

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**



## **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

### **THIẾT KẾ THIẾT BỊ ĐỊNH VỊ VÀ GIÁM SÁT CHO XE MÁY**

**TRẦN VĂN TIẾN**

Tien.tv174262@sis.hust.edu.vn

**Ngành KT Điều khiển & Tự động hóa**

**Giảng viên hướng dẫn:** ThS. Nguyễn Thị Huế

---

Chữ ký của GVHD

**Khoa:** Tự động hóa

**Trường:** Điện – Điện tử

**HÀ NỘI, 6/2022**

**NHIỆM VỤ  
ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

Họ và tên sinh viên: Trần Văn Tiến

Khóa: 62

Trường: Điện-Điện tử

Ngành: KTĐK & TĐH

*1. Tên đề tài:*

Thiết kế hệ thống định vị và giám sát cho xe máy

*2. Nội dung đề tài:*

- Thiết kế phần cứng cho thiết bị
- Thiết kế phần mềm nhúng cho thiết bị và truyền thông vị trí
- Thiết kế app hiển thị và tương tác với thiết bị

*3. Thời gian giao đề tài: 04/2022*

*4. Thời gian hoàn thành: 08/2022*

*Ngày 02 tháng 08 năm 2022*

**CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**

## MỤC LỤC

<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>iii</b>
<b>DANH MỤC HÌNH VẼ .....</b>	<b>v</b>
<b>DANH MỤC BẢNG BIỂU .....</b>	<b>vii</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT .....</b>	<b>3</b>
1.1 Tìm hiểu về thiết bị định vị và giám sát.....	3
1.1.1 Xu thế hiện nay với thiết bị chôn trộm .....	3
1.1.2 Nguyên lý hoạt động của các thiết bị định vị.....	7
1.1.3 Giải pháp cho đề tài .....	8
1.2 Giới thiệu khái quát về GSM .....	9
1.2.1 Khái quát về GSM.....	9
1.2.2 Cấu trúc mạng GSM .....	10
1.2.3 Ưu điểm và nhược điểm của GSM .....	17
1.3 Giới thiệu khái quát giao thức truyền thông MQTT .....	17
1.3.1 Định nghĩa MQTT .....	18
1.3.2 Mô hình Pub/Sub và Cơ chế hoạt động .....	19
1.3.3 Cấu trúc các gói tin của MQTT .....	21
1.3.4 Ứng dụng của MQTT.....	24
<b>CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG .....</b>	<b>26</b>
2.1 Thiết kế tổng quan.....	26
2.2 Mục tiêu thiết kế.....	26
2.3 Lựa chọn thiết bị phần cứng.....	27
2.3.1 Vi điều khiển HT32F52367. ....	27
2.3.2 Module 2G 4G SIMCOM A7672S .....	33
2.3.3 Cảm biến MPU6050.....	35
2.3.1 Module định vị gps LC76F .....	38
2.4 Thiết kế phần cứng.....	39
2.4.1 Thiết kế khối nguồn .....	39
2.4.2 Thiết kế khối xử lý trung tâm.....	40
2.4.3 Thiết kế khối cảm biến.....	43
2.4.4 Thiết kế khối báo động.....	45
2.5 Thiết kế phần mềm.....	46

2.5.1	Chương trình nhúng cho thiết bị đo .....	46
2.5.2	Thiết kế ứng dụng điều khiển thiết bị .....	49
<b>CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ KỊCH BẢN ĐÁNH GIÁ .....</b>		<b>51</b>
3.1	Kết quả hoàn thiện .....	51
3.2	Thử nghiệm thiết bị .....	53
<b>KẾT LUẬN .....</b>		<b>58</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>		<b>59</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Khóa thông minh.....	4
Hình 1.2: Khóa phanh đĩa .....	5
Hình 1.3: Thiết bị định vị GPS.....	6
Hình 1.4: Nguyên lý chung của thiết bị định vị.....	7
Hình 1.5: Giải pháp đề tài .....	8
Hình 1.6: Sự phát triển của di động .....	11
Hình 1.7: kiến trúc hệ thống GSM.....	12
Hình 1.8: Mô hình OSI trong mạng GSM .....	13
Hình 1.9: Bảng tần GSM.....	14
Hình 1.10: Giao thức MQTT .....	18
Hình 1.11:Cách hoạt động của giao thức .....	20
Hình 1.12: Các bản tin trong giao thức .....	21
Hình 1.13: Các bản tin trong giao thức .....	21
Hình 1.14: Khung bản tin MQTT .....	22
Hình 1.15: Ứng dụng trong các dự án iot.....	24
Hình 2.1: Tổng quan dự án .....	26
Hình 2.2: Vi điều khiển HT32F52367 .....	28
Hình 2.3: Module SIMCOM A7672 .....	33
Hình 2.4: Mạch SIMCOM a7672s .....	34
Hình 2.5: Cảm biến chuyển động mpu-6050 .....	35
Hình 2.6: Gia tốc của cảm biến chuyển động .....	36
Hình 2.7: Mạch mpu-6050 .....	37
Hình 2.8: Module GPS LC76F.....	38
Hình 2.9: 12 v chuyển đổi về 5v .....	40
Hình 2.10: 5v chuyển đổi về 3v3 .....	40
Hình 2.11: Khối giao động cung cấp xung clock ngoại cho vi điều khiển .....	41
Hình 2.12:Khởi reset có nhiệm vụ khởi động lại vi điều khiển .....	41
Hình 2.13: Khởi nạp lựa chọn các chế độ của Vi điều khiển.....	42
Hình 2.14: Sơ đồ kết nối chân của vi điều khiển HT32F52367.....	42
Hình 2.15: Sơ đồ kết nối của cảm biến mpu-6050.....	43
Hình 2.16: Thiết bị báo động buzzer 3v3.....	45
Hình 2.17: Sơ đồ nguyên lý của còi buzzer .....	46
Hình 2.18: Khởi tạo các ngoại vi cho MCU .....	46
Hình 2.19: Sơ đồ thuật toán chi tiết .....	47
Hình 2.20: Chi tiết về mức dòng điện trong các chế độ hoạt động.....	48
Hình 2.21: Thiết kế chân EN cho module gps .....	48

Hình 2.22: Giao diện ứng dụng điều khiển thiết bị.....	49
Hình 2.23: Thông báo thiết bị chưa được bật .....	50
Hình 3.1: Mạch PCB bao gồm các khối chức năng .....	51
Hình 3.2: Mô hình 3D của Mạch khi hoàn thiện .....	51
Hình 3.3: Chi tiết bên trong của thiết bị.....	52
Hình 3.4: Chi tiết bên trong của thiết bị.....	52
Hình 3.5: Vỏ bên ngoài của thiết bị .....	53
Hình 3.6: So sánh 2 vị trí .....	53
Hình 3.7: Lắp đặt thử nghiệm trên xe máy .....	54
Hình 3.8: Các bản tin được nhìn thấy trên mqtt box.....	55
Hình 3.9: Thông tin bản tin cuối .....	55
Hình 3.10: Khả năng dò đường.....	56
Hình 3.11: Dòng điện khi thiết bị đang hoạt động.....	57
Hình 3.12: Dòng điện khi thiết bị ngủ .....	57

## **DANH MỤC BẢNG BIỂU**

Bảng 1.1: Chi tiết chức năng các lớp .....	13
Bảng 1.2: Mô tả gói Control Header .....	23
Bảng 1.3: Cấu trúc của gói Connect Flags .....	23
Bảng 2.1: Chân và chức năng của module sim .....	34
Bảng 2.2: Chân và các chức năng của cảm biến .....	37
Bảng 2.3: Chân và mô tả chi tiết chức năng module gps .....	39
Bảng 2.4: Các điện áp đầu vào của các linh kiện .....	39
Bảng 2.5: Mô tả các chức năng các chân ra của HT32f52367 .....	43

## **LỜI NÓI ĐẦU**

Quãng thời gian được học tập và nghiên cứu dưới mái trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã cho em bao nhiêu điều bổ ích và tốt đẹp tiếp thêm hành trang để em có thể vững trải bước vào đời. Lời đầu tiên con xin được cảm ơn ba mẹ, anh chị người thân trong gia đình đã nuôi nấng che chở cho con trong suốt quãng thời gian từ khi thơ bé cho đến tận bây giờ đó là công ơn vô cùng to lớn mà con luôn khắc ghi mãi trong lòng.

Em xin được cảm ơn chân thành đến ThS. Nguyễn Thị Huế đã vô cùng tận tình hướng dẫn hỗ trợ em trong suốt thời gian thực hiện đồ án. Nhờ có những lời chỉ bảo tận tình cùng nhữ sự hỗ trợ sát sao của cô không chỉ trong thời gian thực hiện đồ án đã giúp em thêm chắc kiến thức và vững vàng hơn nữa về chuyên môn.

Em cũng xin được gửi những lời cảm ơn cho các thầy cô Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội trong suốt những năm vừa qua đã ân cần dạy dỗ và truyền cho em ngọn lửa theo đuổi đam mê.

## **Tóm tắt nội dung đồ án**

Nội dung đồ án được xây dựng dựa vào thực tế quan sát được của sinh viên sau khi lên Hà Nội học tập và sinh sống. Mặc dù hiện nay, các loại xe máy ngày càng tiên tiến, cộng thêm công nghệ khóa thông minh giúp phần nào đảm bảo an toàn về tài sản cho chủ sở hữu. Xong Việt Nam hiện nay vẫn còn một bộ phận lớn đang sử dụng những chiếc xe máy cũ không có biện pháp đảm bảo an toàn, khiến cho nhiều vụ việc đánh cắp xe máy xảy ra, nhiều nhất có thể kể đến trên địa bàn Hà Nội này.

Từ đó mà em mới nảy ra ý tưởng về thiết kế một bộ thiết bị có thể đảm bảo giám sát cũng như là định vị cho chiếc xe máy khi chủ sở hữu gửi xe sau đó có thể theo dõi được trên thiết bị và có một số thao tác nhỏ từ xa thông qua internet

- Xây dựng bản tin truyền và nhận có Protocol đã định sẵn,
- Truyền nhận dữ liệu chính xác, ổn định,



- Xây dựng bài toán tiết kiệm năng lượng
- Xây dựng đường truyền và nhận dữ liệu lên server cũng như là từ server về app
- Tích hợp các module gps, gsm và một số cảm biến vào thiết bị.

Có 2 phần việc chính cần thực hiện:

- Thiết kế 1 thiết bị cảnh báo có thể truyền thông các dữ liệu về 1 máy chủ
- Thiết kế 1 app mobile có thể kết nối với thiết bị và điều khiển thiết bị

Để phục vụ cho đề tài thì ngoài việc lên ý tưởng thiết kế thiết bị trên lý thuyết thì em còn dành rất nhiều thời gian để khảo sát thực địa nắm bắt các yếu tố thị trường cũng như những điều kiện hoạt động nhằm lên phương án thực hiện sao cho khi đưa vào hoạt động thì có thể đáp ứng sát nhất với thực tế đặt ra.

Các kiến thức, kỹ năng đạt được:

- Thiết kế mạch điện tử
- Lập trình nhúng
- Cơ sở dữ liệu
- Tư duy hệ thống giải quyết vấn đề

Các phương pháp mà em sử dụng gồm có:

- Phương pháp tham khảo tài liệu
- Phương pháp thực hành và sửa lỗi
- Phương pháp quan sát, học hỏi.

Phần mở đầu đã khái quát chung về hệ thống, mục đích của việc nghiên cứu và các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu. Để trang bị những kiến thức cần thiết chuẩn bị cho việc chế tạo sản phẩm thì việc nghiên cứu về các thành phần cấu thành là việc bắt buộc phải làm, những thông tin đó em xin được trình bày trong bài.

Sinh viên thực hiện  
Ký và ghi rõ họ tên

## CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Chương 1, cung cấp các lý thuyết cơ sở sử dụng để hoàn thiện đồ án, gồm các kiến thức về công nghệ truyền thông GSM và tìm hiểu về thiết bị giám sát và định vị xe máy. Các công cụ lập trình sử dụng trong đề tài như Keil C, HERCULES, Altium. Những kiến thức hay công cụ này là nền móng trong việc xây dựng hệ thống cần được trình bày có cấu trúc rõ ràng.

### 1.1 Tìm hiểu về thiết bị định vị và giám sát

#### 1.1.1 Xu thế hiện nay với thiết bị chống trộm

Khóa chống trộm xe máy là thiết bị giúp bảo vệ xe máy khỏi việc bị trộm cắp. Thiết bị thông minh có cài đặt những tính năng như rung, phát âm thanh, khóa từ, khóa thẻ hay nhận dạng bluetooth. Với việc trộm cắp tài sản, đặc biệt là mất cắp xe máy ngày càng nhiều, thì sự ra đời của những thiết kế khóa chống trộm là một thiết bị hữu ích để giúp cho bạn bảo vệ được tài sản cá nhân.

Hiện nay, khóa chống trộm xe máy đang là giải pháp tối ưu nhất để đảm bảo giữ gìn được cho xe của rất nhiều người. Đây cũng là phương pháp được nhiều người đánh giá cao. Chúng ta cùng điểm qua một số loại chống trộm xe máy hiện nay.

##### *a. Khóa thông minh smart key*

Khóa thông minh SMARTKEY được biết đến như một loại khóa chống trộm thông minh và hoàn hảo nhất hiện nay trong lĩnh vực chống trộm dành cho xe máy.



*Hình 1.1: Khóa thông minh*

Bằng việc thay thế hoàn toàn ổ khóa và chìa khóa truyền thống bằng một cụm khóa thông minh kết hợp với nút xoay, Smartkey nâng cao tính bảo mật của xe máy và giúp hạn chế nhiều trường hợp trộm cắp xe máy.

Ưu điểm:

- Phòng ngừa tối đa những can thiệp bằng ngoại lực vào ổ khóa
- Khắc phục chứng hay quên chìa khóa ở khóa xe máy như các dòng xe máy sử dụng chìa truyền thống khác
- Tích hợp cùng lúc nhiều tính năng Đóng/Mở khóa cổ, Bật/Tắt khóa điện mở yên... tiện lợi cho người sử dụng.

Nhược điểm:

- Sử dụng sóng vô tuyến yếu
- Nếu nút xoay không đưa về vị trí OFF thì dù xe đã khóa nhưng vẫn bị mở ra bởi bất kỳ ai.
- Nếu người dùng cầm bộ điều khiển FOB vẫn đứng trong phạm vi 2Mét tranh thủ làm một việc gì khác không để ý đến xe thì xe giống như đã tắt máy nhưng vẫn quên chìa, dễ dàng nổ máy bị mất trộm.

#### *b. Khóa phanh đĩa*

Khóa phanh đĩa xe máy là loại khóa được thiết kế phù hợp với các dòng xe máy sử dụng phanh đĩa. Đây là thiết bị rời, mua ngoài và không liên quan đến hệ thống mạch điện bên trong xe.



*Hình 1.2: Khóa phanh đĩa*

Ưu điểm: Khóa được bánh xe khiến kẻ trộm khó di chuyển chiếc xe đi chỗ khác. Khóa có độ an toàn cao cho việc sử dụng. Bởi nó được tạo ra từ các chất liệu hợp kim siêu bền, chống được độ ăn mòn hóa học. Ngoài ra, khóa đĩa khá tiện lợi khi được thiết kế rời và nhỏ gọn, người dùng có thể đựng túi dễ dàng...

Nhược điểm: Vì không được tích hợp với hệ thống mạch điện trong xe nên nếu có thời gian, trộm vẫn có thể cưa và dắt xe đi bình thường.

### *c. Định vị GPS*

Khóa chống trộm định vị GPS là thiết bị cảnh báo chống trộm qua cuộc gọi đến chủ xe nếu cố tình mở khóa, định vị GPS tích hợp giúp xác định vị trí xe mất cắp.



Hình 1.3: Thiết bị định vị GPS

*Ưu điểm:*

- Lắp đặt hoàn toàn độc lập với xe máy, không làm ảnh hưởng đến độ bền của xe máy.
- Liên tục truyền nhận thông tin với các vệ tinh nhân tạo để đảm bảo có thể cung cấp vị trí xe máy bất cứ khi nào người dùng cần với độ chính xác cao và có sai số thấp.

*Nhược điểm:*

- Đối với các dòng định vị xe máy trực tiếp sử dụng năng lượng từ nguồn ắc quy của xe thì sẽ nhanh gây hư hỏng bình ắc quy.
- Trong trường hợp ắc quy gần hết điện thì những loại thiết bị giá rẻ này sẽ không thể định vị chính xác phương tiện di chuyển cũng như đưa ra những cảnh báo khác.

Tính năng thiết bị định vị GPS không chỉ đơn giản là đáp ứng tiêu chuẩn theo quy định của nhà nước với các loại phương tiện giao thông, mà còn có rất nhiều tiện ích hỗ trợ cho các cá nhân, đơn vị quản lý xe.

Các nhà quản lý doanh nghiệp vận tải tin dùng thiết bị giám sát hành trình do các lợi ích mang lại hỗ trợ quản lý, giám sát xe và tài xế. Chủ đội xe muốn đảm bảo quản lý hiệu quả tất cả các phương tiện, sự chính xác về quãng đường di chuyển, tính trung thực của tài xế, không lãng phí thời gian rỗng của phương tiện... thì thiết bị định vị GPS đều có thể giải quyết được các bài toán đó.

Ngoài ra thì ứng dụng của GPS cũng giúp con người tìm địa chỉ, theo dõi hướng dịch chuyển, định vị vị trí hiện tại cho các phương tiện hay đồ vật trên các

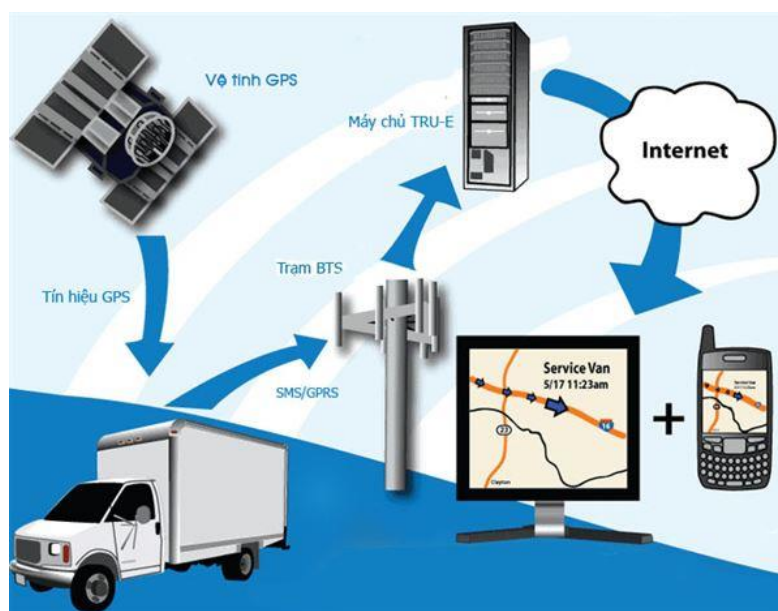


thiết bị di động, máy tính bảng... (google map, coc coc map...), tiện lợi cả trong việc giám sát con người.

