

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

MÔN THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG

ĐỀ TÀI:

TRẠM QUAN TRẮC THỜI TIẾT

LỚP L01--- NHÓM 5 --- HK 242

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: BÙI QUỐC BẢO

Sinh viên thực hiện	Mã số sinh viên
Lê Văn Thương	2012180
Trần Hải Đăng	2011089

Thành phố Hồ Chí Minh – 2025

MỤC LỤC

I.Mở đầu:	3
II. Mô tả về trạm quan trắc thời tiết	3
1 Tổng quan về trạm quan trắc thời tiết	3
2 Khái niệm và nguyên lý tốc độ gió	3
3 Khái niệm và nguyên lý đo độ ẩm:	4
4 Khái niệm và nguyên lý đo nhiệt độ	5
5 Thiết kế hệ thống giao tiếp không dây cho hệ thống	6
III.Thiết kế phần cứng	8
1 Phân tích thiết kế	8
2 Phân tích thiết kế mạch Node	9
3 Phân tích thiết kế mạch Master	10
4: Thiết kế sơ đồ nguyên lý	10
5:Thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch Master	16
6: Thiết kế bố trí linh kiện	18
IV.Thiết kế phần mềm	21
1.Cấu hình và lập trình cho STM32F103C8T6	21
2. Cầu hình cho ESP32	26
V.Kết quả thực hiện	28
1.Kết quả phần cứng:	28
2. Kết quả	30
V. Kết luận	31

I.Mở đầu:

Trong bối cảnh hiện nay, thời tiết biến đổi liên tục với tần suất các hiện tượng cực đoan ngày càng gia tăng, ảnh hưởng đến đời sống, sinh hoạt cũng như các hoạt động sản xuất công – nông nghiệp. Do đó, nhu cầu theo dõi và dự báo thời tiết đã trở nên cấp thiết nhằm đảm bảo an toàn cho con người trước các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt và hỗ trợ tối ưu cho hoạt động sản xuất. Hiện nay, người dùng có thể dễ dàng tiếp cận thông tin thời tiết như nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, tốc độ gió... qua Internet. Tuy nhiên, hoạt động quan trắc thời tiết ở nhiều khu vực vẫn còn hạn chế do khác biệt về cơ sở hạ tầng và trình độ kỹ thuật, dẫn đến dữ liệu thời tiết chỉ mang tính tương đối, thường được đo và dự báo trên một khu vực rộng lớn chứ không chính xác ở từng địa điểm cụ thể. Điều này có thể gây ra sai lệch thông tin ở các khu vực xa trạm quan trắc. Với những nhược điểm trên, việc thiết kế một trạm quan trắc thời tiết nhỏ gọn, giá thành hợp lý sẽ giúp người dùng dễ dàng quan sát tình hình thời tiết tại những địa điểm mong muốn. Từ đó, trạm có thể cung cấp thông tin chính xác và cụ thể tại nơi đặt, hỗ trợ hiệu quả cho những công việc bị ảnh hưởng bởi thời tiết.

II. Mô tả về trạm quan trắc thời tiết

1 Tổng quan về trạm quan trắc thời tiết

Hệ thống trạm quan trắc thời tiết là một thiết bị có khả năng đo đạc các thông số thời tiết như nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, vận tốc gió,... Các thông tin này được tổng hợp và hiển thị lên màn hình led hoặc một số thiết bị truyền tin khác. Một trạm quan trắc thời tiết cơ bản bao gồm bộ nguồn, các cảm biến và thiết bị truyền nhận thông tin.

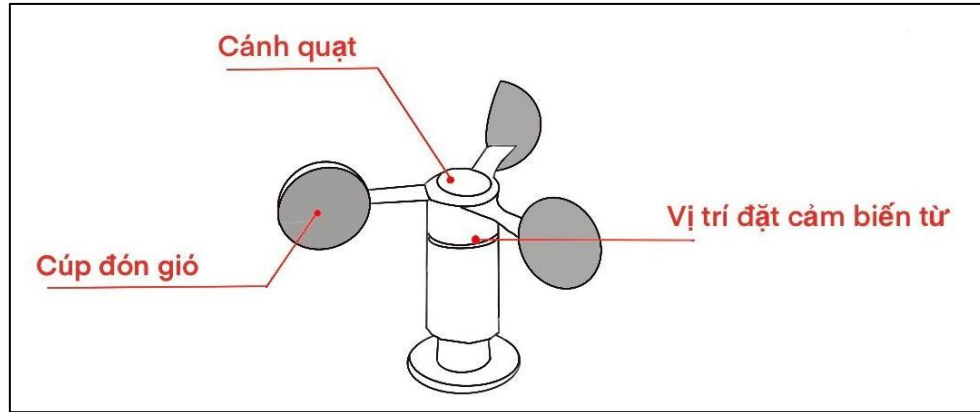
2 Khái niệm và nguyên lý tốc độ gió

Gió là sự di chuyển theo luồng của không khí từ nơi có áp suất cao về áp suất thấp nhằm cân bằng sự chênh lệch áp suất. Ở những nơi có nhiệt độ cao, không khí nóng lên và nở ra từ đó trở nên nhẹ hơn dẫn đến áp suất không khí giảm. Ngược lại, khi nhiệt độ thấp, nhiệt độ không khí giảm xuống, co lại và nặng hơn dẫn đến áp suất tăng. Đó chính là nguyên nhân dẫn đến sự chênh lệch áp suất ở các khu vực từ đó tạo ra gió.

Hiện nay có nhiều phương pháp để đo tốc độ gió như sử dụng các thiết bị đo gió truyền thống như đo bằng cốc, đo bằng cánh quạt,... Bên cạnh các thiết bị truyền thống, hiện nay còn có các thiết bị đo gió bằng sóng siêu âm để đo thời gian thổi qua các đầu dò (Ultrasonic Anemometer), công nghệ Doppler với việc sử dụng tia laser để phát hiện sự thay đổi tần số ánh sáng phản xạ từ các hạt trong không khí. Trong luận văn này tập trung vào việc đo tốc độ gió bằng thiết bị truyền thống (đo bằng cốc) .

Để tính vận tốc gió bằng cốc ta cần một khối cánh quạt quay gồm các cốc, tiếp đó gắn thêm một cực nam châm dưới đế cánh quạt. Khi có luồng gió thổi qua các cốc

sẽ tạo lực đẩy làm cánh quạt quay. Phần dưới đáy sẽ được tích hợp cảm biến từ tính, cảm biến này có chức năng đếm số vòng quay của hệ thống trong một khoảng thời gian cố định từ đó có thể tính vận tốc theo công thức. Tốc độ đo được lúc này sẽ xấp xỉ với tốc độ gió nếu lực cản của cánh quạt không đáng kể.



Hình: Mô tả thiết bị đo gió

Để có thể đo được tốc độ gió từ mô hình trên ta có thể tính toán theo công thức theo các bước như sau:

Đầu tiên cần đo bán kính trục quay (R). Tiếp theo đó chúng ta sẽ thu được chu vi trục quay (C) theo công thức:

$$C = 2 \times R \times \pi = D \times \pi$$

Gọi n là số vòng quay được, ta sẽ có công thức tính quãng đường của trục đã quay được (S) như sau:

$$S = n \times C$$

Sau khi đã có quãng đường quay được ta sẽ tính được vận tốc trục quay (V) trong khoảng thời gian đo được (t) theo công thức: $V = S/t$

Lúc này vận tốc cánh quạt thu được cũng chính là vận tốc của gió.

3 Khái niệm và nguyên lý đo độ ẩm:

Độ ẩm là thông số đặc trưng cho nồng độ nước có trong không khí, lượng hơi nước trong không khí càng cao thì độ ẩm sẽ càng cao. Trong thực tế độ ẩm được đo theo ba phép đo bao gồm

- Độ ẩm tuyệt đối (Absolute Humidity - AH): Biểu thị khối lượng của hơi nước có trong một đơn vị thể tích của không khí và thường được biểu diễn bằng đơn vị g/m^3 .
- Độ ẩm tương đối (Relative Humidity – RH): Độ ẩm tương đối là tỉ số giữa lượng nước có trong không khí với lượng hơi nước mà không khí có thể chứa được ở

một điều kiện nhiệt độ nhất định và được biểu diễn dưới dạng phần trăm. Việc thay đổi nhiệt độ ảnh hưởng đến độ ẩm tương đối bởi vì khi nhiệt độ thấp có thể khiến hơi nước trong không khí bị ngưng tụ (trường hợp độ ẩm tương đối đã đạt tới 100%) từ đó làm tăng độ ẩm tương đối. Ngược lại, khi nhiệt độ cao lượng hơi nước có trong không khí có xu hướng bay hơi đi làm giảm độ ẩm tương đối. Độ ẩm tương đối thường được sử dụng trong các bản dự báo thời tiết vì nhờ vào đó có thể dự đoán khả năng xảy ra mưa và sương mù.

