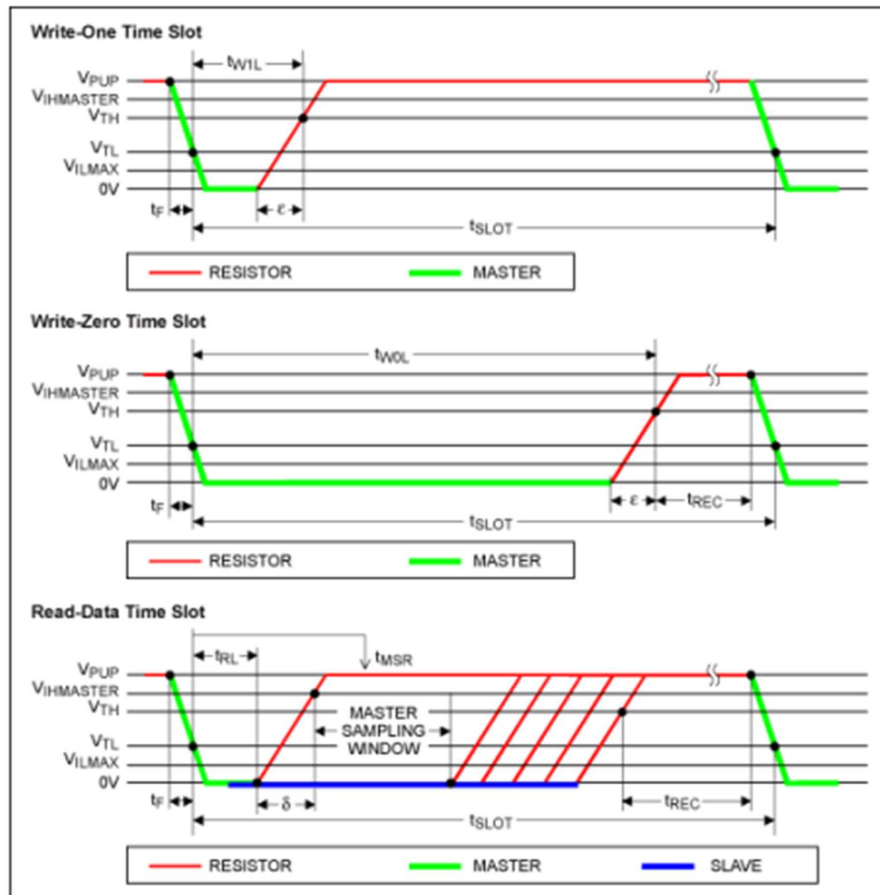
dù mỗi loại thiết bị có thể có các giao thức và tính năng khác nhau nhưng tất cả chúng đều có quy trình lựa chọn giống nhau và tuân theo tiến trình nhất định

### **5.2. Ghi dữ liệu**

Đối với bit 1 master kéo đường truyền xuống mức thấp trong khoảng 1 đến 15 $\mu$ s, sau đó sẽ giải phóng đường truyền về mức cao. Đối với bit 0 master sẽ kéo đường truyền xuống mức thấp trong khoảng 60 $\mu$ s đến 120 $\mu$ s, sau đó sẽ giải phóng đường truyền về mức cao. Giữa các lần gửi bit (0 hoặc 1) sẽ có khoảng thời gian nghỉ (recovery time) tối thiểu 1 $\mu$ s.

### **5.3. Đọc dữ liệu**

Read: Master sẽ kéo tín hiệu truyền xuống mức thấp trong khoảng 0-15 $\mu$ s. Nếu slave muốn gửi bit 1 sẽ giải phóng đường truyền trở về mức cao, nếu muốn gửi bit 0 slave sẽ giữ đường truyền ở mức thấp trong khoảng thời gian 15 $\mu$ s đến 60 $\mu$ s. Các khoảng thời gian trong các hoạt động trên được xác định ở chế độ standard.



