Thiết kế các module thiết bị thu GPS

I. Sơ đồ khối thiết bị thu GPS



Thiết bị thu GPS là thiết bị phần cứng dùng để theo dõi vệ tinh, thu nhận các tín hiệu vệ tinh đã được mô tả trước đó. Cấu trúc cơ bản của thiết bị thu GPS gồm có:

- Ăngten

- Module GPS

- Bộ thu tín hiệu tần số vô tuyến RF (Module RF)

- Bộ vi điều khiển

- Bộ nhớ ngoài

- Nguồn nuôi

Để đảm bảo trong một khối thống nhất, ăngten cho thiết bị định vị GPS là loại ăngten vi dải nhỏ gọn, loại chùm sóng rộng nên không cần hướng tới nguồn tín hiệu như các loại ăngten trảo thu vệ tinh. Ngoài ra còn có ăngten cho module RF để truyền dữ liệu định vị đến trung tâm điều khiển qua dữ liệu di động.

Module GPS được lựa chọn có kích thước nhỏ gọn, nguồn gốc xuất sứ từ các đơn vị cung cấp uy tín trên thế giới như Ublox. Thường những module này cho tốc độ xác định vị trí nhanh và chính xác, nhiều mức năng lượng hoạt động và phù hợp cho thiết bị được thiết kế sử dụng pin.

Bộ thu tín hiệu tần số vô tuyến RF hay còn gọi là module RF có chức năng kết nối với trung tâm điều khiển và truyền tín hiệu qua kết nối 3G, 4G. Ngoài ra, module này còn có chức năng nhận tín hiệu điều khiển qua tin nhắn SMS trong những trường hợp cần thiết để kích hoặt tính năng đặc biệt.

Bộ vi điều khiển có nhiệm vụ điều khiển và xử lý các luồng tín hiệu nhận được từ module GPS, xử lý dữ liệu và truyền về trung tâm điều khiển qua module RF; là bộ não của thiết bị đảm nhận nhiều tác vụ khác nhau.

Bộ nhớ ngoài dùng để lưu trữ dữ liệu trong trường hợp thiết bị đi vào vùng mất tín hiệu GPS và tín hiệu vô tuyến. Khi đó, dựa vào sự kết hợp giữa dữ liệu GPS và hệ dẫn đường quán tính INS sẽ tự động tính toán và lưu trữ vào bộ nhớ. Sau khi đã khôi phục kết nối vô tuyến, dữ liệu sẽ được truyền về trung tâm điều khiển.

Nguồn pin tuyến tính là dòng pin sạc Li-po một chiều, có thể sạc và sử dụng nhiều lần.

**II. Giao thức giành cho thiết bị thu GPS**

NMEA là chuẩn giao thức được sử dụng phổ biến nhất trong các máy thu GPS hiện nay. Được phát triển bởi Hiệp hội Điện tử hàng hải quốc tế (National Marine Electronics Association), đến nay NMEA có 4 phiên bản, đó là NMEA 1.5, NMEA 2.0, NMEA 2.3 và NMEA 3.01. Giao diện truyền thông của máy thu GPS được định nghĩa trong NMEA là chuẩn RS-232, tốc độ truyền dữ liệu phổ biến là 4800 baud, một số máy thu GPS hiện đại có thể truyền dữ liệu với tốc độ 9600 baud. Các bản tin gửi đi từ máy thu GPS có độ dài tối đa là 82 ký tự mã ASCII và được gọi là các câu (sentence). Số lượng bản tin là khác nhau đối với mỗi phiên bản giao thức. Một máy thu GPS có thể gửi đi khoảng 26 loại bản tin khác nhau. Các loại bản tin được phân biệt với nhau bằng 5 ký tự dầu tiên ngay sau dấu $. Một số bản tin phổ biến liên quan đến GPS được mô tả dưới đây:

|  |  |
| --- | --- |
| **$GPGGA** | Thời gian, tọa độ vị trí, kiểu dữ liệu chỉnh sửa |
| **$GPGLL** | Kinh độ, vĩ độ, tọa độ vị trí và trạng thái thiết bị GPS đã chỉnh sửa theo chuẩn UTC |
| **$GPGSA** | Chế độ hoạt động máy thu GPS, thông tin vệ tinh đã được dùng trong xử lý tọa độ vị trí, các giá trị DOP |
| **$GPGSV** | Số lượng vệ tinh nhìn thấy, mã định danh ID của các vệ tinh, các giá trị độ cao, góc phương vị, giá trị SNR |
| **$GPRMC** | Thời gian, thời điểm, tọa độ vị trí, điều hướng, tốc độ dữ liệu |
| **$GPVTG** | Điều hướng, thông tin tốc độ vệ tinh so với mặt đất |

**Bản tin $GPGGA** - Cung cấp thông tin về vị trí trong không gian 3 chiều và độ chính xác dữ liệu

Ví dụ nội dung nhận được từ máy thu GPS:

$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08, ,545.4,M, , , ,\*47

Trong đó:

GPGGA: Loại bản tin = Global Positioning System Fix Data

123519: Thời gian gửi bản tin = 12:35:19 UTC

4807.038,N: Vĩ độ = 48 deg 07.038' N

01131.000,E: Kinh độ = 11 deg 31.000' E

1: Chất lượng số liệu:

0 = Không hợp lệ

1 = Tính được từ tín hiệu vệ tinh

7 = Nhập bằng tay

8 = Chế độ mô phỏng

08: Số vệ tinh quan sát được = 8

545.4,M Độ cao so với mặt biển = 545,4 mét

\*47 Dữ liệu kiểm soát lỗi bằng phương pháp bit chẵn lẻ = 47

Bản tin $GPGSA – GPS DOP và vệ tinh hoạt động. Bản tin này cung cấp chi tiết tính tự nhiên của dữ liệu. Nó bao gồm các thông số về vệ tinh đang sử dụng trong giải pháp hiện tại và DOP. PDOP (dilution of precision: độ nhiễu) là một chỉ báo về hiệu lực của vệ tinh hình học trên độ chính xác dữ liệu. Nó là một số không đơn vị cái mà càng nhỏ càng tốt. Dữ liệu 3 chiều sử dụng 4 vệ tinh đưa ra độ nhiễu 1.0 sẽ tính toán 1 số hoàn hảo, tuy nhiên trong giải pháp thực tế nó có thể cho ra một số dưới 1.0.

