

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**Thiết kế thiết bị xác định pha trên đường dây
tải điện ba pha**

NGUYỄN VĂN KHÔI

Khoi.nv202647@sis.hust.edu.vn

Ngành Kỹ thuật điều khiển và 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, 7/2024

NHIỆM VỤ
ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên: **Nguyễn Văn Khởi**

Mã số sinh viên: **20202647**

Khóa: **65**

Trường: **Điện – Điện tử**

Ngành: **Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa**

1. Tên đề tài

Thiết kế thiết bị xác định pha trên đường dây tải điện ba pha.

2. Nội dung đề tài

Thiết bị xác định chênh lệch pha có nhiệm vụ thu thập và xử lý các tín hiệu điện áp trên đường dây, truyền nhận các dữ liệu. Giao diện quản lý, hiển thị và giám sát dữ liệu sẽ được thiết bị gửi tới máy chủ, hiển thị đầy đủ thông tin các thông số, chức năng và có thể điều chỉnh ngay trên giao diện hiển thị. Đồ án tập trung vào việc xử lý tín hiệu, thu thập và truyền nhận. Thiết bị có giao diện quản lý, hiển thị, lưu trữ. Có thiết kế vỏ hộp nhựa.

Phương án thiết kế là mỗi người dùng sẽ có một thiết bị cầm tay để sử dụng, các thiết bị này hoạt động độc lập với nhau, đều khả năng kết nối chung về một Server quản lý để trao đổi dữ liệu và chuyển tiếp dữ liệu tới Server bằng giao thức MQTT qua mạng 4G LTE. Hệ thống được thiết kế, tích hợp với mục tiêu có các tính năng và thử nghiệm qua nhiều kịch bản, bài kiểm tra, môi trường khác nhau để hướng đến ứng dụng được cho một hệ thống thực tế.

3. Cán bộ hướng dẫn: **ThS. Nguyễn Thị Huê**

4. Thời gian giao đề tài: **15/03/2024**

5. Thời gian hoàn thành: **10/06/2024**

Ngày tháng năm 2024

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

Lời cảm ơn

Lời đầu tiên, em xin chân thành cảm ơn tới ThS. Nguyễn Thị Huệ, người cô đã trực tiếp hướng dẫn em thực hiện đề tài này. Cô đã có những định hướng và trao đổi với em trong suốt thời gian em thực hiện đồ án tốt nghiệp của mình để hoàn thiện được hệ thống thiết bị có sự thiết thực, tính ứng dụng và thực tế cao. Em xin chân thành cảm ơn các thầy, cô giáo đã trực tiếp giảng dạy, chia sẻ kiến thức và kinh nghiệm, trau dồi cho em những kiến thức quý giá trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu tại Đại học Bách khoa Hà Nội. Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến tập thể MANDevelopments Laboratory đã tạo điều kiện, môi trường giúp em phát triển, học tập và nghiên cứu cùng sự hỗ trợ nhiệt tình của các anh/chị, các bạn trong quá trình làm đồ án này.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu Đại học Bách khoa Hà Nội, Trường Điện – Điện tử, Khoa Tự động hóa đã tạo điều kiện thuận lợi giúp em hoàn thiện đồ án này.

Tóm tắt nội dung đồ án

Trong ngành điện, việc đảm bảo đồng bộ và cân bằng tải giữa các đường dây 3 pha là một khía cạnh quan trọng để đảm bảo hoạt động ổn định và hiệu quả của hệ thống. Điều này đặt ra một thách thức với các kỹ sư và nhà điều khiển hệ thống điện, đặc biệt biệt là trong bối cảnh ngày nay, khi nhu cầu về năng lượng ngày càng tăng. Chính vì lí do đó mà chúng em đã lựa chọn đề tài: **“Thiết kế thiết bị xác định pha trên đường dây tải điện ba pha”**.

Kết quả đồ án cơ bản hoàn thiện được mục tiêu đề ra. Đề tài hướng tới ứng dụng thực tế ngay tại hiện trường, yêu cầu cao về khả năng làm việc ổn định và lâu dài. Do đó để hệ thống hoạt động ổn định hơn thì cần có thêm thời gian vận hành để theo dõi, đánh giá trong tương lai.

Các kiến thức và kỹ năng đạt được: Kiến thức về hệ thống điện lưới, đồng bộ các tín hiệu. Hiểu được nguyên lý hoạt động và cách giao tiếp với MCU của các cảm biến sử dụng. Giao tiếp giữa STM32, SimCom với các module trên thiết bị. Kiến thức về MQTT và cách giao tiếp giữa thiết bị với Server thông qua giao thức MQTT. Hiểu rõ hơn về các giao thức MQTT, HTTP,..., các chuẩn giao tiếp giữa MCU với các ngoại vi SPI, UART, I2C,..., các kỹ năng xử lý tín hiệu số với logic analyzer, oscilloscope và các bộ chuyển đổi chuyên dụng. Nâng cao kỹ năng tìm kiếm tài liệu, tổng hợp thông tin, kỹ năng trình bày và viết báo cáo.

Sinh viên thực hiện

Ký và ghi rõ họ tên

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU	6
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	7
LỜI MỞ ĐẦU	8
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	10
1.1 Tìm hiểu chung về hệ thống lưới điện	10
1.2 Bài toán mà đồ án giải quyết	12
1.3 Các thiết bị đã có sẵn trên thị trường	12
1.4 Xây dựng giải pháp thiết kế hệ thống	15
1.5 Xây dựng yêu cầu của hệ thống	15
1.6 Kết luận chương.....	15
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG.....	17
2.1 Thiết kế tổng thể.....	17
2.2 Thiết kế sơ đồ nguyên lý	21
2.2.1 Khối nguồn.....	21
2.2.2 Khối module GPS L70	24
2.2.3 Khối Opto chuyển đổi tín hiệu xoay chiều hình Sin thành tín hiệu digital	26
2.2.4 Khối vi điều khiển	26
2.2.5 Khối truyền thông 4G.....	28
2.2.6 Khối hiển thị và thông báo	30
2.3 Thiết kế PCB	30
2.4 Thiết kế vỏ hộp.....	33
2.5 Kết luận chương	35
CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....	36
3.1 Thiết kế phần mềm Firmware.....	36
3.1.1 Giới thiệu giao thức MQTT.....	37
3.1.2 Giới thiệu về hệ thống định vị GNSS.....	39
3.1.3 Thiết kế phần mềm nhúng cho MCU	41
3.1.4 Quy định MQTT Topic giữa thiết bị và Broker.....	42
3.1.5 Thiết kế phần mềm nhúng các khối còn lại.....	43

3.2 Thiết kế DashBoard giao diện quản lý hiển thị và giám sát dữ liệu.....	45
3.2.1 Kiến trúc của ThingsBoard.....	45
3.2.2 Thiết kế DashBoard.....	46
3.2.3 Kết luận chương	50
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ	51
4.1 Kết quả gia công mạch in, đóng hộp thiết bị.....	51
4.2 Kết quả thu thập	52
4.2.1 Thực nghiệm hoạt động thiết bị.....	52
4.2.2 Giao diện quản lý trên Dashboard	59
4.3 Kết luận chương	59
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	60
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	61

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1 Mô hình các nguồn năng lượng.....	10
Hình 1.2 Mô hình lưới điện	11
Hình 1.3 Thiết bị Phase Identifier	13
Hình 1.4 Thông số thiết bị mẫu	14
Hình 2. 1 Sơ đồ tổng quan của thiết kế hệ thống	18
Hình 2. 2 Mô hình 4 tầng TCP/IP	19
Hình 2. 3 Liên kết tổng quan với MCU	21
Hình 2. 4 Khối IC sạc xả	22
Hình 2. 5 Khối nguồn LDO	22
Hình 2. 6 Mạch nguyên lý của Buck Switching.....	23
Hình 2. 7 Khối ổn áp tuyến tính	23
Hình 2. 8 Mạch phối hợp trở kháng của module GPS	24
Hình 2. 9 Mạch nguyên lý module GPS.....	25
Hình 2. 10 Khối chuyển đổi tín hiệu đầu vào	26
Hình 2. 11 MCU STM32F103C8T6.....	27
Hình 2. 12 Khối MCU chính	28
Hình 2. 13 Sơ đồ nguyên lý khối truyền thông Simcom	29
Hình 2. 14 Khối hiển thị và thông báo	30
Hình 2. 15 Mạch PCB dạng 2D lớp TOP và BOTTOM.....	31
Hình 2. 16 PCB dạng 3D lớp TOP.....	31
Hình 2. 17 PCB dạng 3D lớp BOTTOM	32
Hình 2. 18 Các khối trong mạch PCB.....	33
Hình 2. 19 Thiết kế phần mặt trước của hộp.....	34
Hình 2. 20 Thiết kế phần mặt sau của hộp.....	35
Hình 3. 1 Mô hình giao thức MQTT.....	37
Hình 3. 2 Tổng quan hệ thống GPS.....	40
Hình 3. 3 Nguyên lý định vị GPS.	40
Hình 3. 4 Lưu đồ thuật toán tổng quan	41
Hình 3. 5 Lưu đồ thuật toán giao tiếp MCU với khối GNSS L70.....	45
Hình 3. 6 Kiến trúc ThingsBoard	45
Hình 3. 7 Mô hình ý tưởng thực hiện DashBoards.....	47
Hình 3. 8 Luồng hoạt động của MQTT Integration	47
Hình 3. 9 Device được thiết lập thành công.....	48
Hình 3. 10 Thông tin Device và nhận Token	48
Hình 3. 11 Device nhận bản tin từ thiết bị gửi qua	49
Hình 3. 12 Widget mẫu Master hiển thị.....	50
Hình 4. 1 Mạch PCB thực tế	51
Hình 4. 2 Kết quả đóng hộp sản phẩm hoàn thiện.....	51
Hình 4. 3 Một vài dữ liệu thô thu được từ 1 lần đo.....	54
Hình 4. 4 Bảng đánh giá độ tin cậy qua các lần đo.....	55

<i>Hình 4. 5 Thông số so sánh giữa 2 điểm.....</i>	<i>57</i>
<i>Hình 4. 6 Thông số đo trên cả 3 đường dây.....</i>	<i>58</i>
<i>Hình 4. 7 Giao diện hiển thị.....</i>	<i>59</i>

DANH MỤC BẢNG BIỂU

<i>Bảng 3.1 Quy định Topic</i>	<i>42</i>
<i>Bảng 3.2 Quy định bản tin Json</i>	<i>42</i>
<i>Bảng 3.3 Bản tin chuẩn NMEA 0183</i>	<i>43</i>
<i>Bảng 3.4 Cấu trúc bản tin MTK NMEA</i>	<i>43</i>

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Tiếng anh	Tiếng việt
OSI	Open Systems Interconnection	Mô hình kết nối hệ thống mở
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	Giao thức điều khiển truyền vận/ Giao thức mạng
GNSS	Global navigation satellite system	Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu
MCU	Micro Controller Unit	Bộ vi điều khiển
IC	Integrated circuit	Vi mạch tích hợp
LDO	Low Dropout	
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	
PCB	Printed circuit board	Mạch in
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ dữ liệu di động dạng gói
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter	Bộ truyền nhận dữ liệu đồng bộ/ không đồng bộ nối tiếp.
SPI	Serial Peripheral Interface	Giao diện ngoại vi nối tiếp
DB	Database	Cơ sở dữ liệu
IDE	Integrated Development Environment	Môi trường phát triển tích hợp

LỜI MỞ ĐẦU

Lý do chọn đề tài:

Đối với vận hành hệ thống điện trong thực tế, tình trạng hệ thống làm việc mất đối xứng có thể xuất hiện do một số nguyên nhân. Một trong những nguyên nhân liên quan trực tiếp tới cấu trúc bất đối xứng trong các phần tử ở hệ thống điện, có thể kể đến như đường dây tải điện trên không, máy biến áp. Tuy nhiên, nguyên nhân chủ yếu dẫn tới tình trạng làm việc bất đối xứng là do phụ tải không đối xứng.

Trong lưới phân phối, phụ tải có thể xuất hiện ở dạng ba pha, hai pha hoặc một pha, nhưng phần lớn nó xuất phát từ những phụ tải công suất lớn. Khi hệ thống hoạt động ở chế độ không đối xứng thì có thể xuất hiện các thành phần dòng, áp thứ tự nghịch và thứ không bên cạnh thành phần thứ tự thuận. Các thành phần này có ảnh hưởng xấu đến khả năng làm việc của các thiết bị điện, đặc biệt là các động cơ, làm gia tăng phát nóng và giảm tuổi thọ thiết bị, tăng tổn hao công suất và tổn thất điện năng, giảm hiệu suất truyền tải.

Đề án này sẽ tập trung vào xác định thứ tự pha trên đường dây tải điện và tiến tới mục tiêu cân bằng pha tự động.

Mục tiêu đề tài

Đề tài “Thiết kế thiết bị xác định pha trên đường dây tải điện ba pha” nhằm những mục đích sau:

Tạo ra một thiết bị có khả năng thu thập các thông tin hiện trường bao gồm các chức năng:

- Thông tin về thời gian, vị trí nơi trích xuất dữ liệu.
- Hiện thị thứ tự pha của đường dây tải điện.
- Lưu trữ lại thông tin về các lần trích xuất.
- Truyền thông Internet thông qua mạng di động.
- Hiện thị thông số thông qua webserver.

Gửi các thông tin thu thập được lên hệ thống quản lý, giám sát riêng của doanh nghiệp.

