Thiết kế các module thiết bị thu GPS

I. Cấu trúc 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 GPS)

- 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 ăng-ten bị động 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 thông điệp 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 thông điệp là khác nhau đối với mỗi phiên bản giao thức. Một máy thu GPS có thể gửi đi khoảng 26 loại thông điệp khác nhau. Các loại thông điệp được phân biệt với nhau bằng 5 ký tự dầu tiên ngay sau dấu $. Một số thông điệp 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 |

**Thông điệp $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 thông điệp = Global Positioning System Fix Data

123519: Thời gian gửi thông điệp = 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

Thông điệp $GPGSA – GPS DOP và vệ tinh hoạt động. Thông điệp 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 \* |

**Thông điệp $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 \* |

**Thông điệp 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 thông điệp = Recommended Minimum kiểu C |
| 123519 | Thời gian gửi = 12:35:19 UTC |
| A | Trạng thái thông điệp: 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 |

**Thông điệp 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 |  | | | | |
| Độ chính xác tốc độ | 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 |
| Giao thức hỗ trợ |  | NMEA0183, ver 4.0 |  |  |  |

- Nguồn cấp: sử dụng nguồn cung cấp điện áp đầu vào là 3.3V

- Giao tiếp UART:

2.3. Khối bộ nhớ

2.4. Khối thu phát vô tuyến

2.5. Khối vi điều khiển

2.5 Khối nguồn tuyến tính