Ví dụ: $GPGSA,A,3,04,05,,09,12,,,24,,,,,2.5,1.3,2.1\*39

Trong đó:

|  |  |
| --- | --- |
| GPGSA | Trạng thái vệ tinh |
| A | Lựa chọn tự động dữ liệu 2D hay 3D |
| 3 | Chọn dữ liệu 3D – gồm các giá trị: 1 - không chọn, 2 - 2D, 3 - 3D |
| 04,05… | PRN của các vệ tinh đã được sử dụng cho lựa chọn |
| 2.4 | PDOP |
| 1.3 | HDOP |
| 2.1 | VDOP |
| \*39 | Dữ liệu được kiểm tra, thường bắt đầu bằng dấu \* |

**Bản tin $GPGSV** - Vệ tinh trong tầm nhìn hiển thị dữ liệu về vệ tinh cái mà có lẽ đơn vị tìm dựa trên góc nhìn bộ lọc của nó và dữ liệu niên giám. Nó cũng hiển thị khả năng hiện tại để bắt dữ liệu này. Chú ý rằng một mệnh đề GSV chỉ có thể cung cấp dữ liệu tới 4 vệ tinh và vì thế cần 3 mệnh đề để cung cấp đầy đủ thông tin.Đó là nguyên nhân mệnh đề GSV chứa nhiều vệ tinh hơn GGA ra dấu khi GSV bao gồm các vệ tinh không sử dùng như là phần của giải pháp. Không yêu cầu các mệnh đề GSV xuất hiện thứ thự. Cho phép chồng chất dữ liệ băng thông vài máy thu đặt mệnh đề đa dạng trong mẫu khác nhau.

Trường gọi SNR (Signal to Noise Ratio : tỷ lệ tín hiệu và độ nhiễu) trong tiêu chuẩn NMEA ảnh hưởng tới cường độ tín hiệu. SNR có thể sắp xếp từ 0 đến 99 theo tiêu chuẩn NMEA, nhưng các nhà sản xuất khác nhau gửi các sắp xếp khác nhau về dãy số với số khởi điểm khác nhau vì thế giá trị chúng không cần thiết sử dụng đơn vị khác nhau. Sắp xếp giá trị công việc trong một gps định sẵn sẽ thường chỉ ra một sự khác nhau của 25 đến 35 giữa giá trị thấp nhất và cao nhau, tuy nhiện 0 là một trường hợp đặc biệt và được hiện trên vệ tinh.

Ví dụ:

$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45\*75

Trong đó:

|  |  |
| --- | --- |
| GPGSV | Vệ tinh trong tầm quan sát |
| 2 | Số câu cho dữ liệu đầy đủ |
| 1 | Câu 1 hoặc 2 |
| 08 | Số vệ tinh trong tầm quan sát |
| 01 | Số PRN của vệ tinh |
| 40 | Độ cao, tính bằng độ |
| 083 | Góc phương vị, tính bằng độ |
| 46 | SNR - càng cao càng tốt, cho trên 4 vệ tinh trong một câu |
| \*75 | Giá trị kiểm tra dữ liệu, thường bắt đầu bằng dấu \* |

**Bản tin GPRMC** - Cung cấp thông tin về vị trí, tốc độ chuyển động và thời gian.

Nội dung nhận được từ máy thu GPS:

$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4, 084.4, 230394, 003.1,W\*6A

Trong đó:

|  |  |
| --- | --- |
| GPRMC | Loại bản tin = Recommended Minimum kiểu C |
| 123519 | Thời gian gửi = 12:35:19 UTC |
| A | Trạng thái bản tin: A = active hoặc V = void |
| 4807.038,N | Vĩ độ = 48 deg 07.038’ N |
| 01131.000,E | Kinh độ = 11 deg 31.000’ E |
| 022.4 | Tốc độ chuyển động, tính bằng đơn vị knots |
| 230394 | Ngày gửi = 23/03/1994 |
| \*6A | Dự liệu kiểm soát lỗi bằng phương pháp bit chẵn lẻ = 6A |

**Bản tin GPGLL** – Vĩ độ và Kinh độ được lưu trừ dữ liệu Loran và một vài đơn vị cũ có lẽ không gửi thời điểm và dữ liệu thông tin kích hoạt nếu chúng là dữ liệu Loran cạnh tranh. Nếu một GPS là dữ liệu Loran cạnh tranh chúng có lẽ sử dụng LC Loran đặt trường hợp của GP.

$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,\*1D

Trong đó:

|  |  |
| --- | --- |
| GPGLL | Thông tin tọa độ vị trí, kinh độ và vĩ độ |
| 4916.45,N | Kinh độ - 49016’45 Bắc |
| 12311.12,W | Vĩ độ - 123011’12 Tây |
| 225444 | Chỉnh sửa thời gian tại 22:54:44 UTC |
| A | Trạng thái dữ liệu (Active: A và Void: V) |
| \*1D | Mã kiểm tra dữ liệu |

**II. Thiết kế chi tiết các khối thiết bị thu GPS**

**1. Yêu cầu chức năng**

**-** Thiết bị thu GPS thực hiện các chức năng cơ bản sau:

+ Thu tín hiệu từ vệ tinh GPS, xử lý dữ liệu và truyền về trung tâm điều khiển qua đường truyền vô tuyến (GSM, 3G, 4G).

+ Thiết kế nhỏ gọn, sử dụng dòng pin sạc, gói gọn trong một sản phẩm.