- **Điểm sương (Dew – point):** Điểm sương là ngưỡng nhiệt độ mà không khí cần làm mát (tại áp suất không đổi) để đạt được giá trị độ ẩm tương đối 100% hoặc bão hoà hoàn toàn.¹ Trường hợp nhiệt độ không khí thấp hơn điểm sương, hơi nước sẽ ngưng đọng tạo thành sương hoặc mưa.
- Hiện nay, việc thiết kế sản phẩm đo độ ẩm thường dựa vào ba phương pháp chính bao gồm: ẩm kế điện tử, ẩm kế, thiết bị đo điểm sương.
- **Máy đo độ ẩm điện tử** sử dụng các cảm biến điện dung, điện trở, trọng lực và quang học và kèm theo đó và cảm biến nhiệt độ để đo độ ẩm và nhiệt độ.
- **Ẩm kế:** Thiết kế bao gồm hai nhiệt kế, một nhiệt kế ướt và một nhiệt kế khô. Trong đó đầu của nhiệt kế ướt được bao phủ bằng vải ẩm. Khi ẩm kế được "treo" hoặc xoay, không khí được thổi qua cả hai nhiệt kế. Nhiệt kế ướt được làm mát bởi sự bay hơi nước nhờ đó nhiệt độ đo được trên nhiệt kế ướt giảm. Độ ẩm tương đối được xác định bằng cách so sánh độ chênh lệch nhiệt độ của nhiệt kế ướt và khô. Tuy nhiên việc đo lường này không thật sự quá chính xác, độ sai lệch cao.

Thiết bị đo điểm sương: Không khí được đưa qua một ống dẫn có mặt gương làm mát bằng điện. Bề mặt gương lúc này sẽ liên tục làm mát cho đến khi hệ thống phát hiện sự hình thành sương (bằng thiết bị quang học). Thời điểm hình thành sương hệ thống sẽ đo nhiệt độ để có giá trị điểm sương.

4 Khái niệm và nguyên lý đo nhiệt độ

Nhiệt độ là đại lượng vật lý đo độ nóng, lạnh của một vật thể và thường được đo bằng nhiệt kế. Nhiệt độ thường được biểu diễn bằng ba đơn vị bao gồm: Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (°K). Hiện nay, có nhiều dụng cụ và phương pháp đo nhiệt độ khác nhau:

- **Nhiệt kế:** là một ống thủy tinh có chứa thủy ngân bên trong, khi nhiệt độ thay đổi làm thay đổi thể tích lượng thủy ngân trong ống.
- **Nhiệt kế điện tử:** Sử dụng các IC cảm biến, cảm biến nhiệt điện trở (RTD), nhiệt điện trở (Thermistors), cặp nhiệt điện (Thermocouples),...

5 Thiết kế hệ thống giao tiếp không dây cho hệ thống

Hiện nay có nhiều loại chuẩn giao tiếp không dây khác nhau như Wifi, Bluetooth, Lora, Zigbee. Tuy nhiên, hệ thống trạm quan trắc thời tiết có đặc trưng là đọc từ các vị trí khác nhau nên khoảng cách giữa các trạm này khá xa. Bên cạnh đó việc lắp đặt có thể gặp một số hạn chế về việc cấp nguồn do nguồn điện dân dụng ở một số nơi vẫn chưa được sử dụng rộng rãi. Vì vậy cần lựa chọn chuẩn giao tiếp không dây sao cho có thể truyền được đi xa và có công suất tiêu thụ thấp. Với những đặc tính như vậy Lora là chuẩn giao tiếp phù hợp với yêu cầu đặt ra của hệ thống.

LoRa là một chuẩn tín hiệu sử dụng tần số RF, tạo ra một kênh truyền giao tiếp không dây với mức công suất tiêu thụ thấp. LoRa sử dụng thuật điều chế trải phổ hay còn được gọi là phổ trải rộng (CSS) để mã hoá thông tin. Với điều kiện lý tưởng nó có thể giao tiếp với khoảng cách lên tới 20km. Các thiết bị có sử dụng giao tiếp không dây LoRa thường hoạt động trên dải băng tần ISM (Industry, Scientific, Medical) và ứng dụng trong công nghiệp, nghiên cứu khoa học, y tế. Một số tần số hoạt động thường sử dụng cho Lora bao gồm 433MHz, 868MHz, 915 MHz..

Lora thường được kết hợp chung với LoraWan – một ứng dụng của IoT kết nối với tín hiệu thông qua một giao thức mạng. Cả hai công nghệ này bổ sung cho nhau cung cấp khả năng truyền nhận dữ liệu an toàn và hiệu quả.

Tuy nhiên do phạm vi của bài tập lớn là thiết kế hai trạm trong đó là một trạm Master, một trạm Node nên chỉ tập trung vào giao tiếp giữa hai điểm (point to point).

Trong giao thức không dây Lora cần quan tâm các thông số sau

Thông số	Giá trị	Ghi chú
Tần số (Frequency)	<ul style="list-style-type: none">• 433 MHz• 868 MHz• 915MHz	Là tần số hoạt động mà Lora sử dụng để truyền và nhận dữ liệu
Hệ số trải phổ (Spreading Factor)	<ul style="list-style-type: none">• SF7• SF8• SF9• SF10• SF11• SF12	Hệ số này xác định số lượng bit được sử dụng để mã hoá kí hiệu truyền. Với hệ số trải phổ càng cao thì khoảng cách truyền sẽ tăng (tín hiệu mạnh hơn với nhiễu thấp), tuy nhiên sẽ làm

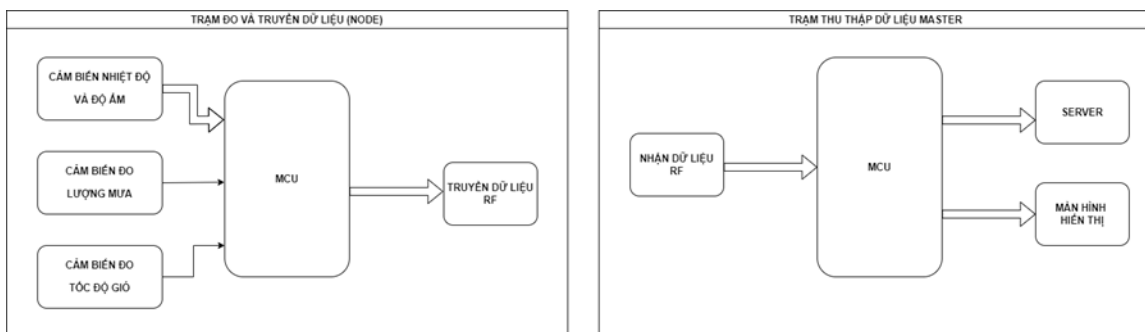
		giảm tốc độ truyền
Băng thông (Bandwidth)	<ul style="list-style-type: none"> • 7,8 kHz • 10,4 kHz • 15,6 kHz • 20,8 kHz • 31,25 kHz • 41,7 kHz • 62,5 kHz 	Thông số này quy định vùng tần số sử dụng để truyền nhận tín hiệu. Với băng thông thấp, có thể cải thiện được độ nhạy từ đó có thể nhận được các tín hiệu yếu. Tuy nhiên băng thông thấp có thể làm giảm tốc độ truyền dữ liệu.
	<ul style="list-style-type: none"> • 125 kHz • 250 kHz • 500kHz 	
Tỷ lệ sửa lỗi (CRC Rate)	<ul style="list-style-type: none"> • CR 4/5 • CR 4/6 • CR 4/7 • CR 4/8 	Đây là thông số tỉ lệ mã hoá sửa lỗi. Với tỉ lệ cao, dữ liệu có khả năng được sửa lỗi cao hơn giúp tăng độ tin cậy của dữ liệu tuy nhiên có thể khiến ảnh hưởng tới tốc độ truyền