Đối tượng và phạm vi áp dụng

Đối tượng áp dụng của đề tài này là các công ty điện lực có mong muốn kiểm tra, giám sát và duy trì hệ thống điện ba pha, đảm bảo tính cân bằng tải và có các biện pháp kịp thời.

Phạm vi áp dụng: Trên mọi đường dây tải điện 3 pha 380VAC hoặc 1 pha 220VAC cần trích xuất thông tin mà không cần phải ngắt điện để kiểm tra.

Phương pháp và nội dung

Nội dung của đồ án bao gồm phần mở đầu và 4 chương:

Chương 1: Trình bày cơ sở lý thuyết, đặt vấn đề, đưa ra bài toán cần giải quyết, hướng xử lý.

Chương 2: Trình bày thiết kế hệ thống phần cứng từ tổng quan đến chi tiết, gồm thiết kế sơ đồ nguyên lý, thiết kế mạch in PCB và thiết kế vỏ hộp thiết bị.

Chương 3: Trình bày thiết kế hệ thống phần mềm cho hệ thống và phần mềm giao diện quản lý, hiển thị thông số chi tiết của thiết bị.

Chương 4: Trình bày những kết quả đạt được sau đồ án, đối chiếu với những mục tiêu đã đặt ra ở chương một, đánh giá nhận xét kết quả.

Tuy đã cố gắng hết sức, nhưng do thời gian thực hiện đề tài có hạn nên khó tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, em rất mong nhận được sự góp ý của thầy cô để đề tài được hoàn thiện hơn. Em xin chân thành cảm ơn!

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1 Tìm hiểu chung về hệ thống lưới điện

Hệ thống lưới điện quốc gia là một hệ thống toàn diện được quản lý trong phạm vi của một quốc gia. Nó bao gồm nhiều thành phần, bao gồm nguồn điện, lưới điện, trang thiết bị phụ trợ và các hộ tiêu thụ trên toàn quốc.

- **Nguồn điện có thể bao gồm từ nhiều loại, từ các nhà máy điện sử dụng các nguyên liệu như than, khí đốt, dầu mỏ, đến các nguồn tái tạo như điện gió, điện mặt trời, thủy điện, nhiệt điện từ đốt rác. Nhà Máy Nhiệt Điện:** Sử dụng than, khí đốt, hoặc dầu mỏ để đốt và tạo ra nhiệt năng, sau đó chuyển đổi thành điện năng.
- **Nhà Máy Thủy Điện:** Sử dụng sức nước để quay tua-bin và tạo ra điện năng. Đây là nguồn năng lượng tái tạo quan trọng, đặc biệt là ở những quốc gia có nhiều sông ngòi và hồ lớn.
- **Điện Gió:** Sử dụng tua-bin gió để chuyển đổi năng lượng gió thành điện năng. Các trang trại gió thường được đặt ở các khu vực có gió mạnh và ổn định.
- **Điện Mặt Trời:** Sử dụng các tấm pin mặt trời để chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành điện năng. Điện mặt trời ngày càng trở nên phổ biến do chi phí giảm và công nghệ cải tiến.
- **Nhiệt Điện Từ Đốt Rác:** Sử dụng rác thải để đốt, tạo nhiệt và sau đó chuyển đổi thành điện năng. Đây là một phương pháp hữu ích để xử lý rác thải và tạo ra năng lượng.



Hình 1.1 Mô hình các nguồn năng lượng

Lưới điện bao gồm hệ thống truyền tải và phân phối điện năng từ các nhà máy điện đến các hộ tiêu thụ.

- **Hệ Thống Truyền Tải Điện:** Bao gồm các đường dây cao áp và siêu cao áp, trạm biến áp và các thiết bị liên quan để truyền tải điện năng từ các nhà máy điện đến các khu vực tiêu thụ lớn. Hệ thống này đảm bảo rằng điện năng được truyền tải một cách hiệu quả và ổn định trên các khoảng cách xa.
- **Hệ Thống Phân Phối Điện:** Bao gồm các đường dây trung áp và hạ áp, cùng với các trạm biến áp địa phương để phân phối điện năng đến các hộ tiêu thụ cuối cùng, bao gồm các khu dân cư, khu công nghiệp và thương mại.



Hình 1.2 Mô hình lưới điện

Các thiết bị phụ trợ đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo hoạt động ổn định và an toàn của hệ thống lưới điện.

- **Trạm Biến Áp:** Nơi thực hiện việc nâng hoặc hạ điện áp để phù hợp với việc truyền tải và phân phối.
- **Thiết Bị Bảo Vệ:** Bao gồm cầu dao, máy cắt và các thiết bị bảo vệ khác để bảo vệ hệ thống khỏi các sự cố như ngắn mạch và quá tải.
- **Hệ Thống Điều Khiển và Giám Sát:** Sử dụng các công nghệ hiện đại để giám sát và điều khiển hoạt động của lưới điện, đảm bảo rằng hệ thống hoạt động hiệu quả và an toàn.

Hộ tiêu thụ điện năng bao gồm:

- **Hộ Gia Đình:** Sử dụng điện cho các thiết bị gia dụng như đèn, tủ lạnh, máy giặt, điều hòa nhiệt độ và các thiết bị điện tử khác.

- **Khu Công Nghiệp:** Sử dụng điện cho các quá trình sản xuất, vận hành máy móc và thiết bị công nghiệp.
- **Khu Thương Mại:** Sử dụng điện cho các hoạt động kinh doanh, văn phòng, trung tâm mua sắm, nhà hàng và khách sạn.

Hệ thống lưới điện quốc gia đóng vai trò sống còn trong việc duy trì hoạt động của xã hội hiện đại. Nó cung cấp năng lượng cần thiết cho các hoạt động kinh tế, giáo dục, y tế và các dịch vụ thiết yếu khác. Một hệ thống điện lưới ổn định và hiệu quả là nền tảng cho sự phát triển bền vững và nâng cao chất lượng cuộc sống.

1.2 Bài toán mà đề án giải quyết

Hệ thống phân phối điện ba pha là nền tảng của lưới điện hiện đại, cung cấp điện năng đến các hộ tiêu thụ công nghiệp và dân dụng. Trong quá trình vận hành, sự mất cân bằng tải giữa các pha thường xuyên xảy ra, dẫn đến nhiều hệ quả tiêu cực như:

- **Mất cân bằng pha:** Sự phân bố tải không đồng đều giữa các pha do cấu trúc tải khác nhau của các hộ tiêu thụ. Gây ra hiện tượng quá tải cục bộ, làm nóng và hỏng các thiết bị điện.
- **Tổn thất năng lượng và chi phí cao:** Dòng điện trung tính tăng cao khi các pha không cân bằng, gây ra hao phí năng lượng dưới dạng nhiệt và từ trường xung quanh dây dẫn, dẫn đến tổn thất năng lượng.
- **Chất lượng điện năng giảm:** Điện áp pha bị lệch do sự mất cân bằng tải, gây ra dao động điện áp và ảnh hưởng đến hiệu suất hoạt động của các thiết bị điện, làm giảm tuổi thọ và hiệu quả hoạt động của chúng.
- **Chi phí đầu tư và bảo trì hệ thống cao:** Yêu cầu phải đầu tư vào thiết bị và cơ sở hạ tầng bổ sung để giảm thiểu tác động của sự mất cân bằng tải, bao gồm các thiết bị điều chỉnh tự động và các biện pháp bảo trì định kỳ để đảm bảo hệ thống hoạt động an toàn và hiệu quả.

Đề án này nhằm phát triển một thiết bị xác định pha và thu thập dữ liệu trên đường dây tải điện ba pha, với các mục tiêu cụ thể:

- **Xác định pha của các đường dây mang điện, không biết rõ đầu cuối:** Giúp xác định pha nào của lưới điện mà các hộ tiêu thụ đang sử dụng.
- **Tăng cường giám sát và điều khiển:** Giúp các đơn vị điện lực giám sát tình trạng tải và thực hiện các biện pháp điều chỉnh kịp thời nhằm giảm thiểu mất cân bằng.

1.3 Các thiết bị đã có sẵn trên thị trường

True Phase identification System Model: SPI-III

Sản phẩm SPI-III của NDB Tech bao gồm hai mô đun không dây cực kỳ dễ cấu hình và vận hành. Với nhiều cải tiến SPI-III cho phép các ứng dụng tại hiện trường như xác định các pha A-B-C từ tất cả các mạng lưới điện 50-60 Hz, sự phù hợp pha của thiết bị đóng cắt, xoay pha, pha ngầm và nhiều hơn nữa.



Hình 1.3 Thiết bị Phase Identifier

Các phép đo pha được thực hiện nhanh chóng theo thời gian thực vì mô-đun hiển thị pha không dây hoạt động nhanh và nhạy. Các phép đo trực tiếp được thực hiện bằng cách so sánh số đọc từ mô-đun tham chiếu được cài đặt trên pha A đã biết. Tham chiếu thời gian SPI-III dựa vào tín hiệu vệ tinh GPS chính xác để có độ chính xác hoàn hảo.

Có thể dễ dàng sử dụng SPI-III trong các cơ sở dưới lòng đất hoặc bên trong các tòa nhà bê tông ngay cả trong trường hợp mất mạng di động và/hoặc GPS. Các phép đo thường được thực hiện và kết quả sẽ hiển thị khi SPI-III trở lại liên kết truyền thông.

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
Phasing resolution	$\pm 1^\circ$
Wireless range	Main Field unit and wireless display unit: 30 meters / 100 ft range, typical
SPI-III Reference unit	<ul style="list-style-type: none"> • Two reference inputs (CAT-III 600V, CAT-IV 300V) • Ethernet port • Power input • External GPS connection interface • 50/60Hz
SPI-III-Field Unit	<ul style="list-style-type: none"> • 4 AA Batteries • Autonomy: 30 hours of continuous phasing • CAT-III 1000V / CAT-IV 600V low voltage phasing direct contact • Up to 72 kV medium voltage direct contact using hotstick • Non-contact up to 800kV • Capacitive test port input • Switchgear half rectified voltage indicator port measurements. • IP-67 rating • 50/60Hz

Hình 1.4 Thông số thiết bị mẫu

1.4 Xây dựng giải pháp thiết kế hệ thống

Từ ba thiết bị đã có mặt ở trên thị trường hiện nay nói ở trên, em nhận thấy rằng hiện tại giá thành của từng sản phẩm đều đang rất cao, sản phẩm có giá thành rẻ thì lại chưa đáp ứng được nhu cầu cũng như độ chính xác tương đối. Sau quá trình tìm hiểu về công nghệ của từng sản phẩm, em đã thấy được của thiết bị SPI-III có thể tự phát triển từ phần cứng, thuật toán xác định pha, cho tới đóng gói thiết bị thành một sản phẩm cầm tay di động. Từ đó, em thiết kế lên bộ sản phẩm này nhằm đáp ứng cho mục đích xác định pha của đường dây truyền tải điện ba pha với khả năng hiển thị thông số ngay trên thiết bị và đồng thời trên giao diện web để dễ theo dõi và thu thập số liệu.

1.5 Xây dựng yêu cầu của hệ thống

Từ giải pháp đã trình bày ở mục **1.4**, đồ án sẽ đưa ra những yêu cầu thiết kế với các thành phần bao gồm: Thiết kế thiết bị, giao diện hiển thị, vỏ hộp bảo vệ.

Các yêu cầu đối với Server:

Hệ thống đã có phần hiển thị thông số ở ngay trên bề mặt thiết bị, nhưng để tăng cường khả năng truy xuất dữ liệu cũng như thuận tiện cho người dùng, hệ thống cần có một giao diện hiển thị trực tuyến và một server để xử lý các luồng dữ liệu từ dưới thiết bị đẩy lên. Do đó, em đã thiết kế một giao diện hiển thị với một số yêu cầu cần đề ra như sau:

Đối với giao diện web: cần phải thân thiện, dễ sử dụng, phải đảm bảo các chức năng cơ bản đó là:

- Hiển thị các thông tin từ thiết bị gửi lên bao gồm thông tin vị trí, thời điểm trích xuất, kết quả thu được ...
- Hiện thị vị trí ở Maps cho từng thiết bị
- Trích xuất dữ liệu lưu vào file excell.
- Cấu hình thiết bị từ server.
- Đối với server: yêu cầu phải có khả năng xử lý được luồng dữ liệu từ nhiều thiết bị gửi lên.
- Đối với database: yêu cầu phải có khả năng lưu trữ thông tin về phiên làm việc của lái xe.

1.6 Kết luận chương

Ở CHƯƠNG 1, đồ án đã khảo sát về vấn đề quản lí, giám sát xe trong các doanh nghiệp xây dựng hiện nay, kết hợp tìm hiểu tình hình nghiên cứu bài toán và phân tích ưu, nhược điểm của các hệ thống đã có ở trong nước có liên quan đến vấn đề đặt ra, để đưa ra giải pháp tổng thể sẽ áp dụng cho hệ thống được thiết kế. Tiếp theo là đặt ra các yêu cầu cụ thể cho từng phần của hệ thống cần đạt được sau khi thực hiện đồ án. Trên cơ sở các yêu cầu đặt ra đó, CHƯƠNG 2, sẽ đi vào tìm ra các lựa chọn và đưa ra thiết kế được lựa chọn sao cho phù hợp với bài toán.

CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

Trong CHƯƠNG 2, đồ án sẽ trình bày chi tiết về thiết kế, lựa chọn và chế tạo các thành phần của hệ thống. Bao gồm từ thiết kế tổng thể sơ đồ khối hệ thống đến đi vào thiết kế chi tiết từng khối nhỏ. Việc tính toán thiết kế bao gồm cả phần cứng và thiết kế cơ khí.