Hình 3. Đọc ghi các bit giữa VĐK và thiết bị trên đường dây 1-Wire

## II. CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ DS18B20

### 1. Giới thiệu

DS18B20 là cảm biến nhiệt độ có đầu ra tín hiệu số với độ phân giải từ 9 đến 12 bit có chức năng cảnh báo với bộ nhớ dữ liệu không bay hơi lưu trữ giá trị cảnh báo ngưỡng thấp và cao. DS18B20 sử dụng truyền thông 1-Wire giao tiếp với VĐK. Ngoài ra DS18B20 còn có thể được cấp nguồn trực tiếp từ đường dữ liệu, do đó chỉ cần 2 dây kết nối giữa DS18B20 và VĐK, 1 đường dữ liệu và 1 đường đất.

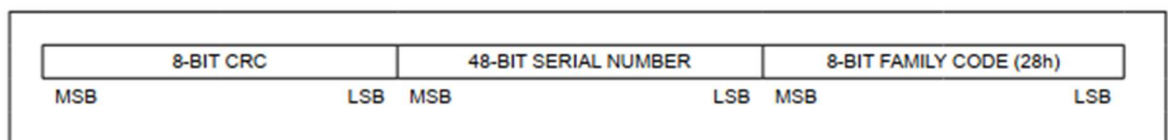
Mỗi chip DS18B20 có một mã tuần tự duy nhất 64bit cho phép kết nối nhiều cảm biến DS18B20 trên một đường truyền 1-Wire.

### 2. Ứng dụng

- Điều khiển nhiệt độ.
- Ứng dụng trong các hệ thống công nghiệp.
- Các sản phẩm tiêu dùng.
- Các bộ đo nhiệt độ.
- Các hệ thống nhạy cảm với nhiệt độ.

### 3. Bộ mã ROM 64 bit

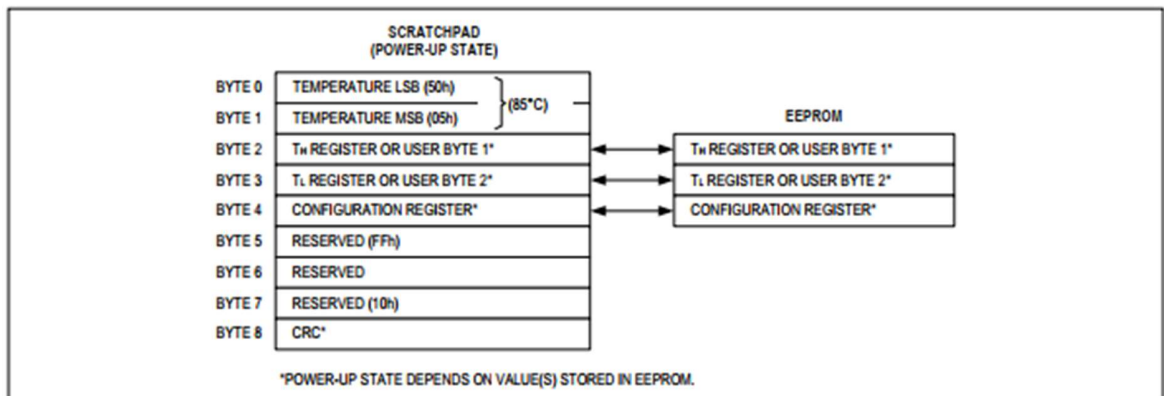
Mỗi cảm biến DS18B20 chứa một bộ mã 64 bit duy nhất trong ROM. 8 bit thấp nhất chứa mã gia đình của cảm biến, 48 bit kế tiếp chứa chuỗi mã serial number, 8 bit cao nhất chứa mã kiểm tra CRC, 8 bit này được tính theo thuật toán từ 56 bit trước.



**Hình 4. Bộ mã ROM 64 bit.**

### 4. Thanh ghi của DS18B20

Bộ nhớ của DS18B20 được tổ chức như hình dưới. Lưu ý trong trường hợp không sử dụng chức năng cảnh báo thì thanh ghi TH và TL có thể được sử dụng như thanh ghi đa mục đích.