### 1.1.2 Nguyên lý hoạt động của các thiết bị định vị

Thiết bị giám sát hành trình lắp trên phương tiện có được gắn 2 anten GPS và GSM, trong đó ăng-ten GPS (Global Positioning System - Hệ thống định vị toàn cầu) có nhiệm vụ kết nối lấy các dữ liệu tọa độ từ vệ tinh về thiết bị. Sau đó thông qua sim data và anten GSM (Global System for Mobile Communications - Hệ thống thông tin di động toàn cầu) để kết nối đến các trạm BTS (Base Transceiver Station - Trạm thu phát sóng di động) của nhà mạng, truyền dữ liệu thu thập được từ vệ tinh về máy chủ và thông qua mạng Internet và hiển thị cho người dùng xem qua máy tính hoặc điện thoại di động.

Dữ liệu từ thiết bị giám sát hành trình sẽ được chuyển về hệ thống app web cho khách hàng theo dõi. Phần mềm giám sát hành trình trên điện thoại thông minh tương thích với hầu hết các hệ điều hành khác nhau, giao diện và kết quả thông tin có thể sử dụng rất dễ dàng thuận tiện. Thiết bị định vị GPS phải được đảm bảo đầy đủ các tính năng như giám sát trực tuyến, quản lý, khai thác dữ liệu, và tính năng thông báo trạng thái hoạt động của thiết bị giám sát hành trình.



Hình 1.4: Nguyên lý chung của thiết bị định vị

Để tăng khả năng hoạt động và phát huy được hiệu quả trong quá trình sử dụng, thiết bị giám sát hành trình cho xe tải hỗ trợ kết nối với các thiết bị khác

như: camera giám sát hình ảnh, cảm biến nhiên liệu,... Sự kết hợp này tạo ra một hệ thống hoàn chỉnh giúp doanh nghiệp quản lý một cách tốt nhất.

### 1.1.3 Giải pháp cho đề tài

Một thiết bị chống trộm cho xe máy chất lượng, cung cấp cho người dùng một cách triệt để nhất hiệu quả chống trộm có thể xem xét các yếu tố sau:

- Tính bí mật (tránh tình trạng bị trộm phá khóa)
- Hiệu quả chống trộm
- Sử dụng lâu dài và có nhiều ứng dụng
- Nhỏ gọn, có thể lắp đặt trực tiếp trên xe
- Tín hiệu chuẩn (đối với thiết bị sử dụng GPS)



Hình 1.5: Giải pháp đề tài

Sau khi cân nhắc các yếu tố trên, thiết bị của em sẽ cân nhắc có các ứng dụng sau:

- Định vị (khi xe di chuyển sau khi được bật chế độ bảo vệ)
- Tìm vị trí (thiết lập còi báo, ứng dụng tìm xe ở gần và trong bãi đỗ)
- APP theo dõi trực tiếp
- Cảnh báo (thông báo các bất thường về điện thoại)

Về phần lắp đặt, để tối ưu hoạt động cho thiết bị, hiện tại em đang cân nhắc sử dụng nguồn ắc-quy trên xe. Việc sử dụng ắc quy trên xe sẽ phải cân nhắc kỹ lưỡng vì có thể thiết bị chống trộm sẽ gây hao phí lớn về điện năng. Với vị trí lắp đặt, thiết bị sẽ được lắp bên trong xe để đảm bảo tính bí mật (có thể cân nhắc cốp xe nhưng phải cân nhắc về tình trạng hạn chế của sóng truyền thông).

## **1.2 Giới thiệu khái quát về GSM**

### **1.2.1 Khái quát về GSM**

Hệ thống thông tin di động toàn cầu (tiếng Anh: Global System for Mobile Communications; tiếng Pháp: Groupe Spécial Mobile; viết tắt: GSM) là một công nghệ dùng cho mạng thông tin di động. Dịch vụ GSM được sử dụng bởi hơn 2 tỷ người trên 212 quốc gia và vùng lãnh thổ. Các mạng thông tin di động GSM cho phép có thể roaming với nhau do đó những máy điện thoại di động GSM của các mạng GSM khác nhau ở có thể sử dụng được nhiều nơi trên thế giới. GSM là chuẩn phổ biến nhất cho điện thoại di động (ĐTDD) trên thế giới. Khả năng phát sóng rộng khắp nơi của chuẩn GSM làm cho nó trở nên phổ biến trên thế giới, cho phép người sử dụng có thể sử dụng ĐTDD của họ ở nhiều vùng trên thế giới. GSM khác với các chuẩn tiền thân của nó về cả tín hiệu và tốc độ, chất lượng cuộc gọi. Nó được xem như là một hệ thống ĐTDD thế hệ thứ hai (second generation, 2G). GSM là một chuẩn mở, hiện tại nó được phát triển bởi 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Đứng về phía quan điểm khách hàng, lợi thế chính của GSM là chất lượng cuộc gọi tốt hơn, giá thành thấp và dịch vụ tin nhắn. Thuận lợi đối với nhà điều hành mạng là khả năng triển khai thiết bị từ nhiều người cung ứng. GSM cho phép nhà điều hành mạng có thể sẵn sàng dịch vụ ở khắp nơi, vì thế người sử dụng có thể sử dụng điện thoại của họ ở khắp nơi trên thế giới. [1]

Vào đầu thập niên 1980 tại châu Âu người ta phát triển một mạng điện thoại di động chỉ sử dụng trong một vài khu vực. Sau đó vào năm 1982 nó được chuẩn hoá bởi CEPT (Europea Conference of Postal and Telecommunications Administrations) và tạo ra Groupe Spécial Mobile (GSM) với mục đích sử dụng chung cho toàn Châu Âu. Mạng điện thoại di động sử dụng công nghệ GSM được xây dựng và đưa vào sử dụng đầu tiên bởi Radiolinja ở Phần Lan. Vào năm 1989 công việc quản lý tiêu chuẩn và phát triển mạng GSM được chuyển cho viện viễn thông châu Âu (European Telecommunications Standards Institute - ETSI), và các tiêu chuẩn, đặc tính phase 1 của công nghệ GSM được công bố vào năm 1990. Vào cuối năm 1993 đã có hơn 1 triệu thuê bao sử dụng mạng GSM của 70 nhà cung cấp dịch vụ trên 48 quốc gia.

GSM là mạng điện thoại di động thiết kế gồm nhiều tế bào do đó các máy điện thoại di động kết nối với mạng bằng cách tìm kiếm các cell gần nó nhất. Các



mạng di động GSM hoạt động trên 4 băng tần. Hầu hết thì hoạt động ở băng 900 Mhz và 1800 Mhz. Vài nước ở Châu Mỹ thì sử dụng băng 850 Mhz và 1900 Mhz do băng 900 Mhz và 1800 Mhz ở nơi này đã bị sử dụng trước. Và cực kỳ hiếm có mạng nào sử dụng tần số 400 Mhz hay 450 Mhz chỉ có ở Scandinavia sử dụng do các băng tần khác đã bị cấp phát cho việc khác. Các mạng sử dụng băng tần 900 Mhz thì đường uplink sử dụng tần số trong dải 890-915 MHz và đường downlink sử dụng tần số trong dải 935-960 MHz. Và chia các băng tần này thành 124 kênh với độ rộng băng thông 25 Mhz, mỗi kênh cách nhau 1 khoảng 200 KHz. Sử dụng công nghệ phân chia theo thời gian TDM (time division multiplexing) để chia ra 8 kênh full rate hay 16 kênh half rate. Có 8 khe thời gian gộp lại gọi là 1 một khung TDMA. Tốc độ truyền dữ liệu của một kênh là 270.833 kbit/s và khoảng thời gian của một khung là 4.615 ms. Công suất phát của máy điện thoại được giới hạn tối đa là 2-watt đối với băng GSM 850/900 Mhz và tối đa là 1 watt đối với băng GSM 1800/1900 Mhz. Mạng GSM sử dụng 2 kiểu mã hoá âm thanh để nén tín hiệu âm thanh 3,1 KHz đó là mã hoá 6 và 13 kbps gọi là full rate (13 kbps) và half rate (6 kbps). Để nén họ sử dụng hệ thống có tên là linear predictive coding (LPC). Vào năm 1997 thì họ cải tiến thêm cho mạng GSM là bộ mã GSM-EFR sử dụng full rate 12,2 kbps. Có tất cả bốn kích thước cell site trong mạng GSM đó là macro, micro, pico và umbrella. Vùng phủ sóng của mỗi cell phụ thuộc nhiều vào môi trường. Macro cell được lắp trên cột cao hoặc trên các toà nhà cao tầng, micro cell lại được lắp ở các khu thành thị, khu dân cư, pico cell thì tầm phủ sóng chỉ khoảng vài chục mét trở lại nó thường được lắp để tiếp sóng trong nhà. Umbrella lắp bổ sung vào các vùng bị che khuất hay các vùng trống giữa các cell. Bán kính phủ sóng của một cell tùy thuộc vào độ cao của anten, độ lợi anten thường thì nó có thể từ vài trăm mét tới vài chục km. Trong thực tế thì khả năng phủ sóng xa nhất của một trạm GSM là 32 km (22 dặm). Một số khu vực trong nhà mà các anten ngoài trời không thể phủ sóng tới như nhà ga, sân bay, siêu thị... thì người ta sẽ dùng các trạm pico để chuyển tiếp sóng từ các anten ngoài trời vào.

### **1.2.2 Cấu trúc mạng GSM**

#### *a. Kiến trúc mạng GSM*

## 2 GSM overview

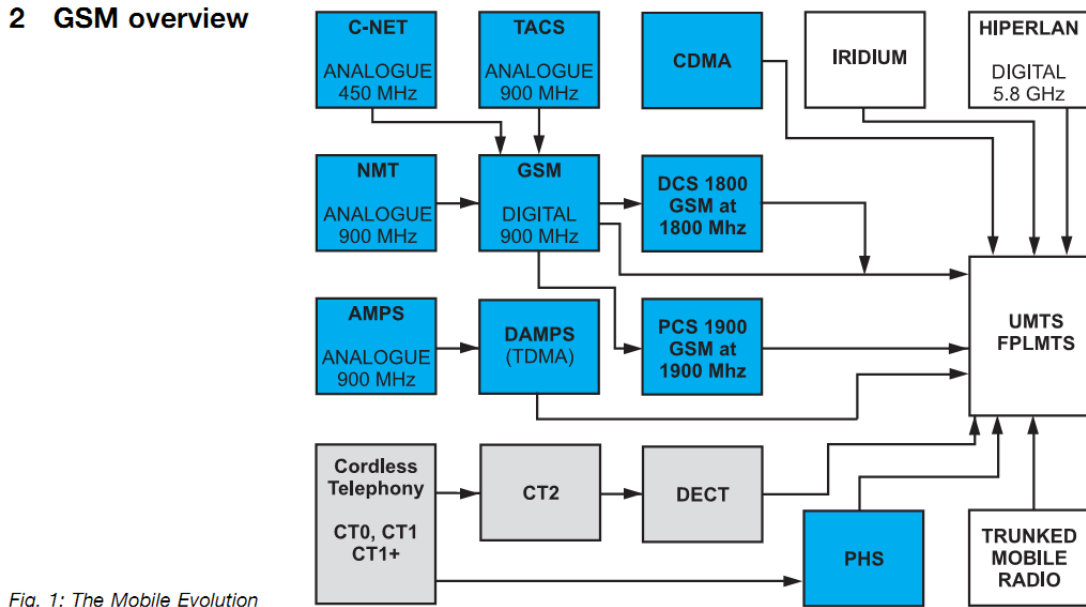


Fig. 1: The Mobile Evolution

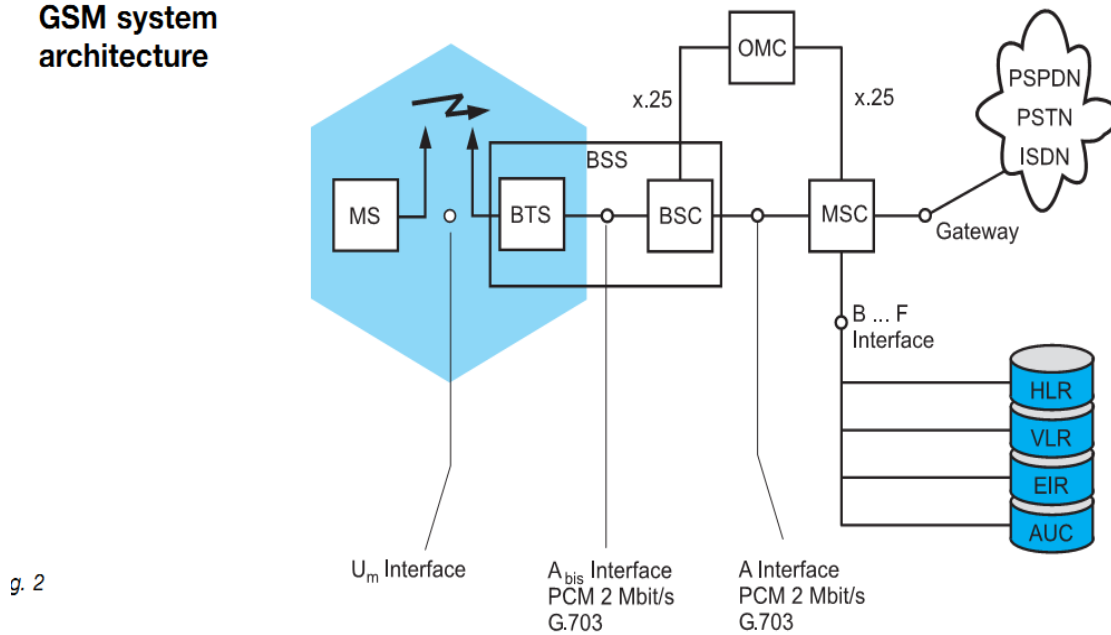
Hình 1.6: Sự phát triển của di động

Trước khi GSM ra đời thì công nghệ điện thoại sử dụng công nghệ tương tự. Công nghệ này không tuân theo các chuẩn công nghệ đã đề ra. Khi chưa sử dụng GSM thì cũng không có cách nào để một điện thoại di động đơn có thể liên lạc từ nước này sang nước khác. Chất lượng dịch vụ cũng không làm hài lòng khách hàng. Ngay khi ra đời GSM đã trở lên phổ biến rộng rãi khắp thế giới và nó cũng cấp một chất lượng dịch vụ tốt. Đồng thời các chuẩn về GSM cũng ra đời để đảm bảo có thể mở rộng và phát triển nó tốt hơn [2]. ETSI đã chuẩn hóa mạng GSM năm 1991 và giờ nó đã được sử dụng rộng rãi trên vài trăm quốc gia và vùng lãnh thổ. Chuẩn GSM với những ưu điểm sau :

- Nâng cao hiệu quả việc sử dụng phổ
- Mở rộng vùng hoạt động mang tính quốc tế
- Chất lượng tốt, giá thành giảm
- Tương thích với mạng ISDN và các mạng khác
- Cung cấp thêm nhiều dịch vụ mới

Các dịch vụ đầu tiên được giới thiệu vào giữa năm 1991. Đến năm 1993 có 36 mạng GSM hoạt động ở 22 quốc gia. Ngày nay có khoảng 400 mạng GSM đang hoạt động trên 171 quốc gia trên thế giới.

## GSM system architecture



Hình 1.7: Kiến trúc hệ thống GSM

Cách tốt nhất để có thể quản lý được một hệ thống truyền thông là chia nó thành các nhóm nhỏ hơn. Một hệ thống GSM có thể chia làm ba nhóm con như sau: The mobile Station (MS), The base station subsystem (BSS), the network subsystem, Operations and Maintenance Center (OMC)

### Kiến trúc mạng GSM

Mobile station (MS): Trạm di động

Base Transceiver Station (BTS): Trạm thu phát gốc

Base Station Controller (BSC): Bộ điều khiển trạm gốc

Base Station Subsystem (BSS): Hệ thống con trạm gốc

Mobile Switching Center (MSC): Trung tâm chuyển mạch

Gateway MSC (GMSC):

Home Location Register (HLR): Bộ ghi định vị thường trú

Visitor Location Register (VLR): Bộ ghi định vị tạm trú

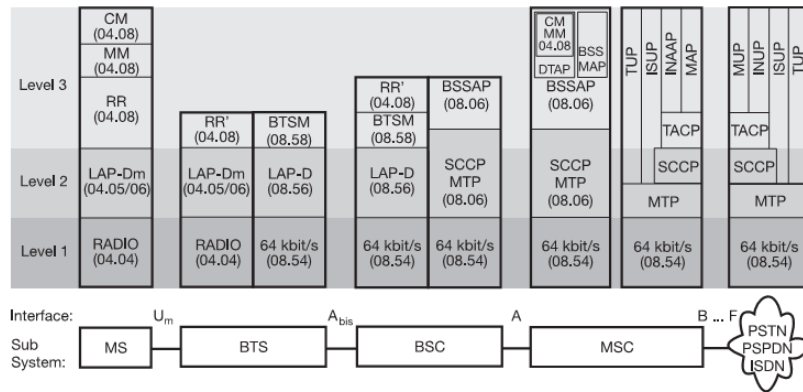
Equipment Identity Register (EIR): Bộ ghi nhận dạng thiết bị

Authentication Center (AuC): Trung tâm nhận thực

Operations and Maintenance Center (OMC): Trung tâm khai thác và bảo dưỡng.

### b. Giao thức và giao diện

Đây là mô hình OSI được áp dụng trong mạng GSM [3]



Hình 1.8: Mô hình OSI trong mạng GSM

Layer	Layer 1	Layer 2	Layer 3
<b>Chức năng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đường truyền vật lý (TDAM, FDAM...)</li> <li>- Ước lượng chất lượng kênh truyền</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thiết lập các kết nối</li> <li>- Phát hiện lỗi</li> <li>- Điều khiển dòng</li> <li>- Truyền dữ liệu</li> <li>- Định tuyến</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quản lý kết nối</li> <li>- Quản lý dữ liệu</li> <li>- Chứng thực</li> <li>- Quản lý các dịch vụ</li> </ul>

Bảng 1.1: Chi tiết chức năng các lớp

GSM là tiêu chuẩn chung cho các thuê bao di động di chuyển giữa các vị trí địa lý khác nhau mà vẫn giữ được liên lạc.