2.1 Thiết kế tổng thể

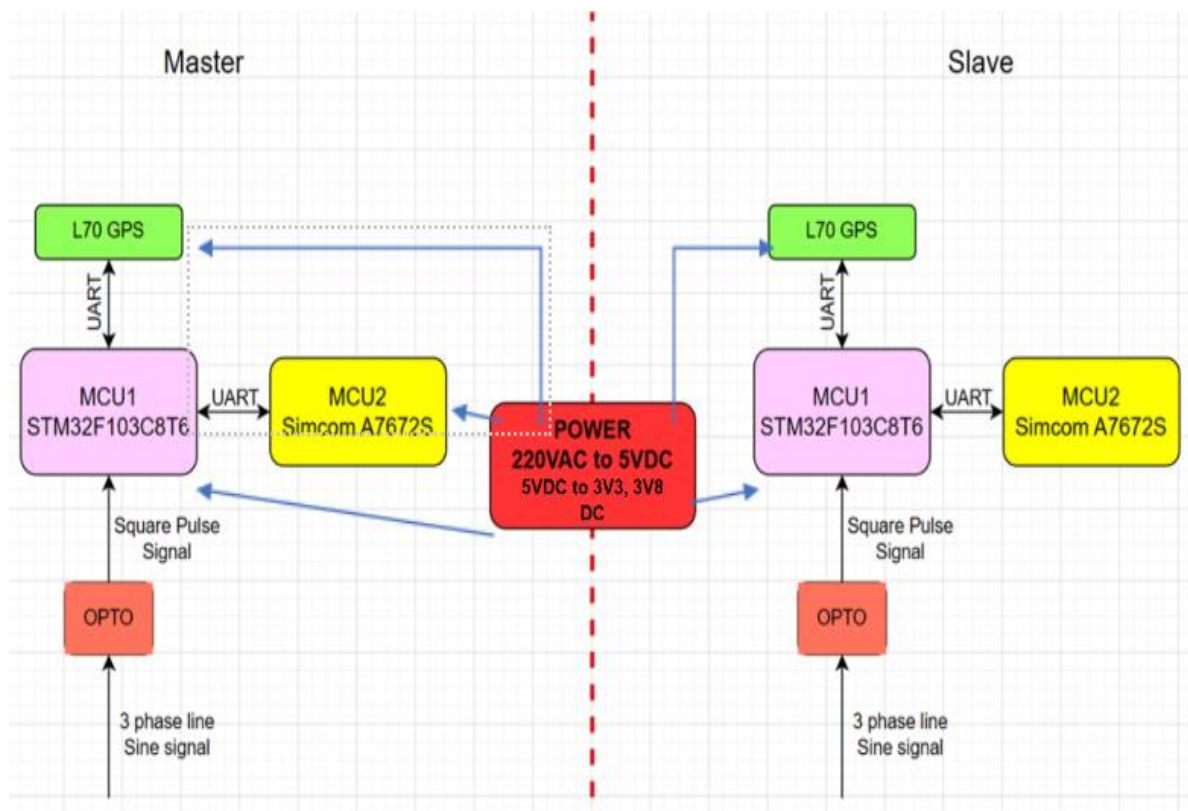
Khi thiết kế thiết bị thu thập dữ liệu ngay tại hiện trường, em dựa trên cơ sở của các hệ thống hiện có trên thị trường, từ đó em đưa ra phương án thiết kế như sau:

Thiết bị sẽ được chính người dùng thực hiện đo thử công ngay tại hiện trường. Với thiết kế chắc chắn, kết hợp với đầu kẹp cách điện, an toàn cho người sử dụng, cộng thêm việc thông số hiển thị ngay trên bề mặt thiết bị bằng các LED điều khiển bởi hệ thống. Ngoài ra, thiết bị còn có thể đồng bộ với một server để thuận tiện cho việc lưu trữ và hiển thị trực tuyến.

Đồ án sẽ sử dụng kết nối mạng di động, các thiết bị hoạt động độc lập và kết nối độc lập với server. Do vậy việc gửi dữ liệu lên server cũng như nhận và xử lý lệnh từ server xuống cũng đáp ứng rất nhanh. Ngoài ra, các thiết bị sẽ không sử dụng các chuẩn truyền không dây thông thường như mà sẽ sử dụng mạng LTE 4G để truyền/nhận dữ liệu với server. Khắc phục được nhược điểm về phạm vi hoạt động, bất kì ở đâu chỉ cần phủ sóng viễn thông thì ở đó thiết bị đều có thể hoạt động được.

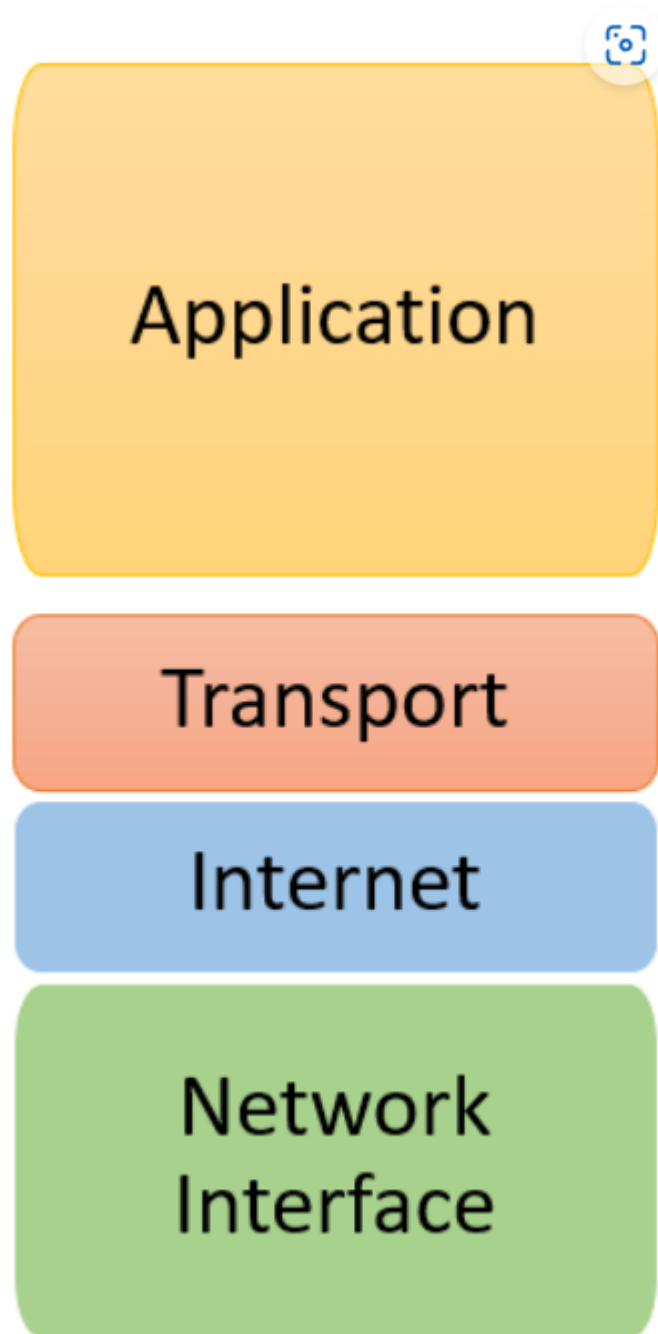
Thiết bị giám có khả năng trích xuất ra các thông tin về pha trên từng đường dây; thông tin về vị trí thông qua module GPS, thời gian trích xuất. Từ đó xử lý và hiển thị dữ liệu thông qua hệ thống đèn LED trên bề mặt thiết bị, lưu trữ vào flash, gửi dữ liệu lên server thông qua vi điều khiển SimCom 4G.

Error! Reference source not found. là sơ đồ chung để thể hiện phương án này.



Hình 2. 1 Sơ đồ tổng quan của thiết kế hệ thống

Đối với mô hình kết nối từ các thiết bị với server, em lựa chọn các giao thức dựa trên mô hình TCP/IP.



TCP/IP Conceptual Layers

Hình 2. 2 Mô hình 4 tầng TCP/IP

Trong 4 tầng, em sẽ lựa chọn các giao thức liên quan đến đề án như sau:

Lựa chọn giao thức tầng giao diện mạng(Network Interface Layer): Như đã trình bày ở trên, đề án lựa chọn sử dụng mạng 4G LTE để truyền nhận dữ liệu với

server. Nên ở dưới tầng này, thiết bị khởi tạo các liên kết vật lý, quản lý các giao thức truy cập mạng.

Lựa chọn giao thức tầng mạng (Internet Layer): Đồ án sử dụng giao thức chính cho tầng này là IP để định địa chỉ và định tuyến gói dữ liệu. Có hai phiên bản chính là IPv4 và IPv6.

Lựa chọn giao thức tầng giao vận (Transport Layer): Đồ án lựa chọn sử dụng giao thức TCP thay cho UDP để đảm bảo dữ liệu được truyền toàn vẹn, đáng tin cậy giữa server và thiết bị.

Lựa chọn giao thức tầng ứng dụng (Application Layer): Mặc dù sử dụng giao thức TCP, ta đã có thể kết nối và trao đổi dữ liệu giữa server và thiết bị, nhưng khi đó, khối lượng công việc sẽ lớn do phải xử lý thêm các gói tin ở tầng giao vận, bên cạnh công việc xử lý của tầng ứng dụng. Hơn nữa, hiện nay đã có nhiều giao thức ở tầng ứng dụng đã giúp ta xử lý các gói tin TCP, đã và đang được sử dụng rộng rãi như HTTP, MQTT, ...

Từ đó, với nhu cầu truyền tải các gói tin có dung lượng thấp, em đã đi đến quyết định sử dụng giao thức MQTT để thực hiện việc truyền thông ở tầng ứng dụng.

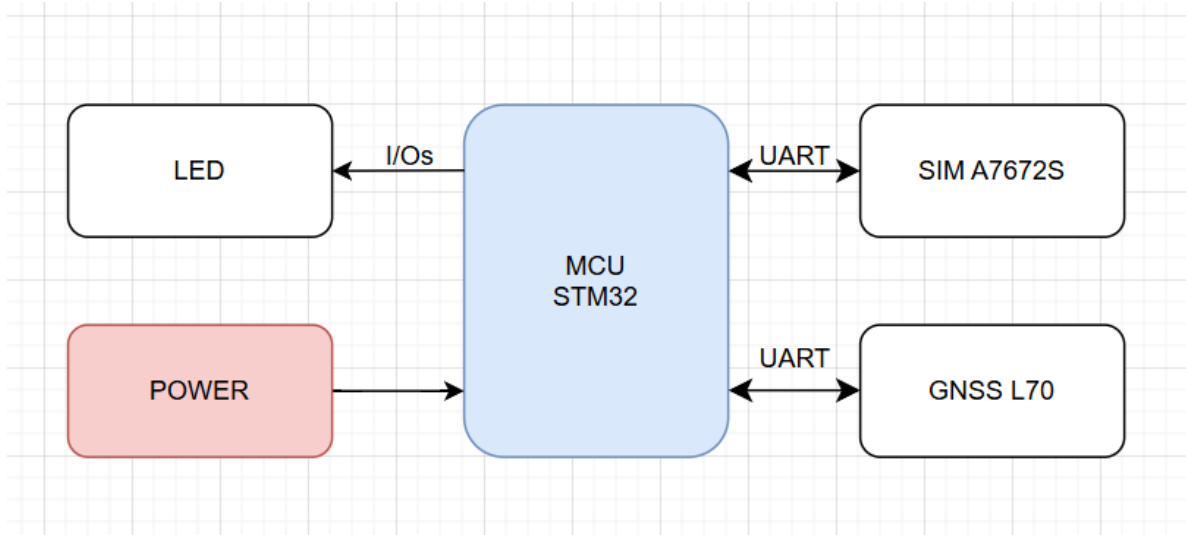
Sau đó, qua những yêu cầu thiết kế bên trên, em đã liệt kê ra thiết kế tổng thể cho hệ thống của mình gồm những phần bên dưới như sau:

Chức năng của từng khối được trình bày ngắn gọn như sau:

- Khối 1 - Khối nguồn: Đây là khối quan trọng của hệ thống, bảo đảm sự vận hành trơn tru giữa các khối xử lý trên bo mạch. Khối này bao gồm một bộ mạch sạc cho PIN, một bộ tăng áp từ viên pin Lithium-Polymer lên thành điện áp 5V phục vụ việc cung cấp năng lượng cho cả thiết bị.
- Khối 2 – Khối GNSS: Khối GNSS thực hiện nhiệm vụ chuẩn hóa và tạo ra tín hiệu tham chiếu đồng bộ trên toàn hệ thống. Ở đây em lựa chọn module GPS L70 của QUECTEL.
- Khối 3 – Khối MCU: Khối vi điều khiển được coi là bộ não của hệ thống, có nhiệm vụ xử lý các tín hiệu thu thập được. Để đáp ứng các yêu cầu về tốc độ, ngoại vi thì em sẽ lựa chọn sử dụng chip ARM Cortex M3 của hãng ST, cụ thể là STM32F103C8T6.
- Khối 4 – Khối truyền thông 4G: Khối này phục vụ việc trao đổi dữ liệu giữa thiết bị với server thông qua mạng di động 4G. Ở đây em lựa chọn module SIM7672S của hãng SIMCOM.

