**BÁO CÁO TIẾN TRÌNH ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP (3)**

Nguyễn Huy Hoàng\_20191855\_Tự động hóa 06 - K64

**MỤC LỤC**

[**1. Thiết kế sơ đồ nguyên lý** 1](#_Toc147317206)

[**2. Thiết kế khối nguồn** 1](#_Toc147317207)

[**2.1. Khối bảo vệ và lọc điện áp đầu vào** 5](#_Toc147317208)

[**2.2. Thiết kế mạch Buck cho SIM7672** 5](#_Toc147317209)

[**2.3. Thiết kế mạch LDO cho các khối còn lại của thiết bị** 9](#_Toc147317210)

[**3. Khối hiển thị và thông báo** 12](#_Toc147317211)

[**4. Khối RFID** 14](#_Toc147317212)

[**5. Khối xử lí trung tâm – MCU** 16](#_Toc147317213)

[**6. Khối lưu trữ dữ liệu** 20](#_Toc147317214)

[**7. Khối 4G LTE** 22](#_Toc147317215)

[**8. Khối GNSS** 25](#_Toc147317216)

[**9. Khối RS232 và Debug** 29](#_Toc147317217)

[**10. Khối cảm biến** 30](#_Toc147317218)

**DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ BẢNG BIỂU**

[Hình 1. 1 Sơ đồ mạch nguyên lý tổng thể của thiết bị 3](#_Toc147317219)

[Hình 1. 2Năng lượng tiêu thục trung bình của MCU khi tất cả các ngoại vi cần thiết hoạt động 4](#_Toc147317220)

[Hình 1. 3Mô hình tổng quan thiết kế khối nguồn cho thiết bị 6](#_Toc147317221)

[Hình 1. 4Khối bảo vệ và lọc điện áp đầu vào 7](#_Toc147317222)

[Hình 1. 5Sơ đồ chân IC TPS54360 8](#_Toc147317223)

[Hình 1. 6Sơ đồ nguyên lí mạch Buck 3.8V 9](#_Toc147317224)

[Hình 1. 7Mạch nguồn LDO hạ áp 12V 12](#_Toc147317225)

[Hình 1. 8Mạch nguồn LDO hạ áp 5V 13](#_Toc147317226)

[Hình 1. 9Mạch nguồn LDO cho khối MCU 13](#_Toc147317227)

[Hình 1. 10Mạch nguồn LDO cho khối GNSS 14](#_Toc147317228)

[Hình 1. 11Khối hiển thị và thông báo 15](#_Toc147317229)

[Hình 1. 12Màn hình OLED 15](#_Toc147317230)

[Hình 1. 13Module RFID RC522 và thẻ RFID S50 17](#_Toc147317231)

[Hình 1. 14Sơ đồ nguyên lí khối RFID 17](#_Toc147317232)

[Hình 1. 15Vi xử lí STM32F103RCT6 19](#_Toc147317233)

[Hình 1. 16Sơ đồ nguyên lý khối xử lí trung tâm 20](#_Toc147317234)

[Hình 1. 17Sơ đồ nguyên lí khối SDCard 23](#_Toc147317235)

[Hình 1. 18Sơ đồ nguyên lí khối Flash 24](#_Toc147317236)

[Hình 1. 19Module SIM A76772 25](#_Toc147317237)

[Hình 1. 20Sơ đồ nguyên lí khối 4G LTE 26](#_Toc147317238)

[Hình 1. 21Anten của module SIM A7672 27](#_Toc147317239)

[Hình 1. 22Sơ đồ nguyên lí khối chuyển đổi mức tín hiệu 27](#_Toc147317240)

[Hình 1. 23Module GNSS QUECTEL L70 28](#_Toc147317241)

[Hình 1. 24Sơ đồ nguyên lí khối GNSS L70 29](#_Toc147317242)

[Hình 1. 25Sơ đồ thiết kế mạch Active Antenna without ATON 30](#_Toc147317243)

[Hình 1. 26Sơ đồ thiết kế Active antenna with ATON 30](#_Toc147317244)

[Hình 1. 27Sơ đồ thiết kế Passive Antenna without LNA 31](#_Toc147317245)

[Hình 1. 28Sơ đồ thiết kế passive antenna with LNA 31](#_Toc147317246)

[Hình 1. 29Sơ đồ nguyên lí khối RS232 32](#_Toc147317247)

[Hình 1. 30Sơ đồ nguyên lí khối Debug 32](#_Toc147317248)

[Hình 1. 31Các cảm biến sử dụng để đo nhiệt độ, độ ẩm và mức nhiên liệu 33](#_Toc147317249)

[Hình 1. 32Sơ đồ khối cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và đo mức 34](#_Toc147317250)

[Hình 1. 33Sơ đồ khối mạch phân áp cho ADC 35](#_Toc147317251)

[Hình 1. 34Cảm biến tiệm cận từ LJ12A3-4-Z/BX NPN 36](#_Toc147317252)

[Hình 1. 35Sơ đồ nguyên lí cảm biến tiệm cận NPN 37](#_Toc147317253)

[Hình 1. 36Đo tốc độ bằng cảm biến tiệm cận NPN 37](#_Toc147317254)

[Bảng 1. 1Mức độ tiêu thụ năng lượng của các khối chính trong mạch 4](#_Toc147317255)

[Bảng 1. 2Mức tiêu thụ năng lượng của module SIM7672 ở các chế độ 5](#_Toc147317256)

[Bảng 1. 3Chi tiết các thông số thành phần của mạch Buck được thiết kế như sau: 9](#_Toc147317257)

[Bảng 1. 4Giải thích các thành phần trong thiết kế khối vi điều khiển. 20](#_Toc147317258)

# **1. Thiết kế sơ đồ nguyên lý**

Từ sơ đồ khối chung của toàn bộ hệ thống đã được trình bày ở trên, phần này của báo cáo sẽ đi vào thiết kế, tính toán, lựa chọn linh kiện cho từng khối.

Sau khi có sơ đồ khối, đồ án đi vào thiết kế sơ đồ nguyên lý. Hình dưới thể hiện các sơ đồ khối phần cứng được thiết kế kết nối với nhau một cách chi tiết:

A computer screen shot of a green and yellow computer

Description automatically generated

Hình 1. 1 Sơ đồ mạch nguyên lý tổng thể của thiết bị

# **2. Thiết kế khối nguồn**

Đây là khối giúp cung cấp năng lượng cho toàn bộ thiết bị hoạt động. Nó được coi như trái tim của thiết bị, quyết định đến sự hoạt động ổn định và lâu dài của thiết bị. Do đó việc tính toán thiết kế khối nguồn một cách cẩn thận sẽ giúp cho thiết bị hoạt động hiệu quả liên tục trong thời gian dài.

Để thiết kế được khối nguồn đảm bảo hoạt động của toàn bộ các thành phần còn lại của hệ thống, trước tiên em phải làm rõ mức độ tiêu thụ của các khối chính trong mạch. Năng lượng tiêu thụ của các thành phần trong mạch sẽ được tham khảo từ Datasheet của các thành phần đó.