+ Thiết bị có độ nhạy cao, hoạt động tin cậy; có khả năng làm việc trong điều kiện khắc nhiệt về thời tiết như độ ẩm sương mù, điều kiện bị che khuất.

**2. Thiết kế chi tiết các khối**

**2.1. Khối Ăngten**

**a. Cơ sở lý thuyết**

Ăngten GPS là ăngten tần số vô tuyến cung cấp kết nối với hệ thống định vị toàn cầu, khi được kết nối thích hợp với bộ thu phát GPS, ăngten GPS có thể truyền và nhận các tín hiệu tần số vô tuyến cụ thể cần thiết bị GPS thực hiện các chức năng thời gian vị trí và điều hướng. Khi thực hiện chức năng này, ăng-ten GPS trở thành điểm tương tác chính giữa Phần không gian và phần người dùng trong hệ thống GPS.

Ăngten phải có độ nhạy phù hợp và có cộng hưởng cần thiết để phát hiện tín hiệu GPS quảng bá được phát bởi hệ thống các chòm sao vệ tinh và thường cần bộ khuếch đại nhiễu thấp để tăng cường tín hiệu.

Ăng-ten GPS bao gồm các thành phần sau:

- Phần tử bức xạ của ăng-ten sẽ xác định băng thông của ăng-ten và các khía cạnh khác về cách nó bức xạ năng lượng điện từ.

- Ăngten mặt phẳng tiếp đất ảnh hưởng đến độ bức xạ của anten.

- Một số kiểu khuếch đại tín hiệu

- Randome là một cấu trúc bao quanh chống thấm nước cho ăngten và có thể ảnh hưởng tới tâm pha của nó. Tâm pha của ăngten là một thành phần quan trọng do nơi ăngten bắt tín hiệu ảnh hưởng trực tiếp tới độ chính xác của module GPS. Randome bảo vệ ăng-ten khỏi thời tiết và che giấu thiết bị điện tử ăng-ten khỏi tầm nhìn.

Ăng-ten GPS thường là ăng-ten có trở kháng cao trên 50 và thuộc loại đa hướng. Dạng bức xạ bán cầu của ăngten cho phép tín hiệu có thể nhận được theo bất kỳ hướng nào từ tất cả các vệ tinh xung quanh.

**b. Phân tích thiết kế**

Ăngten GPS phân ra thành ăngten thụ động và tích cực. Loại ăng-ten tích cực cần cấp nguồn cho mạch khuếch đại hoạt động và được nối với cáp có chiều dài từ 5m đến 10m tới thiết bị. Nguồn cấp cho ăngten tích cực trong khoảng điện áp từ 2.8V đến 5V. Loại ănten thụ động là loại ăngten gắn liền với mạch thiết kế phù hợp với các thiết bị cầm tay và di động. Với thiết kế đang xây dựng, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn loại ăngten thụ động phù hợp với loại thiết bị di động, gói gọn trong một thiết bị. Ăng-ten lựa chọn là **ADFGP.25A.07.0060A** của hãng Taoglas - một trong những nhà cung cấp vật tư linh kiện sản xuất thiết bị GPS hàng đầu thế giới. Các tham số kỹ thuật của Anten gồm:

- Dải tần số hoạt động: 1559 MHz đến 1610 MHz

- Băng tần tương thích hệ thống GNSS: GPS (L1), GLONASS (G1), Galileo (E1), Beidou (B1)

- Độ lợi trung bình: -2.5

- Kích thước: 25x25x4 mm

- Đầu kết nối: U.FL

- Cáp kết nối: đường kính 0.13mm, dài 60mm

- Nhiệt độ hoạt động: -400C đến 850C

- Tích hợp bộ lọc LNA và SAW để giảm nhiễu

- Cung cấp khả năng bảo vệ tốt hơn khỏi các xung điện bức xạ gần đó.

**2.2. Khối module GPS**

Module GPS đóng vai trò quyết định tới hiệu quả của thiết bị. Quan nghiên cứu, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn chip SAM-M8Q để thực hiện. Đây là dòng chip thu GPS thế hệ mới của hãng U-blox có đầy đủ các yêu cầu, là một trong những hãng sản xuất lớn trên thế giới. Đặc điểm kỹ thuật chi tiết của…:

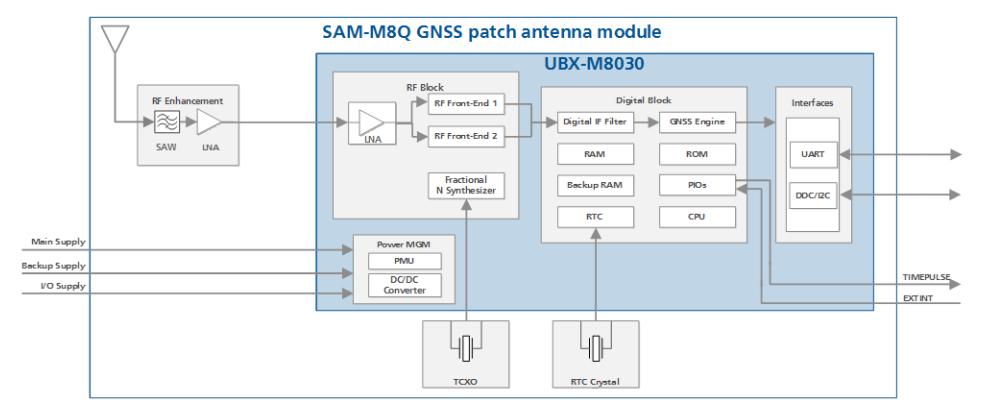
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tổng quán** | | | | | |
| Tên chip |  | | | | |
| Tần số sóng mang | L1, 1575.42 MHz | | | | |
| C/A Code | 1.023 MHz | | | | |
| Số kênh | 72 kênh, GPS L1C/A, GLONASS L1OF, Galileo E1B/C | | | | |
| Độ chính xác tín hiệu xung thời gian | RMS | 30ns | | | |
| 99% | 60ns | | | |
| Tần số xung tín hiệu thời gian | 0.25 Hz…10 MHz (có thể cấu hình) | | | | |
| Giới hạn hoạt động | Tốc độ | 500m/s | | | |
|  | Độ cao | 50000 m | | | |
|  |  |  | | | |
| Độ chính xác vận tốc | 0.05 m/s | | | | |
| Độ chính xác về hướng | 0.3 độ | | | | |
| **Hiệu suất trong hệ thống định vị toàn cầu** | | | | | |
|  |  | GPS + GLONASS | GPS | GLONASS | Galileo |
| Độ chính xác định vị |  | 2.5m | 2.5m | 8.0m | TBC4 |
| Tốc độ cập nhật điều hương |  | 10 Hz | 18 Hz | 18 Hz | 18 Hz |
| Thời gian sửa lỗi lần đầu (TTFF) | Cold start | 26s | 29s | 30s | TBC4 |
| Hot start | 1s | 1s | 1s | TBC4 |
| Aided starts | 2s | 2s | 3s | TBC4 |
| Độ nhạy | Giám sát và dẫn đường | -165 dBm | -164 dBm | -164 dBm | -157 dBm |
| Khôi phục  tín hiệu | -158 dBm | -158 dBm | -154 dBm | -151 dBm |
| Cold start | -146 dBm | -146 dBm | -143 dBm | -136 dBm |
| Hot start | -155 dBm | -155 dBm | -154 dBm | -149 dBm |
| Giao thức hỗ trợ |  | NMEA0183, ver 4.0 |  |  |  |