- Khối 5 – Khối hiển thị và thông báo: Giúp cho người dùng thiết bị biết được trạng thái hoạt động của thiết bị cũng như hiển thị các thông tin cần thiết. Khối này bao gồm hệ thống đèn led báo trạng thái (Nguồn, GPS, 4G, tín hiệu Pha).

Hình bên dưới thể hiện các giao thức liên kết dùng trong hệ thống.



Hình 2. 3 Liên kết tổng quan với MCU

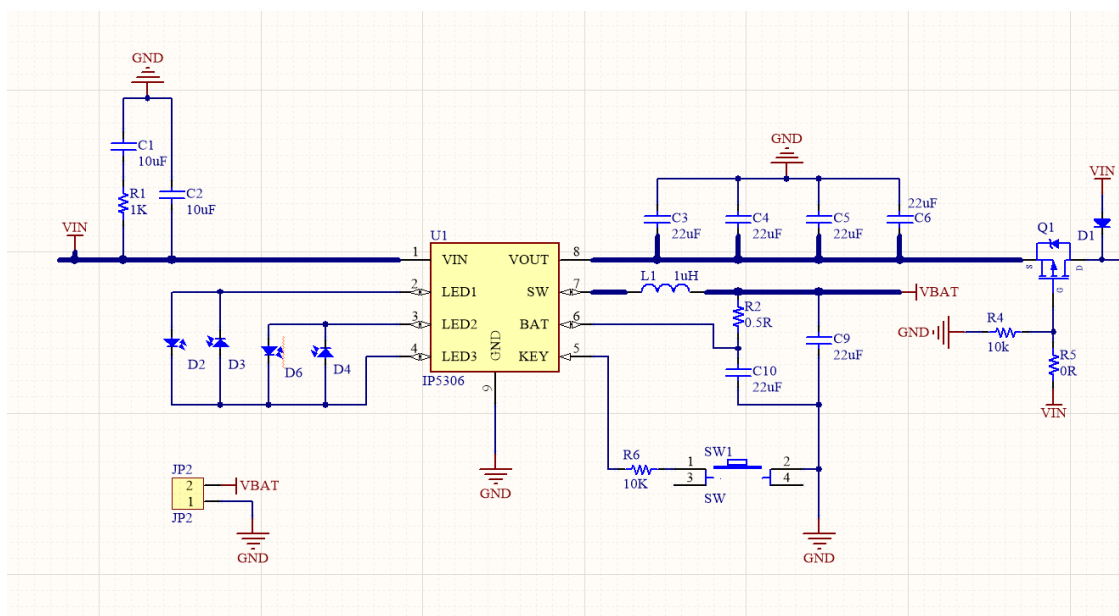
Hệ thống có nhiệm vụ đọc các thông tin điện áp qua các khối cách li opto, thông tin về vị trí GPS, thông tin về thời gian, sau đó xử lý, hiển thị qua hệ thống led trên mạch, lưu trữ vào flash và truyền thông lên server thông qua module 4G.

2.2 Thiết kế sơ đồ nguyên lý

2.2.1 Khối nguồn

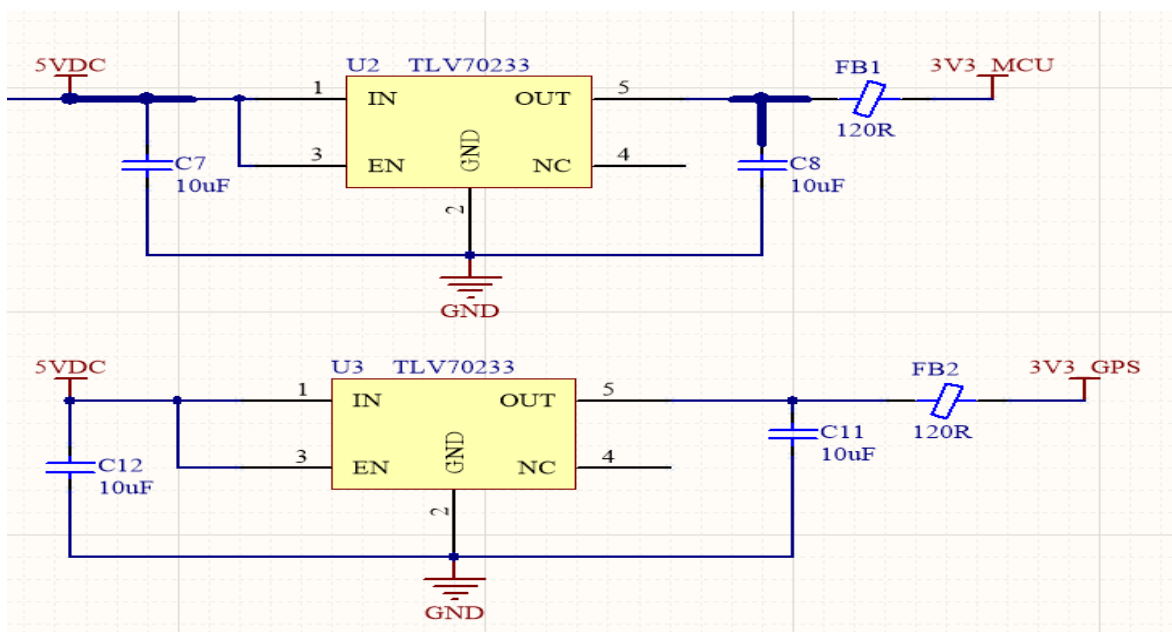
Ở phía đầu vào là một IC sạc xả có tích hợp chức năng tăng áp IP5306. Nó có tác dụng tăng áp đầu vào từ 1 viên pin Li-Po (3.8V-4.2V) lên thành điện áp ổn định ở mức 5V. Bên cạnh việc tăng áp đầu vào từ pin Li-Po, IC còn có tác dụng sạc cho pin với VIN đầu vào từ 4.5V tới 5.5V khi đó pin sẽ được sạc với dòng sạc tối đa khoảng 2.1A.

Bên cạnh đó, khối nguồn cũng có thêm một con mosfet để điều chỉnh nguồn cung cấp từ pin lithium hoặc nguồn VIN trực tiếp. Mosfet Q1 sẽ mở khi không có nguồn VIN cấp vào cực Gate, khi đó tải sẽ được nuôi bằng $V_{out} = 5V$ được boost trực tiếp từ V_{bat} . Nếu có VIN, Q1 sẽ đóng do $V_{gs} = 0$, khi đó VIN sẽ là nguồn trực tiếp nuôi tải.



Hình 2. 4 Khối IC sạc xả

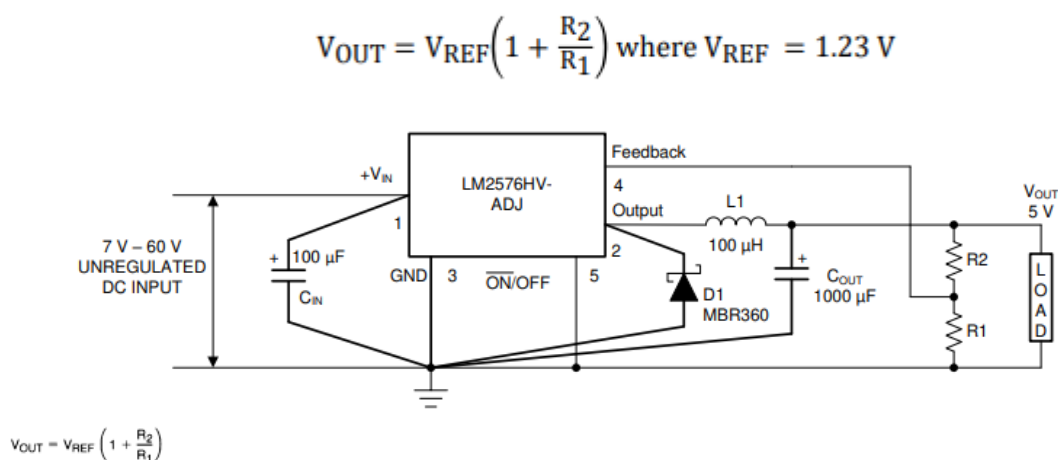
Đây là khối quan trọng, quyết định trực tiếp tới thời lượng cũng như tính ổn định của cả hệ thống.



2. 5 Khối nguồn LDO

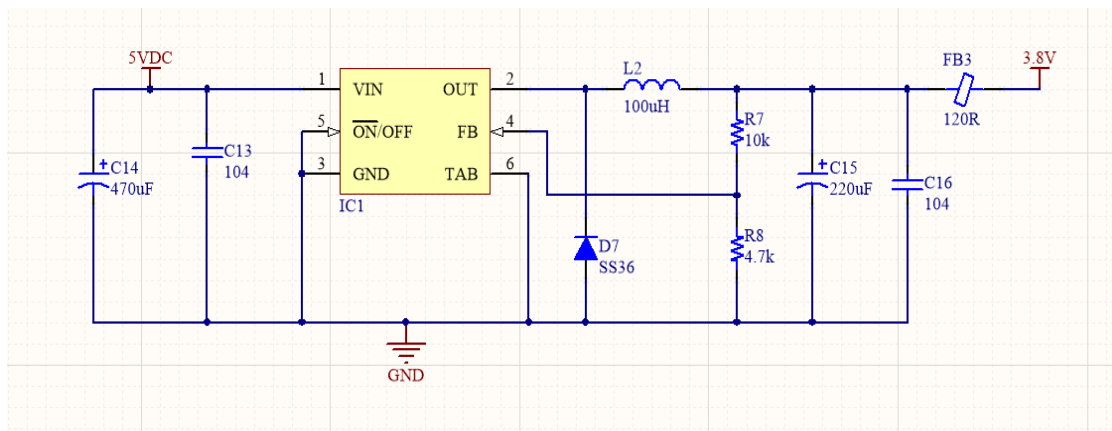
IC hạ áp TLV70233 được lựa chọn để có thể hạ điện áp từ 5VDC xuống 3.3V cấp nguồn cho vi xử lý STM32F103C8T6 và module GPS L70. Vì điều khiển cần rất ít dòng để hoạt động, vì thế IC hạ áp tuyến tính LDO TLV70233 với dòng ra tối đa 300mA được lựa chọn với mạch nguyên lý như trên. Mặt khác, IC này được thiết kế cho các ứng dụng nhạy cảm với nguồn điện, ở đây là dòng điện 3 pha. Độ nhiễu đầu ra thấp, tỷ lệ loại bỏ nguồn điện rất cao (PSRR) và điện áp rơi thấp khiến cho dòng IC này trở nên lý tưởng cho hầu hết các thiết bị cầm tay chạy bằng pin.

Do thiết bị có sử dụng module SimCom A7672S cần nguồn 3.8VDC cấp cho nó, nên cần thêm một IC có thể đảm nhiệm chức năng này. Em lựa chọn IC Buck Switching LM2576, sơ đồ mạch nguyên lý được thiết kế như hình bên dưới. Trên sơ đồ có 2 tụ hóa C14 và C15 có tác dụng trữ năng cho nguồn cung cấp đầu vào, điện áp đầu ra ổn định. Do module Simcom A7672S cần điện áp 3.8VDC cấp cho đầu vào, với công tính điện áp đầu ra của IC theo như datasheet của nhà sản xuất phụ thuộc vào 2 điện trở R7 và R8 theo công thức như bên dưới:



Hình 2. 6 Mạch nguyên lý của Buck Switching

Với $V_{REF} = 1.23\text{V}$ theo như nhà sản xuất, từ đó chúng em lựa chọn $R7 = 10\text{k}\Omega$ và $R8 = 4.7\text{k}\Omega$ để có thể đảm bảo đầu ra xấp xỉ với 3.8VDC.



Hình 2. 7 Khối ổn áp tuyến tính

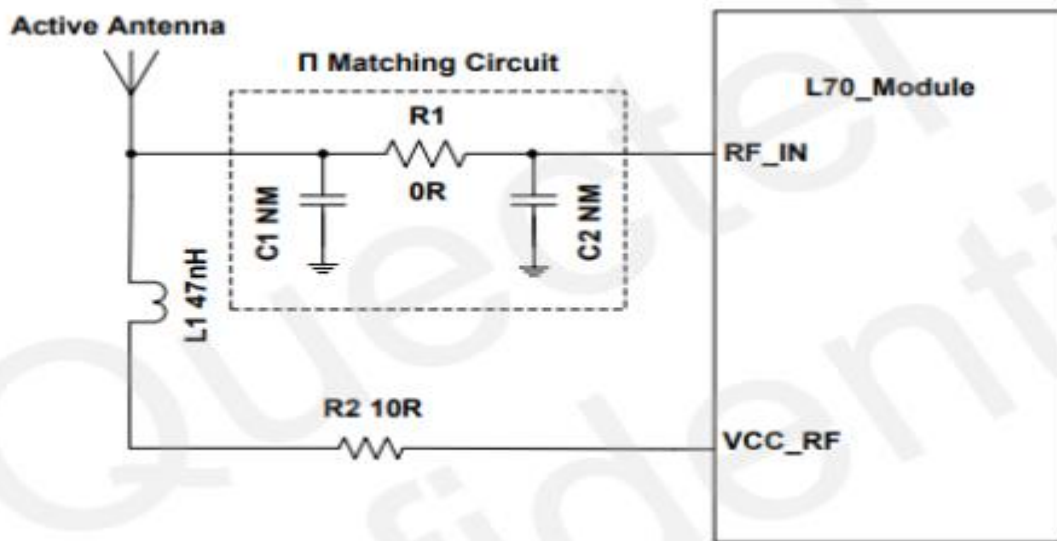
Trong cả 2 mạch hạ áp trên đều có một phần tử FB ở đầu ra, đó là ferrit bead có tác dụng kiểm soát và giảm nhiễu EMI trên các mạch điện tử. Do là trên mạch này có 2 đường tín hiệu có tần số cao là tín hiệu GPS và tín hiệu 4G có thể làm nhiễu các tín hiệu điện áp.