Đối với MCU STM32F103RCT6, năng lượng tiêu thụ của chip sẽ được tham khảo từ công cụ STM32CubeMX của chính hãng STMicroelectronics cũng cấp. Từ công cụ, em tính toán được một cách tương đối dòng tiêu thụ của MCU khi tất cả ngoại vi cùng hoạt động rơi vào khoảng 41mA

A screenshot of a graph

Description automatically generated

Hình 1. 2Năng lượng tiêu thục trung bình của MCU khi tất cả các ngoại vi cần thiết hoạt động

Đối với các thành phần còn lại, em tham khảo Datasheet của các hãng cung cấp để ước lượng tương đối năng lượng tiêu thụ trung bình của các linh kiện đó và được thể hiện như trong Bảng sau:

Bảng 1. 1Mức độ tiêu thụ năng lượng của các khối chính trong mạch

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| STT | Khối chính | Tác vụ tiêu thụ | Điện áp sử dụng (V) | Mức tiêu thụ (mA) |
| 1 | STM32F103RCT6 | Tất cả ngoại vi cần thiết hoạt động đồng thời | 3.3 | ≈ 66 |
| 2 | OLED 1.3” | Hiển thị ( Nền đen. Chữ trắng, độ sáng từ 31-255) | 3.3 | ≈ 23 - 32 |
| 3 | RFID | Quét mã thẻ RFID | 3.3 | ≈ 13 - 26 |
| 4 | GNSS L70 | Tracking Mode | 3.3 | ≈ 18 |
| 5 | Đèn led, còi | Sáng đèn, bật còi | 3.3 | ≈ 100 |
| 6 | Sensor | Đo nhiệt độ và độ ẩm môi trường: DHT11  Đo nhiệt độ thiết bị: DS18B20 | 5 | ≈ 4  1.5  2.5 |
| 7 | RS232/Debug | Truyền, nhận dữ liệu | 5/3.3 | ≈ 10 |
| 8 | Flash/SDcard | Đọc, ghi dữ liệu | 3.3 | ≈ 100 |
| 9 | SIM A7672 | Gửi dữ liệu | 3.8 | ≈ 600 |
| TỔNG | | |  | ≈ 1000 |

Riêng đối với module SIM7672, do có nhiều chế độ hoạt động khác nhau dẫn đến việc tiêu thụ năng lượng trong từng chế độ cũng khác nhau, vì thế cần phải tính toán thiết kế riêng cho module này hệ thống nguồn riêng tách biệt với các thành phần còn lại của thiết bị. Bảng 2.2 thể hiện mức độ tiêu thụ của module SIM800 trong các chế độ khác nhau.

Bảng 1. 2Mức tiêu thụ năng lượng của module SIM7672 ở các chế độ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Chế độ | Tần số hoạt động | Mức tiêu thụ |
| Sleep Mode |  | 3.5mA |
| Idle Mode |  | 28.5mA |
| Call | EGSM900 | 320mA |
| DCS1800 | 262mA |
| LTE Cat1 (LTE-FDD B1) | 10MHz, 23dBm | 600mA |
| Transmission Burst |  | 2A |

Từ bảng trên ta có thể thấy rằng, có thời điểm module SIM7672 có thể tiêu thụ dòng cỡ 2A. Do đó cần phải tính toán thiết kế khối nguồn riêng cho module SIM7672 tách biết với nguồn cho các thành phần còn lại của hệ thống.

Từ 2 bảng trên, thấy được nguồn và dòng cần cung cấp cho các khối là khác nhau, tùy theo các khối sử dụng điện áp và dòng điện có thể tách biệt hoặc dùng chung với những điện áp cấp cho các khối là: 12V, 5V, 3.8V, 3.3V. Do vậy, để đáp ứng về các khối có thể hoạt động bình thường trong thời gian dài, em thiết kế khối nguồn như hình sau:

A diagram of a computer

Description automatically generated

Hình 1. 3Mô hình tổng quan thiết kế khối nguồn cho thiết bị

Từ Bảng 1 và Bảng 2, ta thấy nguồn điện cần cung cấp cho thiết bị tối đa là 3A. Nguồn điện này hoàn toàn có thể đáp ứng được do thiết bị sử dụng trực tiếp nguồn điện từ ắc quy xe. Điện áp cung cấp cho thiết bị sẽ lấy từ ắc quy của xe, có dải điện áp dao động từ 12V-36VDC. Vì điện áp này cũng được sử dụng cho việc khởi động xe do đó nếu dùng chung điện áp này để cấp cho thiết bị thì cần có một hệ thống bảo vệ, lọc điện áp, tránh các xung điện cao áp tác động làm hư hại thiết bị trong quá trình xe khởi động/tắt máy. Hơn nữa dòng 2A mà module SIM7672 cần trong 1 khoảng thời gian rắt ngắn, cỡ μs. Do đó ở module SIM7672, em sẽ tính toán thiết kế một mạch nguồn Buck khoảng 3.5A riêng cho SIM, còn đối với các thành phần còn lại của hệ thống sẽ được cấp nguồn qua các mạch LDO riêng biệt có dòng điện và điện áp phù hợp.

## **2.1. Khối bảo vệ và lọc điện áp đầu vào**

Khối bảo vệ quá áp/quá dòng, bảo vệ chống ngược cực, lọc điện áp đầu vào được mô tả như trong hình dưới. Trong đó cầu chì F1(Tự phục hồi) là loại 40V-3.5A để bảo vệ quá áp/quá dòng. Tụ chống sét C5 bảo vệ thiết bị khỏi xung cao áp lẫn trong nguồn vào. Diode D1 5A-60V bảo vệ chống ngược cực thiết bị, cuộn lọc L1 cùng 2 tụ C3, C4 tần số cao để lọc phẳng điện áp vào.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 4Khối bảo vệ và lọc điện áp đầu vào

Điện áp VIN sau khối này có thể nói là đã khá đẹp và có thể dùng để cấp cho hệ thống mạch LDO và mạch Buck ở sau.

## **2.2. Thiết kế mạch Buck cho SIM7672**

Từ phân tích ở trên, module SIM7672 cần nguồn đáp ứng dòng lên tới 2A, vì thế yêu cầu thiết kế một mạch Buck riêng cấp cho SIM7672. Các thông số cơ bản đối với mạch Buck này như sau:

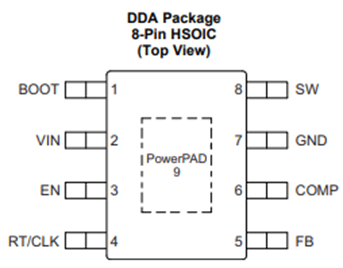
* : 12-36V
* : 3.8V ± 0.1V
* > 2A

Từ các thông số trên, em lựa chọn IC nguồn TPS54360 của hãng TI. Đây là một dòng IC nguồn chất lượng cao, giá thành hợp lí, hiệu suất chuyển đổi cao của hãng TI, phù hợp với các thiết bị yêu cầu tính nhỏ gọn. Một vài tính năng của IC này được trình bày ngắn gọn như sau:

* Dải điện áp vào rộng: 4.5V-60V
* Dòng liên tục cỡ 3.5A, có thể peak lên 4.5A
* Dòng không tải nhỏ ~ 146uA
* Tự động lock chip khi VIN <4.3 V.