Công nghệ GSM được chia làm 3 băng tần:

- Băng tần GSM 900MHz
- Băng tần GSM 1800MHz
- Băng tần GSM 1900MHz

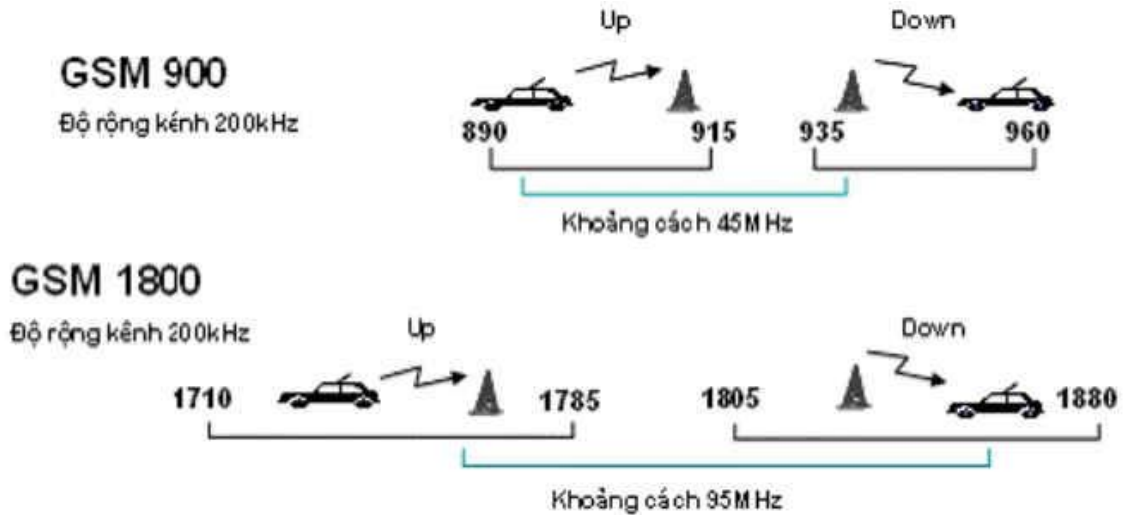
Các mạng điện thoại GSM ở Việt Nam:

Ở Việt Nam và các nước trên Thế giới, mạng điện thoại GSM vẫn chiếm đa số, Việt Nam có 3 mạng điện thoại GSM đó là:

- Mạng Vinaphone

- Mạng Viettel
- Mạng Mobiphone

Tất cả các mạng điện thoại ở Việt Nam hiện đang phát ở băng tần 900MHz, các nước trên Thế giới sử dụng băng tần 1800MHz, Mỹ sử dụng băng tần 1900MHz.



Hình 1.9: Băng tần GSM

Mô hình bao gồm phân hệ chuyển mạch SS và phân hệ trạm gốc BSS, trong mỗi BSS có một bộ điều khiển trạm gốc BSC điều khiển một nhóm BTS về các chức năng như chuyển như chuyển giao và điều khiển công suất. Còn trong mỗi SS, một trung tâm chuyển mạch của PLMN gọi tắt là tổng đài mạng di động MSC, phục vụ nhiều BSC hình thành cấp quản lý lãnh thổ gọi là vùng phục vụ MSC, bao gồm nhiều vùng định vị, biểu thị phân cấp cấu trúc địa lý của mạng di động và cell (ô) được hiểu như sau.

Cell: là một đơn vị nhỏ nhất của mạng, có nhiều kiểu cell khác nhau nhưng cell là hình lục giác đều (cấu trúc tổ ong) đạt được hiệu quả tối ưu nhất. Trong mỗi cell có một trạm gốc BTS làm nhiệm vụ liên lạc vô tuyến với tất cả các MS có mặt trong đó.

Tuỳ theo lưu lượng các cuộc gọi trong cell mà người ta sử dụng một hay và tần số trong một cell và cứ cách một khoảng nhất định nào đó thì ta có thể sử dụng lại các tần số đó cho các cell khác. Trong thực tế, nếu như lưu lượng tăng trưởng một cách quá mức thì người ta có thể chia một cell thành các cell nhỏ hơn, thông thường các cuộc gọi không thể xong trong một cell. Vì vậy, hệ thống thông tin di động GSM phải có các chức năng điều khiển và chuyển mạch để chuyển giao cuộc

gọi từ cell này sang cell khác mà cuộc gọi được chuyển giao không bị ảnh hưởng gì và yêu cầu này làm cho mạng di động khác với mạng điện thoại cố định.

Để quản lý một máy di động MS của mạng di động GSM đòi hỏi phải có một cơ sở dữ liệu lớn. Bộ đăng ký định vị thường trú HLR chứa các thông tin về thuê bao như các dịch vụ mà thuê bao lựa chọn và các thông số nhận thực. Vị trí hiện thời của một máy di động MS được cập nhập qua bộ đăng ký định vị tạm trú VLR cũng được chuyển đến HLR. Lúc này trung tâm nhận thực có chức năng cung cấp cho HLR các thông số nhận thực và các khóa mật mã, mỗi MSC có một VLR. Khi máy di động MS đi vào một vùng phục vụ MSC mới nào đó thì VLR yêu cầu HLR cung cấp các số liệu về vị khách di động MS này, đồng thời VLR cũng thông báo cho HLR biết rằng máy di động nói trên đang ở vùng phục vụ MSC nào. Như vậy VLR có tất cả các thông tin cần thiết để thiết lập cuộc gọi theo yêu cầu người dùng. Một MSC đặc biệt gọi là (MSC cổng) được PLMN giao chức năng kết nối giữa PLMN với các mạng cố định. Ví dụ để thiết lập cuộc gọi đến một máy di động MS, thì cổng MSC hỏi HLR về vị trí hiện thời của máy di động MS thuộc về vùng nào để định tuyến tới MSC của máy di động MS xét. Khi cuộc gọi đạt tới MSC này, thì VLR sẽ cho biết về vùng định vị của máy di động MS xét. Tiếp theo là sự thông báo quảng bá tìm gọi máy di động MS xét được thực hiện. Máy di động thực chất là thiết bị đầu cuối vô tuyến của thuê bao, nhờ có thiết bị này mà người sử dụng có thể truy cập vào mạng. Thành phần chính của một máy di động gồm có hai phần: Module nhận dạng thuê bao SIM và thiết bị thu, phát, báo hiệu ME.

Trong phân hệ chuyển mạch SS còn có: Thanh ghi nhận dạng EIR (Equipment Identity Register) chứa số liệu phần cứng của thiết bị -EIR được nối với MSC qua một đường báo hiệu, nhờ vậy MSC có thể kiểm tra sự hợp lệ của thiết bị. Trạm gốc BS là thiết bị kết nối máy di động với tổng đài di động MSC, thường trạm gốc BS được chia thành trạm thu phát gốc BTS và khối điều khiển trạm gốc BSS, Trạm thu phát BTS có thể đặt độc lập với khối điều khiển trạm gốc BSS. Trạm thu phát BTS có thể đặt độc lập với khối điều khiển BSC hoặc đặt cùng BSC, nó bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát gốc, khối điều khiển trạm gốc BSC có chức năng điều khiển và quản lý hệ thống cho một hoặc nhiều BTS. Khối BSC nhằm trao đổi bản tin với cả BTS và MSC. Một số đoạn tin báo hiệu có thể truyền thẳng đến các BSC khác nhau. Tổng đài di động hoặc hệ thống tổng đài di

động MSC có nhiệm vụ chuyển lưu từ mạng di động đến mạng cố định hoặc đến mạng di động khác.

Trên cơ sở những điều trình bày trên, chúng ta trước hết cần biết đến những khác biệt lớn trong mạng cố định và mạng di động.

Trong mạng cố định, thiết bị đầu cuối nối kết cố định với mạng. Do đó, tổng đài mạng cố định liên tục giám sát được trạng thái nhấc, đặt (tổ hợp máy điện thoại) để phát hiện cuộc gọi đến từ thuê bao, đồng thời thiết bị đầu cuối luôn luôn sẵn sàng tiếp nhận chuông (có cuộc gọi đến thuê bao xét). Nhưng trong mạng di động, vì số kênh vô tuyến quá ít so với số thuê bao MS, nên kênh vô tuyến chỉ được cấp phát theo kiểu động. Hơn nữa, việc gọi được và thiết lập cuộc gọi đối với MS cũng khó hơn. Khi chưa có cuộc gọi, MS lắng nghe thông báo tìm gọi nó nhờ một kênh đặc biệt, kênh này là kênh quảng bá (chung cho vùng định vị). Mạng phải xác định được MS bị gọi đang là vùng định vị nào.

Một cuộc gọi liên quan tới MS yêu cầu hệ thống cho phép MS truy cập đến hệ thống để nhận được một kênh. Thủ tục truy cập được thực hiện trên một kênh đặc biệt theo hướng từ MS đến trạm gốc. Kênh này và kênh quảng bá đều là kênh chung vì nó đồng thời phục vụ nhiều MS trong cell. Kênh mà MS được cấp phát để thực hiện một cuộc gọi là kênh dành riêng. Vậy MS có 2 trạng thái chính:

Trạng thái chờ: Máy di động lắng nghe kênh quảng bá.

Trạng thái truyền tin: Máy di động MS được cấp phát kênh truyền tin song công để truyền tin song công. Thủ tục truyền tin là một chức năng của máy di động MS cho phép nó chuyển từ trạng thái chờ sang trạng thái truyền tin. Khi MS ở trạng thái truyền tin, MS có thể di động từ cell(ô) này sang cell(ô) khác, đòi hỏi phải chuyển đổi kênh dành riêng và sự phụ thuộc tương ứng từ mạng mà không ảnh hưởng gì đến cuộc gọi đang tiến hành. Quá trình đó gọi là chuyển giao, việc chuyển giao đòi hỏi hai chiều: mạng phải phát hiện nhu cầu chuyển giao, mạng phải phát hiện nhu cầu cầu chuyển giao, mạng phải cấp phát và chuyển mạch đến kênh dành riêng mới. Sự hợp tác giữa các mạng thông tin tạo điều kiện để MS được chuyển giao trong bất kỳ phạm vi nào. Người ta chỉ định giao diện vô tuyến chung để MS có thể truy cập đến tất cả các mạng. MS có bộ phận ME đầy đủ phần cứng và phần mềm cần thiết để phối hợp với giao diện nói trên. Phần SIM có nhiều tính năng cần nói rõ thêm. Trước hết SIM là một cái khóa cho phép MS được dùng. Nhưng

đó là một cái khóa vạn năng hiện nay cho phép cái khóa này gắn chặt cái khóa này gắn chặt với người dùng trong vài trò một thuê bao duy nhất, có thể làm việc với các thiết bị ME khác nhau, tiện cho việc thuê, mượn các ME tùy ý thuê bao. SIM cũng có các phần cứng, phần mềm cần thiết với bộ nhớ có thể lưu trữ loại tin tức: tin tức có thể được đọc hoặc thay đổi bởi người dùng SIM, sử dụng mật khẩu pin để bảo vệ quyền sử dụng của người sở hữu hợp pháp. SIM cho phép người dùng sử dụng nhiều dịch vụ và cho phép người dùng truy cập vào các PLMN khác nhau.

### **1.2.3 Ưu điểm và nhược điểm của GSM**

#### *a. Ưu điểm*

- Vì dịch vụ GSM được cung cấp trên 200 quốc gia, vì vậy nó cung cấp dịch vụ chuyển vùng trên toàn thế giới cho khách hàng của mình để chuyển vùng khắp thế giới.
- GSM cực kỳ bảo mật vì các thiết bị và cơ sở của nó không thể dễ dàng bị sao chép.
- Nó có một phạm vi bao phủ rộng khắp trên thế giới. Cuộc gọi thoại rõ ràng và sử dụng phổ tần hiệu quả.
- Tương thích với nhiều loại thiết bị cầm tay và phụ kiện.
- Các tính năng nâng cao như tin nhắn ngắn, ID người gọi, Giữ cuộc gọi, Chuyển tiếp cuộc gọi, v.v.
- Tương thích với Dịch vụ Tích hợp Mạng Kỹ thuật số (ISDN) và các
- dịch vụ khác của công ty điện thoại.

#### *b. Nhược điểm*

- Nhược điểm lớn nhất của GSM là nhiều người dùng chia sẻ cùng một băng thông. Điều này có thể gây ra nhiễu và do giới hạn băng thông nhiễu xảy ra.
- Nhược điểm khác của GSM là nó có thể gây nhiễu điện tử. Đó là lý do tại sao các địa điểm nhạy cảm như bệnh viện và máy bay yêu cầu tắt điện thoại di động, nếu không nó có thể gây nhiễu cho các thiết bị của bệnh viện và máy bay.

## **1.3 Giới thiệu khái quát giao thức truyền thông MQTT**



### 1.3.1 Định nghĩa MQTT

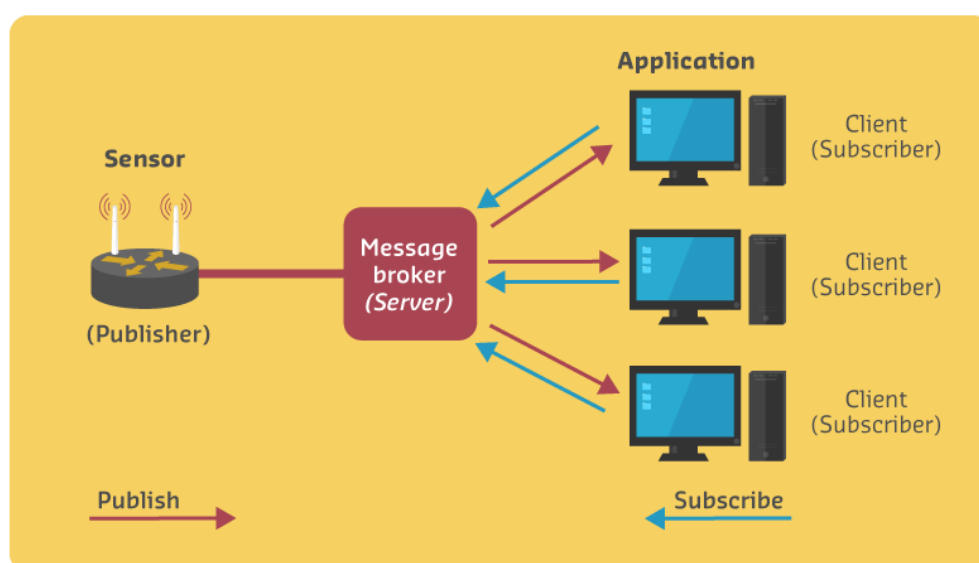
MQ Telemetry Transport (MQTT) (tạm dịch là Giao vận tầm xa) là giao thức truyền message theo mô hình cung cấp/thuê bao (publish/subscribe). Nó dựa trên một Broker (điểm trung gian) "nhẹ" (khá ít xử lý), và được thiết kế có tính mở (tức là không dành riêng cho ứng dụng cụ thể nào), đơn giản, "nhẹ", và dễ implement [4]. Những đặc trưng này khiến MQTT rất lý tưởng để sử dụng trong các môi trường bị giới hạn tài nguyên tính toán và truyền dữ liệu như:

- Những nơi mà giá network đắt hoặc băng thông thấp, hay thiếu tin cậy
- Khi chạy trên một thiết bị nhúng bị giới hạn về tài nguyên tốc độ và bộ nhớ.

Bởi vì giao thức này sử dụng băng thông thấp trong môi trường có độ trễ cao nên nó là một giao thức lý tưởng cho các ứng dụng M2M (machine to machine) [5]. MQTT cũng là giao thức sử dụng trong Facebook Messenger.

Ba thành phần của mạng MQTT là:

- Publisher (client)
- Subscriber (client)
- Message broker (server)
- 



Hình 1.10: Giao thức MQTT

*Một số khái niệm:*

- **Client:** là thiết bị IoT muốn gửi/nhận dữ liệu trong network
- **Broker:** là thiết bị trung gian nhận dữ liệu từ các client muốn gửi và gửi dữ liệu đó tới các client muốn nhận
- **Topic:** tượng trưng cho loại dữ liệu mà các thiết bị Client gửi/nhận thông qua MQTT. Topic là 1 chuỗi UTF-8 text tượng trưng cho tên loại dữ liệu.
- **Publish:** là bước gửi dữ liệu từ 1 thiết bị client đến Broker. Trong bước này, thiết bị IoT sẽ xác định topic (là loại dữ liệu muốn gửi) và giá trị của topic đó
- **Subscribe:** là bước đăng ký nhận dữ liệu từ Broker của 1 thiết bị Client. Trong bước này, thiết bị IoT sẽ xác định loại dữ liệu mà nó muốn nhận. Khi Broker nhận được loại dữ liệu này từ 1 thiết bị client khác, nó sẽ gửi dữ liệu này tới thiết bị client đã đăng ký nhận
- **Unsubscribe:** là bước thông báo với Broker là thiết bị Client không muốn tiếp tục nhận dữ liệu nữa.

### **1.3.2 Mô hình Pub/Sub và Cơ chế hoạt động**

#### *a. Mô hình mẫu Pub/Sub*

##### **Thành phần:**

- Publisher - nơi gửi thông điệp
- Subscriber – nơi nhận thông điệp
- Broker – điểm trung gian

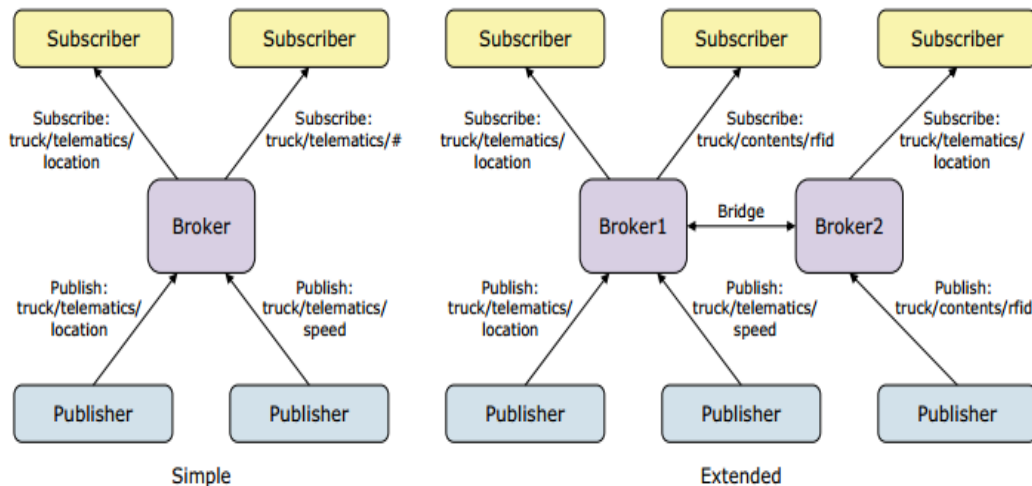
##### **Đặc điểm nổi bật:**

- Tách biệt giữa publisher và subscriber.
- Cả publisher và subscriber đều là client và nó luôn luôn 1 kết nối đến broker trung tâm.
- Sử dụng 1 thành phần, phương thức nào đó để xác định thông điệp nào sẽ được chuyển đến client nào (Mà với MQTT đó chính là kênh (“topics”).