2.2.2 Khối module GPS L70

Mặc dù trên chính Module Simcom A7672s có thể thu thập được tín hiệu GPS, song tín hiệu thu được chưa ổn định nên chúng em sẽ lựa chọn một module có thể lấy được GPS từ vệ tinh và các thông số về thời gian cần thiết hoàn toàn chính xác, và sai số định vị vô cùng bé.

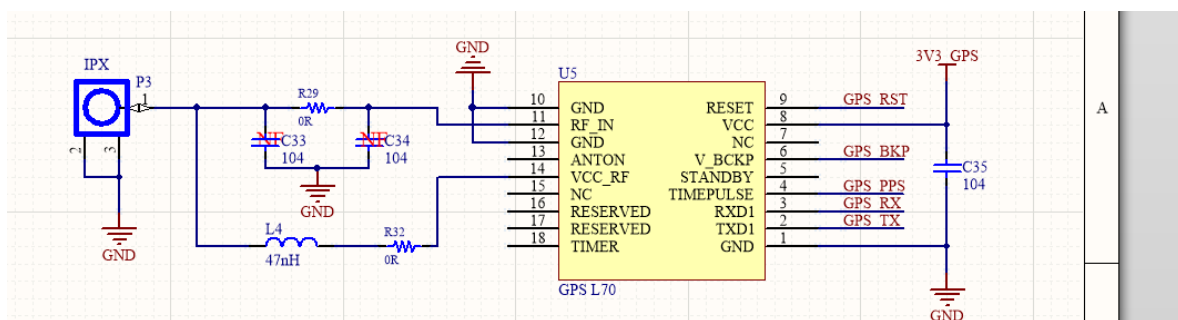
Phần mạch nguyên lý cho GPS L70 như sau:

Module sẽ được cấp nguồn thông qua chân VCC (khoảng 2.8-3.4V), chân V_BCKP sẽ được nối với bộ pin ngoài phòng trừ trường hợp mất nguồn cung cấp VCC đảm bảo bộ RTC nội hoạt động chính xác. Còn lại khối antenna của GPS sẽ được thiết kế theo như reference của hãng.



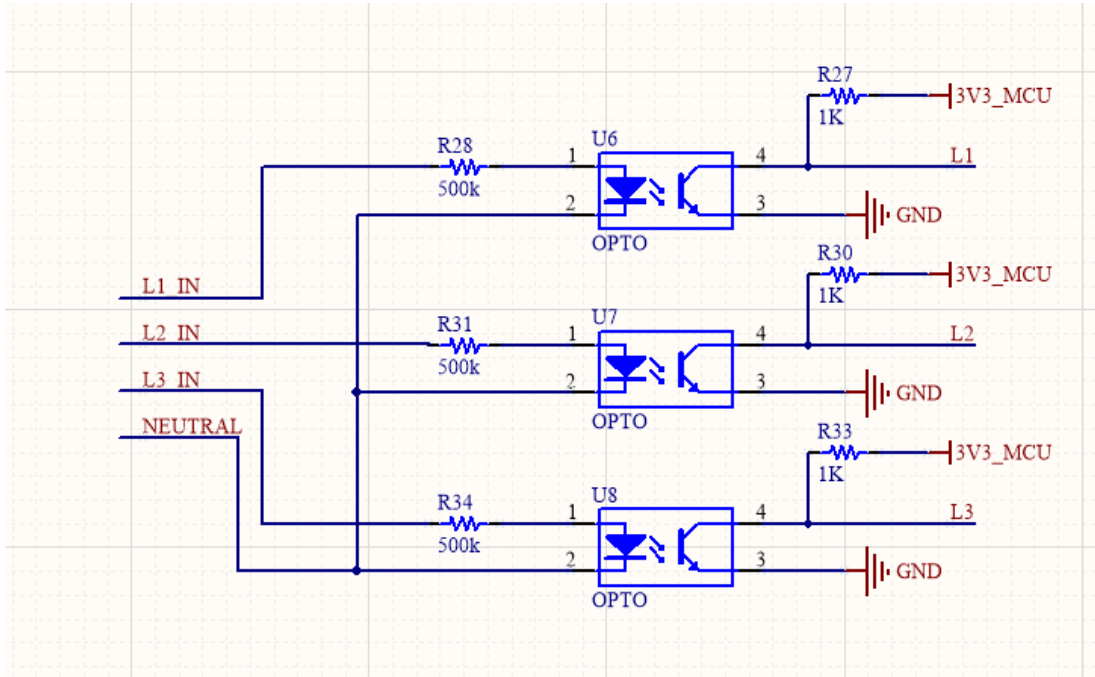
Hình 2. 8 Mạch phối hợp trở kháng của module GPS

Với mạch sử dụng Active Antenna và có LNA thì cần được cấp nguồn thông qua VCC_RF, cuộn cảm L1 có tác dụng ngăn chặn rò rỉ tín hiệu cao tần vào chân VCC_RF, trở R2 có tác dụng hạn dòng trong trường hợp Antenna bị ngắn mạch xuống GND.



Hình2. 9 Mạch nguyên lí module GPS

2.2.3 Khối Opto chuyển đổi tín hiệu xoay chiều hình Sin thành tín hiệu digital



Hình 2. 10 Khối chuyển đổi tín hiệu đầu vào

Đầu vào ở 3 đầu L1 IN, L2 IN, L3 IN, NEUTRAL sẽ là các đầu dòng điện 3 pha, tín hiệu của dòng điện 3 pha sẽ có dạng hình Sine, khi tất cả tín hiệu đi qua khối opto này nó sẽ bị biến đổi thành một dạng xung vuông. Đây chính là khối chuyển đổi tín hiệu quan trọng trên mạch. Với dạng sóng sine xoay chiều ở đầu vào đi qua khối opto cách li sẽ chuyển thành dạng sóng xung vuông ở đầu ra để thuận tiện cho việc xử lý tín hiệu ở phía vi điều khiển trung tâm.

2.2.4 Khối vi điều khiển

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

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

- Lỗi của MCU, xung nhịp lỗi của MCU.
- Độ phổ biến của MCU.
- Các công cụ hỗ trợ phát triển (Tủ hãng và từ cộng đồng), khả năng hỗ trợ nếu phát sinh lỗi trong quá trình lập trình.
- Số lượng ngoại vi phải phù hợp với yêu cầu của bài toán.
- Giá cả phải hợp lý.

- Độ ổn định khi hoạt động lâu dài.
- Vấn đề về năng lượng tiêu thụ.
- Hỗ trợ mạnh mẽ các middleware như RTOS, FATFS, USB, vv

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

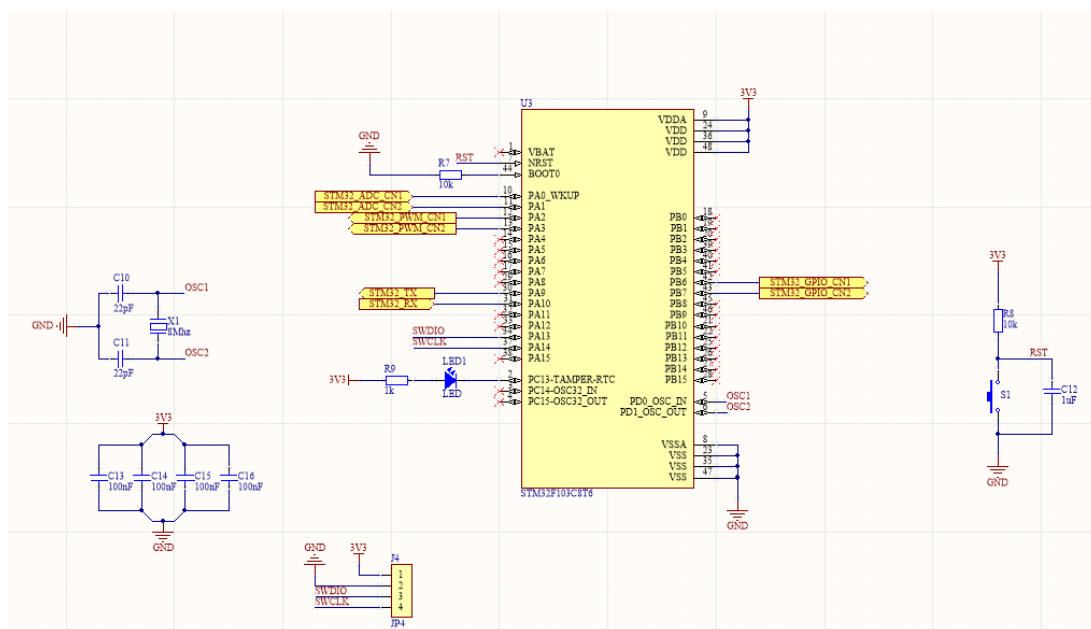
- MCU lõi ARM Cortex M, xung nhịp từ 48Mhz – 84Mhz để đáp ứng tốc độ xử lý cho hệ thống.
- Phải hoạt động tốt với điện áp 3.3V, khả năng hoạt động ổn định, chống nhiễu tốt. Hỗ trợ nhiều chế độ tiết kiệm năng lượng – Low power
- Ngoại vi bao gồm: 3 bộ UART phục vụ giao tiếp với module Simcom A7672S, GPS L70 và dùng để truyền data lên computer; ngoài ra các thành phần khác như ADC, Timer, watchdog, RTC cũng phải có đủ.
- Dung lượng ROM phải trên 128Kb, RAM phải trên 32Kb đủ để lưu trữ chương trình và thực thi chương trình khi hoạt động.

Từ các phân tích trên, em đi đến lựa chọn vi điều khiển STM32F103C8T6 của hãng STMicroelectronic. MCU này có các thông số cơ bản hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu đã đặt ra bên trên, cụ thể:



Hình 2. 11 MCU STM32F103C8T6

- Lõi ARM Cortex M3 32bit.
- Tần số xung nhịp tối đa 72Mhz.
- Bộ nhớ flash 256Kb, SRAM 48Kb.
- 3 bộ ADC 12bit, tần số lấy mẫu 1Mhz.
- 8 bộ Timer 16 bit, 1 bộ SysTick Timer 24bit, 1 bộ watchdog timer, RTC, ...
- 2 bộ DMA.
- 2 bộ I2C, 3 bộ SPI, 5 bộ USART, CAN, USB, SDIO, I2S, ...
- Số chân 64, trong đó có 51 chân I/O.
- Điện áp hoạt động 3.3V, chế độ Lowpower.



2.2.5 Khối truyền thông 4G

Để đáp ứng yêu cầu về mặt truyền thông của thiết bị này, thiết bị Master có thể đẩy dữ liệu về thông tin pha của đường dây lên một broker MQTT, sau đó Slave cũng truy cập vào broker đó để lấy những thông tin đó về để xử lý và phân tích tín hiệu đo được. Từ đó dẫn tới các lựa chọn giao thức để truy cập vào Internet có thể kể đến như Wifi, Cellular, Ethernet là cần thiết; Xong việc thiết bị này có thể kết nối được với Wifi, Ethernet là rất bất cập do việc phải di chuyển ở nhiều nơi ngoài trời. Do đó lựa chọn 1 module hỗ trợ Cellular như module SimCom 4G cho thiết bị này là rất hợp lý.

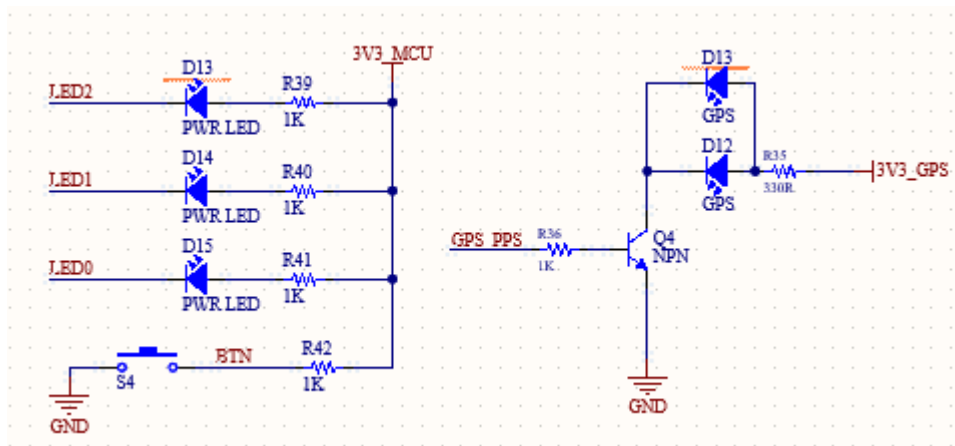
Từ đó chúng em đã lựa chọn một module Cellular cho mục đích trên đó là module 4G Simcom A7672S. Sơ đồ nguyên lý thiết kế cho module chi tiết như trong ảnh bên dưới:

HTTPS, DNS, MQTT.