Sơ đồ chân và chức năng từng chân được trình bày như hình và bảng dưới đây:

|  |  |
| --- | --- |
| Tên chân | Chức năng |
| BOOT | Chân gắn tụ Bootstrap |
| VIN | Cấp điện áp Input |
| EN | On/Off chip |
| RT/CLK | Chân tạo clock |
| FB | Chân phản hồi điện áp |
| GND | Chân Ground |
| SW | Chân S của Mosfet |



Hình 1. 5Sơ đồ chân IC TPS54360

Sơ đồ thiết kế mạch Buck sử dụng IC TPS54360 được tham khảo từ Datasheet của hãng và được mô tả như trong hình dưới. Trong đó VIN là điện áp đã được lọc từ trước, 2 tụ đầu vào C9, C10 2.2uF/100V được thêm vào để ổn định điện áp đầu vào VIN. Tụ C6 là tụ Bootstrap thêm vào theo đúng Reference của hãng. Các thành phần còn lại được thiết kế dựa trên sơ đồ chung của một mạch Buck thông thường bao gồm diode schotky D2 B560C, cuộn cảm L2 8.2uH, khối phản hồi điện áp về để fix điện áp đầu ra ở khoảng 3.8V, diode và tụ lọc điện áp đầu ra. Các linh kiện mắc vào chân RT/CLK và chân COMP được tham khảo từ Datasheet của hãng. IC được điều khiển hoạt động (ON/OFF) bằng MCU thông qua chân EN. Cụ thể khi điện áp chân EN dưới 1.2V thì IC sẽ ngừng hoạt động. Do đó em thiết kế thêm mạch ON/OFF IC nguồn này thông qua Transistor Q1 C1815 nhằm Power-off IC nguồn cấp điện cho module SIM7672 trong những trường hợp muốn cho thiết bị hoạt động ở chế độ ngủ.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 6Sơ đồ nguyên lí mạch Buck 3.8V

Bảng 1. 3Chi tiết các thông số thành phần của mạch Buck được thiết kế như sau:

|  |  |
| --- | --- |
| Thông số | Giá trị |
| Điện áp ra | 3.8V |
| Dòng điện ra | 3.5A |
| Điện áp vào | Dải điện áp vào từ 8.5V đến 60V  Đáp ứng điện áp accqui: 12V, 24V, 36V |
| Độ ripple của điện áp ra | 0.5%Vout |

Thiết kế lựa chọn Tần số đóng cắt (Switch Frequency)

* : dòng ra
* : dòng giới hạn
* : điện trở cuộn cảm
* : điện áp vào max
* : điện áp ra
* : điện áp trong suốt short
* : điện áp rơi trên diode
* :điện trở đóng cắt
* : thời gian có thể điều khiển

: hệ số chia tần với điện trở:

A black text with a line

Description automatically generated with medium confidence

Với được chọn theo hãng là 135 ns, điện áp ra là 3.8V và điện áp vào max là 36V, điện áp rơi trên diode là 0.7V, trở kháng cuộn dây là 25, điện trở đóng cắt là 92, dòng điện giới hạn là 4.7A và điện áp ra short là 0.1V. Từ đó tính được tần số đóng cắt theo phương trình là:

Chọn tần số đóng cắt từ đó thay vào phương trình tìm điện trở :

Hai tụ C9 và C10 được thêm vào để lọc điện áp đầu và xác định độ Ripple của điện áp vào tương ứng với , , ta được:

Do khối buck hoạt động theo nguyên lí băm xung. Do đó phần tử cuộn cảm có tác dụng hiệu chỉnh dòng điện ra được tính theo công thức:

Chọn cuộn dây có L = 8.2uH

Độ Ripple của cuộn dây:

Phần tử tụ điện có tác dụng xác định cực, độ Ripple của điện áp ra và điều chỉnh với sự thay đổi của dòng điện tải. là độ thay đổi dòng điện ra tham khảo từ hãng là từ 0.875A tới 2.625A do vậy . là độ thay đổi điện áp ra cho phép là 4% do đó . Từ đó tính được giá trị của tụ điện theo công thức:

* Chọn 2 tụ có giá trị là 47 uF

Thành phần diode schotky SS56 được lựa chọn dựa theo đề xuất của hãng.

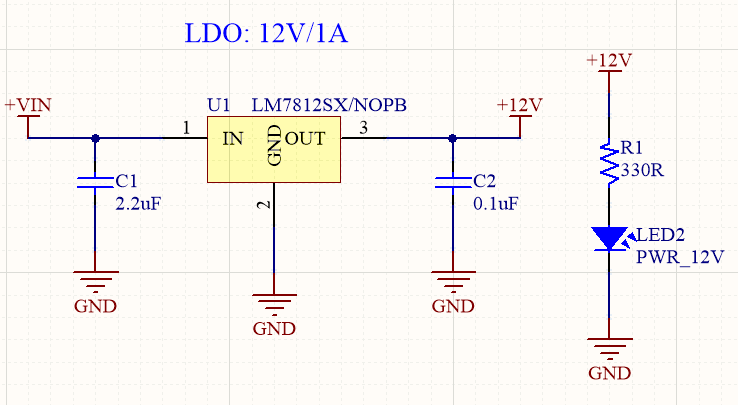
Cầu điện trở phân áp để thiết kế fix điện áp ra ở ngưởng 3.8V theo công thức của hãng:

Chọn , với từ đó tính được . Chọn 2 điện trở mắc nối tiếp có giá trị là và . Thay ngược lại tính được gần với 3.8V. Điện áp này hoàn toàn phù hợp với modul SIM7672.

## **2.3. Thiết kế mạch LDO cho các khối còn lại của thiết bị**

Đối với các khối còn lại, do lượng năng lượng tiêu thụ nhỏ ≈1000mA, do đó có thể sử dụng các mạch LDO để cung cấp năng lượng cho các khối đó do đặc điểm đơn giản, dễ thiết kế, hiệu quả cao đối với các tải có công suất thấp cũng như chất lượng điện áp cao nhất giúp các thiết bị hoạt động trong thời gian dài. Do điện áp VIN dao động từ 12-36VDC, khá lớn nếu chúng ta hạ thẳng xuống mức điện áp 5V hoặc 3.3V. Do đặc điểm của mạch nguồn LDO là phát nhiệt nhiều khi chênh lệch điện áp giữa đầu vào và đầu ra lớn, cùng với việc cấp điện áp cho khối cảm biến 12V và 5V, vì thế nên để tăng tính hiệu quả và ổn định thì em sẽ thiết kế mạch LDO để hạ điện áp từ VIN xuống 12V, sau đó hạ tiếp từ 12V xuống 5V, từ điện áp 5V này qua các mạch LDO khác để hạ xuống 3.3V cung cấp cho các khối còn lại.

Sơ đồ mạch LDO hạ áp từ VIN xuống 12V được mô tả như trong hình dưới. IC LDO được sử dụng là IC 7812CD2T của hãng STMicroelectronic, với thông số điện áp đầu ra fix 12V, dòng điện tối đa theo hãng công bố là 1A, hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu cung cấp năng lượng cho các khối còn lại. Tụ C1, C2 thêm vào đầu vào và đầu ra giúp ổn định điện áp cho mạch. Đèn Led D2 biểu thị đầu ra của mạch đã có điện áp 12VDC.