*Ưu điểm:*

- Kết nối riêng rẽ.
- Khả năng mở rộng.
- Thời gian tách biệt (Time decoupling)

Đồng bộ riêng rẽ (Synchronization decoupling)

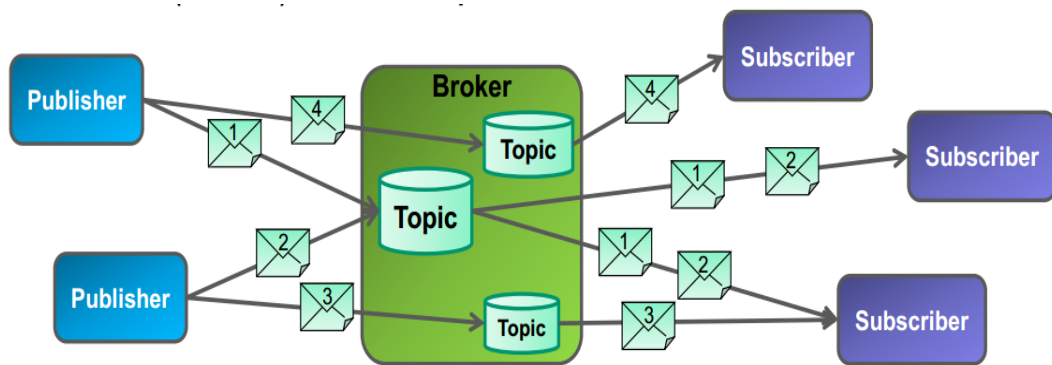


Hình 1.11: Cách hoạt động của giao thức

*Nhược điểm:*

- Điểm trung gian (broker) không cần thông báo về trạng thái gửi thông điệp. Do đó không có cách nào để phát hiện xem thông điệp đã gửi đúng hay chưa.
- Publisher không hề biết gì về trạng thái của subscribe và ngược lại. Vậy làm sao chúng ta có thể đảm bảo mọi thứ đều ổn
- Những kẻ xấu (malicious publisher) có thể gửi những thông điệp xấu, và các subscribers sẽ truy cập vào những thứ mà họ không nên nhận.

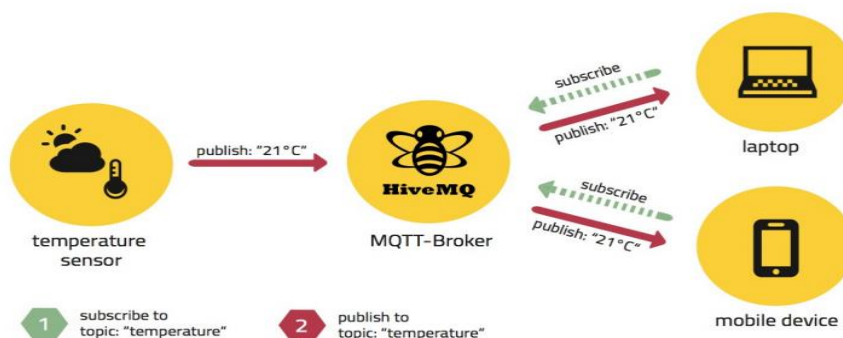
*b. Cơ chế hoạt động của MQTT theo mô hình Pub/Sub*



Hình 1.12: Các bản tin trong giao thức

- MQTT hoạt động theo cơ chế client/server, nơi mà mỗi cảm biến là một khách hàng (client) và kết nối đến một máy chủ, có thể hiểu như một điểm trung gian (broker), thông qua giao thức TCP (Transmission Control Protocol). Broker chịu trách nhiệm điều phối tất cả các thông điệp giữa phía gửi đến đúng phía nhận.
- MQTT là giao thức định hướng bản tin. Mỗi bản tin là một đoạn rời rạc của tín hiệu và broker không thể nhìn thấy. Mỗi bản tin được publish một địa chỉ, có thể hiểu như một kênh (Topic). Client đăng kí vào một vài kênh để nhận/gửi dữ liệu, gọi là subscribe. Client có thể subscribe vào nhiều kênh. Mỗi client sẽ nhận được dữ liệu khi bất kì trạm nào khác gửi dữ liệu vào kênh đã đăng kí. Khi một client gửi một bản tin đến một kênh nào đó gọi là publish.

**Ví dụ:**



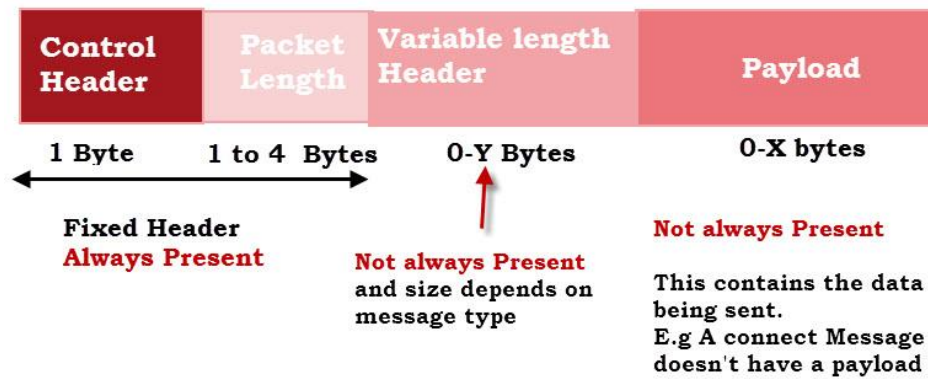
Hình 1.13: Các bản tin trong giao thức

### 1.3.3 Cấu trúc các gói tin của MQTT

a) Gói tin cơ bản của MQTT bao gồm có:

- Gói tin connect
- Gói tin publish
- Gói tin subscriber

b) Connect – Client gửi 1 thông điệp kết nối đến broker



## MQTT Standard Packet Structure

Hình 1.14: Khung bản tin MQTT

- Control Header: 1 byte

4 bit cao nhất mô tả MQTT **Control Packet type** và 4 bit thấp chứa **Control flags**.

CONNECT	0x10
CONNACK	0x20
PUBLISH	0x30
PUBACK	0x40
PUBREC	0x50
PUBREL	0x60
PUBCOMP	0x70
SUBSCRIBE	0x80
SUBACK	0x90
UNSUBSCRIBE	0xA0
UNSUBACK	0xB0

PINGREQ	0xC0
PINGRESP	0xD0
DISCONNECT	0xE0

*Bảng 1.2: Mô tả gói Control Header*

- Packet Length (1 byte đến 4 byte)

Packet Length mô tả phía sau nó còn bao nhiêu byte nữa (không tính bản thân nó)

Trường này không cố định số lượng byte, tối đa 4 và tối thiểu 1. Bit cao nhất của byte sẽ xác định xem byte phía sau nó có thuộc Packet Length không! Do đó chỉ có 7bit dùng để mã hóa dữ liệu

Ví dụ 1: Gói tin phía sau còn 31 byte thì ta chỉ cần 1 byte cho Packet Length  
=> Packet Length = 0x1F

Ví dụ 2: Gói tin phía sau còn 321 byte thì ta sẽ cần 2 byte cho Packet Length với byte1 là byte thấp và byte2 là byte cao. Cứ mỗi giá trị của byte cao sẽ = 128 lần byte thấp. Ta tách  $321 = 65 + 2 \times 128$

=> Packet Length = 0x41 0x02

Bit cao nhất của byte1 phải được set lên 1 để báo vẫn còn 1 byte nữa cho Packet Length nên phải sửa thành Packet Length = 0xC1 0x02

Với 4 byte Packet Length, ta sẽ mã hóa được tối đa 268,435,455 byte dữ liệu

Tiếp tục tới trường thứ 3 là Variable length Header, nó gồm 4 trường nhỏ sau: Protocol Name, Protocol Level, Connect Flags, and Keep Alive

- Protocol Name: (6byte) 0x00 0x04 0x4D 0x51 0x54 0x54
- Protocol Level: (1byte) 0x04
- Connect Flags: (1 byte) 0x??
- Keep Alive: (2 byte) 0x?? 0x??

Cấu trúc của gói tin Connect Flags được mô tả như *Bảng 1.3* dưới đây

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	User Name Flag	Password Flag	Will Retain	Will QoS		Will Flag	Clean Session	Reserved
byte 8	X	X	X	X	X	X	X	0

*Bảng 1.3: Cấu trúc của gói Connect Flags*

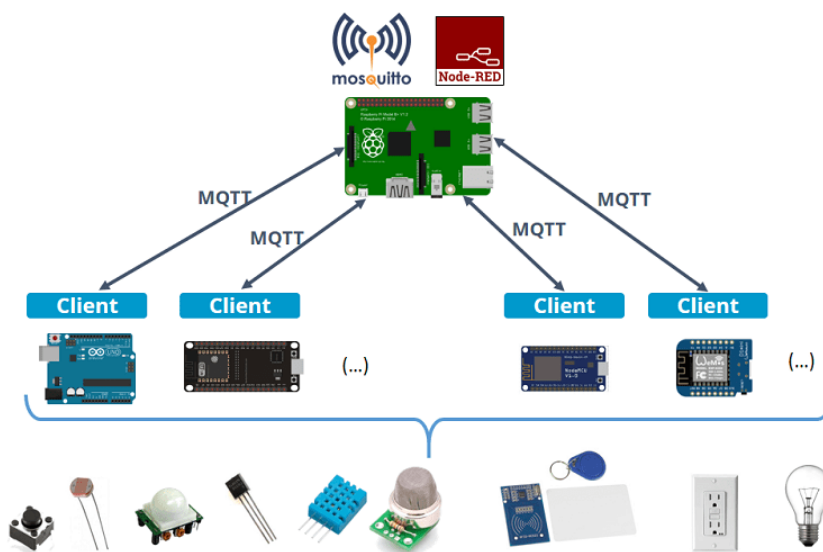
Bit 1 chúng ta sẽ mặc định để bằng 1

Các bit khác các bạn xài cái nào thì set nó lên. Ví dụ mình không cần user,

password thì chỉ cần 0x02 là ok, nếu set cái nào lên thì phải mô tả nó trong payload nhé

- Payload là trường sẽ chứa các thông tin để phục vụ việc connect như ID\_Client, User, Password. Thông tin trong trường này phải tuân thủ thứ tự sau:  
Client ID -> Will Topic -> Will Message -> Username -> Password
- Keep Alive là 2 byte chứa thời gian được tính bằng giây. Đó là khoảng thời gian tối đa được phép trôi qua giữa điểm mà Client hoàn thành việc truyền một Control Packet và điểm mà nó bắt đầu gửi tiếp theo từ 10 đến 60s tùy thiết lập

### 1.3.4 Ứng dụng của MQTT



Hình 1.15: Ứng dụng trong các dự án iot

Có một số dự án thực hiện MQTT [6]. Ví dụ là:

- Facebook Messenger. Facebook đã sử dụng các khía cạnh của MQTT trong Facebook Messenger để trò chuyện trực tuyến. Tuy nhiên, không rõ MQTT được sử dụng bao nhiêu hoặc để làm gì.
- IECC Scalable, DeltaRail phiên bản mới nhất của hệ thống kiểm soát hiệu IECC của họ 's sử dụng MQTT cho thông tin liên lạc trong các phần khác nhau của hệ thống và các thành phần khác của hệ thống báo hiệu. Nó cung cấp khung truyền thông cơ bản cho một hệ thống tuân thủ các tiêu chuẩn CENELEC cho các thông tin liên lạc quan trọng về an toàn.
- Amazon Web Services đã công bố Amazon IoT dựa trên MQTT vào năm 2015

- Các tổ chức không gian địa lý SensorThings API đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn có một phần mở rộng MQTT trong tiêu chuẩn như một giao thức thông báo bổ sung ràng buộc. Nó đã được chứng minh trong một thí điểm IoT của Bộ An ninh Nội địa Hoa Kỳ.
- Các dịch vụ của Cơ sở hạ tầng thượng nguồn OpenStack được kết nối bằng một bus tin nhắn hợp nhất MQTT với Mosquitto là broker MQTT.
- Adafruit đưa ra một MQTT miễn phí Cloud Service cho thí nghiệm IOT và người học gọi Adafruit IO trong năm 2015.
- Microsoft Azure IoT Hub sử dụng MQTT làm giao thức chính cho các tin nhắn từ xa.
- XIM, Inc. đã ra mắt ứng dụng khách MQTT có tên MQTT Buddy vào năm 2017. Đây là ứng dụng MQTT dành cho Android và iOS, nhưng không phải là F-Droid, người dùng có sẵn bằng tiếng Anh, tiếng Nga và tiếng Trung Quốc.
- Node-RED hỗ trợ các nút MQTT kể từ phiên bản 0.14, để định cấu hình đúng các kết nối TLS.

Nền tảng tự động hóa phần mềm nguồn mở Home Assistant được bật MQTT và cung cấp bốn tùy chọn cho các broker MQTT

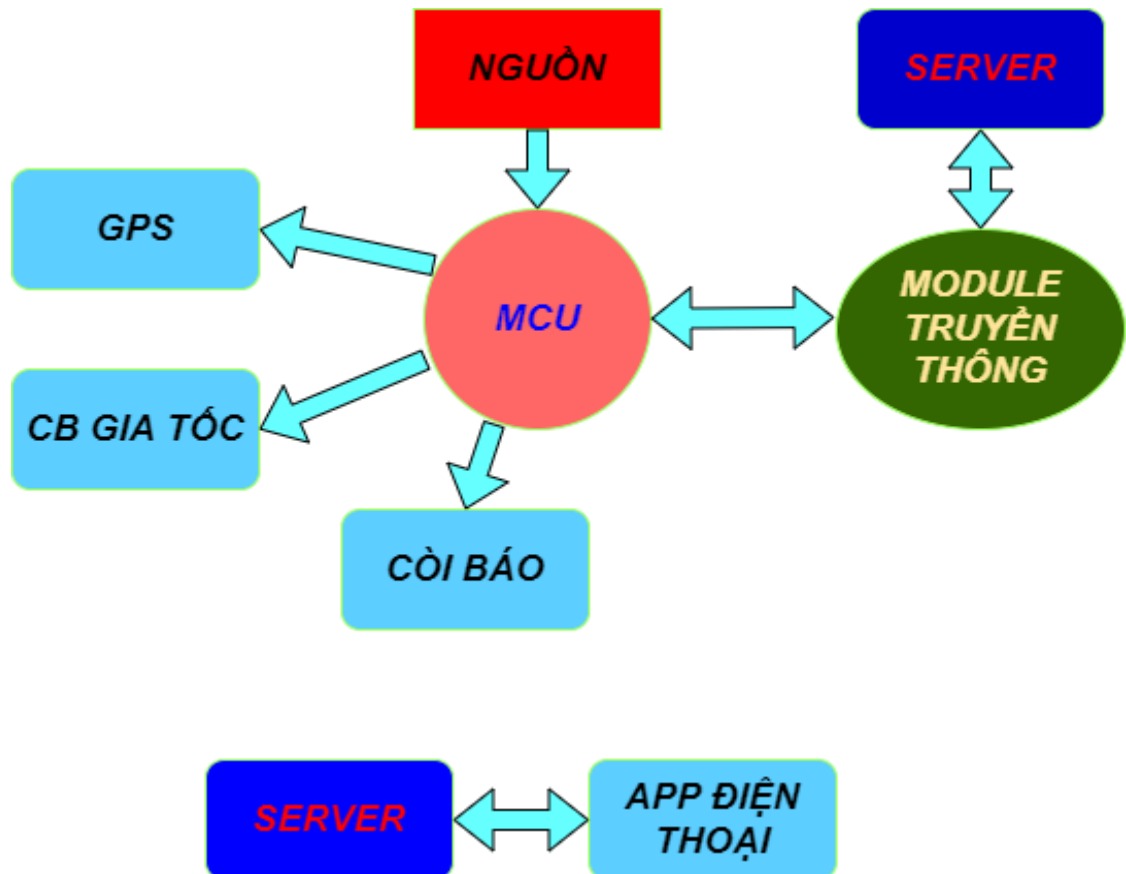


## CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

### 2.1 Thiết kế tổng quan

Về mặt tổng quan thì hệ thống sẽ gồm 2 phần chính như được mô tả ở Hình 2.1

- Phần thiết bị gồm cảm biến, mạch cảnh báo định vị và giám sát
- Phần App Mobile bao gồm phần hiển thị và cơ sở dữ liệu



Hình 2.1: Tổng quan dự án

Module GPS: xác định vị trí nhanh và chính xác

CB gia tốc: xác định trạng thái của xe

Module truyền thông: Truyền và nhận tín hiệu từ MCU sau đó gửi dữ liệu lên server, nó cũng có thể nhận tín hiệu điều khiển gửi về mcu sau khi có bản tin từ server trả về

Với Module truyền thông và gps sẽ cần quan tâm về song, ngoài ra truyền thông phải cân nhắc sử dụng các thiết bị GSM (hệ thống thông tin toàn cầu) tiện lợi cho cả địa lý lẫn hoạt động của thiết bị

### 2.2 Mục tiêu thiết kế

Thiết kế hệ thống sẽ cần phải đạt được các mục tiêu

- a) Nhận biết và cảnh báo khi có sự thay đổi vị trí của thiết bị.
- b) Thực hiện việc giao tiếp và điều khiển trên điện thoại.
- c) Giá thành rẻ
- d) Một số ứng dụng có thể của hệ thống:
  - Phát hiện khi có sự bất thường, có tác động từ bên ngoài và báo còi để gây sự chú ý.
  - Gửi dữ liệu về điện thoại để thông báo cho người dùng một cách trực tiếp.

Từ những yêu cầu đặt ra thì sơ bộ sẽ có 2 phần công việc cần triển khai:

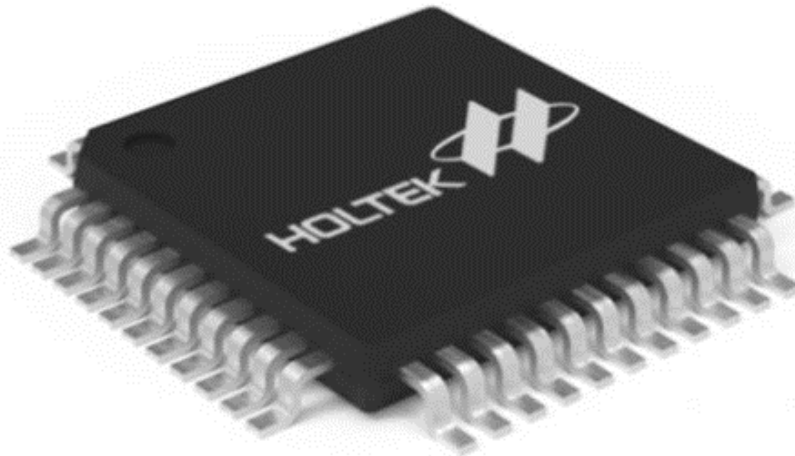
- a) Phần cứng (Hardware): cảm biến (gia tốc), thiết bị nhúng cho phép thu nhận các tín hiệu từ cảm biến xử lý, hiển thị và truyền thông dữ liệu đã thu thập
- b) Phần mềm (Software): các chương trình điều khiển hệ thống, giúp kết nối với thiết bị và giao diện hiển thị dữ liệu.