**\* Bản tin mặc định:**

- Giao tiếp đầu ra UART: Tốc độ truyền dữ liệu: 9600 baud, 8 bits, 1 bit stop và không có bit nhớ. Đầu ra UART được cấu hình để truyền trên cả hai giao thức NMEA và UBX, nhưng chỉ có bản tin NMEA được kích hoạt ở chế độ bắt đầu hoạt động, bao gồm: GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT.

- Giao tiếp đầu vào UART: Tốc độ truyền dữ liệu: 9600 baud, 8 bits, 1 bit stop và không có bit nhớ, chế độ tự động chọn tốc độ dữ liệu bị tắt. Giao tiếp này tự động chấp nhận các giao thức UBX, NMEA, RTCM mà không cần quan tâm cấu hình rõ ràng.

**\* Sơ đồ khối:**



Sơ đồ khối của Module GPS SAM-M8Q GNSS

Phân tích các khối trong module:

- Khối Antenna: module được thiết kế tích hợp anten vi dải và tín hiệu được lọc và khuếch đại nhờ bộ lọc thông thấp LNA và bộ lọc SAW bên trong.

- Khối nguồn: sử dụng nguồn cung cấp điện áp đầu vào là 3.3V, tích hợp trong module là một bộ chuyển đổi DC/DC giúp cho việc giảm mức tiêu thụ năng lượng khi hoạt động của module. Module được sử dụng ở hai chế độ hoạt động: chế độ liên tục với công suất tối đa và chế độ tiết kiệm năng lượng cho năng lượng được tối ưu.

- Khối RF: là khối tiếp nhận xử lý tín hiệu ban đầu thu được từ Anten truyền tới. Trong khối chứa 01 bộ lọc thông thấp và các khối nhỏ đầu cuối vô tuyến RF front-end phục vụ cho xử lý tín hiệu ban đầu.

- Khối xử lý số: là khối quan trọng nhất trong module, đảm nhận việc lọc, chuyển đổi số, phân tích và xử lý dữ liệu để đưa ra các bản tin theo chuẩn NMEA 0183.

- Khối giao tiếp: gồm giao tiếp UART và DDC/I2C. Giao tiếp UART được thiết lập với vi điều khiển đề truyền bản tin GNSS thu được tới vi điều khiển để xử lý. Giao tiếp DDC/I2C được thiết kế để giao tiếp với các vi xử lý bên ngoài hoặc các khối module di động khác.

- Ngoài ra, để module hoạt động được cần phải có các khối tạo dao động bên ngoài.

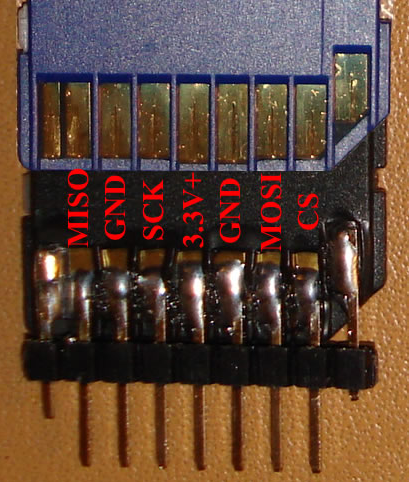
**\* Sơ đồ chân:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Pin | Tên | I/O | Mô tả |
| 1 | GND |  | Chân nối đất |
| 2 | VCC\_IO | I | Cung cấp điện áp cho IO |
| 3 | V\_BCKP | I | Cung cấp sao lưu |
| 4 | GND |  | Chân nối đất |
| 5 | GND |  | Chân nối đất |
| 6 | GND |  | Chân nối đất |
| 7 | TIMEPULSE | O | 1 PPS |
| 8 | SAFEBOOT\_N | I | Dịch ngược |
| 9 | SDA | I/O | Chân dữ liệu giao thức DDC |
| 10 | GND |  | Chân nối đất |
| 11 | GND |  | Chân nối đất |
| 12 | SCL | I | Chân tín hiệu xung clock giao thức DDC |
| 13 | TxD | O | Chân Tx của giao tiếp UART |
| 14 | RxD | I | Chân Rx của giao tiếp UART |
| 15 | GND |  | Chân nối đất |
| 16 | GND |  | Chân nối đất |
| 17 | VCC | I | Cấp nguồn chính cho toàn module |
| 18 | RESET\_N | I | Chân Reset |
| 19 | EXTINT0 | I | Chân ngắt ngoài |
| 20 | GND |  | Chân nối đất |