Công suất (Power)	<ul style="list-style-type: none"> • 11 dBm • 14 dBm • 17 dBm • 20 dBm 	Công suất cao giúp tín hiệu có thể truyền được quãng đường xa hơn. Tuy nhiên việc tăng công suất truyền khiến tiêu thụ nhiều năng lượng hơn
Bảo vệ quá dòng (Over Current Protection)	• 45 – 240mA	Đây là giá trị giới hạn dòng điện tối đa để bảo vệ module Lora không bị hư hại trong quá trình hoạt động
Tiền tố (Preamble)	• 6 – 65535	Là chuỗi các bit được phát trước khi gửi dữ liệu để có thể đồng bộ giữa bộ thu và phát. Với các giá trị tiền tố càng cao thì độ tin cậy trong môi trường nhiễu càng lớn tuy nhiên có thể làm giảm tốc độ truyền dữ liệu

III. Thiết kế phần cứng

1 Phân tích thiết kế

Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống:



Trạm đo và truyền dữ liệu (Node) bao gồm các khối sau:

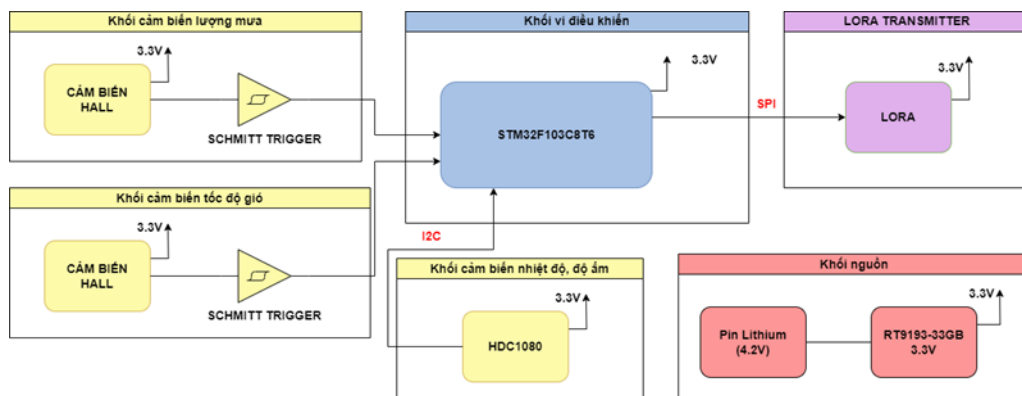
- Khối cảm biến nhiệt độ và độ ẩm: Thu thập dữ liệu về nhiệt độ và độ ẩm không khí, dữ liệu được xử lý bởi MCU.
- Khối cảm biến tốc độ gió: Thu thập thông tin tốc độ gió của môi trường.
- Khối MCU: Xử lý các thông tin thu thập được từ các cảm biến, điều khiển truyền các dữ liệu trên thông qua khối truyền dữ liệu RF.
- Khối truyền dữ liệu RF: Được điều khiển bởi MCU, có khả năng truyền các gói tin không dây.

Trạm thu thập dữ liệu (Master) bao gồm các khối sau:

- Khối nhận dữ liệu RF: Được điều khiển bởi MCU, có khả năng nhận các gói tin không dây.
- Khối MCU: Điều khiển và đọc các thông tin từ khối nhận dữ liệu RF, điều khiển khối hiển thị. Đồng bộ các thông số này lên Web Server.
- Khối màn hình hiển thị: Được điều khiển bởi khối MCU, hiển thị trực quan các thông số thu thập được ở các Node.

2 Phân tích thiết kế mạch Node

Sơ đồ khối chi tiết:



Khối nguồn: Nguồn chính của mạch Node được cấp từ pin Lithium (có mức điện áp từ 3.7V đến 4.2V). Để ổn định điện áp, cần thiết kế một khối ổn định điện áp ở mức 3,3V sử dụng IC RT9193 – 33GB.

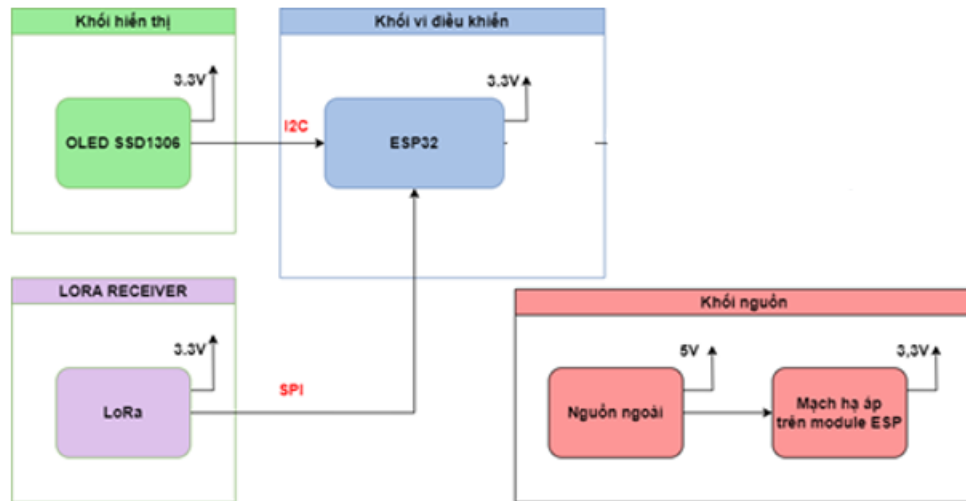
Khối vi điều khiển: gồm một vi điều khiển chính là STM32F103C8T6 và các linh kiện như tụ điện, thạch anh,.. Vi điều khiển này hoạt động ở mức điện áp 3,3V, có đầy đủ các giao tiếp thông dụng như I2C, UART, SPI,...

Khối cảm biến lượng mưa và cảm biến tốc độ gió: bao gồm cảm biến Hall và khối mạch Smith Trigger được thiết kế để giảm thiểu nhiễu trên ngõ ra của khối.

Khối giao tiếp không dây Lora: Truyền các gói tin không dây về cho Master.

3 Phân tích thiết kế mạch Master

Sơ đồ khối



- Khối nguồn: Sử dụng nguồn trực tiếp từ USB, các ngoại vi được cấp nguồn được lấy trực tiếp từ chân 3,3V của module ESP32.
- Khối MCU: Sử dụng module ESP32 được ra chân sẵn. MCU này có chức năng xử lý các thông tin nhận được từ các Node thông qua giao tiếp SPI với khối Lora. Ngoài ra, các thông tin này cũng được MCU đẩy lên Web Server.
- Khối hiển thị: Sử dụng màn hình OLED để hiển thị các thông số để dễ dàng quan sát.
- Khối giao tiếp không dây Lora: Nhận các gói tin không dây từ các Node.

4: Thiết kế sơ đồ nguyên lý

a. Thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch Node

**Thiết kế khối nguồn:*

Khối nguồn cần phải được lựa chọn linh kiện và thiết kế để đảm bảo được sự hoạt động ổn định của toàn bộ hệ thống. Do đó IC nguồn cần phải được lựa chọn công suất phù hợp với hệ thống, có hiệu suất cao và khả năng giảm nhiễu tốt.

Để chọn được công suất của IC nguồn, cần phải ước lượng được công suất tối đa của từng linh kiện được sử dụng trong hệ thống.

Bảng: Giá trị dòng điện tiêu thụ của linh kiện

Tên linh kiện	Dòng điện tiêu thụ tối thiểu (μA)	Dòng điện tiêu thụ tối đa (mA)
---------------	--	--------------------------------

STM32C8T6F103	~3.5	6
LM358	-	0.13
SS49E	-	10
HDC1080	~200	0.3
Lora RA02	1600	93

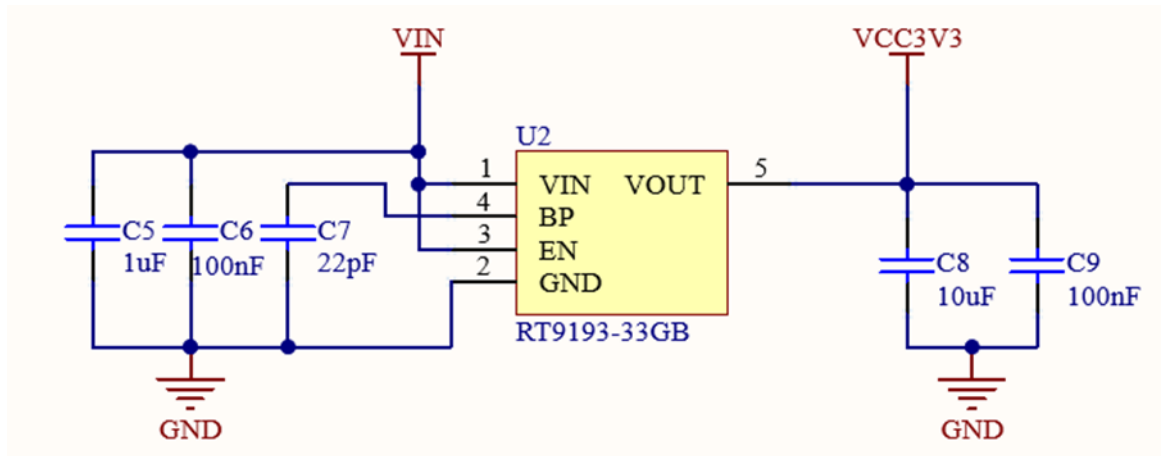
Ngoài ra, còn các thành phần có điện trở cũng sẽ tiêu tán một phần rất nhỏ năng lượng, ước tính khoảng 0,5mA. Như vậy, có thể tính được dòng tiêu thụ tối đa của toàn bộ hệ thống là vào khoảng 100mA.