Hình 1. 7Mạch nguồn LDO hạ áp 12V

Điện áp 12V thu được sau khối hạ áp, tiếp tục được hạ áp xuống 5V cấp cho khối cảm biến sử dụng IC LDO LM317. Điện áp sau khối hạ áp được tính theo công thức của hãng: . Với dòng adjust theo datasheet là 50uA, từ đó chọn được , . Thay ngược lại hoàn toàn đáp ứng được cho các khối cảm biến. Các tụ điện C12, C13 được thêm vào để lọc điện áp trước và sau khối hạ áp.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 8Mạch nguồn LDO hạ áp 5V

Điện áp 5V tiếp tục được hạ áp xuống 3.3V qua IC RT9013 để cũng cấp cho MCU và các khối sử dụng điện áp 3.3V như Flash, SDCard, RFID, OLED, Debug. Chân EN được kẻo lên VCC qua trở 10K để Enable chip. Các tụ lọc đầu vào và đầu ra của IC giúp ổn định và lọc điện áp. Điện áp ra là 3.3V và dòng 500mA.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 9Mạch nguồn LDO cho khối MCU

Riêng với khối GNSS, do điện áp tiêu thụ nhỏ, tuy nhiên để đáp ứng cầu điều khiển ON/OFF module GNSS nên em thiết kế cho module một khối nguồn riêng có khả năng điều khiển ON/OFF thông qua MCU, phục vụ cho thiết bị chạy ở chế độ ngủ, tiết kiệm năng lượng. Khối nguồn cho GNSS vẫn là nguồn LDO 3.3V nên em cũng sử dụng IC RT9013. Các chân cơ bản được thiết kế giống mạch nguồn MCU, nhưng có thêm bộ điều khiển ON/OFF thống qua transistor Q2 C1815 bởi MCU.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 10Mạch nguồn LDO cho khối GNSS

# **3. Khối hiển thị và thông báo**

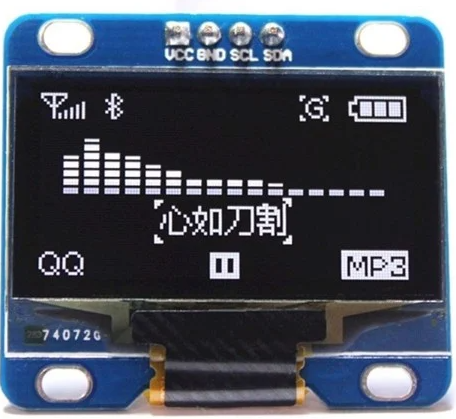
Đây là khối có nhiệm vụ hiển thị các thông tin, thông báo giúp người vận hành xe có thể biết được trạng thái làm việc của thiết bị thông qua hệ thống màn hình OLED, đèn led và còi báo. Sơ đồ khối của khối hiển thị được mô tả như hình sau:

A diagram of a led status

Description automatically generated

Hình 1. 11Khối hiển thị và thông báo

Trạng thái nguồn, trạng thái mạng 4G LTE, trạng thái sóng GNSS được thể hiện qua khối đèn LED. Còi Buzzer là loại 3.3V được điều khiển thông qua transistor Q3 C1815 để thông báo trạng thái quẹt thẻ RFID hoặc các lỗi khác. Các thông tin khác được hiển thị trực tiếp trên màn hình OLED 1.3”. Màn hình này sử dụng công nghệ OLED tiết kiệm điện, giao tiếp với MCU qua giao thức I2C, nguồn điện cung cấp là 3.3VDC được lọc qua cuộn cảm FB2 100uH. Loại màn hình được sử dụng được mô tả như hình sau:



Hình 1. 12Màn hình OLED

# **4. Khối RFID**

Khối RFID được thiết kế nhằm mục đích xác định người lái xe là ai, phục vụ nhu cầu giám sát, quản lí nhân sự. Có nhiều công nghệ nhận dạng con người, có thể kể đến như sử dụng RFID, dấu vân tay, sử dụng quét mã vạch/QRCode, sử dụng mật khẩu cá nhân, … Tuy nhiên trên cơ sở phân tích các ưu nhược điểm của các phương pháp trên, em lựa chọn sử dụng phương pháp quét RFID bởi những lí do sau:

* Đây là công nghệ đã phổ biến từ lâu, dễ thiết kế và thi công, độ chính xác và an toàn cao.
* Đây là phương pháp bắt buộc đối với các thiết bị giám sát hành trình thông thường do bộ GTVT quy định.
* Phương pháp sử dụng dấu vân tay hay mật khẩu cá nhân có nhược điểm tốn kém, tốn thời gian khi thao tác, do đó em không lựa chọn.
* Phương pháp sử dụng mã vạch, mã QRCode không phù hợp với bài toán đặt ra.

RFID là công nghệ nhận dạng đối tượng bằng sóng vô tuyến. Công nghệ này cho phép nhận biết các đối tượng thông qua hệ thống thu phát sóng Radio, từ đó có thể giám sát, quản lý hoặc lưu từng đối tượng, có nhiều ưu điểm vượt trội so với công nghệ mã vạch. Một thiết bị RFID được cấu tạo bởi hai thành phần chính là thiết bị đọc (RFID Reader) và thiết bị phát mã RFID có gắn chip (RFID Tag hay thẻ RFID). Hai thiết bị này hoạt động thu phát sóng điện từ cùng tần số với nhau. Các tần số thường được sử dụng trong hệ thống RFID là 125kHz hoặc 13.56MHz. Thẻ RFID được gắn với vật cần nhận dạng và mỗi thẻ RFID chứa một mã số nhất định, không trùng lặp nhau.

Nguyên lý hoạt động: thiết bị RFID Reader phát ra sóng điện từ ở một tần số nhất định; khi thiết bị RFID Tag trong vùng hoạt động sẽ cảm nhận được sóng điện từ này và thu nhận năng lượng, sau đó phát lại cho RFID Reader biết mã số của mình. Trong đồ án em sử dụng module RFID RC522 và thẻ RFID dạng S50 như hình dưới. Module có chức năng dùng để đọc và ghi dữ liệu cho thẻ RFID tần số 13.56MHz, với mức giá rẻ và thiết kế nhỏ gọn.

A close-up of a circuit board

Description automatically generated

Hình 1. 13Module RFID RC522 và thẻ RFID S50

Trong đồ án này, em sử dụng module RC522 để đọc mã thẻ RFID S50. Mỗi một lái xe sẽ được cấp thẻ RFID riêng và được đăng kí trước trên hệ thống. Thiết bị sẽ đọc ID thẻ, gửi lên server để xác nhận thông tin ID, từ đó thông báo cho người lái xe thông qua hệ thống hiển thị.

Thông số kĩ thuật của module RFID RC522 như sau:

* Nguồn 3.3VDC, dòng tiêu thụ 13- 26mA
* Tần số sóng mang 13.56Mhz
* Khoảng cách hoạt động <6cm
* Giao tiếp SPI, tốc độ tối đa 10Mbit/s

Sơ đồ thiết kế được mô tả như trong hình dưới. Module được cấp nguồn 3.3VDC qua cuộc cảm FB3 100uH, các chân 1-6 được nối trực tiếp với chân SPI của MCU, chân RST được treo lên nguồn 3.3VDC.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 14Sơ đồ nguyên lí khối RFID

# **5. Khối xử lí trung tâm – MCU**

Khối xử lí trung tâm là một IC khả trình có thể thực hiện thuật toán, chương trình được cài đặt sẵn, cụ thể ở đây là một vi điều khiển – MCU. Việc lựa chọn MCU phù hợp sẽ được trình bày chi tiết trong phần này.