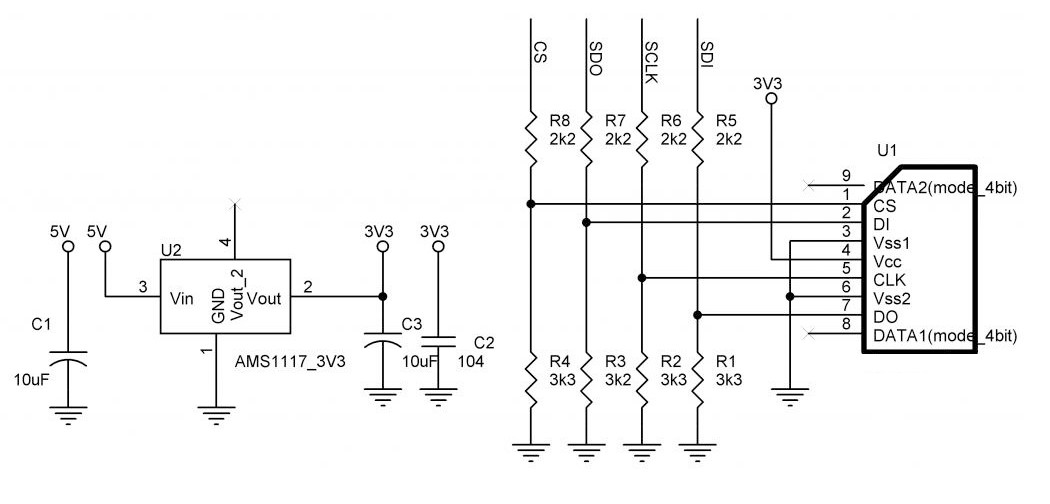
*Sơ đồ chân của Chip module GPS SAM-M8Q GNSS*

2.3. Khối bộ nhớ

Khối bộ nhớ ngoài là loại MMC/SD Card được giao tiếp với MCU theo giao tiếp SPI.



Thẻ nhớ SDCard



Sơ đồ thiết kế khối giao tiếp thẻ nhớ

MMC/SD card có tất cả 9 chân:

- Chân 1: CS (chip select) là chân chọn chip dùng trong mode SPI, chân này được nối với chân chọn chip của MCU.

- Chân 2: DI (data input) hay là chân MOSI, chân này được nối với chân MOSI của MCU.

- Chân 3,6 là các chân GND.

- Chân 4: chân nguồn.

- Chân 5: CLK giữ nhịp trong mode SPI, chân này được nối với SLK của MCU.

- Chân 7: chân DO (data output) chân này được nối với chân MISO của MCU.

- Về nguồn nuôi cho MMC/SD card phải nằm trong khoảng từ 1,8V-3,6V.Vì thế giao tiếp các chân của MMC/SD card và MCU không được mắc nối tiếp mà phải phân áp.

Nếu gọi dữ liệu giữa chip ARM (master) và MMC/SD card là thông điệp thì thông điệp này chia làm 3 loại:

- Lệnh (Command).

- Trả lời (Respond).

- Dữ liệu (Data token).

Giao tiếp giữa Vi điều khiển và MMC/SD card bắt dầu khi chân chọn chip về trạng thái 0. Lệnh từ vi điều khiển đến card theo đường MOSI. Và card sẽ trả lời theo đường MISO về. Mỗi lệnh gồm 48 bit.

**2.4. Khối thu phát vô tuyến**

Khối thu phát vô tuyến có chức năng gửi dữ liệu từ thiết bị thu GPS tới trung tâm xử lý, tiếp nhận các yêu cầu điều khiển từ trung tâm điều khiển qua đường truyền 3G/4G. Chức năng cụ thể:

- Tiếp nhận các yêu cầu từ người dùng, trung tâm điều khiển qua đường truyền 3G, 4G hoặc tin nhắn SMS.

- Chuyển yêu cầu của người dùng, trung tâm điều khiển cho vi điều khiển xử lý

- Tiếp nhận các yêu cầu của vi điều khiển

- Chuyển tiếp các thực thi của vi điều khiển tới máy chủ tại trung tâm điều khiển, người dùng qua đường truyền 3G, 4G.

- Xử lý các yêu cầu điều khiển từ người dùng qua tin nhắn SMS.

Trong đề tài, nhóm thực hiện đã nghiên cứu, chọn lọc và đưa ra lựa chọn loại Module Sim SIM7600CE-M1S của SIMCom để thiết kế khối thu phát vô tuyến. SIM7600CE-M1S là loại module đa băng tần loại SMT hỗ trợ truyền dữ liệu qua băng tần LTE CAT4 có tốc độ lên tới 150 Mbps. Loại module Sim này được đánh giá cao bởi sự linh hoạt , dễ tích hợp trong các ứng dụng.