## **2.3 Lựa chọn thiết bị phần cứng**

Hiện nay, vi điều khiển được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử - tự động bởi tính tích hợp cao và khả năng xử lý, điều khiển linh hoạt có thể lập trình được. Trong đề tài này em có sử dụng vi điều khiển 32-bit lõi HT32F52367 của hãng holtek với nhiều tính năng phù hợp

### **2.3.1 Vi điều khiển HT32F52367.**

- a. *Giới Thiệu vi điều khiển HT32F52367.*



*Hình 2.2: Vi điều khiển HT32F52367*

HT32 là một trong những dòng chip phổ biến của holtek với nhiều họ thông dụng như F0, F1, F2, F3, F4 ..... Các thiết bị HOLTEK HT32F52357 / 52367 là bộ vi điều khiển 32-bit hiệu suất cao, tiêu thụ điện năng thấp dựa trên lõi bộ xử lý Arm® Cortex® -M0+. Cortex® -M0+ là lõi bộ xử lý thế hệ mới được kết hợp chặt chẽ với Bộ điều khiển ngắt kết nối lồng nhau (NVIC), bộ đếm thời gian SysTick và bao gồm hỗ trợ gỡ lỗi nâng cao. Giá thành cũng khá rẻ so với các loại vi điều khiển có chức năng tương tự. Mạch nạp cũng như công cụ lập trình khá đa dạng và dễ sử dụng. [7]

Các thiết bị hoạt động ở tần số lên đến 60 MHz với bộ gia tốc Flash để đạt được hiệu quả tối đa. Nó cung cấp lên đến 256 KB bộ nhớ Flash nhúng để lưu trữ mã / dữ liệu và lên đến 32 KB bộ nhớ SRAM nhúng để vận hành hệ thống và sử dụng chương trình ứng dụng. Một loạt các thiết bị ngoại vi, chẳng hạn như USB2.0 FS, EBI, PDMA, AES-128/256, DIV bộ chia phần cứng, QSPI, SPI, I2S, USART, UART, SCI, I2C, MCTM, GPTM, PWM, SCTM, BFTM, CRC-16/32, RTC, WDT, ADC, CMP, DAC và SW-DP (Cổng gỡ lỗi dây nối tiếp), v.v., cũng được triển khai trong loạt thiết bị. Một số chế độ tiết kiệm năng lượng cung cấp sự linh hoạt để tối ưu hóa tối đa giữa độ trễ đánh thức và mức tiêu thụ điện năng, một yếu tố đặc biệt quan trọng được xem xét trong các ứng dụng tiêu thụ điện năng thấp.

Các tính năng trên đảm bảo rằng các thiết bị phù hợp để sử dụng trong nhiều ứng dụng, đặc biệt là trong các lĩnh vực như bộ điều khiển ứng dụng hàng trắng, màn hình điện, hệ thống báo động, sản phẩm tiêu dùng, thiết bị cầm tay, ứng dụng ghi dữ liệu, bộ điều khiển động cơ, v.v.

Phần mềm lập trình: có khá nhiều trình biên dịch cho HT32 như IAR Embedded Workbench, Keil C... Ở đây mình sử dụng Keil C nên các bài viết sau mình chỉ đề cập đến Keil C.

Thư viện lập trình: có nhiều loại thư viện lập trình cho HT32, mỗi thư viện thì sẽ có các chức năng ứng dụng khác nhau. Ở đây mình sử dụng bộ thư viện do nhà sản xuất cung cấp có thể dễ dàng học hỏi và sử dụng trong phạm vi ứng dụng của đề tài

Mạch nạp: có khá nhiều loại mạch nạp như: CMSIS-DAP, STLINK.

#### *b. Cấu hình chi tiết của HT32F52367:*

- ARM 32-bit Cortex M0 với clock max là 60Mhz.
- Bộ nhớ:
  - o 256 kbytes bộ nhớ Flash (bộ nhớ lập trình).
  - o 32kbytes SRAM.
- Bộ điều khiển bộ nhớ flash - FMC
  - o Lập trình từ 32 bit với Giao diện Lập trình Trong Hệ thống (ISP) và Lập trình Trong Ứng dụng (IAP)
  - o Khả năng bảo vệ flash để ngăn chặn truy cập bất hợp pháp
- Đặt lại thiết bị điều khiển - RSTCU
  - o Người giám sát cung cấp:
    - Khởi động lại nguồn / Đặt lại nguồn - POR / PDR
    - Máy dò màu nâu - BOD
    - Máy dò điện áp thấp có thể lập trình - LVD
- Quản lý nguồn - PWRCU
  - o Nguồn điện đơn VDD: 1,65 V đến 3,6 V

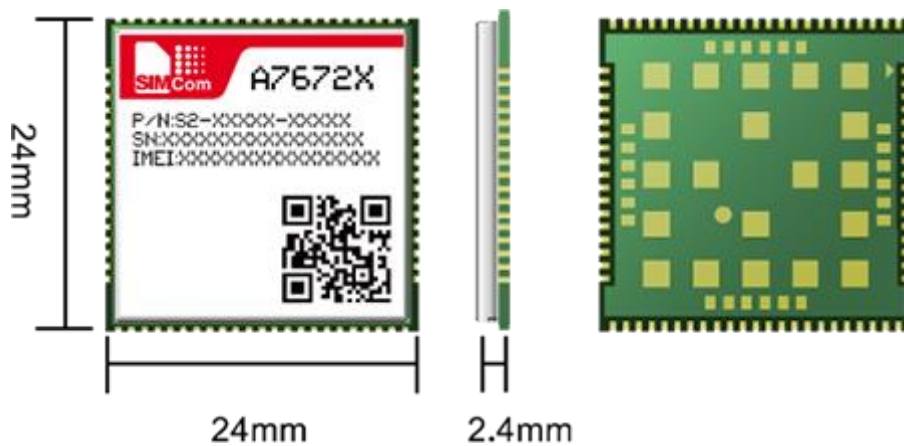
- Bộ điều chỉnh LDO 1.5 V tích hợp cho lõi CPU, thiết bị ngoại vi và bộ nhớ cấp nguồn
- Nguồn cung cấp pin VBAT cho RTC và thanh ghi dự phòng
- Ba miền nguồn: VDD, V CORE và Backup
- Bốn chế độ tiết kiệm năng lượng: Sleep, Deep-Sleep1, Deep-Sleep2 và Power-Down
- Bộ điều khiển sự kiện / ngắt bên ngoài - EXTI
  - Lên đến 16 dòng EXTI với các loại và nguồn kích hoạt có thể định cấu hình
  - Tất cả các chân GPIO có thể được chọn làm nguồn kích hoạt EXTI
  - Loại kích hoạt nguồn bao gồm mức cao, mức thấp, cạnh âm, cạnh dương hoặc cả hai cạnh
  - Kích hoạt ngắt riêng lẻ, kích hoạt đánh thức và các bit trạng thái cho mỗi dòng EXTI
  - Chế độ kích hoạt ngắt phần mềm cho mỗi dòng EXTI
  - Bộ lọc chuyển mạch tích hợp để chặn xung ngắn
- Cổng I / O - GPIO
  - Lên đến 67 GPIO s
  - Cổng A, B, C, D được ánh xạ dưới dạng 16 ngắt bên ngoài - EXTI
  - Hầu hết tất cả các chân I / O đều có dòng điều khiển đầu ra có thể định cấu hình
- Hẹn giờ chức năng cơ bản - BFTM
  - Bộ đếm so sánh đối sánh 32-bit - không có tính năng điều khiển I / O
  - Chế độ một lần bắn - dừng đếm khi trận đấu so sánh xảy ra
  - Chế độ lặp lại - khởi động lại bộ đếm khi so sánh khớp xảy ra

- Bộ hẹn giờ cơ quan giám sát - WDT
- Bộ đếm xuống 12 bit với bộ đếm trước 3 bit
- Cung cấp thiết lập lại cho hệ thống
- Chức năng của sổ hẹn giờ cơ quan giám sát có thể lập trình
- Đăng ký chức năng bảo vệ ghi
- Đồng hồ thời gian thực - RTC
  - Bộ đếm ngược 32 bit với bộ định mức có thể lập trình
  - Chức năng báo thức
  - Sự kiện gián đoạn và đánh thức
- Mạch tích hợp liên thông - I<sup>2</sup>C
  - Hỗ trợ cả chế độ chủ và chế độ phụ với tần số lên đến 1 MHz
  - Cung cấp chức năng phân xử và đồng bộ hóa đồng hồ
  - Hỗ trợ các chế độ định địa chỉ 7 bit và 10 bit và định địa chỉ cuộc gọi chung
  - Hỗ trợ chế độ đa địa chỉ nô lệ bằng cách sử dụng chức năng mặt nạ địa chỉ
  - Bốn cờ báo lỗi với ngắt riêng lẻ
    - Đọc tràn
    - Ghi va chạm
    - Lỗi chế độ
    - Hủy bỏ nô lệ
  - Hỗ trợ giao diện PDMA
- Máy phát thu không đồng bộ đa năng - USART
  - Hỗ trợ cả chế độ giao tiếp nối tiếp đồng bộ không đồng bộ và đồng bộ đồng bộ

- Lập trình tần số đồng hồ tốc độ truyền lên đến ( $f_{PCLK} / 16$ ) MHz cho chế độ không đồng bộ và ( $f_{PCLK} / 8$ ) MHz cho chế độ đồng bộ
- Giao tiếp song công hoàn toàn
- Các đặc điểm giao tiếp nối tiếp hoàn toàn có thể lập trình bao gồm
  - Độ dài từ: ký tự 7, 8 hoặc 9 bit
  - Chẵn lẻ: Tạo và phát hiện bit chẵn, lẻ hoặc không chẵn lẻ
  - Bit dừng: tạo 1 hoặc 2 bit dừng
  - Thứ tự bit: LSB-1 hoặc MSB-lần chuyển tiền đầu tiên
- Phát hiện lỗi: Chẵn lẻ, chạy quá mức và lỗi khung
- Chế độ kiểm soát luồng phần cứng tự động - RTS, CTS
- Bộ mã hóa và giải mã IrDA SIR
- Chế độ RS485 với điều khiển cho phép đầu ra
- Độ sâu FIFO: 8 cấp cho cả bộ thu và bộ phát
- Máy phát thu không đồng bộ đa năng - UART
  - Giao tiếp nối tiếp không đồng bộ hoạt động tần số đồng hồ tốc độ truyền lên đến ( $f_{PCLK} / 16$ ) MHz
  - Giao tiếp song công hoàn toàn
  - Các đặc điểm giao tiếp nối tiếp hoàn toàn có thể lập trình bao gồm
    - Độ dài từ: ký tự 7, 8 hoặc 9 bit
    - Tính chẵn lẻ: Tạo và phát hiện bit chẵn, lẻ hoặc không chẵn lẻ
    - Bit dừng: tạo 1 hoặc 2 bit dừng
    - Thứ tự bit: LSB-1 hoặc MSB-lần chuyển tiền đầu tiên
  - Phát hiện lỗi: Chẵn lẻ, chạy quá mức và lỗi khung
- Hỗ trợ gỡ lỗi
  - Cổng gỡ lỗi dây nối tiếp - SW-DP

- 4 bộ so sánh cho các điểm ngắt phần cứng hoặc các bản vá lỗi mã / chữ
- 2 bộ so sánh cho các điểm đồng hồ phần cứng
- Đóng gói và nhiệt độ hoạt động
  - Gói QFN 46 chân và LQFP 48/64 / 80 chân
  - Phạm vi nhiệt độ hoạt động: -40 ° C đến 85 ° C

### 2.3.2 Module 2G 4G SIMCOM A7672S



Hình 2.3: Module SIMCOM A7672

A7672E là mô-đun LTE Cat 1 hỗ trợ các chế độ giao tiếp không dây LTE-FDD / GSM / GPRS / EDGE. Nó hỗ trợ tốc độ đường xuống tối đa 10Mbps và tốc độ đường lên 5Mbps.

A7672E sử dụng hệ số dạng LCC + LGA và tương thích với dòng SIM7000 / SIM7070 (mô-đun NB / Cat M) và dòng SIM800A / SIM800F (mô-đun 2G), cho phép di chuyển trơn tru từ sản phẩm 2G / NB / Cat M sang sản phẩm LTE Cat 1, và tạo điều kiện đáng kể cho việc thiết kế sản phẩm tương thích hơn cho nhu cầu của khách hàng. [8]

A7672E hỗ trợ cả nhiều giao thức mạng tích hợp và trình điều khiển cho các hệ điều hành chính (trình điều khiển USB cho Windows, Linux và Android). Các chức năng phần mềm, lệnh AT tương thích với các mô-đun dòng SIM800. A7672E cũng hỗ trợ BLE \* và GNSS \* và nó tích hợp nhiều giao diện



tiêu chuẩn công nghiệp với khả năng mở rộng mạnh mẽ, chẳng hạn như UART, USB, I2C và GPIO, làm cho nó hoàn toàn phù hợp cho các ứng dụng IOT chính như viễn thông, POS, thiết bị giám sát, bộ định tuyến công nghiệp, và chẩn đoán từ xa, v.v.

○ *Ưu điểm:*

- Kích thước nhỏ gọn với nhiều giao diện
- Hỗ trợ các chức năng BLE và GNSS \*
- Chức năng phần mềm phong phú: FOTA, LBS, SSL
- Hệ số hình thức tương thích với dòng SIM7000 / SIM7070

Pin out	Miêu tả
VCC	Cấp nguồn cho module 5v
TX	Truyền dữ liệu cho MCU
RX	Nhận dữ liệu được truyền từ MCU
GND	Nối với GND thiết bị.
PWRKEY	Điều khiển bật tắt module

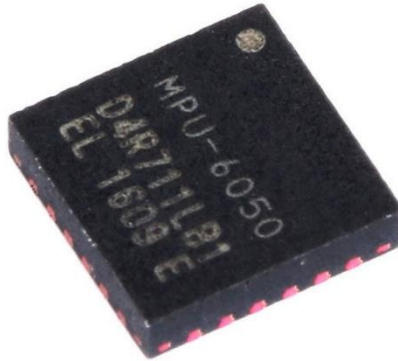
*Bảng 2.1: Chân và chức năng của module sim*



*Hình 2.4: Mạch SIMCOM a7672s*

### 2.3.3 Cảm biến MPU6050

#### a) Giới thiệu về MPU6050



Hình 2.5: Cảm biến chuyển động mpu-6050

#### Thông số kỹ thuật:

- Chip: MPU-6050 tích hợp 6 trục cảm biến (Đo được 3 trục góc + 3 trục gia tốc)
- Điện áp làm việc: 3 - 5V
- Giao tiếp: I2C
- Hỗ trợ ADC 16 Bit
- Độ phân giải góc:  $\pm 250 \pm 500 \pm 1000 \pm 2000$  dps
- Độ phân giải gia tốc:  $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g
- Kích thước: 20.2 x 15.5mm

MPU-6050 là cảm biến của hãng InvenSense. MPU-6050 là một trong những giải pháp cảm biến chuyển động đầu tiên trên thế giới có tới 6 trục cảm biến (mở rộng tới 9 trục) tích hợp trong 1 chip duy nhất.

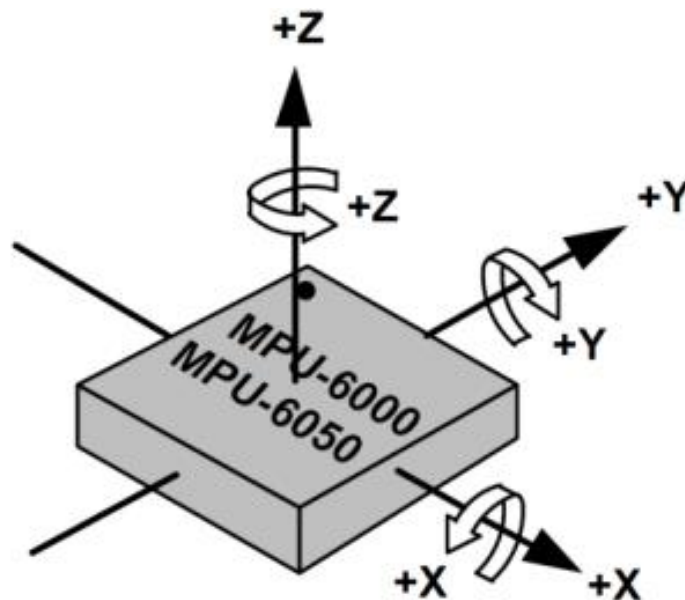
MPU-6050 sử dụng công nghệ độc quyền MotionFusion của InvenSense có thể chạy trên các thiết bị di động, tay điều khiển, ...

Ngoài ra, MPU-6050 còn có 1 đơn vị tăng tốc phân cứng chuyên xử lý tín hiệu (Digital Motion Processor - DSP) do cảm biến thu thập và thực hiện các tính

toán cần thiết. Điều này giúp giảm bớt đáng kể phần xử lý tính toán của vi điều khiển, cải thiện tốc độ xử lý và cho ra phản hồi nhanh hơn. Đây chính là 1 điểm khác biệt đáng kể của MPU-6050 so với các cảm biến gia tốc và gyro khác.

Các cảm biến bên trong MPU-6050 sử dụng bộ chuyển đổi tương tự - số (Analog to Digital Converter - ADC) 16-bit cho ra kết quả chi tiết về góc quay, tọa độ... Với 16-bit bạn sẽ có  $2^{16} = 65536$  giá trị cho 1 cảm biến. Cảm biến MPU-6050 có thể hoạt động ở chế độ tốc độ xử lý cao hoặc chế độ đo góc quay chính xác (chậm hơn).

MPU-6050 có thể kết hợp với cảm biến từ trường (bên ngoài) để tạo thành bộ cảm biến 9 góc đầy đủ thông qua giao tiếp I2C.



Hình 2.6: Gia tốc của cảm biến chuyển động

Hơn nữa, MPU-6050 có sẵn bộ đệm dữ liệu 1Kb cho phép vi điều khiển phát lệnh cho cảm biến, và nhận về dữ liệu sau khi MPU-6050 tính toán xong.

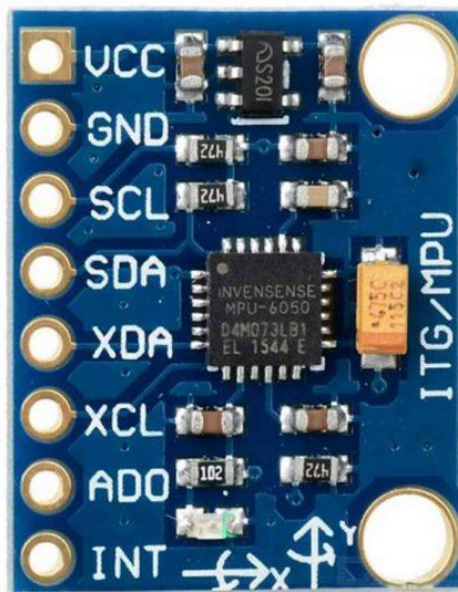
*b) Tính năng*

- Gyroscope
  - Tích hợp ADC 16 bit cho phép lấy dữ liệu đồng thời của các con quay hồi chuyển.
  - Tăng độ chính xác và độ nhạy của cân bằng nhiệt độ giúp giảm sự hiệu chỉnh của người dùng.
  - Cải thiện hiệu suất và giảm nhiễu khi hoạt động ở tần số thấp.