Cần chọn IC nguồn có công suất tải ngõ ra lớn hơn gấp khoảng 3 lần dòng tiêu thụ của toàn bộ hệ thống. Ngoài ra, IC này cần đảm bảo khả năng khử nhiễu tốt, có dòng tĩnh thấp và điện áp rơi thấp để đảm bảo hiệu suất của mạch. Chọn IC RT9193 – 33GB với các thuộc tính được trình bày trong bảng sau:

Bảng: Thuộc tính điện áp của IC RT9193 - 33GB

Thuộc tính	Giá trị
Điện áp ngõ vào (tối đa)	5.5VDC
Điện áp ngõ ra	3.3VDC
Dòng điện ngõ ra	300mA
Điện áp rơi (I _{out} =300mA)	300mV
Dòng điện tĩnh (tối đa)	130μA

Dựa theo thiết kế khuyến nghị của nhà sản xuất, thực hiện thiết kế lại với sơ đồ nguyên lý như sau:



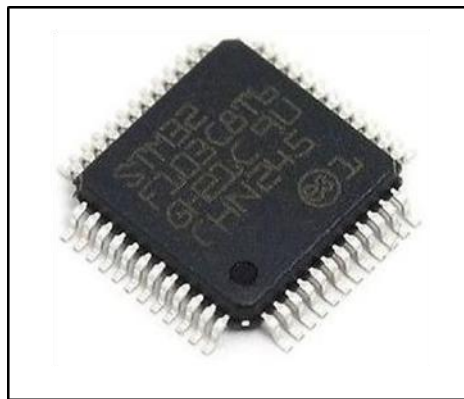
Ngoài các tụ lọc nguồn, thiết kế này có bổ sung thêm một tụ Decoupling 10uF ở các ngõ vào ra, nhằm đảm bảo ổn định cho điện áp đầu vào và đầu ra của nguồn.

**Thiết kế khối vi điều khiển:*

Vi điều khiển được chọn cần phải có các yêu cầu sau:

- Các chuẩn giao tiếp là: I2C, SPI.
- Có hơn 4 chân ngắt ngoài.
- Có chế độ tiêu thụ điện năng thấp.
- Chi phí thấp.

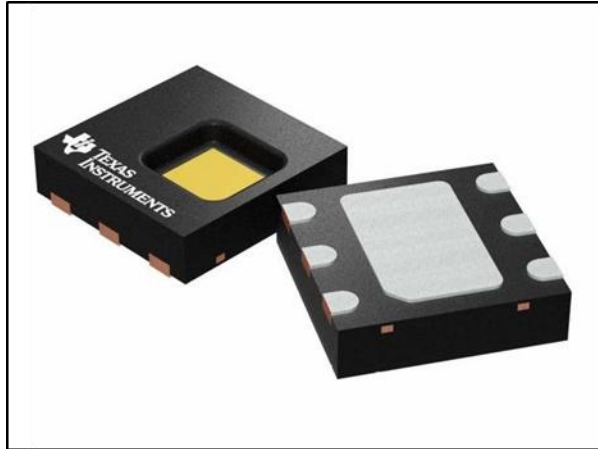
Từ các yêu cầu trên, sử dụng STM32F103C8T6 làm vi điều khiển chính.



Bảng: Thuộc tính của STM32F103C8T6

Thuộc tính	STM32F103C8T6
Họ IC	ARM Cortex M3
Tần số hoạt động tối đa	72MHz

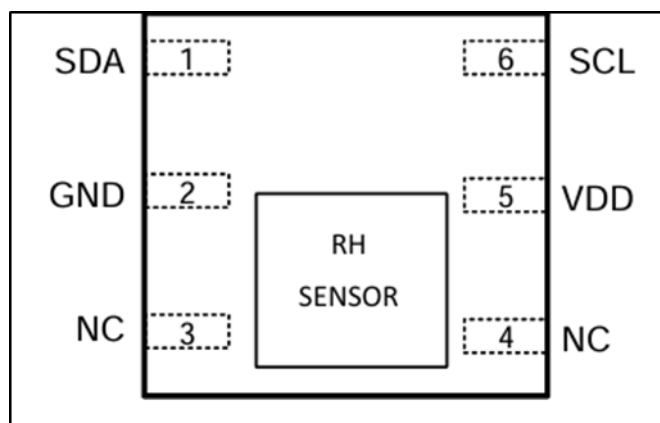
Chọn IC HDC1080 làm mạch đo nhiệt độ và độ ẩm cho toàn bộ hệ thống. Đây là IC có giao tiếp số hoàn toàn, có độ chính xác cao và mức tiêu thụ điện năng thấp.



HCC180 có các thông số đặc trưng sau:

Đặc tính	Giá trị
Điện áp hoạt động	2.7V đến 5.5V
Công suất tiêu thụ	Tối đa: 300 μ A
	Tối thiểu: 100nA
Giao tiếp	I2C
Độ chính xác	Độ ẩm (RH) : $\pm 2\%$ Nhiệt độ: ± 0.2 oC

Mô tả và định nghĩa cấu hình chân của HDC1080:

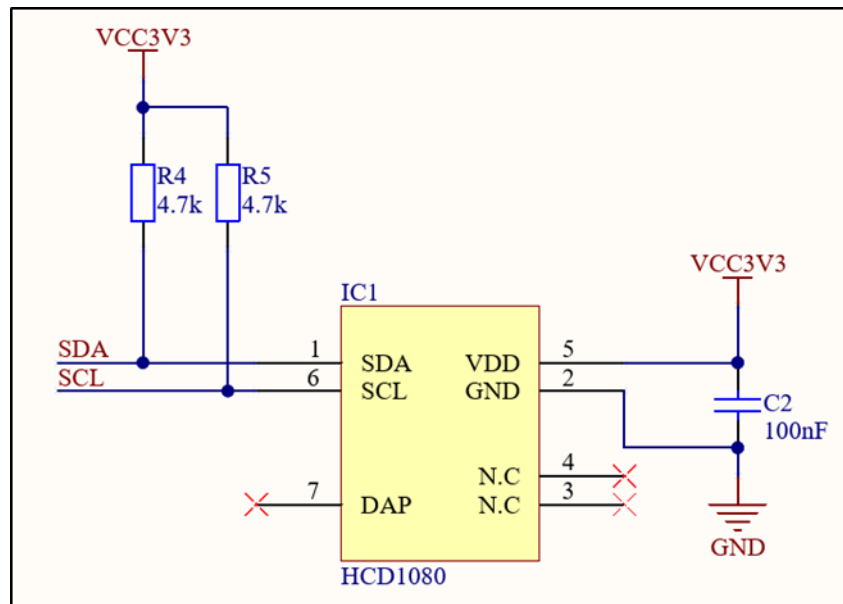


Bảng: Chân chức năng IC HDC1080

Số thứ tự	Tên	Mô tả
1	SDA	Chân dữ liệu nối tiếp của I2C, loại Open-drain
2	GND	Nối đất
3,4	NC	Không kết nối, nên được thả nổi
5	VDD	Chân cấp nguồn
6	SCL	Chân clock của I2C, loại Open-drain

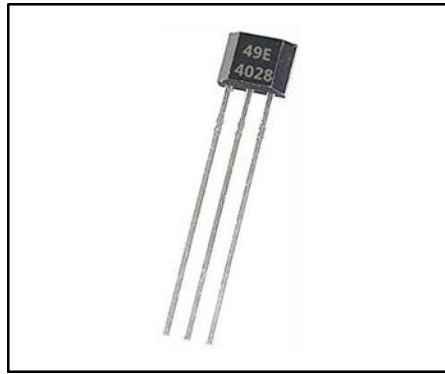
Chọn điện trở kéo lên với giá trị $4,7k\Omega$ theo khuyến nghị của trở kéo lên của STM32F1 cho đường I2C bus. Ngoài ra, thiết kế còn bổ sung thêm một tụ lọc nguồn $100nF$ cho chân VDD để tăng khả năng lọc nhiễu tần số cao.