**2.4.1 Đặc điểm kỹ thuật**

|  |  |
| --- | --- |
| **Đặc trưng chung** | |
| Điện áp cung cấp | 3.4V ~ 4.2V, thường là 3.8V |
| Tập lệnh điều khiển | Tập lệnh AT |
| Nhiệt độ hoạt động | -40oC đến +85oC |
| Kích thước | 30x30x2.9 mm |
| Trọng lượng | 5.7 0.2g |
| **Dữ liệu** | |
| LTE CAT4 | - Uplink: tối đa 50 Mbps  - Downlink: tối đa 150 Mbps |
| TD -HSDPA/HSUPA | - Uplink: tối đa 2 Mbps  - Downlink: tối đa 2.8 Mbps |
| UMTS | - Uplink/Downlink: tối đa 384 Kbps |
| CDMA2000/EVDO | - Uplink: tối đa 1.8 Mbps  - Downlink: tối đa 3.1 Mbps |
| EDGE | - Uplink/Downlink: tối đa 236.8 Kbps |
| GPRS | - Uplink/Downlink: tối đa 85.6 Kbps |
| **Giao tiếp** | |
| Giao tiếp USB | Tương thích với hệ điều hành Windows/Linux |
| Cập nhật firmware | qua giao tiếp USB |
| Giao thức mạng hỗ trợ | TCP/IP/IPV4/IPV6/Multi-PDP  /FTP/FTPS/HTTP/HTTPS/DNS |
| Giao thức bảo mật | SSL3.0/TLS1.0/TLS1.2 |
| **Các đặc trưng khác** | |
| Giao tiếp | USB2.0, UART, I2C |
| Hỗ trợ SIM Card | |
| Dải tần | |
| LTE-FDD | B1/B3/B5/B8 |
| LTE-TDD | B38/B39/B40/B41 |
| CDMA/EVDO | BC0 |
| UMTS/HSDPA/HSPA+ | B1/B8 |
| GSM/GPRS/EDGE | 900/1800MHz |

**2.5. Khối vi điều khiển**

Vi điều khiển là nơi tiếp nhận, xử lý và vận hành toàn bộ hệ thống.Tại đây bản tin định vị được gửi về, boc tách lấy thành phần thông tin có ích sau đó được gửi tới trung tâm điều khiển qua đường truyền 3G/4G qua khối thu phát vô tuyến, đồng thời cũng tiếp nhận các yêu cầu đến từ trung tâm điều khiển cũng như người dùng sau đó xử lý và đưa ra câu trả lời.

Nhiệm vụ của vi điều khiển:

* Thu nhận,bóc tách và đưa ra yêu cầu chuyển tiếp bản tin định vị tới khối thu phát vô tuyến
* Nhận được bản tin định vị NMEA từ khối GPS
* Tách lấy bản tin GPRMC là bản tin có chứa các thông tin đầy đủ về vị trí, vận tốc, thời gian,hướng…
* Thiết lập yêu cầu gửi data qua đường truyền 3G/4G cho khối thu phát vô tuyến
* Xử lý các yêu cầu của từ trung tâm điều khiển truyền tới
* Nhận được dữ liệu của khối thu phát vô tuyến
* Đọc,phân tích yêu cầu và đưa ra trả lời từ phía trung tâm điều khiển thông qua đường truyền 3G/4G
* Ghi dữ liệu vào thẻ nhớ SD

**2.5. Khối nguồn tuyến tính**

Thiết bị thu GPS là một thiết bị di động, thống nhất trong một khối, do vậy không thể sử dụng nguồn trong phương tiện mà phải sử dụng nguồn pin ngoài.Việc lựa chọn pin nguồn rất quan trọng, vừa phải đảm bảo cung cấp đầy đủ điện áp cho các khối hoạt động, vừa phải đảm bảo thiết kế của thiết bị. Hướng nhóm đề tài sử dụng nguồn pin Poly-Lithium là loại pin có thể sạc nhiều lần, nguồn một chiều có tính ổn định cao.

Trong thiết bị, nguồn pin được cung cấp cho các khối vi điều khiển, khối module GPS và khối thu phát vô tuyến. Mỗi module yêu cầu cung cấp các mức điện áp khác nhau để cho các khối hoạt động.

**3. Công cụ thiết kế**

- Công cụ phục vụ cho thiết kế mạch nguyên lý và vẽ mạch in cho thiết bị định vị GPS là phần mềm Altium Designer 16. Đây là phần mềm thiết kế mạch in PCB của hãng Altium Limited, là một trong những công cụ vẽ mạch điện tử mạnh nhất hiện nay với nhiều tính năng hỗ trợ các kỹ sư thiết kế trong việc thiết kế các mạch nguyên lý và vẽ mạch in PCB.

**3.1 Đặc trưng phần mềm**

- Giao diện thiết kế, quản lý và chỉnh sửa thân thiện, dễ dàng biên dịch, quản lý file, quản lý phiên bản cho các tài liệu thiết kế.

- Hỗ trợ mạnh mẽ cho việc thiết kế tự động, đi dây tự động theo thuật toán tối ưu, phân tích lắp ráp linh kiện. Hỗ trợ việc tìm kiếm các giải pháp thiết kế hoặc chỉnh sửa mạch, linh kiện, netlist có sẵn từ trước theo các tham số mới.

- Mở, xem và in các file thiết kế mạch dễ dàng với đầy đủ các thông tin linh kiện, netlist, dữ liệu bản vẽ, kích thước, số lượng…

- Hệ thống các thư viện linh kiện phong phú, chi tiết và hoàn chỉnh bao gồm các linh kiện nhúng, số, tương tự…

- Gặt và sửa đối tượng trên các lớp cơ khí, định nghĩa các luật thiết kế, tùy chỉnh các lớp mạch in, chuyển từ schematic sang PCB, đặt vị trí linh kiện trên PCB.

- Mô phỏng mạch PCB 3D, đem lại hình ảnh mạch điện trung thực trong không gian 3 chiều, liên kết trực tiếp với mô hình STEP, kiểm tra khoảng cách cách điện, cấu hình cho cả 2D và 3D.