- Dòng hoạt động: 3.6mA
- Dòng chờ 5  $\mu$ A
  - Accelerometer
- Tích hợp ADC 16 bit cho phép lấy dữ liệu đồng thời của các gia tốc kế.
- Dòng hoạt động 500  $\mu$ A.
- Dòng ở chế độ công suất thấp: 10  $\mu$ A ở 1.25Hz, 20  $\mu$ A ở 5Hz, 60  $\mu$ A ở 20Hz, 110  $\mu$ A ở 40 Hz.
- Phát hiện hướng và điều hướng.
- Ngắt do người sử dụng tự lập trình.

Pin out	Miêu tả
INT	Chân ngắt để chỉ ra rằng dữ liệu có sẵn cho MCU để đọc.
VCC	Cấp nguồn cho module, từ 3 đến 5v
SCL	Cấp xung clock giao tiếp I2C
SDA	Truyền dữ liệu giao tiếp I2C
GND	Nối với GND thiết bị.
AD0	Sử dụng để thay đổi địa chỉ MPU

Bảng 2.2: Chân và các chức năng của cảm biến



Hình 2.7: Mạch mpu-6050

### 2.3.1 Module định vị gps LC76F



Hình 2.8: Module GPS LC76F

Một số ứng dụng của module GPS trên có thể kể đến

- Xác định tọa độ (kinh tuyến, vĩ tuyến) hiện tại của module trên bề mặt trái đất với sai số nhỏ nhất  $< 1\text{m}$ .
- Xác định thời gian quốc tế được cấp bởi đồng hồ nguyên tử trên vệ tinh gửi về. Từ đó bạn cũng có thể suy ra thời gian đồng hồ nơi ở của bạn theo tắc trừ múi giờ. Khởi cần module RTC.
- Chỉ cần 3 vệ tinh là bạn có thể xác định được tọa độ, chỉ cần 4 vệ tinh là bạn có thể xác định được độ cao hiện tại so với mực nước biển.
- Có thể tính toán ra tốc độ di chuyển, hướng di chuyển của vật thể được gắn module GPS.
- Giải các bài toán về tính toán giữa 2 điểm bất kì, tính diện tích ở một không gian cực kì rộng lớn.

Thông số:

- Hãng Quectel.
- Ic chính: LC76F
- Nguồn cấp: 2.8–4.3 V
- Giao tiếp: UART
- Anten tích cực hoặc anten thụ động
- Chu kỳ cập nhật tọa độ 0,1 s đến 1s tùy từng địa hình có thuận lợi hay không.
- Ứng dụng: có tất cả khả năng như đã giới thiệu phía trên.

<b>Pin out</b>	<b>Miêu tả</b>
PPS	Chân này để đặt ngắt báo module đã cập nhật xong vị trí sẵn sàng truyền dữ liệu.
VCC	Nối pin này với nguồn 3.5v
TX	Chân TX của module
RX	Chân RX của module
GND	Nối với GND thiết bị.
EN	Kích hoạt bật tắt hoạt động của thiết bị

*Bảng 2.3: Chân và mô tả chi tiết chức năng module gps*

## 2.4 Thiết kế phần cứng

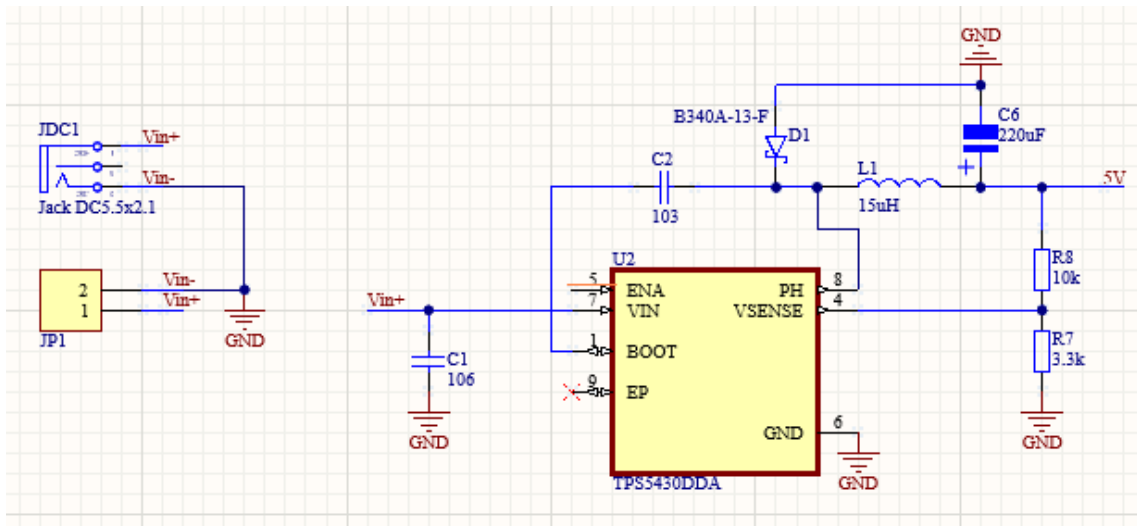
### 2.4.1 Thiết kế khối nguồn

<b>STT</b>	<b>Thành phần</b>	<b>Điện áp đầu vào</b>
1	Vi điều khiển HT32	3.3V
2	Module LC76F	3.3V
3	Module cảm biến MPU6050	3.3V
4	Module SIMCOM A7672	5V
5	Còi	3.3V

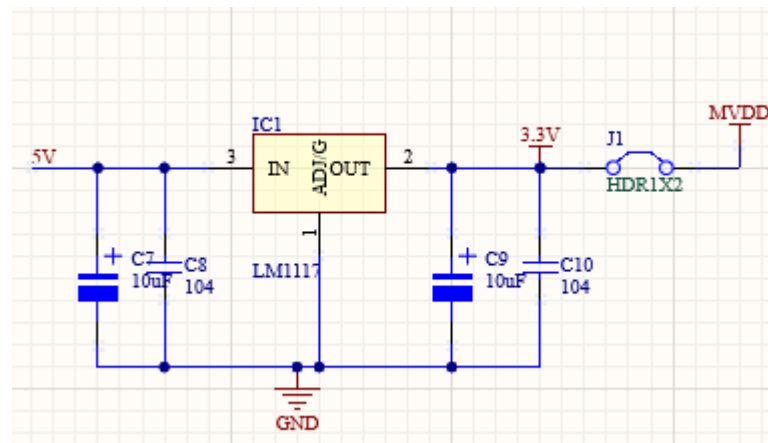
*Bảng 2.4: Các điện áp đầu vào của các linh kiện*

Mục tiêu là thiết bị có thể được lắp đặt trực tiếp trên xe máy nên do đó em sẽ sử dụng nguồn Acqui 12V (từ xe máy) và adapter 12, em sử dụng IC nguồn TPS5430DDA hạ áp từ 12V xuống 5V

Em sử dụng IC LM1117 (3.3V) để hạ điện áp từ 5V xuống mức 3.3V và làm nguồn VCC nuôi cho vi điều khiển, module GPS và các thiết bị khác. Ngoài ra trong mạch nguồn có thêm các thành phần khác như: các tụ lọc, cuộn cảm để san bằng điện áp và tạo thành mạch lọc thông thấp trong các quá trình hạ áp; Dưới đây là sơ đồ mạch nguồn mà em thiết kế. Ngoài ra còn có 1 cầu đấu có thể ngắt nguồn với mcu, có thể tiện lợi trong việc thử nghiệm thiết bị.



Hình 2.9: 12 v chuyển đổi về 5v



Hình 2.10: 5v chuyển đổi về 3v3

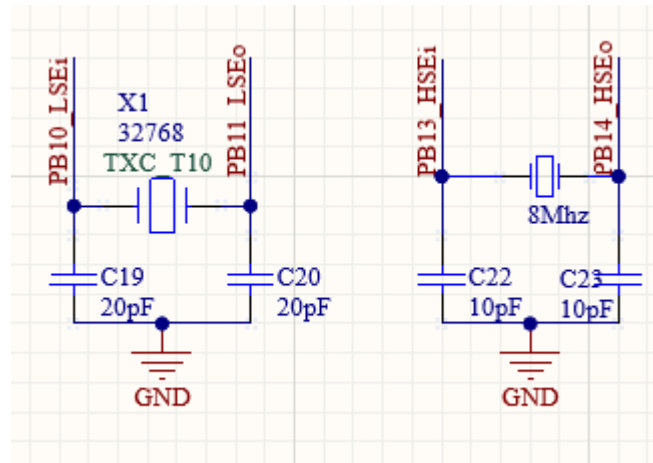
#### 2.4.2 Thiết kế khối xử lý trung tâm

Dòng ARM Cortex là một bộ xử lý thế hệ mới đưa ra một kiến trúc chuẩn cho nhu cầu đa dạng về công nghệ. Không giống như các chip ARM khác, dòng Cortex là một lõi xử lý hoàn thiện, đưa ra một chuẩn CPU và kiến trúc hệ thống chung. Dòng Cortex gồm có 3 phân nhánh chính: dòng A dành cho các ứng dụng cao cấp, dòng R dành cho các ứng dụng thời gian thực như các đầu đọc và dòng M dành cho các ứng dụng vi điều khiển và chi phí thấp, HT32F52367 được thiết kế dựa trên dòng Cortex-M3, được thiết kế đặc biệt để nâng cao hiệu suất hệ thống, kết hợp với tiêu thụ năng lượng thấp.

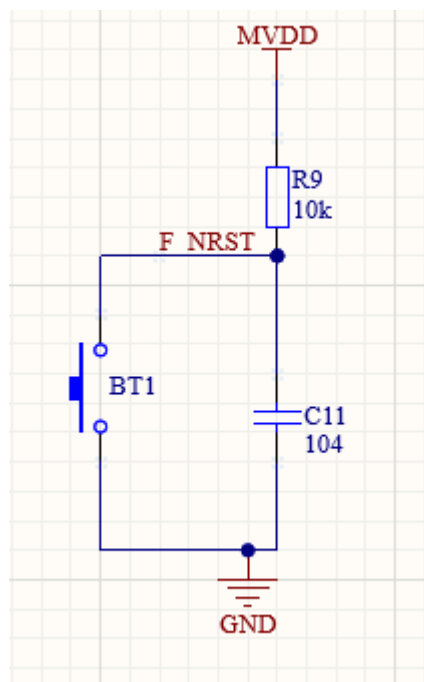
Dòng chip HT32F52367 sử dụng lõi Cortex M0 với tốc độ xử lý cao, cấu hình mạnh tiết kiệm năng lượng với kích thước nhỏ gọn và giá thành rẻ thì MCU này thực sự là một lựa chọn hợp lý. Dựa trên các đặc điểm nổi trội được giới thiệu

từ phần tổng quan lý thuyết, tham khảo nguyên lý từ datasheet của nhà sản xuất để đưa ra thiết kế như dưới đây.

Để MCU có thể hoạt động được thì không thể thiếu các thành phần bắt buộc đi kèm như phần Reset, lọc nguồn, bộ thạch anh tạo dao động, cổng nạp...



Hình 2.11: Khối giao động cung cấp xung clock ngoại cho vi điều khiển



Hình 2.12: Khối reset có nhiệm vụ khởi động lại vi điều khiển

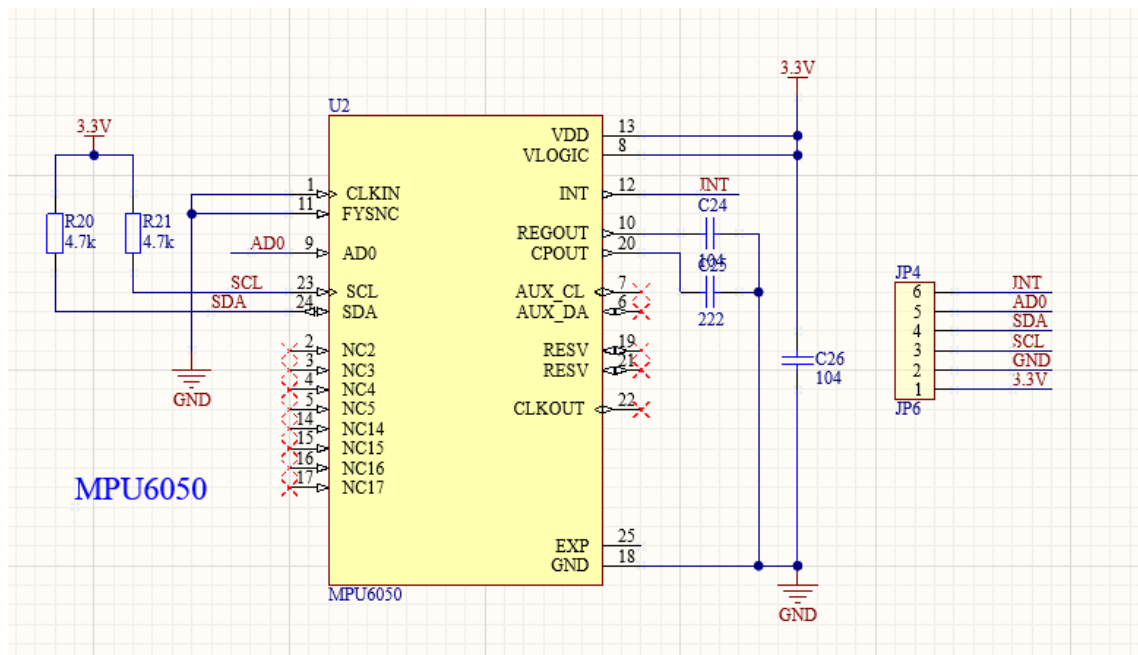




STT	Tên chân	Mô tả chức năng
1	TX0	Truyền UART0 với GPS LC76F
2	RX0	Nhận UART0 với GPS LC76F
3	BUZ_IN	Điều khiển còi trong qua gpio
4	RX1	Nhận UART1 với SIMCOM A7672S
5	EN	Kích hoạt bật tắt module GPS
6	INT	Nhận tín hiệu ngắt từ cảm biến chuyển động
7	SCL	Chân Clock, có tác dụng đồng bộ hóa việc truyền dữ liệu giữa các thiết bị
8	SDA	Chân truyền nhận dữ liệu với cảm biến chuyển động
9	PB14_HSEo PB13_HSEi	Là chân cấp nguồn clock chính để nuôi MCU và các ngoại vi
10	PB11_LSEo PB10_LSEi	là chân cấp nguồn clock cung cấp cho bộ RTC hoạt động
11	F_NRST	Reset module, hoạt động thì cần kéo xuống mức thấp
12	PB2, PB3, PB4.....	Các chân GPIO

Bảng 2.5: Mô tả các chức năng các chân ra của HT32f52367

### 2.4.3 Thiết kế khối cảm biến



Hình 2.15: Sơ đồ kết nối của cảm biến mpu-6050

MCU và MPU6050 giao tiếp dữ liệu theo chuẩn giao tiếp I2C, trong đó 2 chân SDA VÀ SCL là 2 chân của giao tiếp I2C, trong đó chân SCL là chân Clock, có tác dụng đồng bộ hóa việc truyền dữ liệu giữa các thiết bị, và việc tạo ra xung clock đó là do thiết bị chủ (Master). Chân còn lại là chân SDA là chân truyền dữ liệu (DATA). 2 chân này luôn hoạt động ở chế độ mở, vì vậy để sử dụng được cần phải có trở kéo.

Giá trị trở pull up phù hợp cần đảm bảo 2 yếu tố:

- Thỏa mãn phù hợp mức logic:  $R_p(\min)$
- Đảm bảo rise time của tín hiệu:  $R_p(\max)$

Để IC (microcontroller hoặc processor) nhận đúng mức logic thì điện áp chân phải lớn hơn  $V_{OL}$  (điện áp cao nhất mức LOW). Ta có công thức tính trở nhỏ nhất min như sau:

$$R_p(\min) = \frac{(V_{CC} - V_{OL}(\max))}{I_{OL}}$$

Với MPU 6050 thì  $V_{CC}$  em đang cấp là 3.3 V,  $V_{OL}(\max) = 0.4V$ ,  $I_{OL} = 3$  mA, từ đây ta có thể tính được  $R_p(\min) = 966$  ohm tương đương 1K ohm.

Ngoài ra, do đặc thù của I2C có thêm phần rise time. Nếu giá trị trở quá lớn sẽ dẫn đến việc rise time cao. Nhất là với các mode ở tốc độ cao.

Ta có  $R_{MAX}$  là:

$$R_p(\max) = \frac{t_r}{(0.8473 \times C_b)}$$

Ta có  $t_r$  là rise time của SCL và SDA, trong datasheet của thiết bị thì  $t_r = 300$  ns

Trong khi  $C_b$  là tải điện dung cho mỗi đường có khoảng từ 10 đến 400pF với mỗi đường. Suy ra  $R_p(\max) \approx 35$  Kohm.

Theo thực nghiệm và đo đạc, em sử dụng trở treo 4.7 k nằm trong khoảng từ  $R_p(\min)$  đến  $R_p(\max)$ .

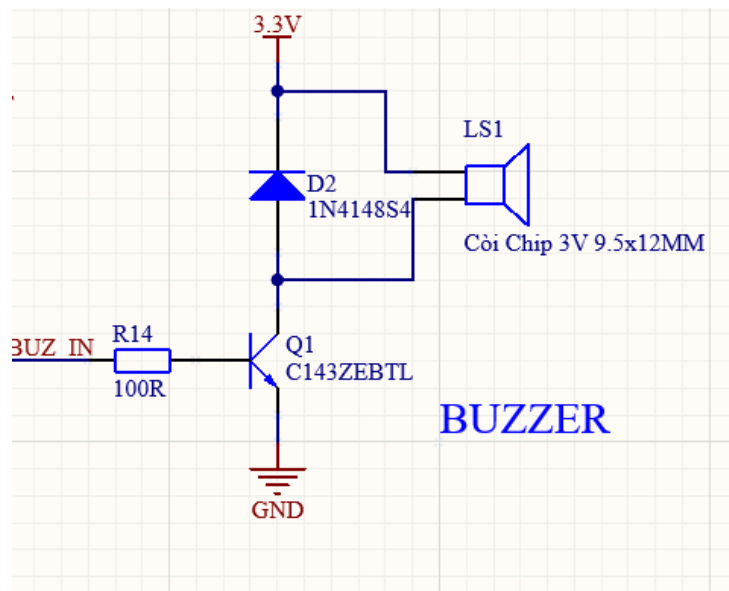
Ngoài ra, điện áp đầu vào là 3.3 V cũng được kết nối với tụ lọc để giúp điện áp vào được mịn hơn. Các chân sử dụng được kết nối với 1 header ra ngoài để có thể kiểm tra thiết bị và để phòng tình huống cảm biến hư hỏng

#### 2.4.4 Thiết kế khối báo động



Hình 2.16: Thiết bị báo động buzzer 3v3

Khối báo động cho phép người dùng có thể kích hoạt từ app, từ đó giúp cho người dùng dễ dàng tìm thấy thiết bị cũng như chiếc xe của mình trong 1 khoảng cách gần. Trên đây em sử dụng 1 chân GPIO từ mcu và được đóng cắt bằng transistor C143ZE. Ngoài ra còn được lắp thêm 1 diode để chống ngược dòng dùm cho tín hiệu và âm thanh được ổn định hơn.