Mạch nguyên lý khối cảm biến



**Thiết kế đo tốc độ gió:*

Sử dụng cảm biến trường từ Hall SS49E, đây là cảm biến có ngõ ra thuộc loại tuyến tính.

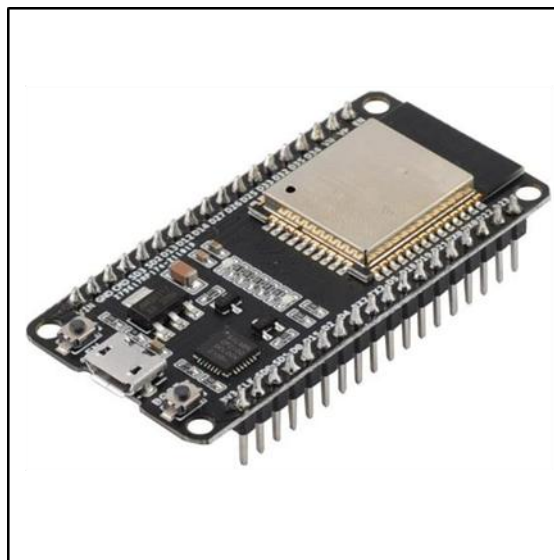


Bảng: Đặc tính của cảm biến hall SS49

Đặc tính	Giá trị
Nguồn cung cấp (VS)	2.7V đến 6.5V
Dòng điện tiêu thụ	10mA
Loại ngõ ra	Tuyến tính
Nhiệt độ hoạt động	-55°C to 165°C

5:Thiết kế sơ đồ nguyên lý mạch Master

Sử dụng Module ESP32 làm MCU chính cho toàn bộ mạch Master.

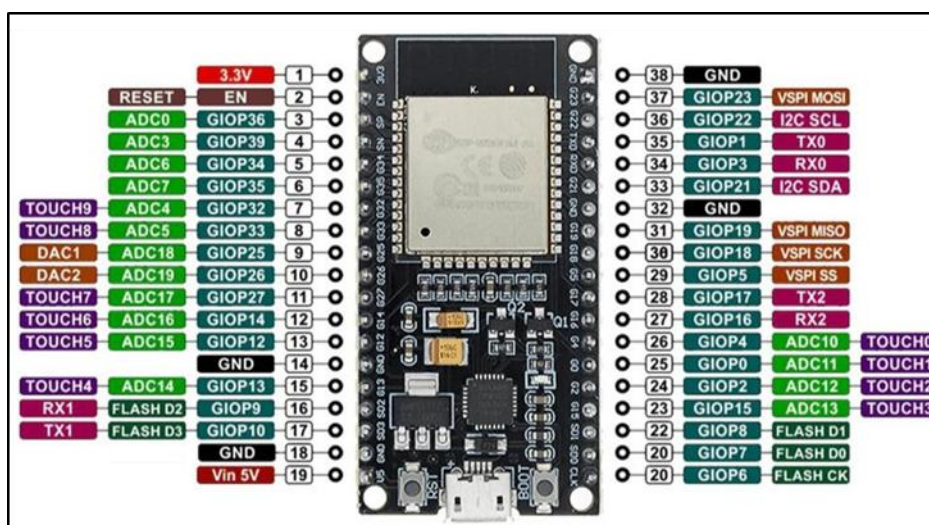


Module ESP32 có trang bị sẵn bộ LDO 3.3V, do vậy có thể cấp nguồn 5V từ cổng USB trên module và sử dụng nguồn 3.3V có sẵn tại các chân có kí hiệu 3V3.

Bảng: đặc tính của ESP32

Đặc tính	Giá trị
Kết nối không dây có hỗ trợ	Wifi, Bluetooth
Điện áp hoạt động	Cấp nguồn 5V hoặc 3.3V
Giao tiếp	I2C, I2S, PWM, SDIO, SPI, UART
Chân I/O	24 chân
Giao thức hỗ trợ	802.11 b/g/n, Bluetooth, BLE
Bộ nhớ Flash	4MB

Cấu hình chân của module ESP32



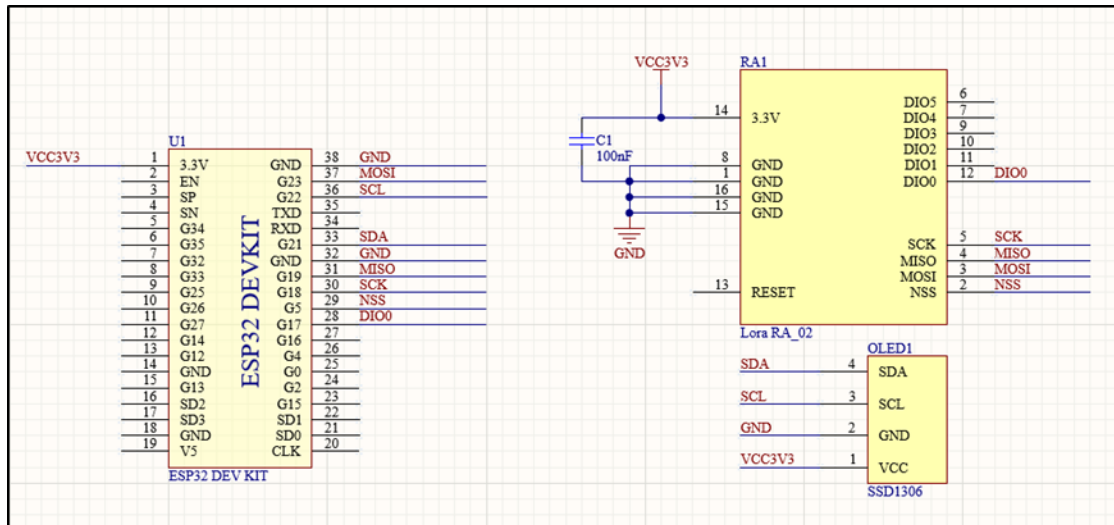
Mạch Master có chức năng nhận tín hiệu thông dây sử dụng module RF, module này sử dụng giao tiếp SPI. Ngoài ra, mạch Master còn có một màn hình OLED sử dụng giao tiếp I2C. Từ các yêu cầu trên, chọn các chân sau của module ESP32 cho thiết kế này.

Bảng cấu hình chân chức năng

Module ESP32	Lora RA 02	OLED
G19	MISO	—
G23	MOSI	—
G18	SCK	—

G5	NSS	—
G17	DIO0	—
G21	—	SDA
G22	—	SCL

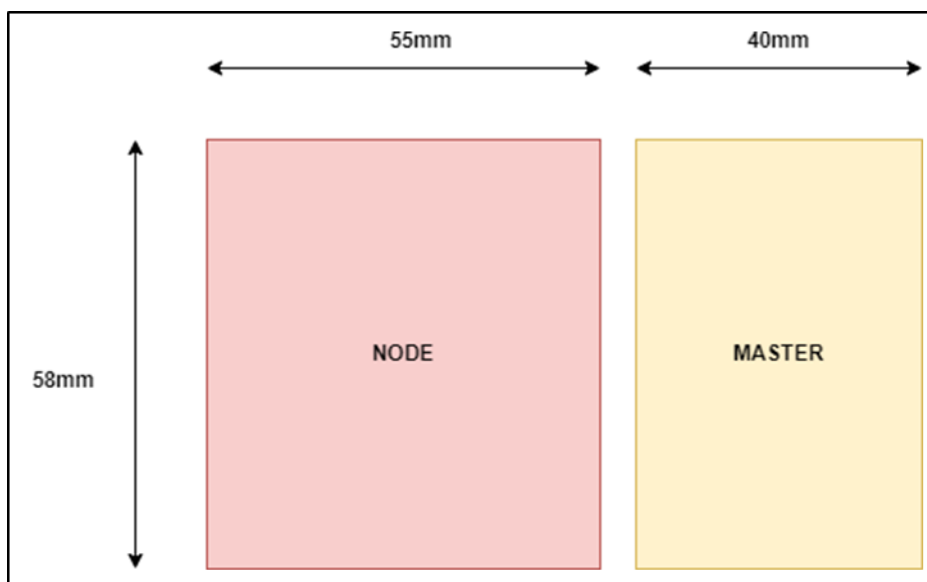
Mạch nguyên lý của master



6: Thiết kế bố trí linh kiện

a. Kích thước mạch in

- Với mạch Master: Mạch Master được lắp đặt trong nhà để truyền dữ liệu lên Server nên không bị ràng buộc bởi kích thước mạch. Tuy nhiên để tối ưu chi phí mạch in cần thiết kế sao cho kích thước mạch master với mạch Node có kích thước không vượt quá 100 x 100mm.
- Với mạch Node: Vì mạch được đặt trong trạm đo tốc độ gió với không gian bên trong bị giới hạn. Do đó cần thiết kế mạch không quá 55 x 58 mm để đặt vừa trong khối 3D



b. Các thông số kỹ thuật:

Để mạch in có thể gia công một cách chính xác, các thông số kỹ thuật của mạch cần được cài đặt theo khả năng đáp ứng của đơn vị gia công mạch.