So với các phần mềm thiết kế mạch in khác như Orcard, Proteus thì Altium Designer có nhiều ưu điểm như đặt luật thiết kế, quản lý đề tài mô phỏng dễ dàng, giao diện thân thiện…

**4. Thiết kế phần mềm firmware**

**4.1. Tập lệnh AT**

Tập lệnh AT là các lệnh dùng để điều khiển một modem. AT là viết tắt bởi ATtention. Mọi dòng lệnh đều bắt đầu bằng từ “AT” hoặc “at”. Chính vị vậy, đây là lý do tại sao các thao tác lệnh với modem đều gọi tắt là lệnh AT. Tập lệnh AT được sử dụng khi có sự xuất hiện của các modem quay số. Theo sự phát triển của công nghệ, ngày nay tập lệnh AT được sử dụng để giao tiếp các modem trên thiết bị di động, bao gồm các module 2G (GPRS/EDGE/1x), module 3G (HSDPA/HSPA/EVDO) và module 4G (LTE). Ngoài ra, tập lệnh AT còn được sử dụng ở các module truyền thông khác phục vụ cho các ứng dụng IoTs như Lora, RF, Blutooth, ESP8266…

Các dịch vụ có thể truy cập trên modem khi sử dụng tập lệnh AT gồm:

- SMS, MMS và Fax

- Truyền dữ liệu sử dụng GPRS/3G/4G, gọi điện

- Cấu hình cài đặt hệ thống

Ngoài việc sử dụng để cấu hình các modem, thiết lập kết nối mạng, lập lệnh AT cũng hỗ trợ việc truy cập thông tin và trạng thái hệ thống, điều này rất quan trọng để xử lý sự cố và gỡ lỗi các ứng dụng. Tập lệnh AT được cấp cho modem có thiết bị đầu cuối thông qua kết nối Serial.

Cấu trúc tập lệnh AT:

- Cấu trúc cơ bản: cấu trúc cơ bản tập lệnh AT không bắt đầu bằng dấu “+”. Ví dụ như D (Dial - thoại), A (Answer - trả lời), H (Hook), O (trả về trạng thái trực tuyến của dữ liệu).

- Cấu trúc mở rộng: cấu trúc mở rộng của tập lệnh AT bắt đầu bằng dấu “+”. Tất cả tập lệnh AT cho module Sim đều có cấu trúc mở rộng.

Cài đặt một dòng lệnh cho tập lệnh AT:

+ Tốc độ truyền

+ Kích thước bit: 8 bit

+ Stop bits: 1

+ Bit ưu tiên: không

- Dòng lệnh: thường bắt đầu bằng cụm từ “AT” và kết thúc với một ký tự <CR>.

- Thông tin phản hồi và mã kết quả: thông tin phản hồi và kết thúc bắt đầu và kết thúc với ký tự <CR> và <LF>.

+ Nếu câu trúc lệnh không chính xác, một chuỗi ký tự “ERROR” được trả về.

+ Nếu cấu trúc lệnh chính xác nhưng một số tham số không chính xác, một chuỗi ký tự sau được trả về với mã lỗi khác là: +CME ERROR: <Err> hoặc +CMS ERROR: <SmsErr>.

+ Nếu dòng lệnh được thực hiện thành công, chuỗi ký tự “OK” được trả về.

**4.1.1 Tập lệnh AT với module Sim SIM7600CE-M1S**

**\* Kiểm tra module SIM**

|  |  |
| --- | --- |
| Tập lệnh AT | Kết quả trả về |
| AT | - OK: nếu thực thi thành công  - ERROR: nếu thực thi thất bại |

**\* Reset module SIM**

|  |  |
| --- | --- |
| Tập lệnh AT | Kết quả trả về |
| AT + CRESET | - OK: nếu thực thi thành công  Sau đó module sẽ reset lại |

**\* Kiểm tra Sim và kết nối mạng**

|  |  |
| --- | --- |
| Tập lệnh AT | Kết quả trả về |
| AT + CPIN? | - Kiểm tra SIM |
| AT + SIMEI? | - Đọc địa chỉ IMEI của module |
| AT + CREG? | - Kiểm tra đăng ký mạng |
| AT + CSQ | - Đọc tín hiệu mạng |

\* **Bật tắt mạng**

|  |  |
| --- | --- |
| Tập lệnh AT | Kết quả trả về |
| AT + NETOPEN | - Bật mạng |
| AT + IPADDR | - Kiểm tra địa chỉ IP |
| AT + NETCLOSE | - Tắt mạng |

\* **Kết nối TCP**

TCP có 10 link liên kết, từ 0 đến 9.

|  |  |
| --- | --- |
| Tập lệnh AT | Kết quả trả về |
| **AT+CIPRXGET=1** | - Kiểm tra Buffet RX |
| AT + CIPOPEN | - Kết nối với TCP Server |
| AT + CIPSEND | - Gửi gói tin |
| **AT+CIPRXGET=2,1,5** | - Đọc data ở chế độ ASCII |
| **AT+CIPCLOSE** | - Đóng kết nối TCP |

**\* Kết nối HTTP**

**4.1. Sơ đồ khối gửi dữ liệu qua đường truyền 3G/4G**



**Mô tả chi tiết:**

Khi thiết bị được kích hoạt, mặc định khối thu phát vô tuyến sẽ được vi điều khiển kích hoạt chế độ truyền dữ liệu qua đường truyền 3G, 4G thông qua tập lệnh AT gửi từ vi điều khiển. Sau khi cấu hình, IP sẽ được lưu vào bộ nhớ EEPROM. Việc lưu trữ địa chỉ IP vào EEPROM sẽ có tác dụng là người dùng không cần phải nạp code vào vi điều khiển mà chỉ cần gửi tin nhắn update địa chỉ IP mới.

Sau khi load xong địa chỉ IP,tiến hành quá trình gửi liên tục các gói tin chứa bản tin GPRMC, quá trình này chỉ kết thúc khi nhận được một yêu cầu dừng lại.

Sau mỗi lần vi điều khiển gửi các lệnh cấu hình, module GPS sẽ trả về chuỗi phản hồi kết quả: OK hoặc ERROR.

Nếu nhận đủ số lần OK => Config thành công chuyển qua gửi dữ liệu.

Nếu nhận không đủ số lần OK => Config thất bại. Nếu nhận được ERROR ở đâu thì tiến hành gửi lại các lệnh config từ đầu.

Sau khi config cho chế độ 3G, 4G thành công,quá trình truyền data qua đường truyền 3G, 4G bắt đầu. Vi điều khiển tiến hành load địa chỉ IP từ EPROM.