**Hình 5. Thanh ghi trên DS18B2 (bộ nhớ Scratchpad)**

Byte 0 và 1 chứa giá trị nhiệt độ byte thấp và byte cao, đây là 2 byte chỉ đọc. Byte 2 và 3 chứa giá trị cảnh báo nhiệt độ cao và thấp. Byte 4 là thanh ghi cấu hình cảm biến. Các thanh ghi 5, 6, 7 được sử dụng bởi cảm biến và không được phép ghi đè lên. Byte 8 chứa mã CRC và cũng là thanh ghi chỉ đọc.

#### 4.1. Thanh ghi cấu hình (Configuration Register)

Các bit R0 và R1 của thanh ghi được dùng để cấu hình độ phân giải của cảm biến. Mặc định khi cấp nguồn thì giá trị của 2 bit này bằng 1 (độ phân giải 12 bit) Các bit 7, 4, 3, 2, 1, 0 được sử dụng bởi DS18B20 và không được ghi đè.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

**Hình 6. Thanh ghi cấu hình.**

Thời gian chuyển đổi nhiệt độ sang số của cảm biến phụ thuộc vào độ phân giải bộ chuyển đổi ADC, độ phân giải càng cao thời gian chuyển đổi càng lớn.

R1	R0	RESOLUTION (BITS)	MAX CONVERSION TIME	
0	0	9	93.75ms	(t <sub>CONV</sub> /8)
0	1	10	187.5ms	(t <sub>CONV</sub> /4)
1	0	11	375ms	(t <sub>CONV</sub> /2)
1	1	12	750ms	(t <sub>CONV</sub> )

**Hình 7. Cấu hình độ phân giải và thời gian chuyển đổi ADC.**

## 4.2. Thuật toán sinh mã CRC

Byte CRC được ghi trong thanh ghi thứ 9 của DS18B20 và trong 8 bit cao nhất của bộ nhớ ROM. Mã CRC của bộ nhớ ROM được sinh ra từ 56 bit còn lại. Mã CRC trong thanh ghi thứ 9 được tính từ giá trị các thanh ghi còn lại, do đó giá trị của nó sẽ thay đổi theo nội dung của các thanh ghi khác.

## 5. Trình tự giao tiếp với DS18B20

Trình tự giao tiếp giữa VDK và DS18B20 được thực hiện như sau:

- Bước 1: khởi tạo (Initialization)
- Thực thi các lệnh ROM (ROM Command)
- Thực thi các lệnh chức năng (Function Command)

### 5.1. Khởi tạo (Initialization)

Mọi giao tiếp truyền thông trên đường truyền 1-Wire đều bắt đầu từ xung Reset từ VDK, kế tiếp là xung presence từ thiết bị báo cho VDK biết là thiết bị có trên đường truyền và sẵn sàng hoạt động.

### 5.2. Các lệnh ROM (ROM Command)

#### 5.2.1 Search ROM (0xF0)

Khi bật nguồn, VDK muốn xác định mã ROM của tất cả các thiết bị khác có trên đường truyền nhằm xác định số lượng và kiểu của thiết bị.

#### 5.2.2. Read ROM (0x33)

Lệnh này đọc 64 bit ROM từ thiết bị.

#### 5.2.3. Match ROM (0x55)

Lệnh Match ROM thực thi sau lệnh ReadROM, chỉ thiết bị có 64 bit ROM phù hợp mới đáp ứng VDK, các thiết bị khác đợi đến khi có xung Reset.

#### 5.2.4. Skip ROM (0xCC)

VDK có thể dùng lệnh này để ra lệnh đồng thời cho tất cả các DS18B20 mà không cần dùng tới lệnh Match ROM. Ví dụ: VDK lệnh cho tất cả các cảm biến DS18B20 có mặt trên đường truyền lấy mẫu tín hiệu đồng thời bằng cách sử dụng lệnh Convert T (0x44) ngay sau lệnh Skip Rom.

## 5.4. Các lệnh chức năng (Function Command)

### 5.4.1. Convert T (0x44)



Lệnh khởi tạo quá trình chuyển đổi nhiệt độ từ DS18B20, dữ liệu chuyển đổi sẽ được ghi vào hai thanh ghi đầu tiên của bộ nhớ và DS18B20 quay trở lại trạng thái năng lượng thấp. Trường hợp cảm biến sử dụng nguồn nuôi từ đường tín hiệu DATA thì VĐK cần phải đặt lại trạng thái điện trở kéo lên trong vòng 10micro giây.