Thuộc tính	Ràng buộc
Độ rộng tối thiểu đường dây	3mil
Khoảng cách tối thiểu giữa đường dây- đường dây	3mil
Khoảng cách tối thiểu giữa Pad – Pad	3mil
Đường kính tối thiểu của lỗ khoan	0.1mm

Từ các thông số trên cài đặt các thông số như sau cho phần mềm:

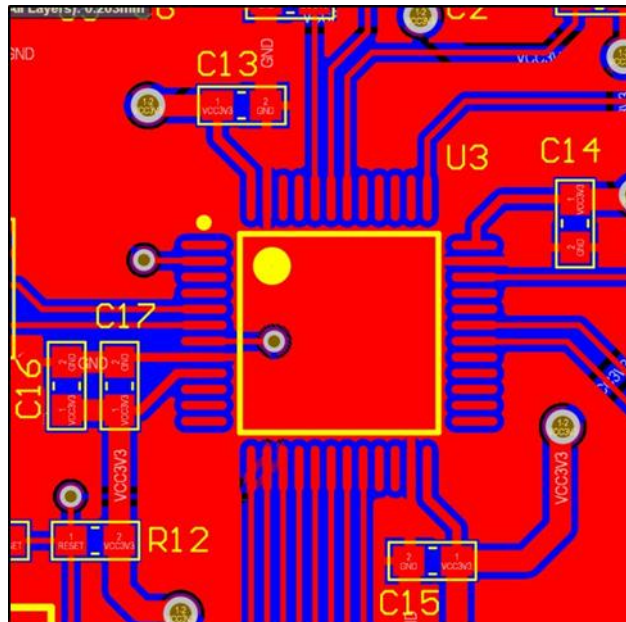
Thuộc tính	Công suất		Tín hiệu	
	Tối thiểu	Tối đa	Tối thiểu	Tối đa
Độ rộng đường dây (mm)	0,3	1	0,2	0,2

Khoảng cách giữa đường dây – đường dây (mm)	0,254	0,254	0,254	0,254
Bán kính lỗ via (mm)	0,4	0,7	0,4	0,4

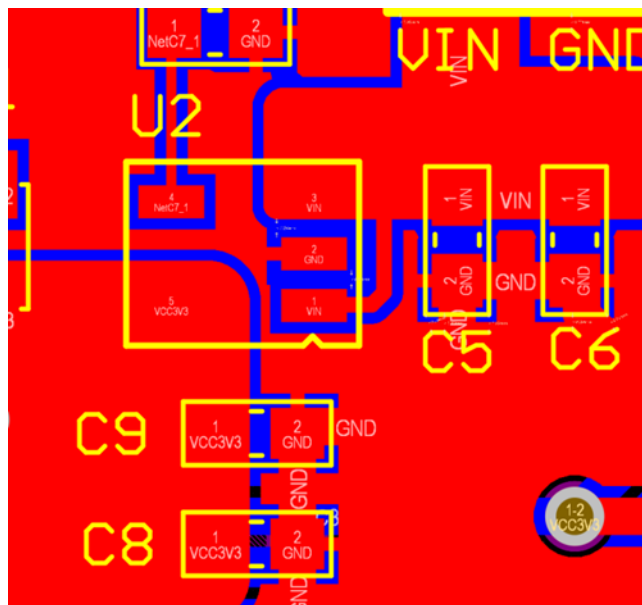
c. Bố trí linh kiện

**Bố trí các tụ nguồn:*

Các tụ nguồn cần phải được bố trí cạnh các chân cấp nguồn của linh kiện, để đảm bảo khả năng lọc nguồn và ổn định điện áp



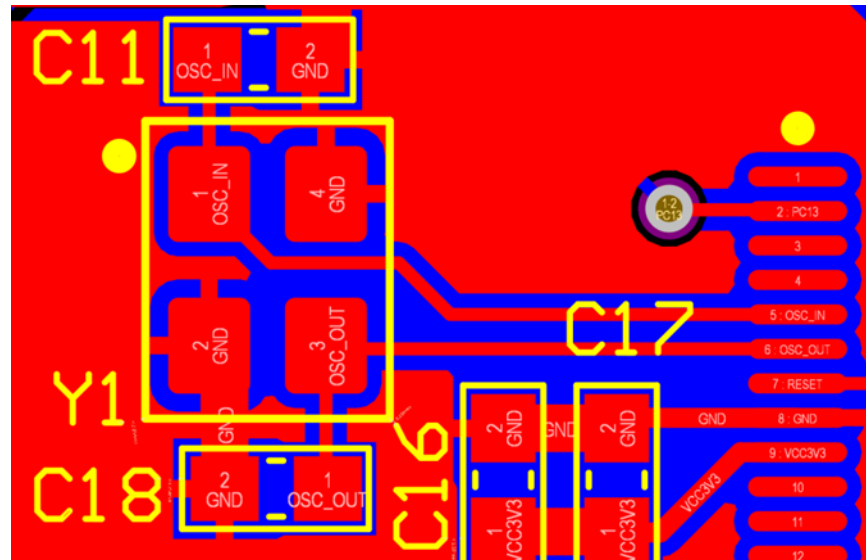
Hình: Vị trí đặt tụ gần MCU



Hình: Vị trí đặt tụ gần IC nguồn

**Thiết kế bố trí bộ dao động:*

Bộ dao động thạch anh ngoại của vi điều khiển cần phải được bố trí gần nhất có thể với chân ngõ vào thạch anh của vi điều khiển. Các đường tín hiệu cần được giữ càng xa vị trí của thạch anh. Ở lớp phía dưới cũng cần tránh các đường tín hiệu đi qua vị trí đặt thạch anh (phủ đất ở lớp dưới tại vị trí đặt thạch anh)