Sau khi địa chỉ IP đc load ra,vi điều khiển gửi chuỗi lệnh:

AT+CIPSTART=\”TCP\”,\”xxxxxxxxxx\”,\”Port\” ; trong đó xxxxxxxxxx là địa chỉ IP của server, Port là cổng đã được mở.

Nếu nhận được phản hồi CONNECT OK thì tiến hành gửi tiếp lệnh

AT+CIPSEND=xxx

**Nội dung**<CR>

trong đó xxx là độ dài của gói tin được gửi đi.

4.3.

**5. Giải pháp tiết kiệm năng lượng**

Do bắt nguồn từ yêu cầu thực tế đòi hỏi thiết bị phải làm việc được liên tục trong một khoảng thời gian nhất định nên việc điều khiển chế độ làm việc của các mô đun được xem là cực kì quan trọng quyết định đến khả năng áp dụng vào thực tế của thiết bị.

Xác định các trường hợp năng lượng bị sử dụng vô ích:

* Trong trường hợp xe không chuyển động (xe đang đỗ) thiết bị vẫn gửi về các bản tin, lúc này các bản tin có sự chênh lệch, sai khác là rất nhỏ nên dẫn đến dư thừa thông tin, tiêu hao năng lượng hoạt động thiết bị trong trường hợp này không có ý nghĩa.
* Khi xe vào các khu vực không có tín hiệu GPS như các tòa nhà, hầm… lúc này bản tin định vị gửi về sẽ bị lỗi như thiếu một số trường thuộc tính, sai lệch….nên không có ý nghĩa
* Khi người dùng không có nhu cầu theo dõi mà thiết bị vẫn hoạt động cũng dẫn đến mất mát năng lượng

Xác định nguyên nhân trong thiết bị: các khối, các mô đun trong thiết bị làm việc trong các trường hợp không có ích dẫn tới thất thoát năng lượng. Mỗi khối cũng tiêu hao một lượng năng lượng nhất định trong khi thiết bị hoạt động.

Giải pháp:

Với các nguyên nhân đã được nêu ở trên suy ra cần một giải pháp để tiết kiệm năng lượng cho thiết bị trong các tình huống người dùng không có nhu cầu sử dụng cũng như khi xe không hoạt động, mất tín hiệu.

Có 2 phương án khắc phục:

* Phương án một: phương án can thiệp mềm. Lúc này vi điều khiển trung tâm được lập trình sao cho có thể kiểm soát thiết bị hoạt động với một hiệu năng cao nhất bằng cách cho các khối, các mô đun tạm thời không hoạt động khi thiết bị rơi vào tình huống bị tiêu hao năng lượng một cách vô ích
* Phương án hai: phương án can thiệp cứng. Do mỗi khối, mỗi mô đun tiêu hao một lượng năng lượng nhất định nên yêu cầu tối giản từng mô đun sao cho lượng năng lượng tiêu hao tại đó trong khi thiết bị hoạt động là nhỏ nhất có thể. Thực hiện việc này bằng cách so sánh các mạch có cùng chức năng để tìm ra mạch có tiêu thụ năng lượng là nhỏ nhất áp dụng vào thiết kế thiết bị. Sau khi đã chọn được các mạch theo yêu cầu chúng ta tiếp tục tối kiểm soát năng lượng của mạch đó thông qua việc lựa chọn linh kiện, tối giản số lượng linh kiện trong mạch có thể. Tuy nhiên với giải pháp này, chi phí để thử nghiệm, đánh giá là rất lớn vì phần cứng bị phụ thuộc vào rất nhiều thứ bao gồm linh kiện, chất lượng mạch in…

Ở phần này, ta đi sâu vào nghiên cứu giải pháp khắc phục mềm.

Sơ đồ thuật toán:



*Sơ đồ thuật toán giải pháp tiết kiệm năng lượng bằng phần mềm*

Mô tả thuật toán:

* Khi chíp GPS hoạt động nó sẽ liên tục gửi các bản tin định vị về chân UART của vi điều khiển. Các bản tin định vị gồm có bản tin GPGSA, GPRMC,GPRSV…. chứa thông tin là các trường như kinh độ, vĩ độ, tốc độ, thời gian, hướng, góc, vận tốc….
* Trong các bản tin trên thì chúng ta lưu ý đến bản tin GPRMC là bản tin có chứa nhiều thông tin mà chúng ta cần nhất. Chúng ta sử dụng ngắt UART để tách ra bản tin GPRMC cũng chính là bản tin sẽ được gửi về cho sever.
* Sau khi thu được bản tin GPRMC chúng ta thực hiện việc kiểm tra xem bản tin nhận được có lỗi, có bị sai không. Cách đơn gian nhất là kiểm tra độ dài của bản tin nhận được, thông thường thì bản tin có độ dài khoảng 80 sai số một vài đơn vị do các trường có thể có độ dài thông tin sai lệch khác nhau trong từng bản tin. Nếu bản tin có độ dài bất thường, không hợp lệ thì trường hợp này được xác định là thiết bị đang trong khu vực không có song GPS. Nếu số lượng bản tin sai liên tiếp vượt qua một giới hạn định sẵn thì vi điều khiển thực hiện cho toàn bộ hệ thống kích hoạt chế độ sleep.
* Trường hợp khi tin nhắn là đúng chuẩn, chúng ta thực hiện tách trường vận tốc, sau đó thực hiện so sánh vận tốc với một giá trị cho sẵn xấp xỉ 0 km/h. Nếu vận tốc được xác định là nhỏ, tức khả năng là thiết bị đang đứng yên. Khi số lượng bản tin có trường vận tốc như trên đạt tới một giá trị cho trước thì vi điều khiển thực hiện đưa toàn bộ hệ thống vào chế độ sleep. Trường hợp còn lại là bản tin đúng, trường vận tốc thể hiện thiết bị vẫn đang chuyển động thì vi điều khiển vẫn cho hệ thống hoạt động bình thường.