#### 5.4.2. Write Scratchpad (0x4E)

Lệnh này cho phép VĐK viết 3 byte dữ liệu lên thanh ghi của DS18B20, các byte lần lượt được ghi vào các thanh ghi TH, TL và thanh ghi Configuration.

#### 5.4.3. Read Scratchpad (0xBE)

Lệnh này cho phép đọc toàn bộ nội dung các thanh ghi của DS18B20.

#### 5.4.4. Copy Scratchpad (0x48)

Lệnh này sao chép nội dung của thanh ghi TH, TL, thanh ghi Configuration vào bộ nhớ EEPROM.

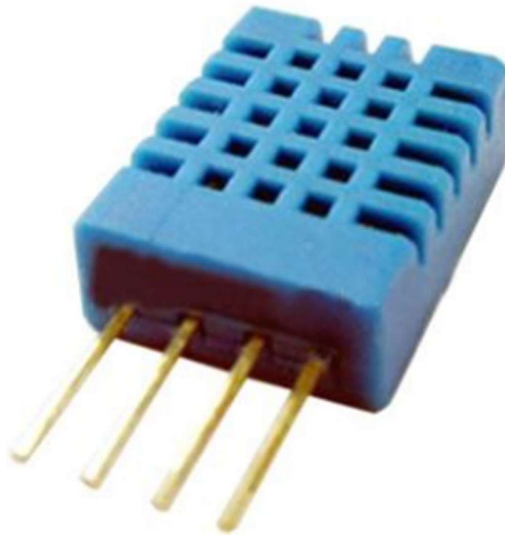
#### 5.3.5. Recall E<sup>2</sup> (0xB8)

Lệnh này sao chép dữ liệu TH, TL và Configuration từ bộ nhớ EEPROM vào các thanh ghi tương ứng.

### III. CẢM BIẾN ĐO NHIỆT ĐỘ, ĐỘ ẨM DHT11

#### 1. Giới thiệu

DHT11 là cảm biến tích hợp đo nhiệt độ và độ ẩm có đầu ra tín hiệu số đã được hiệu chỉnh.



Hình 8. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11.

#### 2. Ứng dụng

HVAC, thiết bị hút ẩm, dụng cụ kiểm tra, tự động hóa, thiết bị đo ghi dữ liệu, trạm quan trắc thời tiết, v.v...

#### 3. Ưu điểm sản phẩm

Giá rẻ, tính ổn định theo thời gian cao, đo đồng thời cả nhiệt độ và độ ẩm tương quan. Đáp ứng nhanh, có thể truyền dữ liệu ở khoảng cách xa.

#### 4. Thông số kỹ thuật

- Độ ẩm tương quan

Độ phân giải: 16Bit.

Sai số lặp lại:  $\pm 1\%RH$ .

Độ chính xác:  $\pm 5\%RH$  ở  $25^{\circ}C$ .