Hình 2.17: Sơ đồ nguyên lý của còi buzzer

## 2.5 Thiết kế phần mềm

### 2.5.1 Chương trình nhúng cho thiết bị đo

#### a. Mô hình hoạt động

Ở đây em sử dụng phần mềm Keil C để có thể lập trình ứng dụng cho thiết bị. Keil C là một phần mềm chuyên dụng để tạo ra một môi trường lập trình hỗ trợ cho nhiều dòng vi xử lý từ ARM, AVR, 8051, PIC ... với 2 ngôn ngữ chủ yếu là C và assembly

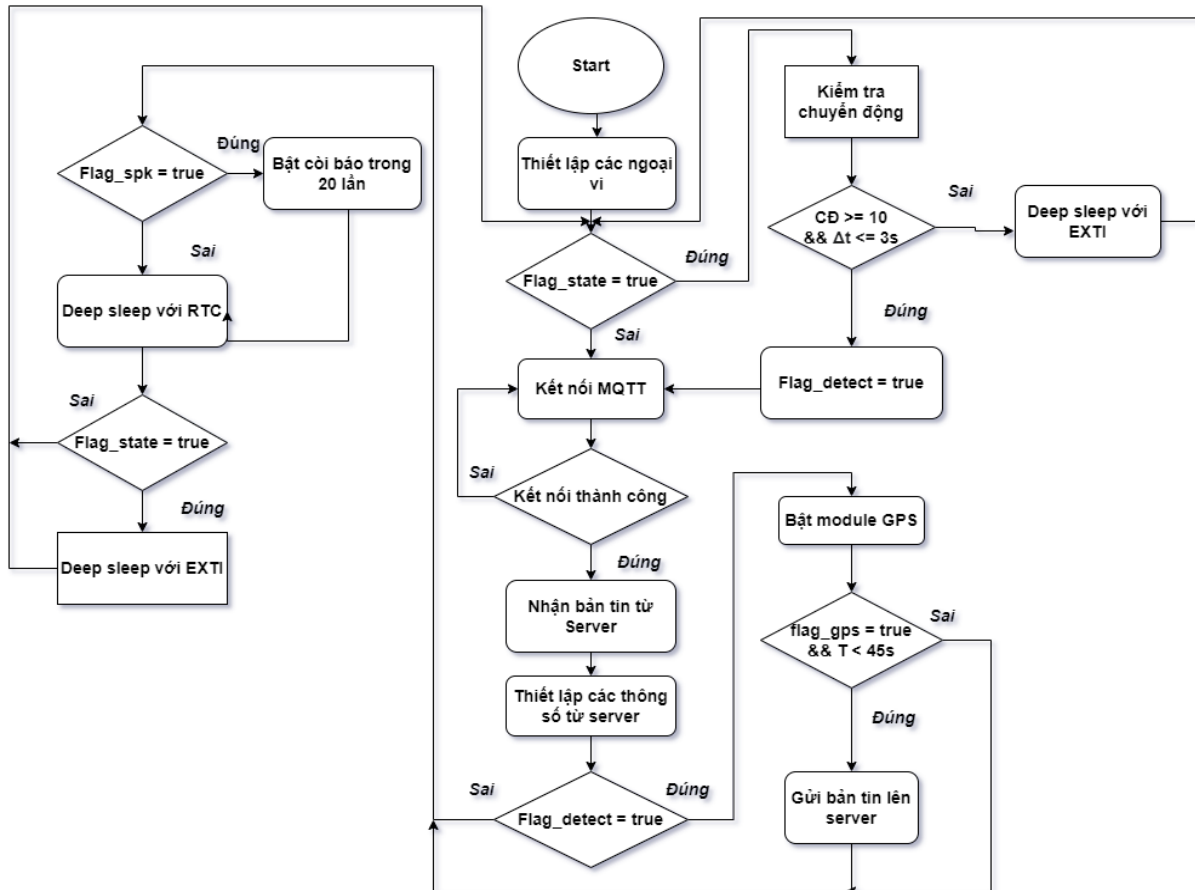
Khi bắt đầu chương trình, một số ngoại vi cần thiết trong project phải được kích hoạt và hoạt động, bên trong đề tài này có thể kể đến như I2C, UART, GPIO ...

```
Config_GPIO();
Time_Init();
UxART_Configuration();
UxART1_Configuration();
RTC_Configuration();
EXTI_Configuration();
Configure_AT_Command();
CKCU_Configuration();
GPIO_IN_Configuration();
I2C_Configuration();
mpu6050_configINT();
```

Hình 2.18: Khởi tạo các ngoại vi cho MCU

Thiết bị sẽ có 2 chế độ là On và Off tương ứng với giá trị của biến flag\_state trên sơ đồ thuật toán. Khi ở chế độ On, thiết bị sẽ được kích hoạt chế độ phát hiện chuyển động. Thiết bị ở chế độ ngủ sẽ được tín hiệu INT của cảm biến chuyển

động báo thức dậy khi có phát hiện chuyển động. Nếu đủ tín hiệu chuyển động thì sẽ bật module sim và GPS cũng được kích hoạt bật để lấy thông tin vị trí và gửi bản tin lên server.



Hình 2.19: Sơ đồ thuật toán chi tiết

Bản tin nhận được server sẽ thiết lập giá trị của các biến gồm có flag\_state, flag\_spk và giá trị thời gian khi deep sleep với RTC.

Khi thiết bị ở chế độ OFF, thì module GPS sẽ không được bật và thiết bị sẽ cố định thức dậy sau 1 khoảng thời gian đã cài đặt sau khi deep sleep và thức dậy để nhận những tín hiệu thay đổi từ server.

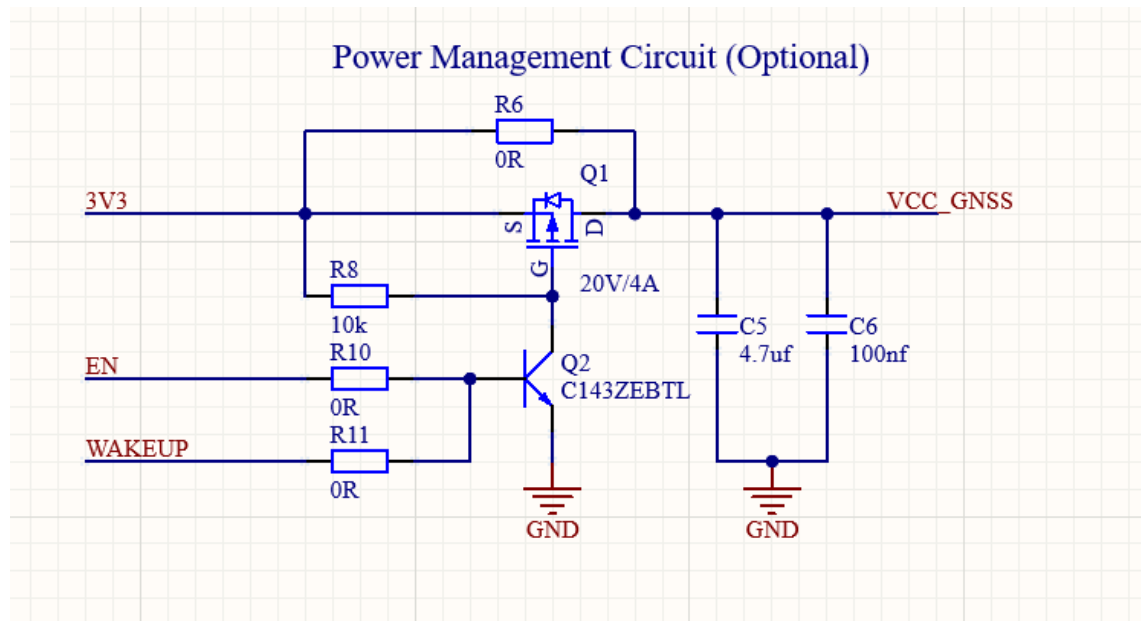
#### b. Chế độ ngủ và tiết kiệm pin cho các module

Có thể thấy ở phần hoạt động của thiết bị, để tránh cho thiết bị sử dụng những khoản điện năng không cần thiết, em đã cho thiết bị đi ngủ sau khi hoạt động xong. Ngoài ra thì module sim và module gps cũng sẽ bị ngắt dòng khi chưa đến câu lệnh thực hiện chức năng để đảm bảo tổn hao tối thiểu.

Symbol	Parameter	$f_{\text{HCLK}}$	Conditions	Typ	Max @ $T_A$		Unit
$I_{\text{DD}}$	Run Mode	60 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 60 MHz	All peripherals enabled	23.4	26.8	mA
				All peripherals disabled	10.0	11.5	
		40 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 40 MHz	All peripherals enabled	19.0	21.7	
				All peripherals disabled	9.8	11.2	
		20 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 40 MHz	All peripherals enabled	9.6	11.0	
				All peripherals disabled	4.6	5.3	$\mu\text{A}$
		8 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 48 MHz	All peripherals enabled	4.5	5.1	
				All peripherals disabled	1.9	2.2	
		32 kHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , LSI = 32 kHz, LDO off, ULDO on	All peripherals enabled	18.2	25.3	
				All peripherals disabled	11.3	16.4	
	Sleep Mode	60 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 60 MHz, MCU core sleep	All peripherals enabled	16.3	18.6	mA
				All peripherals disabled	1.4	1.6	
		40 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 40 MHz, MCU core sleep	All peripherals enabled	11.2	12.8	
				All peripherals disabled	1.1	1.2	
		20 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 40 MHz, MCU core sleep	All peripherals enabled	6.3	7.2	
				All peripherals disabled	0.8	0.9	$\mu\text{A}$
		8 MHz	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI = 8 MHz, PLL = 48 MHz, MCU core sleep	All peripherals enabled	3.2	3.6	
				All peripherals disabled	0.4	0.5	
	Deep-Sleep 1 Mode	—	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI / HSE / PLL clock off, LDO off, ULDO on, LSE off, LSI on, RTC on		5.1	9.4	
	Deep-Sleep 2 Mode	—	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , HSI / HSE / PLL clock off, LDO off, ULDO on, LSE off, LSI on, RTC on		5.1	9.4	
	Power-Down Mode	—	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , LDO and ULDO off, LSE off, LSI on, RTC on		1.50	2.30	$\mu\text{A}$
		—	$V_{\text{DD}} = V_{\text{BAT}} = 3.3 \text{ V}$ , LDO and ULDO off, LSE off, LSI on, RTC off		1.45	2.20	

Hình 2.20: Chi tiết về mức dòng điện trong các chế độ hoạt động

Tùy theo từng chế độ mà một số chức năng của vi điều khiển sẽ không được kích hoạt và hoạt động. Sau khi cân nhắc, em chọn sử dụng chế độ deep-sleep 1 để có thể tiết kiệm năng lượng cho vi điều khiển.



Hình 2.21: Thiết kế chân EN cho module gps

Đối với module GPS, bên trong đó có một bộ điều khiển bật tắt trạng thái hoạt động của module thông qua gpio. Còn đối với module simcom thì có thể sử dụng chân pwrkey từ phần hardware hoặc sử dụng lệnh AT+CPOF [9] từ vi điều khiển là có thể tắt được thiết bị. Đối với việc bật thiết bị có thể kích chân pwrkey trong khoảng thời gian ngắn là thiết bị sẽ hoạt động. Đối với cảm biến chuyển động

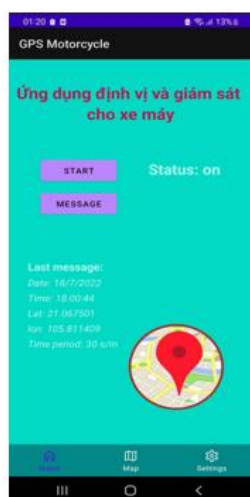
thì chúng ta vẫn phải cấp nguồn liên tục, đây là tín hiệu cho vi điều khiển thức giấc nên em sẽ không thiết kế chế độ điều khiển cho mpu-6050.

### 2.5.2 Thiết kế ứng dụng điều khiển thiết bị

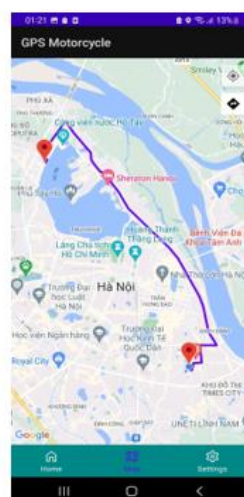
Xây dựng một nền tảng App bao gồm có:

- Bật tắt chế độ của thiết bị thông qua nút nhất, có hiển thị bản tin
- Có định vị vị trí của thiết bị (phát hiện vị trí và dò đường)
- Có thể cấu hình một số thông số từ điện thoại đến thiết bị

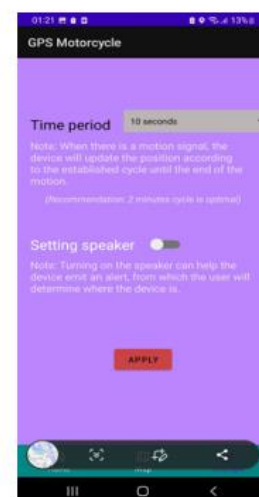
Sử dụng nền tảng platform miễn phí innoway của Viettel để lưu dữ liệu bản tin, sau đó kết hợp với api của google và osm để phát hiện vị trí và dò đường.



Bật tắt gửi gps  
và nhận bản tin



Hiển thị map và dò  
đường



Config chu kỳ ngủ  
và bật tắt còi

Hình 2.22: Giao diện ứng dụng điều khiển thiết bị

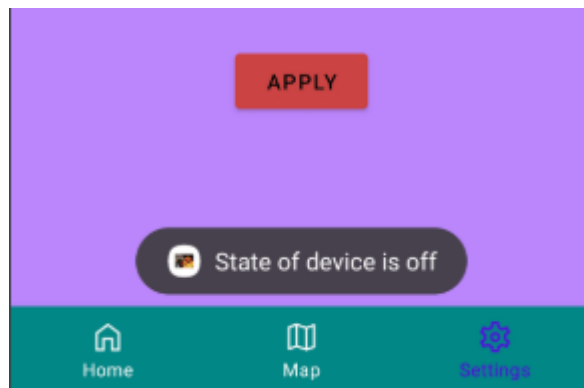
Mục tiêu của app là có thể điều khiển và tương tác với thiết bị từ xa, ngoài ra chúng ta có thể theo dõi và giám sát được vị trí của thiết bị cũng như là ngày giờ mà bản tin cuối cùng được gửi đi.

Với giao diện đầu tiên gồm có chức năng bật tắt hệ thống định vị trên thiết bị bằng nút nhất, trạng thái của status sẽ được cập nhật liên tục. Khi người dùng click vào nút thì 1 bản tin sẽ từ điện thoại gửi đi sever, từ đây thiết bị sẽ nhận được thông tin để bật tắt chế độ hoạt động. Ngoài ra khi người dùng click vào Message,



thông tin của bản tin cuối cùng từ thiết bị sẽ hiển thị để có thể nắm rõ thời gian, vị trí, hay chu kỳ gửi bản tin.

Với giao diện hai có thể thấy đây là một bản đồ nhằm mục đích giúp cho người dùng có thể biết được vị trí chính xác của thiết bị. Trên giao diện gồm 2 nút, người dùng có thể tìm thấy được vị trí của bản thân, thêm vào đó nếu như thiết bị đang hoạt động định vị thì người dùng có thể dùng app để dò đường thông qua nút nhấn trên giao diện.



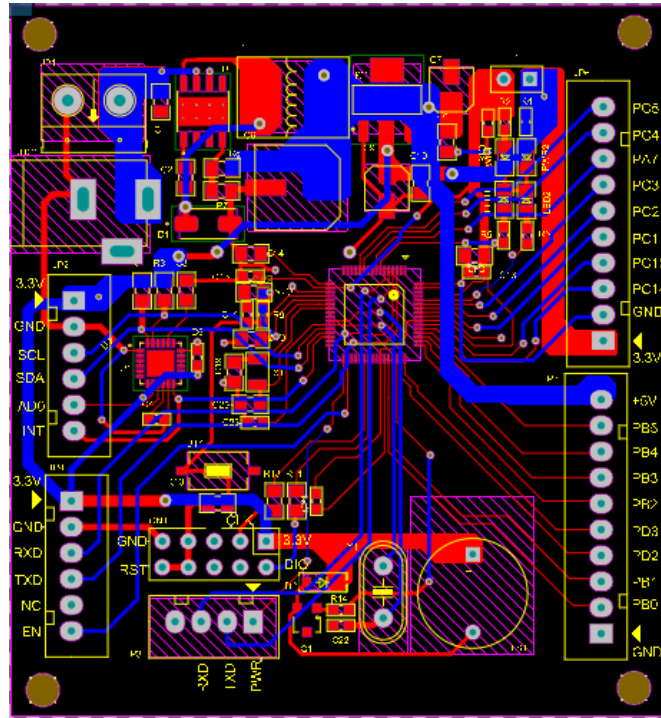
*Hình 2.23: Thông báo thiết bị chưa được bật*

Với giao diện thứ ba, người dùng có thể thiết lập thông số chu kỳ ngủ, hay là bật tắt còi báo trên thiết bị, sau khi người dùng thiết lập xong, có thể click vào nút APPLY để điện thoại gửi 1 bản tin thiết lập cho thiết bị. Nếu như thiết bị đang trong chế độ off thì thông báo sẽ hiển thị lên màn hình và không có bản tin nào được gửi đi cả.

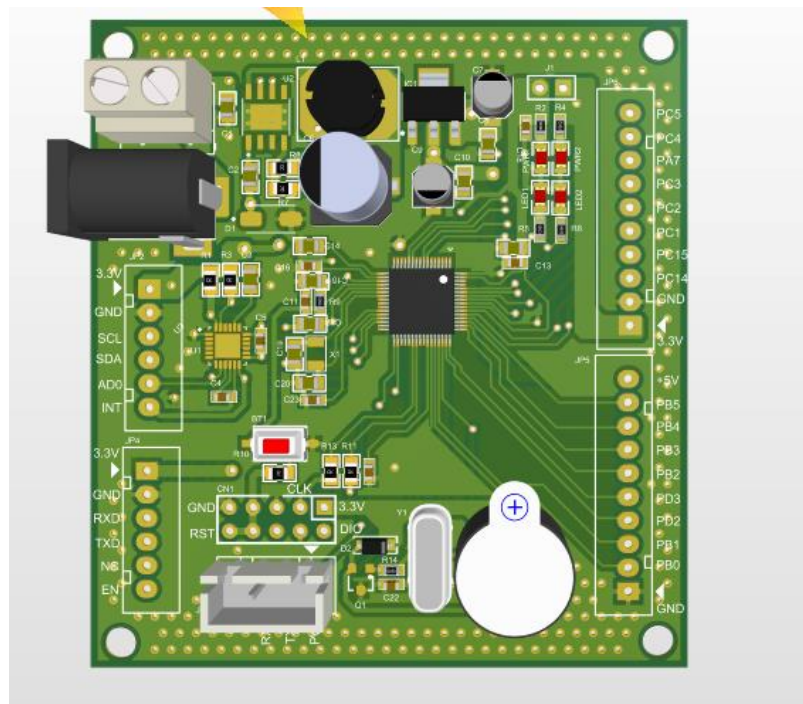
## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ KỊCH BẢN ĐÁNH GIÁ

### 3.1 Kết quả hoàn thiện

Các khối chức năng được hoàn thiện và kết nối với nhau trên cùng một bảng mạch như hình dưới.