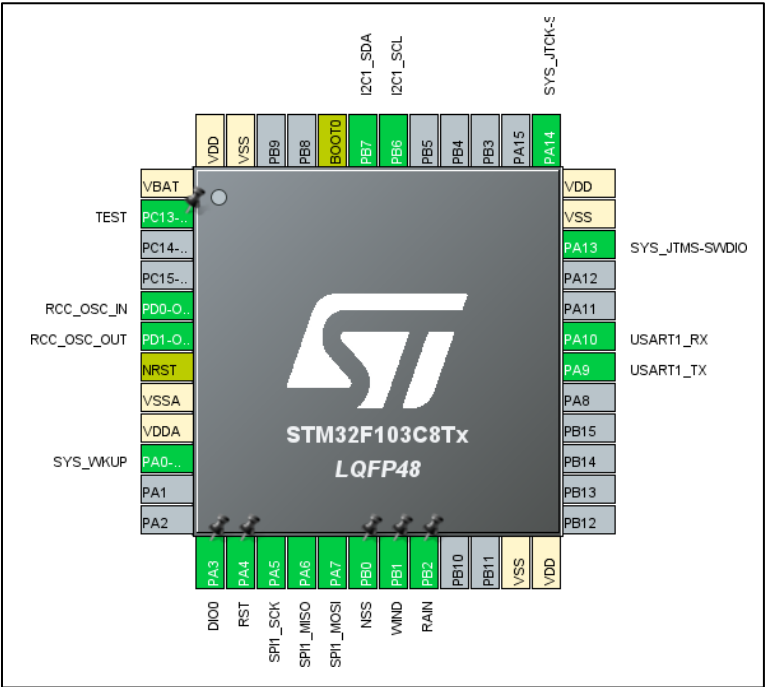


Hình: Vị trí đặt thạch anh

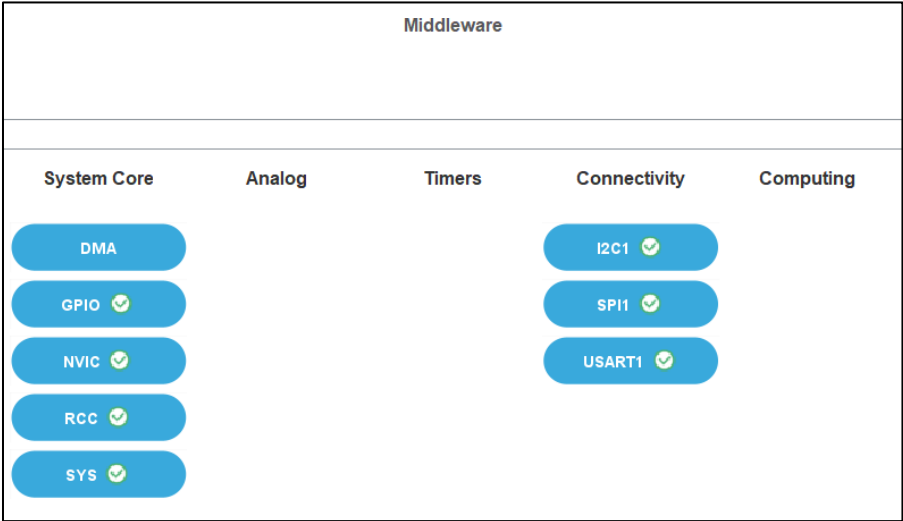
IV.Thiết kế phần mềm

1.Cấu hình và lập trình cho STM32F103C8T6

a. Cấu hình trên STM32CubeIDE cho STM32F103C8T6



Hình : Cấu hình chân hệ thống trên STM32CubeIDE (Pinout view)



Hình: Cấu hình chức năng sử dụng (system view)

**Cấu hình GPIO*

Bảng danh sách các chân cấu hình GPIO và chế độ

Tên chân	Chế độ GPIO	GPIO Pull – up/ Pull – down	Nhãn (User label)
PA3	Ngắt ngoài chế độ phát hiện xung cạnh xuống	Pull – up	DIO0
PA4	Ngõ ra kiểu Push – Pull	Không	RST
PB0	Ngõ ra kiểu Push – Pull	Không	NSS
PB1	Ngõ ra kiểu Push – Pull	Không	WIND
PB2	Ngõ ra kiểu Push – Pull	Không	RAIN

**Cấu hình giao thức I2C*

Bảng danh sách chân cấu hình giao thức I2C

Tên chân	Tín hiệu trên chân	Chế độ GPIO	Nhãn (User label)
PB6	SCL	Alternate Function Open Drain	I2C1_SCL
PB7	SDA	Alternate Function Open Drain	I2C1_SDA

Bảng cấu hình thông số giao thức I2C

Master Features	<ul style="list-style-type: none"> • <i>I2C Speed Mode:</i> Fast mode • <i>I2C Clock Speed:</i> 100000Hz
------------------------	--

**Cấu hình giao thức SPI*

Bảng danh sách chân cấu hình giao thức SPI

Tên chân	Tín hiệu trên chân	Chế độ GPIO	Nhãn (User label)
-------------	-----------------------	-------------	----------------------

PA5	SCK	Alternate Function Push Pull	SPI1_SCK
PA6	MISO	Input mode	SPI1_MISO
PA7	MOSI	Alternate Function Push Pull	SPI1_MOSI

Bảng cấu hình thông số cho giao thức SPI

Parameters	<ul style="list-style-type: none"> • Frame format: Motorola • Data size: 8 Bits • First Bit: MSB • Baud Rate: 4.0Mbits/s
-------------------	--

**Cấu hình giao thức UART*

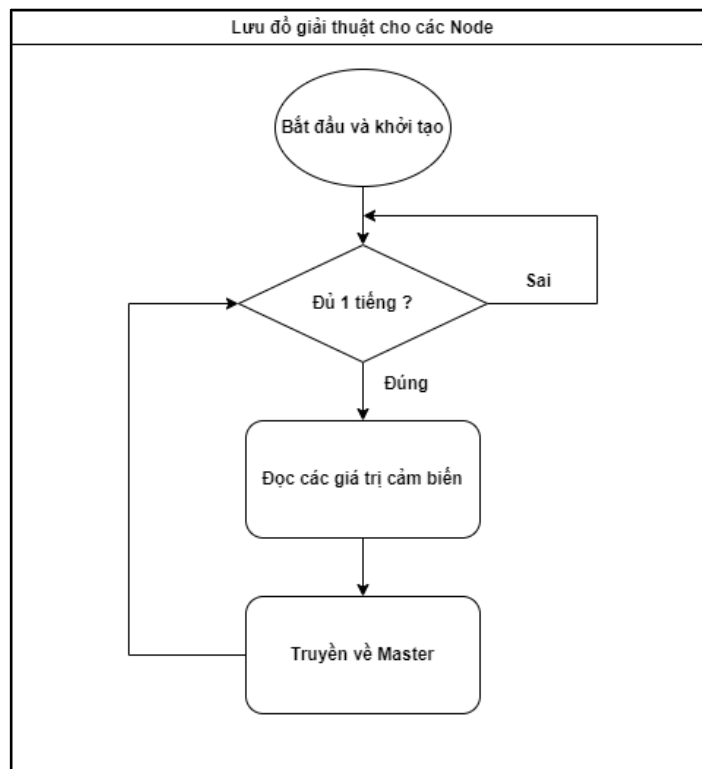
Bảng danh sách cấu hình giao thức UART

Tên chân	Tín hiệu trên chân	Chế độ GPIO	Nhãn (User label)
PA10	USART1_RX	Input Mode	USART1_RX
PA9	USART1_TX	Alternate Function Push Pull	USART1_TX

Bảng cấu hình thông số cho giao thức UART

Parameters	<ul style="list-style-type: none"> • Baud Rate: 115200 Bits/ s • Word Length: 8 bits • Parity: None • Stop bits: 1 • Data Direction: Receive and transmit • Over Sampling: 16 Samples
-------------------	---

b.Lưu đồ giải thuật



Hình 6-3: Lưu đồ giải thuật cho các Node

Bước 1: Bắt đầu chương trình và khởi tạo các thiết bị

Bước 2: Kiểm tra đã đủ sau 1 tiếng hay chưa nếu đủ nhảy xuống bước 3

Bước 3: Đọc các giá trị nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, vận tốc gió

Bước 4: Truyền thông tin về Master bằng Lora và quay về bước 2

Để lập trình truyền dữ liệu bằng module Lora Ra – 02, cần cấu hình các thông số cơ bản như sau:

- Tần số (frequency): 433 MHz
- Hệ số trải phổ (spreading factor): SF7
- Băng thông (Bandwidth): 125 kHz
- Tỷ lệ sửa lỗi (CRC Rate): 4/5
- Công suất (power): 20dBm
- Bảo vệ quá dòng (Over current protection): 100 mA
- Tiền tố (preamble): 8