- Hỗ trợ gửi SMS và gọi điện thông qua mạng 4G.
- Hỗ trợ tập lệnh AT, dễ dàng giao tiếp với các MCU khác nhau.
- Ngoại vi: SIM Card, UART, ADC, GPIO, I2C.
- Giao tiếp UART: Baudrate từ 9600 – 115200, hỗ trợ chế độ Auto Baudrate.
- Hỗ trợ giao tiếp USB.

2.2.6 Khối hiển thị và thông báo

Đây là khối có tác dụng hiển thị thông tin pha xác định được tại ngay trên thiết bị, và đèn hiển thị của xung tín hiệu tham chiếu PPS. Sơ đồ khối của khối hiển thị được mô tả như hình sau:

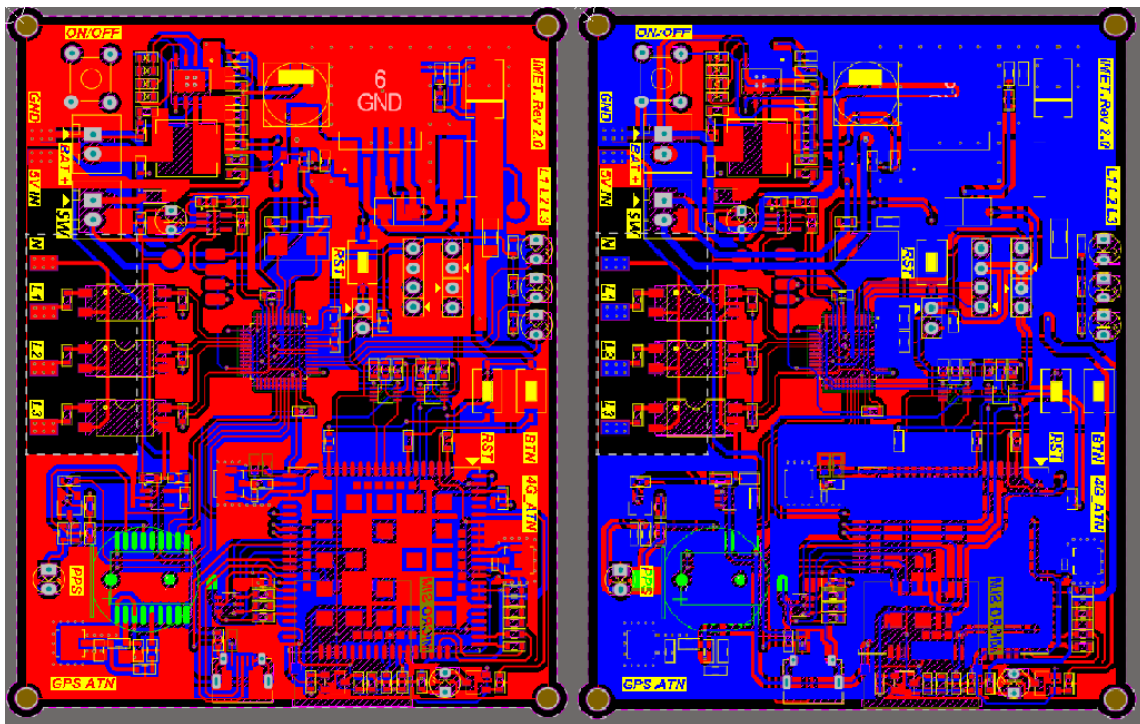


Hình 2. 14 Khối hiển thị và thông báo

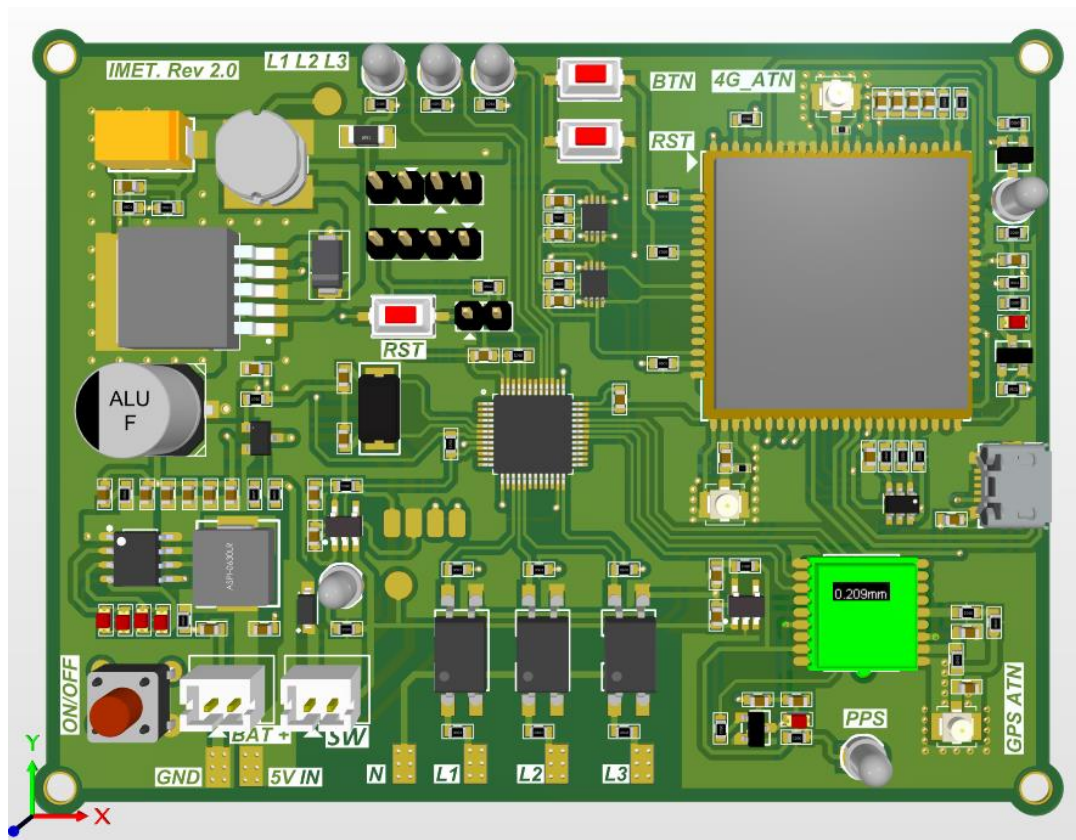
2.3 Thiết kế PCB

Bố trí và sắp xếp từng khối:

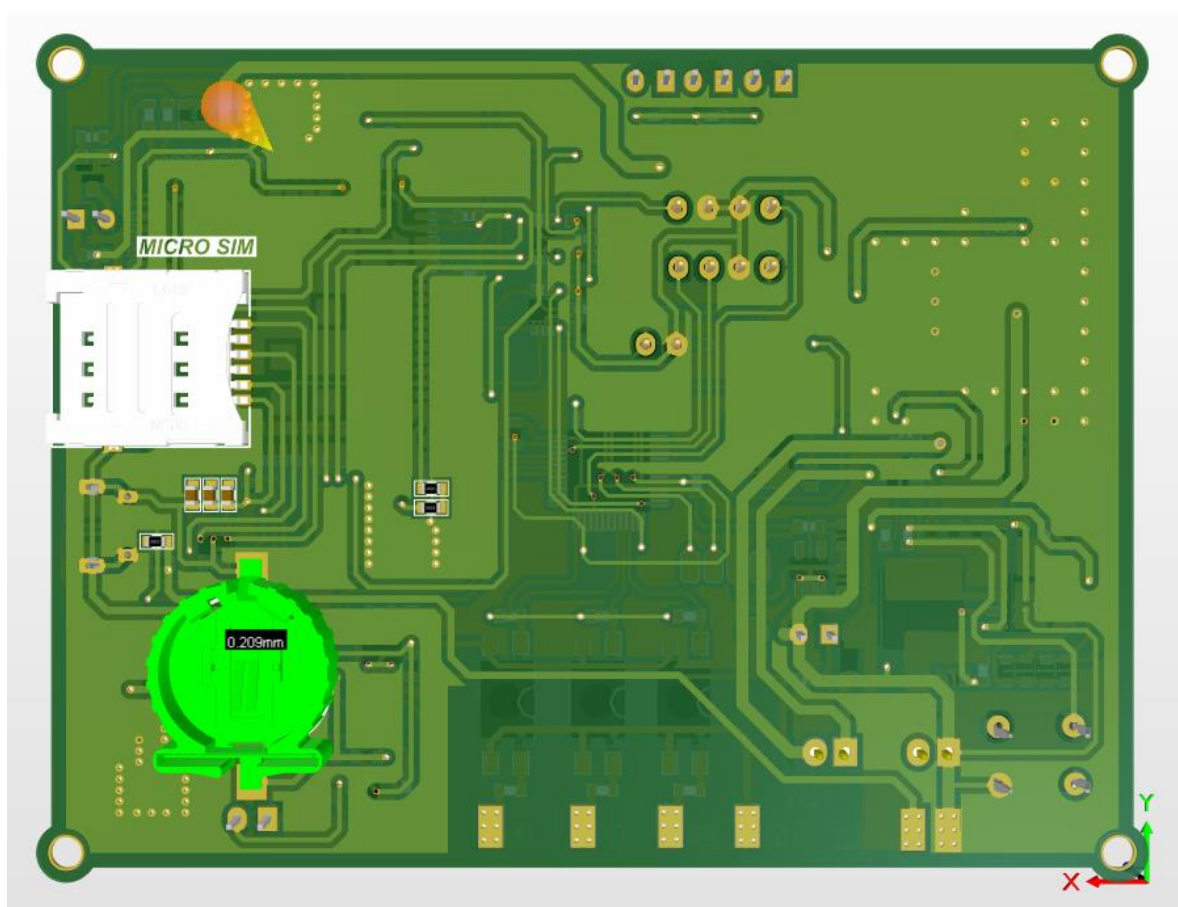
PCB (mạch in tích hợp) được thiết kế bằng phần mềm Altium. Với các thông số về các lớp mạch in và hình ảnh được miêu tả ở bên dưới như sau:



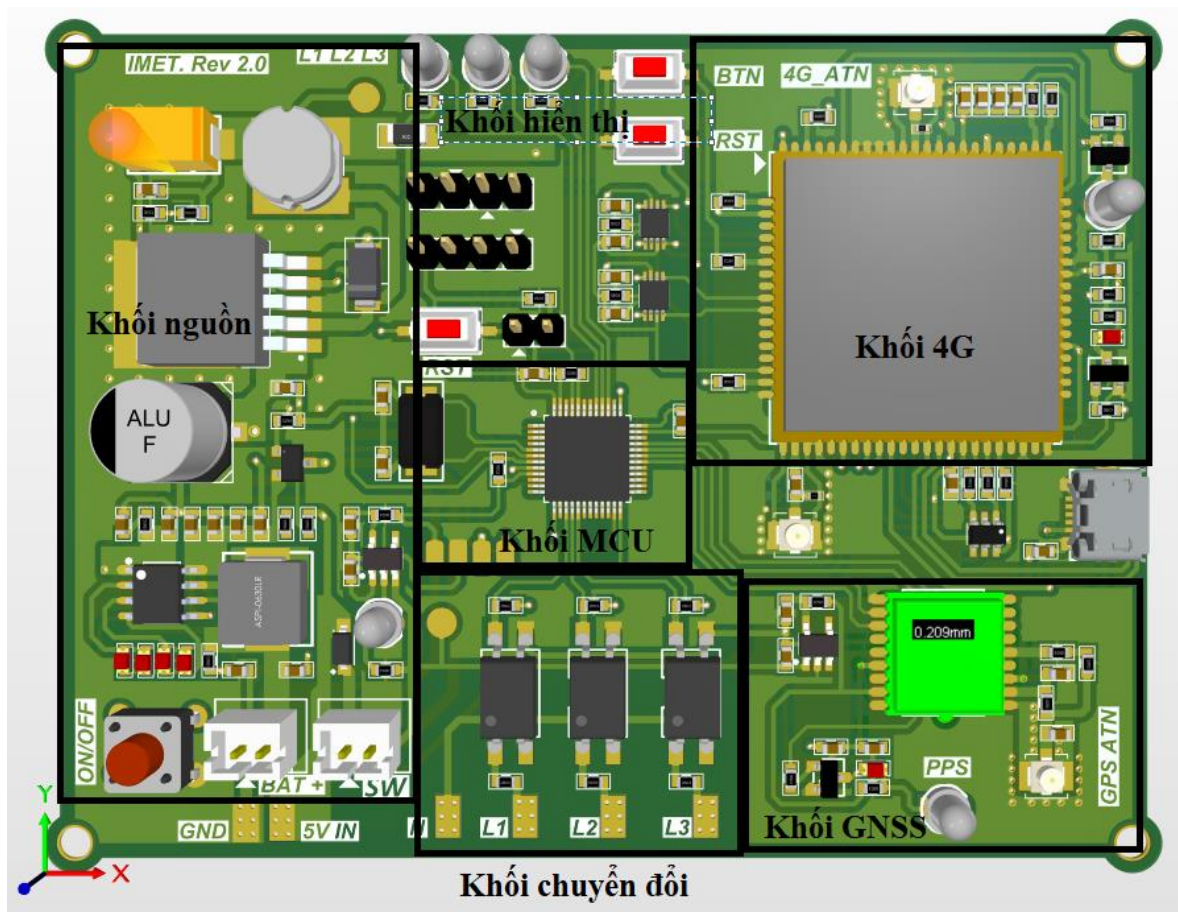
Hình 2. 15 Mạch PCB dạng 2D lớp TOP và BOTTOM



Hình 2. 16 PCB dạng 3D lớp TOP



Hình 2. 17 PCB dạng 3D lớp BOTTOM



Hình 2. 18 Các khối trong mạch PCB

2.4 Thiết kế vỏ hộp

Ở mục 1.4, đề án đã trình bày các yêu cầu về vỏ hộp thiết bị, từ những yêu cầu đó, em sẽ sử dụng vỏ nhựa mẫu để làm hộp, bên cạnh đó, hộp mẫu sẽ được chọn sao cho đủ để chứa thiết bị bên trong.