- Nhiệt độ

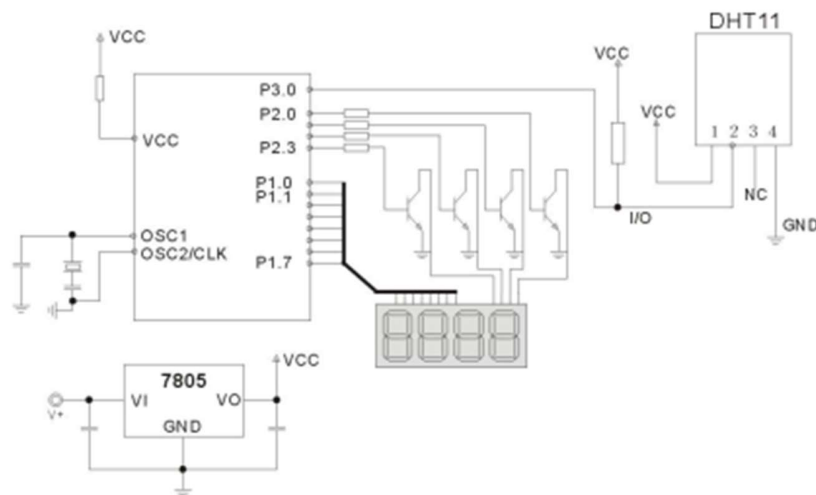
Độ phân giải: 16Bit

Sai số lặp lại:  $\pm 1^{\circ}C$

Độ chính xác:  $\pm 2^{\circ}C$  ở  $25^{\circ}C$

- Nguồn cấp: 3,3V – 5,5V

5. Sơ đồ đấu nối tiêu chuẩn



**Hình 9. Sơ đồ đấu nối cảm biến DHT11 với VĐK và led hiển thị 7 thanh.**

Đối với các ứng dụng tiêu chuẩn yêu cầu chiều dài cáp kết nối không quá 20 mét với điện trở kéo lên 5,1K. Trường hợp cáp dài hơn 20 mét giá trị điện trở này phải giảm xuống.

Nếu điện áp nguồn cấp là 3,3 V thì chiều dài cáp tín hiệu không quá 100cm. Cáp dài quá sẽ gây hiện tượng sụt áp cấp cho cảm biến dẫn đến kết quả đo bị sai lệch,

Để đảm bảo giá trị đọc được là chính xác, khoảng thời gian giữa hai lần đọc tín hiệu từ cảm biến nên lớn hơn 5 giây.

## 6. Truyền thông với VĐK

DHT11 sử dụng truyền thông 1-Wire. Dữ liệu truyền 40bit (bit cao đầu tiên) được định dạng như sau:

8bit dữ liệu độ ẩm dạng số nguyên + 8bit dữ liệu độ ẩm dạng thập phân + 8bit dữ liệu nhiệt độ dạng số nguyên + 8bit dữ liệu nhiệt độ dạng thập phân + 8bit kiểm tra chẵn lẻ được xác định như sau:

8bit dữ liệu độ ẩm dạng số nguyên + 8bit dữ liệu độ ẩm dạng thập phân + 8bit dữ liệu nhiệt độ dạng số nguyên + 8bit dữ liệu nhiệt độ dạng thập phân

Ví dụ: 40 bit nhận được từ DHT11 như sau

0011 0101	0000 0000	0001 0101	0000 0000	0110 1010
8Bit độ ẩm nguyên	8Bit độ ẩm thực	8Bit nhiệt độ nguyên	8Bit nhiệt độ thực	8Bit kiểm tra chẵn lẻ

Byte kiểm tra bit chẵn lẻ được tính như sau:

$0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$

Byte kiểm tra bằng giá trị byte cuối của chuỗi 40 bit nhận được, tín hiệu nhận được là chính xác.

Giá trị độ ẩm  $0011\ 0101 = 0x35 = 53\%RH$ .

Giá trị nhiệt độ  $0001\ 1000 = 18 = 24^{\circ}C$ .

Ví dụ 2:

0011 0101	0000 0000	0100 1001	0000 0000	0110 1010
8Bit độ ẩm nguyên	8Bit độ ẩm thực	8Bit nhiệt độ nguyên	8Bit nhiệt độ thực	8Bit kiểm tra chẵn lẻ

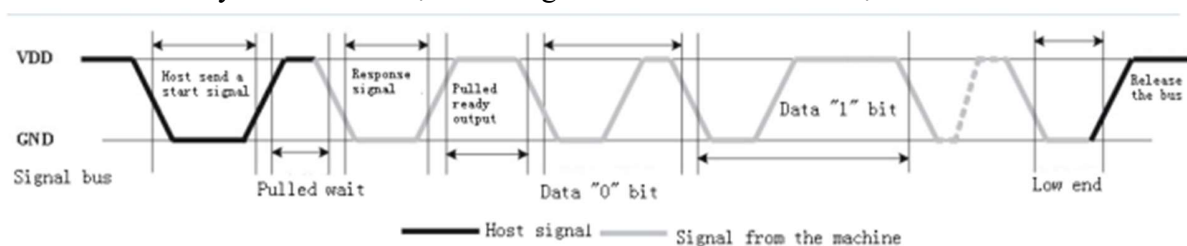
Byte kiểm tra chẵn lẻ:

$0011\ 0101 + 0000\ 0000 + 0001\ 1000 + 0000\ 0000 = 0100\ 1101$ .