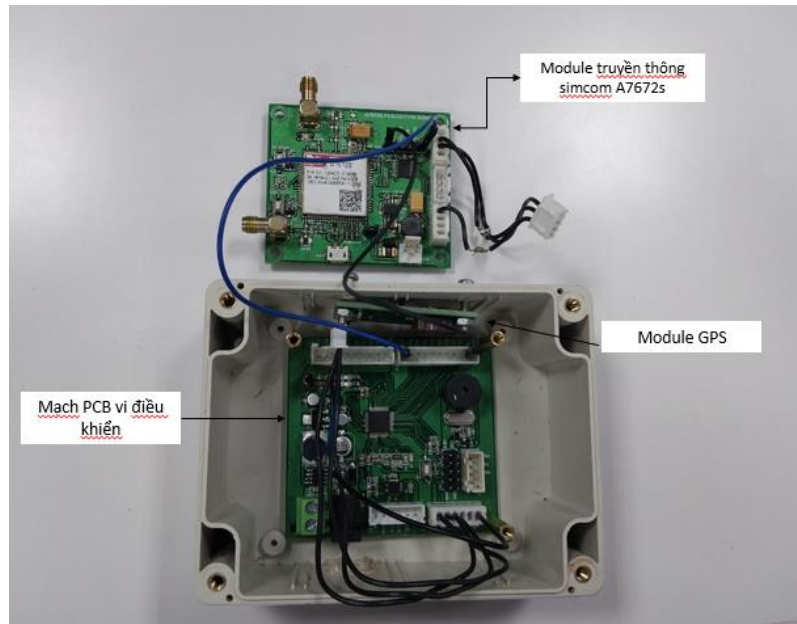


Hình 3.1: Mạch PCB bao gồm các khối chức năng

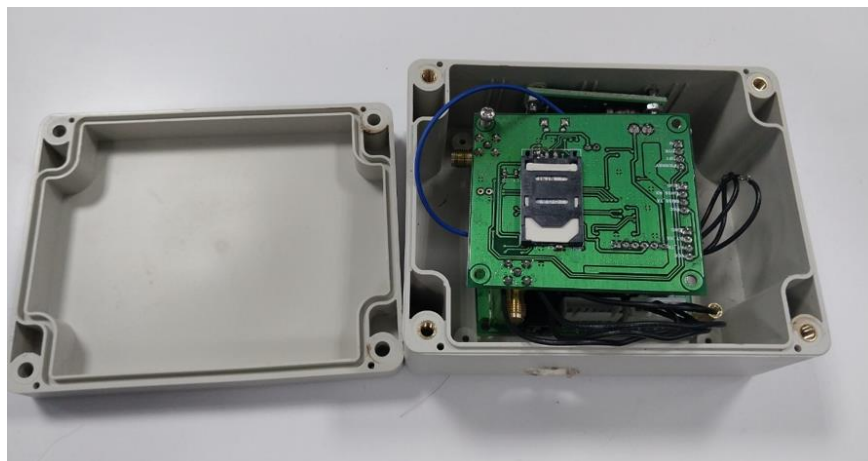


Hình 3.2: Mô hình 3D của Mạch khi hoàn thiện

Về mặt tổng quan thì bên trong hộp kỹ thuật sẽ gồm có 3 khu vực chính đó là phần mạch PCB của vi điều khiển, mạch GPS, phần mạch truyền thông simcom A7672s bố trí thực tế được mô tả như trong *Hình 3.3* và *Hình 3.4*



*Hình 3.3: Chi tiết bên trong của thiết bị*



*Hình 3.4: Chi tiết bên trong của thiết bị*

Sau khi kết nối tất cả các dây thì thiết bị sẽ được đóng cố định như hình trên.

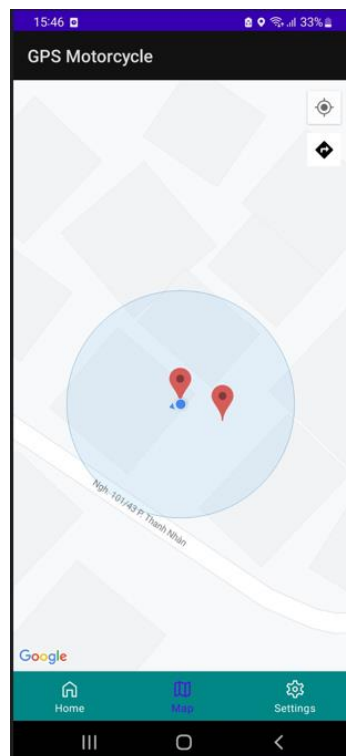


Hình 3.5: Vỏ bên ngoài của thiết bị

### 3.2 Thử nghiệm thiết bị

#### a. Kiểm tra chính xác của GPS và tương tác giữa app và thiết bị

Kết nối nguồn cho thiết bị, sau đó bật định vị từ app và theo dõi các bản tin thông qua MQTT box để xác nhận bản tin vẫn được truyền đúng đến topic mà thiết bị đăng ký. Trong ứng dụng có 1 nút nhấn lấy vị trí GPS từ google đây là vị trí định vị của điện thoại nên có thể dùng để so sánh.



Hình 3.6: So sánh 2 vị trí

Sau khi so sánh với vị trí trên gps của điện thoại nhiều lần có thể thấy được, độ chính xác của thiết bị định vị trong khoảng 10 m, đây là độ chính xác có thể chấp nhận được để sử dụng định vị thông thường.

Đối với khả năng tương tác thì có thể sử dụng còi báo để kiểm tra, còi chỉ hoạt động khi thiết bị bật nguồn và nhận tín hiệu từ server, khi còi báo sử dụng app để tắt có thể thấy được khả năng tương tác gần như ngay lập tức. Từ đánh giá trên có thể thấy rằng thiết bị hoạt động tương đối ổn định.

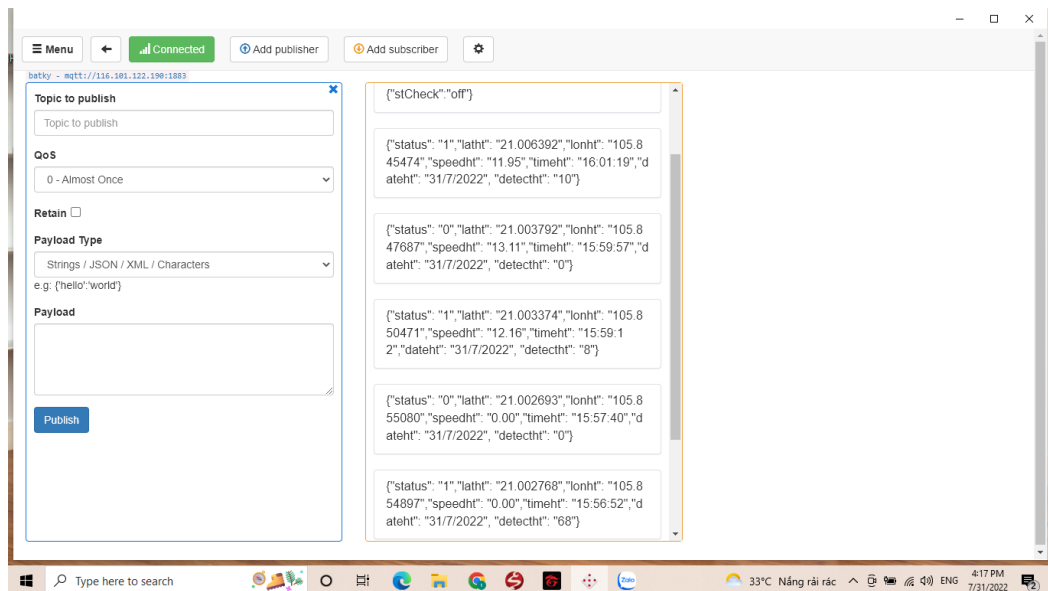
*b. Khả năng dò đường và các bản tin*



*Hình 3.7: Lắp đặt thử nghiệm trên xe máy*

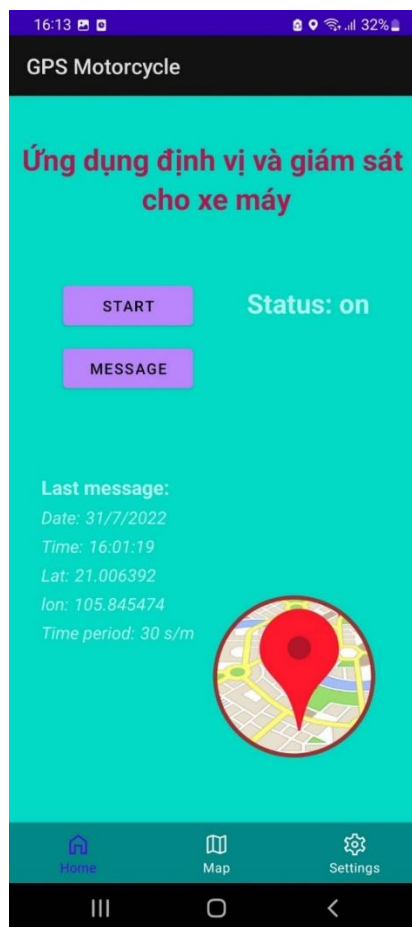
Lắp đặt thiết bị trên xe máy và tiến hành thử nghiệm các chức năng của thiết bị. Với kịch bản thử nghiệm thì ta sẽ sử dụng xe máy di chuyển sau đó dùng phần mềm mqtt box để kiểm tra các bản tin.

Sau khi thử nghiệm, hình bên dưới đây là các bản tin gần nhất mà thiết bị gửi lên topic trước khi người dùng tắt định vị.



Hình 3.8: Các bản tin được nhìn thấy trên mqtt box

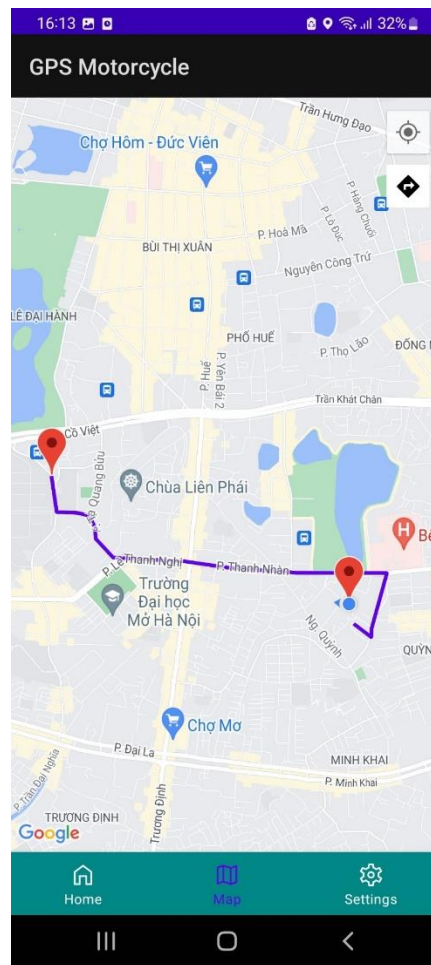
Các thông số có thể dễ dàng nhận biết là định vị lat long gps, ngoài ra còn có thêm thông số speed đo tốc độ từ module GPS và số chuyển động mà cảm biến mpu6050 phát hiện.



Hình 3.9: Thông tin bản tin cuối



Từ ngày và giờ của bản tin cuối cùng ta có thể xác nhận được thiết bị đã gửi bản tin lên sever và app đã nhận được một cách chính xác.



Hình 3.10: Khả năng dò đường

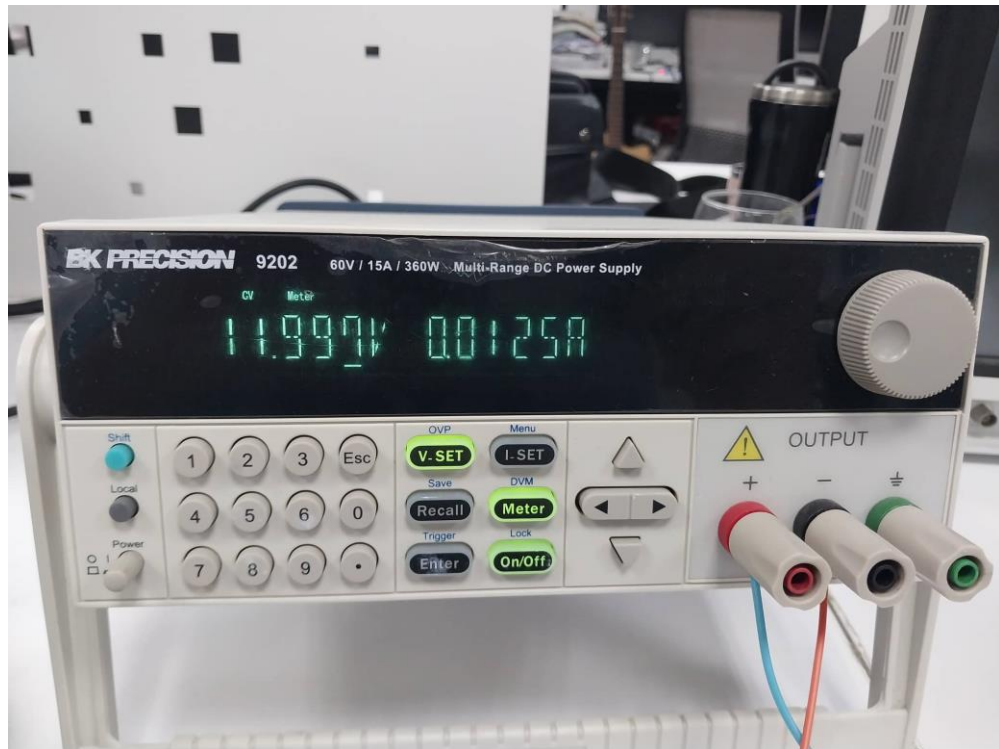
Hình trên là khả năng dò đường trên app, điểm đỏ có dấu chấm xanh ở chân là vị trí người dùng, điểm đỏ thứ 2 là vị trí của thiết bị, có thể nhìn thấy khả năng dò đường của app là tương đối chính xác, tuy nhiên vẫn có sai sót.

### c. Khả năng tiết kiệm năng lượng

Sau khi hoạt động thiết bị, thì mục tiêu tiết kiệm năng lượng cần được phải chú ý kỹ càng và đo đạc. Ở trên là bảng so sánh mức độ tiêu thụ điện ở chế độ run mode và chế độ sleep, có thể thấy được mức độ tiết kiệm năng lượng nếu sử dụng các chế độ này là rất nhiều.



Hình 3.11: Dòng điện khi thiết bị đang hoạt động



Hình 3.12: Dòng điện khi thiết bị ngủ

Sau khi thực nghiệm và đo đạc, có thể thấy dòng khi thiết bị dậy hoạt động và gửi bản tin sẽ giao động từ 40 đến 85 mA, trong khi dòng ngủ của thiết bị chỉ dao động ổn định ở 12.5 mA. Từ đây có thể thấy việc ngủ đã có thể giúp thiết bị tiết kiệm một lượng dòng điện tiêu thụ rất lớn so với việc hoạt động tối đa công suất. Dòng điện trên hình 3.12 còn có dòng hoạt động của mpu 6050, thiết bị này là cần thiết để có thể đánh thức MCU và các khối khác hoạt động. Vì vậy có thể thấy đưa thiết bị đi ngủ và tắt các module khi không cần thiết thực sự quan trọng trong vấn đề tiết kiệm năng lượng của thiết bị.



## KẾT LUẬN

Bước đầu đã đạt được 1 số kết quả như nhận được các giá trị GPS từ module của thiết bị và truyền được thông tin hiển thị lên trên server, khả năng điều khiển đối với thiết bị từ ứng dụng. Tuy nhiên do các nguyên nhân chủ quan và khách quan nên sản phẩm vẫn chưa thể hoàn thiện đúng theo như mong muốn của tác giả. Các điểm còn thiếu sót, chưa làm được như:

- Chưa thử nghiệm hoạt động hệ thống trong thời gian dài với nhiều kịch bản
- Thiết bị hoạt động chưa thực sự ổn định và tích hợp được nhiều cảm biến
- Thời gian đáp ứng giữa app và thiết bị còn kém

Sản phẩm có thể được hoàn thiện thêm về công năng cũng như độ tin cậy các phần có thể phát triển thêm như:

- Hiển thị lỗi gặp phải trên giao diện ứng dụng
- Tăng thời gian đáp ứng giữa app và thiết bị
- Tích hợp thêm 1 số cảm biến và có thể cho người dùng lựa chọn trên app
- Kết hợp thêm một số dịch vụ khác như LBS, wifi cell để đề phòng trường hợp GPS mất sóng
- Cải tiến thiết kế cơ khí như thiết kế lại vỏ hộp theo các tiêu chuẩn nhằm chống bụi, chống ẩm, chống va đập.
- Cải thiện phần mềm điều khiển theo góp ý của người dùng ở những phiên bản tiếp theo.
- Cải thiện hiệu quả năng lượng cũng như cải thiện hiệu quả kinh tế

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] G. S. E. R. Mikko Saily, GSM Standardization History, Europe: 1, 2010.
- [2] M. Sauter, Global System for Mobile Communications (GSM), 2014.
- [3] G. S. E. R. Mikko Saily, "Generic Access Network: Extending the GSM Paradigm," *IEEE explore*, vol. 1, no. 1, pp. 465 - 480, 2010.
- [4] D. Paret, Transport and Messaging Protocols, Philips Semiconductors, Paris, France, 2017.
- [5] T. E. J. K. Silvio Quincozes, "MQTT Protocol: Fundamentals, Tools and Future Directions," *IEEE explore*, pp. 1439 - 1448, tháng 9 năm 2019.
- [6] S. F. & I. MARKETING, "smartindustry.vn," Online, 30 11 2018. [Online]. Available: <https://smartindustry.vn/technology/internet-of-things/giao-thuc-mqtt-la-gi-nhung-ung-dung-cua-mqtt-nhu-the-nao/>. [Accessed 12 7 2022].
- [7] holtek, "https://www.holtek.com/," [Online]. Available: [https://www.holtek.com/productdetail/-/vg/HT32F52357\\_67](https://www.holtek.com/productdetail/-/vg/HT32F52357_67).
- [8] SIMCOM, A7672X Series Hardware Design, Road, Changning District, Shanghai P.R. China.
- [9] SIMCOM, A7600 Series\_AT COMMAND, Changning District, Shanghai P.R. China.