Việc lựa chọn MCU sẽ dựa theo các tiêu chí sau:

* Lõi của MCU, xung nhịp lõi của MCU.
* Độ phổ biến của MCU.
* Các công cụ hỗ trợ phát triển (Từ hãng và từ cộng đồng), khả năng hỗ trợ nếu phát sinh lỗi trong quá trình lập trình.
* Số lượng ngoại vi phải phù hợp với yêu cầu của bài toán.
* Giá cả phải hợp lí.
* Độ ổn định khi hoạt động lâu dài.
* Vấn đề về năng lượng tiêu thụ.
* Hỗ trợ mạnh mẽ các Middle-ware như RTOS, FatFs, USB, …

Căn cứ theo bài toán đặt ra, cũng như để thực hiện đúng các chức năng của hệ thống đã đặt ra ban đầu, MCU sẽ cần có các ngoại vi và thông số như sau:

* MCU lõi ARM Cortex M, xung nhịp từ 48Mhz – 72Mhz để đáp ứng tốc độ xử lí cho hệ thống.
* Phải hoạt động tốt với điện áp 3.3V, khả năng hoạt động ổn định, chống nhiễu tốt. Hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm năng lượng.
* Ngoại vi bao gồm: 1 bộ UART phục vụ giao tiếp với module SIM7672; 1 bộ UART phục vụ giao tiếp với module GNSS L70; 1-2 bộ UART phục vụ cho khối RS232 và Debug; 1 bộ SPI phục vụ giao tiếp với module RFID; 2 bộ SPI để phục vụ giao tiếp với chip flash và SDCard; 1 bộ I2C để giao tiếp với màn hình OLED; 1 bộ I2C để giao tiếp với EEPROM; ngoài ra các thành phần khác như ADC, Timer, Watchdog, RTC cũng phải có đủ.
* Dung lượng ROM phải trên 128Kb, RAM phải trên 32Kb đủ để lưu trữ chương trình và thực thi chương trình khi hoạt động.

Từ các phân tích trên, em đi đến lựa chọn vi điều khiển STM32F103RCT6 của hãng STMicroelectronic. MCU này có các thông số cơ bản hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu đã đặt ra bên trên, cụ thể:

* Lõi ARM Cortex M3 32bit.
* Tần số tối đa 72Mhz
* Bộ nhớ flash 256Kb, SRAM 48Kb
* 3 bộ ADC 12bit, tần số lấy mẫu 1Mhz
* 8 bộ Timer 16 bit, 1 bộ Systick Timer

24bit, 1 bộ watchdog timer, RTC, …

* 2 bộ DMA
* 2\*I2C, 3\*SPI, 5\*USART, CAN,

USB, SDIO, I2S, …

* Số chân 64, trong đó có 51 chân I/O
* Điện áp hoạt động 3.3V, hỗ trợ nhiều

Chế độ Lowpower.

A close-up of a black chip

Description automatically generated

Hình 1. 15Vi xử lí STM32F103RCT6

Sơ đồ nguyên lí thiết kế cho khối xử lí trung tâm được trình bày trong hình dưới đây:

A diagram of electrical wiring

Description automatically generated

Hình 1. 16Sơ đồ nguyên lý khối xử lí trung tâm

Chi tiết các thành phần của thiết kế sẽ được thể hiện trong bảng dưới đây

Bảng 1. 4Giải thích các thành phần trong thiết kế khối vi điều khiển.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| STT | Giải thích | Sơ đồ nguyên lí |
| 1 | Chân RESET của MCU (Tích cực mức thấp) được treo lên VCC qua trở 10k, nút nhấn S1 nối chân RESET của MCU với GND. Tụ C33 (1-10uF) được mắc song song với nút nhấn để chống dội phím. Khi hoạt động bình thường, chân RST ở mức cao, khi muốn RESET MCU, ta ấn nút kéo chân RESET xuống GND, MCU bị RESET, chương trình chạy lại từ đầu. |  |
| 2 | Đây là khối phục vụ việc nạp, debug chương trình cho MCU thông qua chuẩn SWD của ST. Các chân cần thiết bao gồm chân TMS và TCK của MCU được nối riêng ra một Connector bên ngoài để kết nối với mạch nạp ST-Link. Ngoài ra chân VCC và GND cấp nguồn cho MCU cũng được nối vào Connector này để có thể cấp nguồn cho MCU bằng mạch nạp ST-Link. Diode TVS D4 và D5 được thêm vào để bảo vệ chân TMS, TCK khỏi sự phóng tĩnh điện do các yếu tố bên ngoài tác động. | A blue and black electronic device  Description automatically generated |
| 3 | Khối tạo dao động cho MCU. Mặc dù bản thân MCU STM32F103RCT6 đã được hãng trang bị bộ tạo dao động nội HSI lên đến 8Mhz và bộ LSI 40Khz cho RTC, tuy nhiên các bộ dao động này có độ chính xác không cao, HSI tốc độ chỉ có 8Mhz không đáp ứng được yêu cầu hệ thống. Thạch anh HSE 8Mhz được mắc vào 2 chân OSC IN và OSC OUT qua bộ PLL có thể nhân tần số hoạt động của chip lên tối đa 72Mhz. Thạch anh LSE 32.768Khz được mắc vào 2 chân OS32IN và OS32OUT để cấp tần số cho bộ RTC hoạt động. Các tụ C32, C34, C35, C37 được thêm vào để giúp thạch anh hoạt động ổn định và chính xác. |  |
| 4 | Mức logic của 2 chân BOOT0, BOOT1 sẽ quyết định chế độ chạy của vi điều khiển, được trình bày như bảng bên dưới. Trong bài toán này lựa chọn lưu chương trình vào Flash memory. Do đó 2 chân BOOT0 và BOOT1 sẽ được kéo xuống GND qua trở.  A white rectangular box with black text  Description automatically generated |  |
| 5 | Tụ lọc tại tất cả các chân nguồn của MCU.  Điện áp 3.3VDC được cho qua cuộn cảm FB1 100uH để loại bỏ điện cao tần ảnh hưởng đến MCU. | A diagram of a circuit  Description automatically generated |
| 6 | Led báo trạng thái nguồn cấp cho MCU và 2 Led còn lại báo trạng thái 4G và GNSS. |  |
| 7 | 2 nút nhấn dự phòng trong trường hợp cần dùng đến |  |

# **6. Khối lưu trữ dữ liệu**

Đối với các thiết bị giám sát hành trình, việc lưu trữ dữ liệu về vị trí, tốc độ, trạng thái của thiết bị 24/24 liên tục trong tối thiểu 30 ngày là yêu cầu bắt buộc. Do đó khi thiết kế thiết bị, em cũng thiết kế thêm khối lưu trữ dữ liệu để phục vụ mục đích này.

Có nhiều phương pháp để lưu trữ dữ liệu: có thể sử dụng các bộ nhớ không bay hơi như flash, hoặc sử dụng thẻ nhớ SDcard/MMC để lưu trữ dữ liệu. Trong đồ án này em lựa chọn phương án sử dụng thẻ nhớ SDCard để lưu trữ dữ liệu vì những lí do sau:

* Đơn giản, dễ thiết kế, độ ổn định cao.
* Tốc độ cao, hoàn toàn đáp ứng việc đọc ghi liên tục trong thời gian dài.
* Thẻ SDCard ngày càng có dung lượng cao và tốc độ càng nhanh.
* Dễ dàng tổ chức dữ liệu lưu trữ theo dạng File, hỗ trợ mạnh mẽ bởi các middle-ware như FatFs.
* Khi có sự cố, chỉ cần lấy thẻ SDcard cắm vào máy tính là có thể xem được dữ liệu được ghi lại.

Sơ đồ thiết kế khối SDCard được mô tả như hình dưới. Nguồn cấp cho khối này được lọc qua 2 tụ 104 và cuộn cảm FB4 100uH. Đầu đọc thẻ SDCard là loại 9Pin PUSH-PULL. Thẻ nhớ SDCard được giao tiếp với MCU qua chuẩn SPI ở chế độ 1 bit, do đó chân DAT3 của thẻ được dùng làm chân CS, chân DAT1 và DAT2 không dùng đến. Các chân của giao tiếp SPI được kéo lên nguồn VCC qua trở treo 10K.