Phần vỏ hộp bao gồm phần thân vỏ, 2 cạnh bên ốp và lắp trên, phần mạch sẽ đặt cố định ở bên trong phần thân vỏ. Phần mặt sẽ có:



Hình 2. 19 Thiết kế phân mặt trước của hộp



Hình 2. 20 Thiết kế phần mặt sau của hộp

2.5 Kết luận chương

Ở CHƯƠNG 2, đồ án đã đưa ra những phân tích, lựa chọn và thiết kế hệ thống từ tổng quát tới chi tiết từng phần trong các sơ đồ nguyên lí. Tính toán cụ thể các thành phần, đưa ra đề xuất lựa chọn thiết bị. Bố trí, sắp xếp và thiết kế PCB. Cuối cùng là tạo vỏ hộp thiết bị. Trên cơ sở phần cứng đã được trình bày ở phần trên, CHƯƠNG 3 sẽ trực tiếp trình bày về cách tổ chức phần mềm, hoạt động của thiết bị cũng như giao diện quản lí, hiển thị đã đề ra trước đó.

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

Trong CHƯƠNG 3, đồ án sẽ trình bày chi tiết về thiết kế phần mềm bao gồm thiết kế chương trình phần mềm cho hệ thống và các chức năng riêng biệt để đáp ứng được việc tiếp nhận, xử lý và truyền thông dữ liệu thu thập được. Bên cạnh đó là thiết kế giao diện quản lý và hiển thị dữ liệu lên Thingsboard trong việc giám sát và quản lý thiết bị.

3.1 Thiết kế phần mềm Firmware

3.1.1 Giới thiệu giao thức MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) là một giao thức nhắn tin tiêu chuẩn OASIS cho Internet of Things (IoT). Nó được thiết kế như một phương tiện truyền tải tin nhắn publish/subscribe (xuất bản/đăng ký) cực kỳ nhẹ, lý tưởng để kết nối các thiết bị từ xa với băng thông mạng thấp. MQTT ngày nay được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp, chẳng hạn như ô tô, sản xuất, viễn thông, dầu khí, v.v.

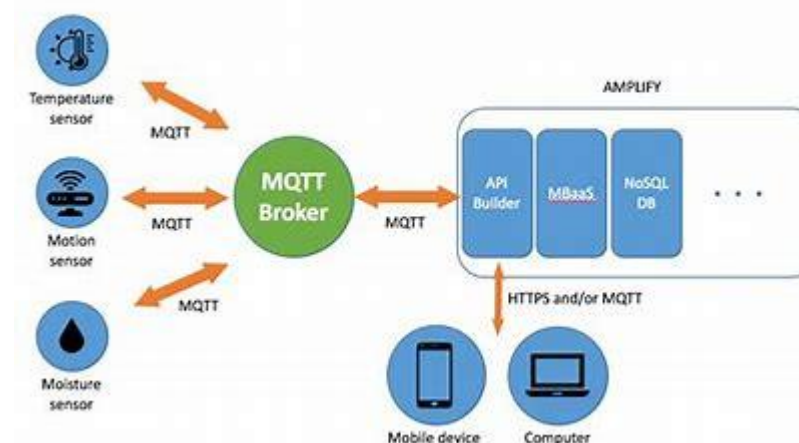
Một phiên MQTT được chia thành bốn giai đoạn: kết nối, xác thực, giao tiếp và kết thúc. Client (máy khách) bắt đầu bằng cách tạo kết nối Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) tới broker bằng cách sử dụng cổng tiêu chuẩn hoặc cổng tùy chỉnh được xác định bởi các nhà phát triển broker. Khi tạo kết nối, điều quan trọng là phải nhận ra rằng máy chủ có thể tiếp tục một phiên cũ nếu nó được cung cấp ID máy khách mà được sử dụng lại.

Các cổng tiêu chuẩn là 1883 cho giao tiếp không mã hóa và 8883 cho giao tiếp được mã hóa – sử dụng Lớp cổng bảo mật (SSL) / Bảo mật lớp truyền tải (TLS). Trong quá trình giao tiếp SSL/TLS, máy khách cần kiểm chứng và xác thực máy chủ. Máy khách cũng có thể cung cấp tính xác thực máy khách cho broker trong quá trình giao tiếp. Broker có thể sử dụng điều này để xác thực máy khách. Mặc dù không phải là một phần cụ thể của đặc trưng MQTT, nhưng các broker đã trở thành thông lệ để hỗ trợ xác thực máy khách bằng SSL/TLS phía máy khách.

Trong đó:

Broker: là một thành phần trung gian (môi giới).

SSL/TLS (Secure Sockets Layer/Transport Layer Security) là kỹ thuật mã hóa truyền tin trên internet.



Hình 3. 1 Mô hình giao thức MQTT

Giao thức MQTT được phát hành nhằm mục đích trở thành một giao thức dành cho các thiết bị IoT và hạn chế tài nguyên tiêu tốn, SSL/TLS không phải là một tùy chọn bắt buộc và trong một số trường hợp nó không cần thiết. Trong những trường hợp như vậy, việc xác thực được thực hiện dưới dạng tên người dùng và mật khẩu, được máy khách gửi đến máy chủ – đây là một phần của gói CONNECT/CONNACK. Ngoài ra, một số broker, đặc biệt là các broker mở được công bố trên internet, sẽ chấp nhận các tài khoản máy khách ẩn danh. Trong những trường hợp như vậy, tên người dùng và mật khẩu chỉ đơn giản là được bỏ trống – không sử dụng tài khoản.

MQTT được gọi là một giao thức nhẹ vì tất cả các thông điệp của nó chỉ có một mã nhỏ. Mỗi thông báo bao gồm một tiêu đề cố định – 2 byte – một tiêu đề biến tùy chọn, dung lượng thông điệp được giới hạn ở 256 megabyte (MB) và mức chất lượng dịch vụ (QoS).

Trong giai đoạn giao tiếp, máy khách có thể thực hiện các thao tác publish, subscribe, unsubscribe và ping. Thao tác publish sẽ gửi một khối dữ liệu nhị phân – nội dung – đến một chủ đề do nhà xuất bản xác định.

MQTT hỗ trợ các thông điệp đối tượng nhị phân có kích thước lớn lên đến 256 MB. Định dạng của nội dung sẽ dành riêng cho từng ứng dụng. Subscribe được thực hiện bằng cách sử dụng gói SUBSCRIBE/SUBACK và việc unsubscribe được thực hiện tương tự bằng cách sử dụng gói UNSUBSCRIBE/UNSUBACK.

Các chuỗi chủ đề tạo thành một cây chủ đề tự nhiên với việc sử dụng một ký tự phân tách đặc biệt, dấu gạch chéo (/). Máy khách có thể subscribe và unsubscribe – toàn bộ các nhánh trong cây chủ đề bằng cách sử dụng các ký tự thẻ đại diện đặc biệt. Có hai ký tự thẻ đại diện: ký tự thẻ đại diện cấp một, ký tự dấu cộng (+); và một ký tự thẻ đại diện đa cấp, ký tự thăng (#). Một ký tự chủ đề đặc biệt, ký tự đô la (\$), loại trừ một chủ đề khỏi bất kỳ subscribe ký tự đại diện gốc nào. Thông thường, \$ được sử dụng để vận chuyển các thông điệp hệ thống hoặc máy chủ cụ thể.

Một thao tác khác mà máy khách có thể thực hiện trong giai đoạn giao tiếp là ping broker server bằng cách sử dụng gói PINGREQ/PINGRESP. Thao tác này không có chức năng nào khác ngoài việc duy trì kết nối trực tiếp và đảm bảo kết nối TCP không bị ngắt bởi gateway hoặc router.

Khi một publisher hoặc subscriber muốn kết thúc một phiên MQTT, nó sẽ gửi một thông báo DISCONNECT – HỦY KẾT NỐI đến broker và sau đó ngắt kết nối. Điều này được gọi là graceful shutdown vì nó mang lại cho máy khách khả năng dễ dàng kết nối lại bằng cách cung cấp ID máy khách và tiếp tục lại nơi nó đã dừng.

Nếu việc ngắt kết nối xảy ra đột ngột mà không có thời gian để publisher gửi thông điệp HỦY KẾT NỐI, broker có thể gửi cho subscriber một thông điệp từ publisher mà broker đã lưu vào bộ nhớ cache trước đó. Thông điệp, được gọi là

testament, cung cấp cho subscriber hướng dẫn về những việc cần làm nếu publisher ngắt kết nối đột ngột.

3.1.2 Giới thiệu về hệ thống định vị GNSS

Hệ thống Vệ tinh Định vị Toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GNSS) là một tập hợp các hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu cung cấp thông tin vị trí và thời gian chính xác đến các thiết bị thu nhận trên mặt đất. GNSS được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, từ hàng hải, hàng không, đến vận tải đường bộ, khảo sát, và thậm chí trong các thiết bị cá nhân như điện thoại di động.

GNSS bao gồm nhiều hệ thống vệ tinh độc lập do các quốc gia khác nhau phát triển và vận hành, trong đó có bốn hệ thống chính:

1. GPS (Global Positioning System): Được phát triển và vận hành bởi Hoa Kỳ, GPS là hệ thống GNSS đầu tiên và phổ biến nhất trên thế giới. Nó bao gồm một mạng lưới 24 vệ tinh hoạt động liên tục.
2. GLONASS (Global Navigation Satellite System): Được phát triển và vận hành bởi Nga. GLONASS có cấu trúc và chức năng tương tự như GPS và cung cấp khả năng định vị độc lập hoặc bổ sung cho GPS.
3. Galileo: Là hệ thống GNSS của Liên minh châu Âu. Galileo được thiết kế để cung cấp độ chính xác cao hơn và khả năng định vị tốt hơn so với các hệ thống khác, đặc biệt trong các khu vực đô thị và những nơi tín hiệu vệ tinh thường bị gián đoạn.
4. BeiDou: Là hệ thống GNSS của Trung Quốc, bao gồm cả các vệ tinh địa tĩnh và các vệ tinh quỹ đạo trung bình, cung cấp dịch vụ định vị toàn cầu và đặc biệt mạnh mẽ ở khu vực châu Á - Thái Bình Dương.

Hệ thống GNSS bao gồm ba phần chính:

1. Phần không gian (Space Segment): Bao gồm các vệ tinh phát tín hiệu định vị. Mỗi hệ thống GNSS có số lượng vệ tinh và quỹ đạo riêng để đảm bảo phủ sóng toàn cầu.
2. Phần điều khiển (Control Segment): Bao gồm các trạm mặt đất theo dõi và điều khiển vệ tinh, đảm bảo các vệ tinh hoạt động chính xác và liên tục phát tín hiệu định vị.
3. Phần người sử dụng (User Segment): Bao gồm các thiết bị thu nhận tín hiệu GNSS, như điện thoại di động, thiết bị dẫn đường trên ô tô, thiết bị định vị trong ngành hàng hải và hàng không, và các thiết bị chuyên dụng trong khảo sát và bản đồ.

GPS (Viết tắt của Global Positioning System) là hệ thống vệ tinh được phát triển bởi quân đội Mỹ, cung cấp tín hiệu vệ tinh từ ngoài không gian và gửi đến các máy thu ngoài trái đất. Như vậy GPS là một trong các hệ thống vệ tinh của GNSS.

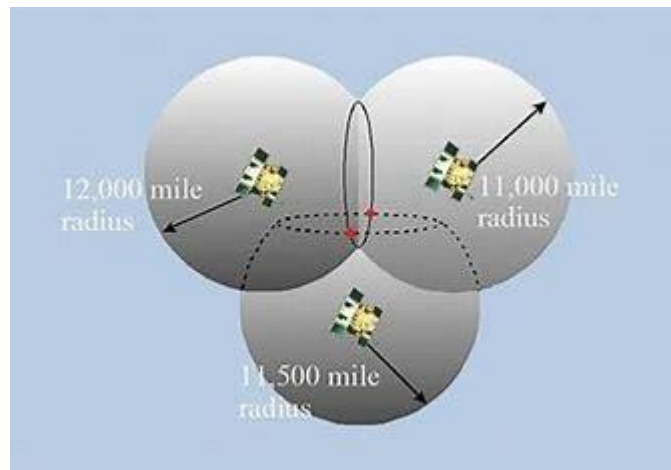
Cấu trúc của hệ thống GPS gồm 3 phần được mô tả như Hình 3.4 bao gồm:

1. Phần không gian (space segment)
2. Phần điều khiển (control segment)
3. Phần người sử dụng (user segment)



Hình 3. 2 Tổng quan hệ thống GPS.