Dữ liệu nhận được không chính xác, cần đọc lại.

Biểu đồ thời gian.

Sau khi nhận tín hiệu Start từ VĐK, DHT11 chuyển từ chế độ công suất thấp sang chế độ tốc độ cao và truyền trả về tín hiệu sẵn sàng cho VĐK và 40bit dữ liệu



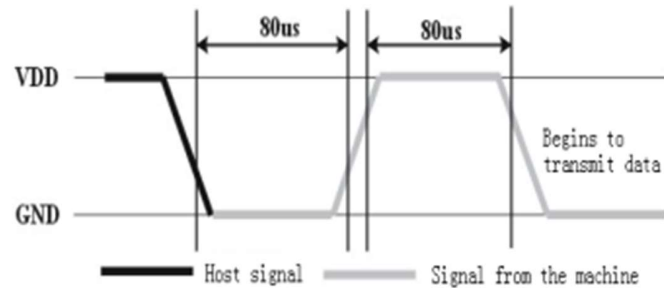
Các bước thực hiện

Truyền thông giữa VĐK và DHT11 thực hiện theo các bước sau:

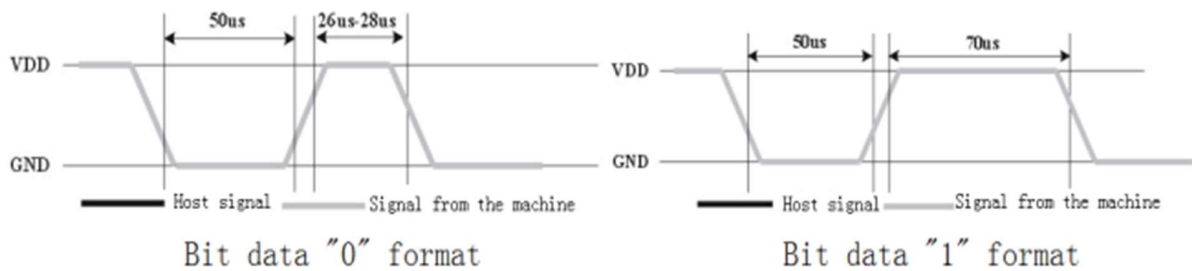
Sau khi cấp nguồn cho DHT11 cần đợi ít nhất 1 giây cho DHT11 hoạt động ổn định (trong thời gian này VĐK không nên gửi bất cứ lệnh gì. Dữ liệu độ ẩm, nhiệt độ được đo khi đường tín hiệu DATA được treo ở mức cao. Lúc này chân DATA của DHT11 ở chế độ INPUT.

Chân DATA của VĐK chuyển chế độ OUTPUT, kéo đường DATA xuống mức 0 với khoảng thời gian ít nhất 18ms sau đó chuyển lên mức cao và chế độ INPUT để sẵn sàng nhận dữ liệu trả về từ DHT11.

Chân DATA của DHT11 ở chế độ INPUT nhận mức tín hiệu thấp từ đường tín hiệu DATA, đợi cho tín hiệu này lên mức cao trở lại sẽ chuyển trạng thái OUTPUT, sau đó kéo đường DATA xuống mức thấp khoảng 80micro giây



5 byte dữ liệu được truyền qua chân DATA pin của DHT11, VĐK đọc trạng thái các bit thông qua việc đo độ dài xung. Một xung ở mức LOW 50 micro giây sau đó ở mức cao từ 26 – 28 micro giây cho mức logic 0. Xung ở mức thấp 50 micro giây chuyển sang mức cao 70 micro giây cho mức logic 1.



Tín hiệu kết thúc

Sau khi gửi 4 byte dữ liệu, chân DATA của DHT11 sẽ ở mức logic thấp 50 micro giây sau đó chuyển sang chế độ INPUT.