A diagram of a computer

Description automatically generated

Hình 1. 17Sơ đồ nguyên lí khối SDCard

Ngoài ra, trong thiết kế khối này, em có thiết kế thêm một bộ FLASH nhằm lưu trữ các dữ liệu quan trọng khác như các cài đặt ban đầu cho thiết bị, các dữ liệu phục vụ việc xác định xem các thành phần khác của thiết bị đã bị thay thế hay chưa. Sơ đồ thiết kế được mô tả như hình sau. IC được dùng là Flash W25Q32JV điện áp hoạt động 3.3V, bộ nhớ 4MB tuổi thọ 1 triệu lần ghi. Hỗ trợ giao tiếp tốc độ cao SPI và QSPI. Nguồn cấp cho khối này được lọc qua 2 tụ 104 và cuộn cảm FB5 100uH. Các chân của giao tiếp SPI được kéo lên nguồn VCC qua trở treo 10K.

A diagram of a flash

Description automatically generated

Hình 1. 18Sơ đồ nguyên lí khối Flash

# **7. Khối 4G LTE**

Đây là khối có nhiệm vụ kết nối thiết bị với server thông qua hệ thống mạng 4G LTE để thiết bị và server có thể trao đổi dữ liệu với nhau. Hiện nay có rất nhiều giao thức không dây hỗ trợ truyền dữ liệu như wifi, lora, BLE, … Tuy nhiên đồ án sử dụng mạng 4G LTE để phục vụ kết nối thiết bị với server vì những lí do sau:

* Độ phổ biến của mạng 4G
* Đơn giản, dễ thiết kế, triển khai.
* Phạm vi kết nối rộng do hầu hết các nhà mạng như Viettel, Mobiphone, Vinaphone đều hỗ trợ công nghệ này.
* Tốc độ truyền dữ liệu cao đảm bảo tính thời gian thực của hệ thống.

A close-up of a chip

Description automatically generated

Hình 1. 19Module SIM A76772

Một vài thông số kĩ thuật và các tính năng cơ bản của module SIM7672 như sau:

* Điện áp hoạt động 3.4-4.2VDC, thường dùng 3.8V
* Hỗ trợ nhiều chế độ hoạt động khác nhau, dòng điện ở chế độ ngủ là 3.5mA
* Hỗ trợ 3 dải tần: LTE – FDD(B1/B3/B5/B8), LTE - TDD (B34/B38/B39/B40/B4), GSM/GPRS/EDGE 900/1800
* LTE Cat 1: Upload 5Mbps, Download 10Mbps; EDGE: 236kbps; GPRS: 85.6Mbps.
* Hỗ trợ giao thức TCP/IP/IPV4/IPV6/Multi-PDP, FTP, FTPS , HTTP, HTTPS, DNS, MQTT
* Hỗ trợ gửi SMS và gọi điện thông qua mạng 4G.
* Hỗ trợ tập lệnh AT, dễ dàng giao tiếp với các MCU khác nhau
* Ngoại vi: SIM Card, UART, ADC, GPIO, I2C.
* Giao tiếp UART: Baudrate từ 9600 – 115200, hỗ trợ chế độ Auto Baudrate
* Hỗ trợ giao tiếp USB

Sơ đồ thiết kế khối 4G LTE sử dụng module SIM A7672 của hãng SIMCOM mô tả trong hình dưới đây. Ở đây Module được cấp nguồn chính là +3.8V qua 3 chân pin là VBAT\_RF. Chân POWERKEY của module điều khiển việc ON/OFF module, do đó chân này được MCU điều khiển qua transistor Q5. Chân RESET để khởi động lại module và cũng được điều khiển bằng MCU thông qua Q4. Các chân SIM\_VDD, SIM\_DATA, SIM\_CLK, SIM\_RST được nối với khe cắm sim MICRO, đồng thời được nối với IC ESDA6 để bảo vệ các xung điện áp cao và phóng tĩnh điện. Chân NETLIGHT được nối với đèn led bên ngoài để báo hiệu trạng thái hoạt động của SIM A7672, chân STATUS được nối với đèn net và đưa đến MCU để hiển thị và đọc trạng thái hoạt động của module.

A computer screen shot of a diagram

Description automatically generated

Hình 1. 20Sơ đồ nguyên lí khối 4G LTE

Anten của module SIM A7672 được nối vào chân MAIN\_ANT qua một diode Zener D6 để giới hạn các sóng bậc cao và nhiễu do phóng tĩnh điện gây ra làm ảnh hưởng tới công suất và chất lượng đường truyền.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 21Anten của module SIM A7672

Module SIM giao tiếp với MCU thông qua giao thức không đồng bộ UART. Do điện áp ra và và vào chân pin của module giới hạn ngưỡng 1.8V. Vì thế em thiết kế bộ chuyển đổi mức tín hiệu (level shifter) để chuyển đổi tín hiệu giữa 2 mức điện áp khác nhau là 3.3V và 1.8V. Chân OE của IC được kéo lên VDD để enable chip. Các tụ điện C41 và C42 để lọc điện áp.

A diagram of a chip

Description automatically generated

Hình 1. 22Sơ đồ nguyên lí khối chuyển đổi mức tín hiệu

# **8. Khối GNSS**

Đây là khối có nhiệm vụ tính toán, xác định vị trí của thiết bị thông qua hệ thống Định vị Toàn cầu bằng Vệ Tinh GNSS - Global Navigation Satellite System. Hệ thống GNSS chủ yếu dựa vào sự kết hợp của nhiều vệ tinh trên vùng không gian để gửi tín hiệu đến các thiết bị trên mặt đất. Hai hệ thống GNSS phổ biến nhất là GPS (Global Positioning System) của Hoa Kỳ và GLONASS của Nga. Có thêm các hệ thống GNSS khác như Galileo của Liên minh Châu Âu và BeiDou của Trung Quốc. Nó là một hệ thống bao gồm nhiều vệ tinh bay xung quanh Trái Đất ở độ cao 20200 Km, hoạt động trong mọi điều kiện, thời tiết, mọi nơi trên Trái, liên tục trong 24 giờ và hoàn toàn miễn phí đối với một số dịch vụ.

Nguyên lí hoạt động của GNSS thông qua vệ tinh cụ thể là GPS của Mỹ: Các vệ tinh bay quanh trái đất hai lần một ngày theo một quỹ đạo rất chính xác và phát tín hiệu có thông tin xuống Trái Đất. Các máy thu GPS nhận tín hiệu này, sau đó tính toán thông qua các phép tính lượng giác để tính được chính xác vị trí của máy thu. Bản chất của GPS là so sánh thời gian tín hiệu được phát đi từ vệ tinh với thời gian nhận được chúng ở bộ thu. Độ sai lệch thời gian cho biết máy thu GPS cách vệ tinh bao xa, với nhiều khoảng cách từ máy thu đến các vệ tinh mà máy thu có thể tính toán được vị trí của chúng. Để tính ra được vị trí 2 chiều (kinh độ và vĩ độ) thì máy thu phải nhận được tín hiệu ít nhất là 3 vệ tinh, với ít nhất 4 vệ tinh thì có thể tính được vị trí 3 chiều (kinh độ, vĩ độ và độ cao). Một khi vị trí người dùng đã tính được thì máy thu GPS có thể tính các thông tin khác như tốc độ, hướng chuyển động, bám sát di chuyển, khoảng hành trình, ...