2. Cầu hình cho ESP32

a. Cầu hình chân và chức năng

**Cầu hình giao thức I2C*

Bảng danh sách cầu hình chân giao thức I2C

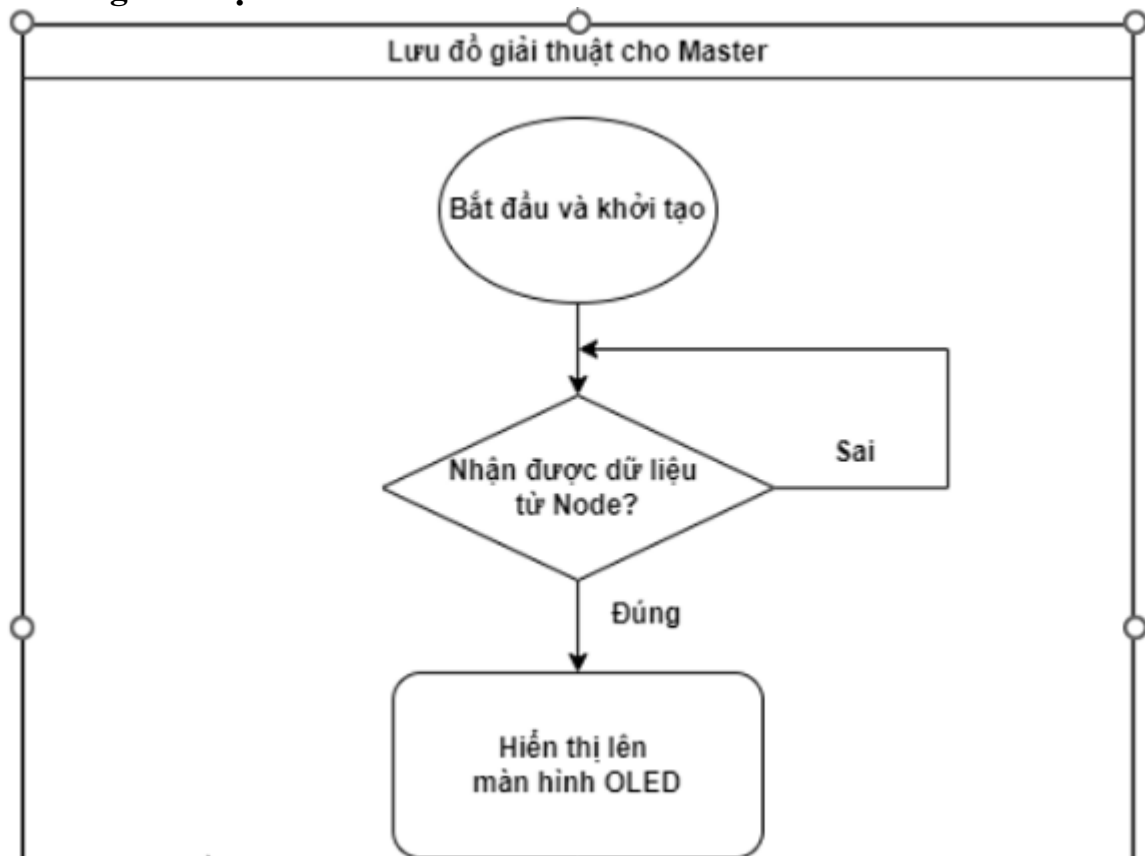
Tên chân	Tín hiệu trên chân	Nhãn (User label)
G22	SCL	SCL
G21	SDA	SDA

**Cầu hình giao thức SPI*

Bảng danh sách cấu hình chân giao thức SPI

Tên chân	Tín hiệu trên chân	Nhãn (User label)
G18	SCK	SCK
G19	MISO	MISO
G23	MOSI	MOSI

b.Lưu đồ giải thuật



Hình : Lưu đồ giải thuật cho Master

Bước 1: Bắt đầu chương trình và khởi tạo các thiết bị

Bước 2: Kiểm tra có nhận được gói tin nào từ phía Node hay không, nếu

có xuống bước ba, nếu không tiếp tục kiểm tra

Bước 3: Hiển thị thông tin thu được từ Node lên OLED

V.Kết quả thực hiện

1.Kết quả phần cứng:

Sau khi thực hiện thi công mạch bằng việc sử dụng module và thiết kế vẽ mạch PCB, ta có kết quả thu được như sau

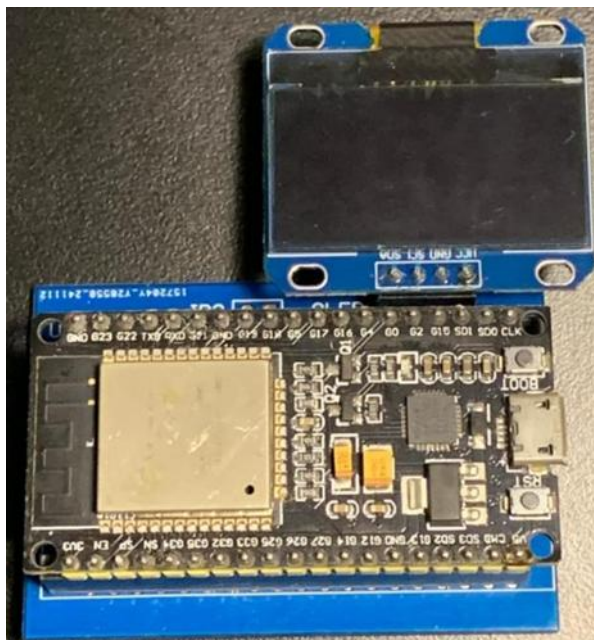


Hình: Mạch Master sử dụng module



Hình: Mạch Node sử dụng module

Mạch được hàn đầy đủ, các chân linh kiện không bị chồng chéo lên nhau. Mạch hoạt động ổn định, đúng như mục đích thiết kế ban đầu. Được kiểm chứng bằng cách đo điện áp ở chân các linh kiện bằng VOM và thử một số đoạn code lập trình đơn giản để kiểm chứng mạch nạp hoạt động đúng.



Hình: Mạch in PCB sau khi hoàn thiện – mạch Master

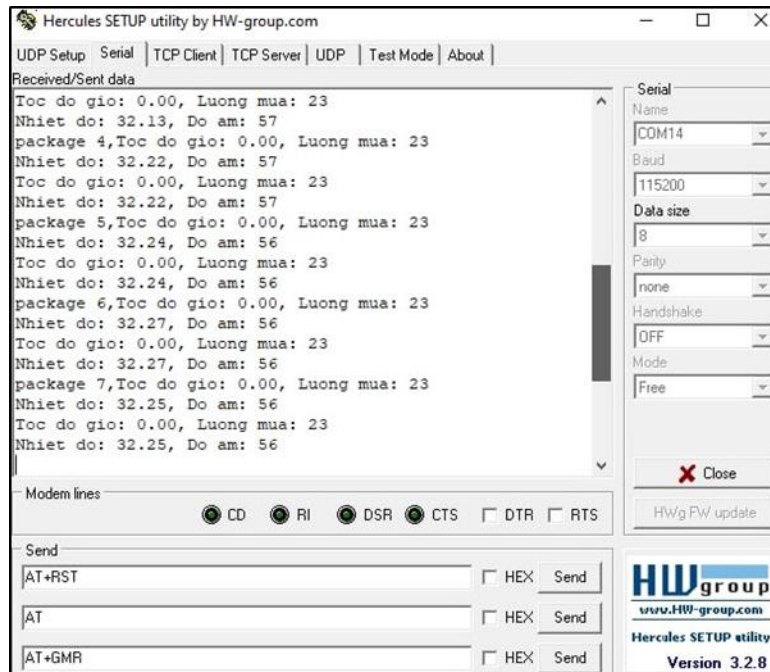


Hình: Mạch in PCB sau khi hoàn thiện – mạch Node

2. Kết quả

Mạch Master nhận được dữ liệu từ phía mạch Node, kiểm chứng bằng việc gửi các gói tin từ Node sang Master sau đó kiểm tra xem phía Master có nhận đúng và đủ các gói tin hay không

Mạch Node chạy được đúng chức năng ghi, đọc dữ liệu từ cảm biến nhiệt độ, độ ẩm HDC1080. Bên cạnh đó các chức năng như ngắt, tính toán giá trị lượng mưa, tốc độ gió hoạt động tốt. Điều này được thể hiện thông qua việc debug bằng cổng UART1, xuất các giá trị tính toán được và kiểm tra bằng phần mềm hercules. Truyền dữ liệu bằng Lora hoạt động đúng với lý thuyết.



Hình: Màn hình debug bằng UART

V. Kết luận

Bài tập lớn đã hoàn thành những yêu cầu đề ra:

- Tìm hiểu cơ sở lý thuyết và cách thiết kế nên một trạm quan trắc thời tiết bao gồm thiết kế nguyên lý, vẽ mạch PCB và lập trình cho phần cứng.
- Số lượng trạm thiết kế giới hạn bởi 2 trạm: Trạm thu thập thông tin (Master), trạm đo đạc các thông số và gửi dữ liệu về trạm thu thập thông tin (Node).

Tuy nhiên vẫn còn các vấn đề chưa khắc phục như:

- Đo vẫn còn sai lệch lớn
- Cảm biến lượng mưa gặp trục trặc

Hướng phát triển:

- Tối ưu hoá hệ thống hơn
- Thiết kế và xây dựng lên một trang Web hiển thị các thông số của hệ thống
- Xây dựng mô hình máy học sử dụng mô hình LSTM để dự đoán thời tiết cho ngày tiếp theo.
- Ứng dụng: Tìm hiểu về các nguồn tạo giao diện cho ứng dụng, từ đó đưa ra lựa chọn phù hợp để tạo giao diện cho ứng dụng.