Hiện nay có nhiều hãng sản xuất module GNSS như AI-Thinker, Ublox, Quectel với nhiều dòng và nhiều mức giá khác nhau phục vụ cho yêu cầu định vị GNSS thông thường và định vị chính xác. Đối với đồ án này, yêu cầu định vị GNSS chỉ là định vị thông thường với sai số dưới 10m, do đó em sử dụng module GNSS L70 của hãng QUECTEL với ưu điểm: Nhỏ gọn, giá thành hợp lí, độ ổn định và chính xác cao. Hình dưới là hình ảnh thực tế module GNSS L70 với các thông số cơ bản như sau:

* Điện áp hoạt động: 2.8-4.3V
* Dòng tiêu thụ tối đa 18mA
* Tần số GPS: 1575.42MHz (L1)
* Giao tiếp UART với MCU
* Hỗ trợ NMEA, MTK Command

A close-up of a chip

Description automatically generated

Hình 1. 23Module GNSS QUECTEL L70

Sơ đồ thiết kế khối GPS được mô tả như dưới. Module được cấp nguồn qua chân VCC\_GPS 3.3V từ khối nguồn. Chân V\_BCKP được nối với nguồn Backup nhằm nuôi bộ RTC khi module không có nguồn ở chân VCC. Antena được thiết kế theo Reference của hãng. Module giao tiếp với MCU thông qua giao thức UART.

A diagram of a computer

Description automatically generated

Hình 1. 24Sơ đồ nguyên lí khối GNSS L70

Khi thiết kế antenna cho khối GNSS, em tham khảo sơ Reference Circuit từ nhà sản xuất. có 4 phương án được đề xuất đó là

* **Sử dụng Active Antenna và không sử dụng chân ATO**N: Trong đó Antenna được cấp nguồn trực tiếp qua chân VCC\_RF. Nguồn cấp cho antenna từ 2.8 – 4.3V. Do trong bộ Active Antenna có sẵn 1 bộ LNA do đó cần nguồn nuôi trực tiếp từ chân VCC\_RF để hoạt động. R1, C1, C2 được thiết kế để tạo thành mạch phối hợp trở kháng đầu vào để trở kháng antenna xấp xỉ 50 Ohm. Đồ án sử dụng thiết kế này, do đã tính toán trước kích thước Antenna Trace để trở kháng đạt xấp xỉ 50Ohm do đó R1 = 0 Ohm, C1, C2 bỏ trống (Not Mounted). Cuộn cảm L1 được thêm vào để ngăn chặn sự rò rỉ tín hiệu RF vào chân VCC\_RF, theo khuyến cáo thì L1 không quá 47nH. R2=10 Ohm được thêm vào để hạn dòng trong trường hợp antenna bị ngắn mạch xuống GND.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 25Sơ đồ thiết kế mạch Active Antenna without ATON

* **Sử dụng Active Antenna và dùng chân ATON:** Hoàn toàn tương tụ như thiết kế bên trên tuy nhiên nguồn cấp cho antenna qua chân VCC\_RF được điều khiển thông qua 2 mosfet Q1 và Q2. Khi chân ATON ở mức cao, Q1 và Q2 dẫn, antenna được cấp nguồn. phương án này được sử dụng với mục đích tiết kiệm năng lượng.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 26Sơ đồ thiết kế Active antenna with ATON

* **Sử dụng Passive Antenna không có bộ LNA:** R1, C1, C2 được thêm vào để phối hợp trở kháng, đường antenna được thiết kế ngắn nhất có thể.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 27Sơ đồ thiết kế Passive Antenna without LNA

* **Sử dụng Passive Antenna có bộ LNA:** Thiết kế tương tự một bộ LNA(Low-noise Amplifier) được thêm vào để tăng độ nhạy, giúp cải thiện hiệu suất trong trường hợp tín hiệu yếu.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 28Sơ đồ thiết kế passive antenna with LNA

# **9. Khối RS232 và Debug**

Trong quá trình phát triển firmware cho thiết bị, việc Debug là rất quan trọng. Khối RS232/Debug được thêm vào thiết bị nhằm các mục đích sau:

* Hỗ trợ quá trình Debug khi phát triển Firmware
* Bám sát yêu cầu của thiết bị GSHT: Cần có cổng RS232 để trích xuất dữ liệu.

Khối này sử dụng 2 bộ UART của MCU là UART5 cho khối Debug và UART2 cho khối RS232. IC được sử dụng là IC MAX232 của hãng MAXIM, giúp chuyển đổi mức điện áp TTL sang mức điện áp phù hợp với chuẩn RS232.

A diagram of a circuit board

Description automatically generated

Hình 1. 29Sơ đồ nguyên lí khối RS232

Bộ Debug sử dụng IC CH340G, một IC thông dụng và rất phổ biến, độ ổn định cao, IC này giúp chuyển đổi giao tiếp Serial trên MCU (UART) sang giao tiếp USB trên máy tính giúp gửi dữ liệu từ cổng UART trên MCU lên máy tính qua cổng USB. Diode TSV được thêm vào để bảo vệ đường USB D+ và USB D-.

A diagram of a computer circuit

Description automatically generated

Hình 1. 30Sơ đồ nguyên lí khối Debug

# **10. Khối cảm biến**

Để có thể đo được các thông số như nhiệt độ, độ ẩm môi trường thì em sử dụng cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11, và giám sát nhiệt độ của thiết bị em sử dụng cảm biến nhiệt độ DS18B20 với dải đo rộng. Đây là các cảm biến sử dụng giao tiếp 1-Wire. Việc đo, xử lí tính toán nhiệt độ sẽ do cảm biến tự tiến hành, nhiệm vụ của người lập trình đó là giao tiếp giữa MCU với các cảm biến này để đọc dữ liệu về.

Cảm biến DS18B20 sẽ được sử dụng để đo nhiệt độ của thiết bị, nhiệt độ của môi trường, còn cảm biến DHT11 được sử dụng để đo nhiệt độ, độ ẩm của môi trường. Hình dạng các cảm biến sử dụng được mô tả như hình dưới.

Cảm biến STRELA A là loại cảm biến được ứng dụng vào việc đo mức nhiên liệu của các xe oto cũng như các xe công trình nhằm kiểm soát được lượng nạp và rút nhiên liệu, tối ưu hóa được việc quản lí lộ trình xe đi và dừng, tránh được tình trạng trộm cắp nhiên liệu, đồng thời hình thành phong cách laais xe phù hợp nhằm tiết kiệm nhiên liệu, giảm phát thải các chất độc hại vào môi trường.

A close-up of a chip

Description automatically generated A close-up of a metal rod

Description automatically generated

Hình 1. 31Các cảm biến sử dụng để đo nhiệt độ, độ ẩm và mức nhiên liệu

Thông số cơ bản của cảm biến DS18B20:

* Điện áp hoạt động 3-5.5VDC
* Dòng tiêu thụ ~1-1.5mA
* Chuẩn giao tiếp: Digital TTL 1-Wire. Dữ liệu truyền và nhận trên 1 đường dây duy nhất.
* Dải đo: -55°C - 125°C
* Độ chính xác: ±0.5°C
* Độ phân giải: 9-12bit có thể lập trình được.
* Thời gian chuyển đổi: 750ms ở độ phân giải 12bit.
* Hỗ trợ dạng đóng gói TO-92 và dạng dây kéo dài 1m chống nước có đầu bảo vệ bằng thép.

Thông số cơ bản của cảm biến DHT11:

* Điện áp hoạt động 3-5VDC
* Dòng tiêu thụ: tối đa 2.5mA
* Dải đo: 20-80%RH (±5%); 0-50°C (±2°C).
* Thời gian chuyển đổi: tối thiểu 1S
* Chuẩn giao tiếp: Digital TTL 1-Wire.

Thông số cơ bản của cảm biến mức STRELA A:

* Điện áp hoạt động 3-10VDC
* Dòng tiêu thụ 100mA
* Điện áp đầu ra dải từ 0-5V tương ứng với 0% và 100% mức nhiên liệu
* Đọc ADC đầu vào

Sơ đồ thiết kế khối cảm biến được mô tả như dưới. Trong đó cảm biến DS18B20 được mắc cùng trên 1 bus 1-Wire. 1 cảm biến phục vụ đo nhiệt độ của thiết bị, cảm biến còn lại đo nhiệt độ môi trường bên ngoài. Cảm biến DHT11 thì được mắc trên bus 1-wire khác nhằm đo nhiệt độ, độ ẩm môi trường xung quanh thiết bị. Cách mắc nối của cảm biến STRELA A cũng tương tự như 2 cảm biến trên. Tất cả các đường bus 1-wire đều được kéo lên VCC qua điện trở 4.7k do bus 1-wire được cấu hình ở dạng Open - drain Output. Do đó khi bus không được điều khiển bởi MCU thì cần được kéo lên VCC để giữ mức logic 1. Việc cấu hình bus 1-wire ở Open-Drain Output nhằm cho phép nhiều thiết bị hoạt động trên cùng 1 bus giống như chuẩn I2C.

A diagram of sensor with text

Description automatically generated

Hình 1. 32Sơ đồ khối cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và đo mức

Điện áp của Ắc quy được đo thông qua ADC. Do điện áp ắc quy của xe có dải từ 12-36V, mà ADC của MCU STM32F103RCT6 có điện áp tham chiếu chỉ là 3.3V, hơn nữa nếu ta cấp thẳng điện áp trên 5V vào bất kì I/O nào của MCU đều có thể làm hư hỏng MCU. Do vậy cần một khối để chuyển đổi mức điện áp đầu vào của ắc quy để cấp cho ADC. Các đơn giản và dễ sử dụng nhất đó chính là sử dụng cầu phân áp, sơ đồ thiết kế được mô tả như hình dưới. Hai điện trở độ chính xác cao và tạo thành cầu chia áp, điện áp sau cầu chia áp sẽ nằm trong một dải nhất định phụ thuộc vào tỉ số giữa 2 điện trở phân áp.

Cụ thể là

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Hình 1. 33Sơ đồ khối mạch phân áp cho ADC

Chọn R70 = 18k, R71= 47.5k. Nếu VIN = 12VDC thì VOUT = 3.29V < 3.3V. Ngoài ra để bảo vệ cho điện áp trên chân ADC\_INPUT luôn nằm trong khoảng từ 0-3.3V, TVS Diode được thêm vào để giữ cho điện áp trên chân ADC không vượt quá 3.3VDC, bảo vệ bộ ADC của MCU.

Việc đo tốc độ di chuyển của xe sẽ thông qua 2 phương án: Thứ nhất là dựa vào tốc độ đo được thông qua module GNSS, thứ 2 là đo trực tiếp thông qua cảm biến tiệm cận bằng phương pháp đếm xung. Phương án thứ 2 được sử dụng trong trường hợp thiết bị mất sóng GPS. Cảm biến tiệm cận được sử dụng để đo tốc độ là loại cảm biến tiệm cận NPN.



Hình 1. 34Cảm biến tiệm cận từ LJ12A3-4-Z/BX NPN

Một vài thông số chính của cảm biến như sau:

- Điện áp hoạt động: 6 ~ 36Vdc

- Dòng đầu ra: 300mA

- Phát hiện kim loại, khoảng cách tối đa 4mm

- Đường kính cảm biến: 12mm

- Ngõ ra NPN 3 Dây, NO

- Đối tượng phát hiện: Kim loại/sắt

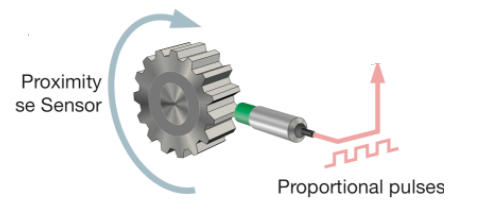
Sơ đồ thiết kế mạch được mô tả hình dưới. Sử dụng Opto PC817 để cách li tín hiệu đầu ra cảm biến với chân I/O của MCU, giúp bảo vệ MCU khi có sử cố từ cảm biến. Đầu ra của cảm biến là dạng Open - Collector, được mắc với chân K của Opto PC817, chân A của opto được mắc với nguồn 12V cấp chung cho cảm biến tiệm cận. Chân C của Opto được mắc lên nguồn 3V3 để giữ mức logic 1, chân E của Opto được mắc xuống GND. Khi cảm biến phát hiện kim loại, đầu ra của nó ở mức điện áp 12V, không có dòng chạy qua Led hồng ngoại của opto, phototransitor không dẫn, đầu ra DATA\_IN ở mức logic 1. Khi cảm biến không phát hiện kim loại, đầu ra của nó ở mức logic 0V, có dòng chạy qua led hồng ngoại của opto, phototransistor dẫn, đầu ra DATA\_IN ở mức logic 0.

A diagram of a computer

Description automatically generated

Hình 1. 35Sơ đồ nguyên lí cảm biến tiệm cận NPN

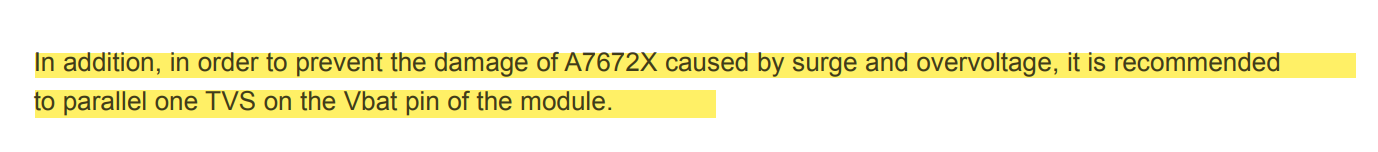
Nguyên lí đo tốc độ sử dụng cảm biến tiệm cận: Sử dụng một đĩa có dạng giống đĩa encoder đục lỗ gắn đồng trục với bánh xe của xe. Đặt cảm biến gần sát đĩa, khi đĩa quay, tại các điểm bị đục lỗ, cảm biến không phát hiện được kim loại, từ đó thay đổi mức logic đầu ra. Đếm xung đầu ra của cảm biến trong một đơn vị thời gian, căn cứ theo số xung đếm được trong 1 giây, chu vi đĩa encoder, hệ số truyền từ bánh xe đến đĩa encoder ta có thế tính toán ra được tốc độ quay của bánh xe, từ đó tính ra vận tốc di chuyển của xe.



Hình 1. 36Đo tốc độ bằng cảm biến tiệm cận NPN

A yellow and black text

Description automatically generated



Dựa theo hãng sản xuất, 4 tụ điện ceramic 33pF/10pF/0.1uF/1uF được sử dụng để lọc nguồn cấp vào chip và tăng hiệu suất của RF.