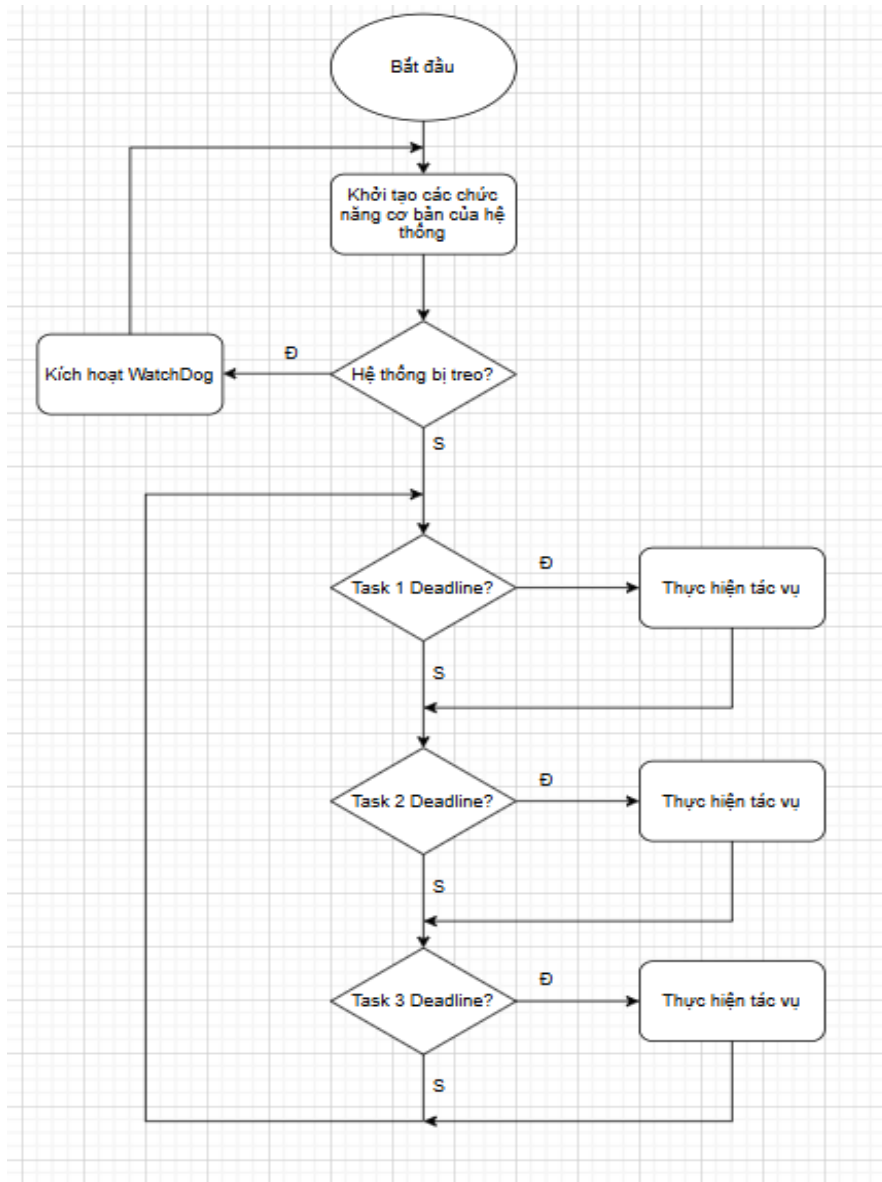
Nguyên lý hoạt động của GPS dựa trên việc đo khoảng cách từ thiết bị người dùng đến ít nhất bốn vệ tinh, sau đó sử dụng phương pháp giao thoa để xác định vị trí chính xác trong không gian ba chiều. Hệ thống này dựa vào các công nghệ tiên tiến và các biện pháp hiệu chỉnh để đảm bảo độ chính xác cao cho các ứng dụng định vị trên toàn cầu.



Hình 3. 3 Nguyên lý định vị GPS.

3.1.3 Thiết kế phần mềm nhúng cho MCU

Từ những lí thuyết cơ bản được trình bày ở trên, em đưa ra lưu đồ thuật toán sử dụng để thiết kế phần mềm cho hệ thống nhằm thực hiện yêu cầu bài toán đặt ra. Mỗi một phần chức năng sẽ được đóng gói để thực hiện đơn lẻ, từ đó đưa ra được lưu đồ thuật toán như dưới đây:



Hình 3. 4 Lưu đồ thuật toán tổng quan

Khi khởi động thiết bị, chương trình trong MCU được thực hiện. Đầu tiên là việc khởi tạo hệ thống, công việc này được mô tả như bên dưới. Việc khởi tạo hệ thống diễn ra qua các bước như phía biểu đồ bên trên mô tả. Trong đó các bước được chạy lần lượt với điều kiện bước tiếp theo chỉ chạy khi bước trước đó khởi tạo thành công. Các bước khởi tạo lỗi sẽ được khởi tạo lại trong một giới hạn lần.

Khi đã khởi tạo thành công, thiết bị đã sẵn sàng hoạt động. Chương trình sau đó sẽ gồm các Task chạy lần lượt trong vòng lặp vô tận với các chương trình phục vụ ngắt bên cạnh. Các task cụ thể như sau:

- Task 1: Task này có nhiệm vụ thu thập và xử lý các thông tin về tọa độ, thời gian về ngày giờ, timestamp lấy được từ module GPS.
- Task 2: Task này có nhiệm vụ xử lý tất cả các gói tin thu thập được từ cổng truyền thông nối tiếp UART, bao gồm dữ liệu gửi về từ module truyền thông và module GPS.
- Task 3: Task này có nhiệm vụ tạo ra một bảng gồm các hàm thành phần với công việc xử lý các tác vụ ngắt gọi ra.

3.1.4 Quy định MQTT Topic giữa thiết bị và Broker

Việc truyền nhận dữ liệu giữa thiết bị và Broker thông qua các Topic được quy định như ở Bảng 3. 1 và **Error! Reference source not found.** . Module SIM7672S được lập trình để gửi đi các gói tin theo quy định của MQTT Version 3.1 thông qua TCP/IP. Bảng 3. 1 Quy định tên Topic

Bảng 3 1 Quy định Topic

MQTT Publish Topic	Ý nghĩa
/gateway/52438020/response	Thông tin REF thiết bị master gửi lên
/gateway/ID/response	Thông tin thiết bị có định danh ID thu thập được gửi lên

Bản tin JSON, quy định một chuẩn thông tin thống nhất để lưu trữ và truyền tải thông tin, sẽ được dùng với các ý nghĩa được khác nhau được đề cập bên dưới bảng sau đây:

Bảng 3 2 Quy định bản tin Json

Bản tin JSON	Ý nghĩa
{"timestamp": value}	Giá trị timestamp hiện tại
{"id": value}	ID của thiết bị
{"method": "string"}	Phương thức gửi tin
{"firmwareVersion": "string"}	Phiên bản phần mềm
{"hardwareVersion": "string"}	Phiên bản phần cứng
{"ip": value}	IP của thiết bị đang sử dụng
{"resetReason": "string"}	Thông tin về chế độ power
{"sequence": "string"}	Thông tin về thứ tự pha REF

{"latitude": value}	Thông tin vĩ độ
{"longitude": value}	Thông tin kinh độ
{"I1": value}	Thông tin về thời điểm zero-detect pha A
{"I2": value}	Thông tin về thời điểm zero-detect pha B
{"I3": value}	Thông tin về thời điểm zero-detect pha C

3.1.5 Thiết kế phần mềm nhúng các khối còn lại

Với Module GNSS L70, nhà sản xuất hỗ trợ người dùng giao tiếp với module thông qua tập lệnh “\$PMTK” bằng giao thức UART. Bên cạnh đó L70 hỗ trợ bản tin chuẩn NMEA 0183 có cấu trúc như sau:

Bảng 3.3 Bản tin chuẩn NMEA 0183

Trường	Độ dài (bytes)	Ý nghĩa
\$	1	Các bản tin NMEA đều bắt đầu bằng ký tự ‘\$’
Kiểu bản tin	1~2	Bắt đầu bằng “GP”
ID NMEA	3	Định danh bản tin NMEA
Trường dữ liệu	Linh hoạt, dựa vào loại bản tin NMEA	Trường dữ liệu, phân định bằng dấu ‘,’
*	1	Ký tự kết thúc trường dữ liệu
Checksum	2	Số dạng Hexa được tính bằng phép OR tất cả các ký tự giữa ‘\$’ và ‘*’
<CR><LF>	2	Ký tự xuống dòng, và kết thúc bản tin NMEA

Kiểu bản tin phản hồi của L70 bao gồm 6 loại: RMC, VTG, GGA, GSV và GLL. Và mỗi loại bản tin phản hồi này mang theo các thông số cụ thể tùy vào ứng dụng người sử dụng. Trong phạm vi đồ án, em sử dụng loại bản tin RMC đáp ứng đủ các thông số cần thu thập và xử lý bao gồm: Vị trí tọa độ, ngày/giờ, vận tốc.

Để cấu hình và điều khiển module GNSS L70 sử dụng các bản tin MTK NMEA do hãng cung cấp. Cấu trúc các bản tin đều có dạng chung như sau:

Bảng 3 4 Cấu trúc bản tin MTK NMEA

Trường	Độ dài (bytes)	Ý nghĩa
\$	1	Các bản tin NMEA đều bắt đầu bằng ký tự ‘\$’

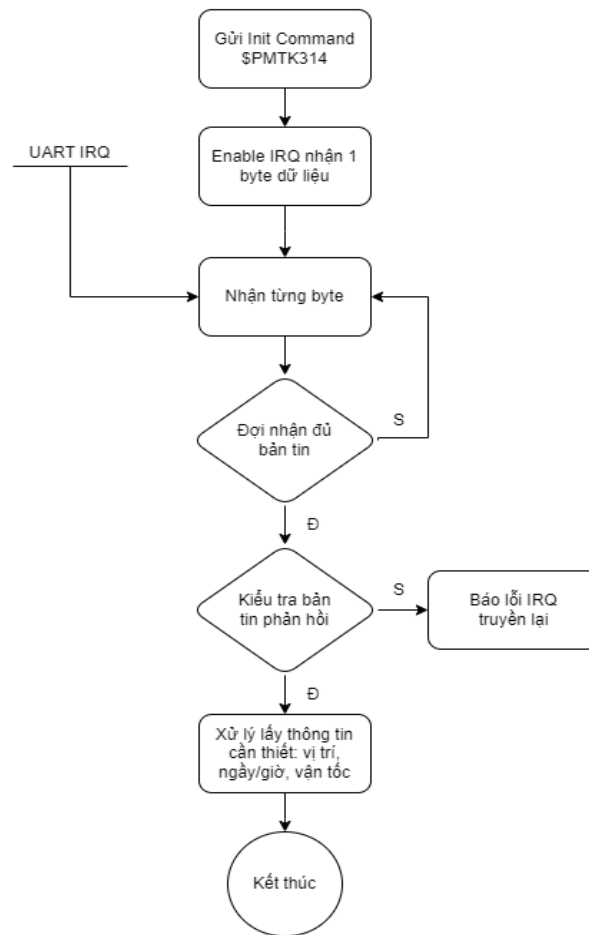
Kiểu bản tin	1~2	Bắt đầu bằng “P”
ID NMEA	3	Luôn là “MTK”
Trường dữ liệu	Bao gồm Packet type (3bytes), và Packet data (linh hoạt)	Packet type có giá trị từ “000” tới “999” Trường dữ liệu, phân định bằng dấu ‘,’
*	1	Ký tự kết thúc trường dữ liệu
Checksum	2	Số dạng Hexa được tính bằng phép OR tất cả các ký tự giữa ‘\$’ và ‘*’
<CR><LF>	2	Ký tự xuống dòng, và kết thúc bản tin NMEA

Trong phạm vi đồ án, em sử dụng bản tin “\$PMTK314” để cấu hình bản tin gửi về ở dạng RMC, chỉ gửi mỗi lần có vị trí, có dạng như sau:

\$PMTK314,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0*29<CR><LF>

Các thông số của bản tin được liệt kê dựa theo bảng trên.

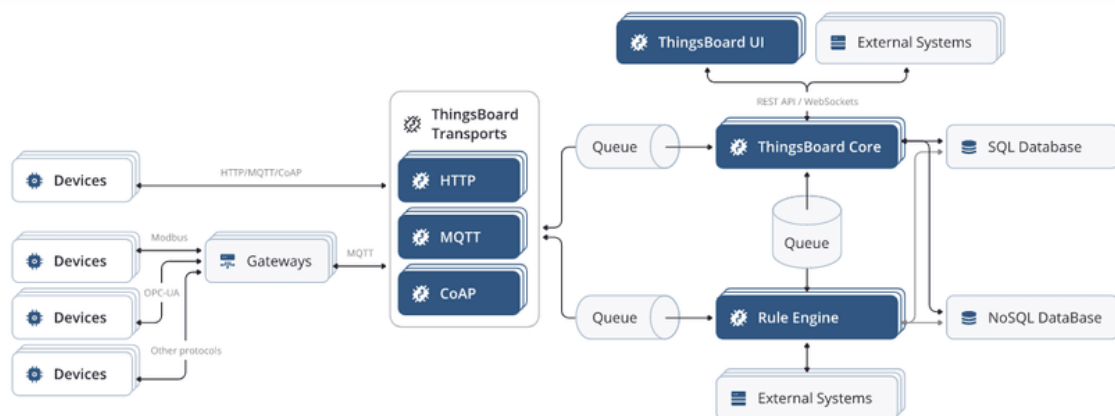
Sơ đồ giao tiếp với khối GNSS L70 như sau:



Hình 3. 5 Lưu đồ thuật toán giao tiếp MCU với khối GNSS L70

3.2 Thiết kế DashBoard giao diện quản lý hiển thị và giám sát dữ liệu

3.2.1 Kiến trúc của ThingsBoard



Hình 3. 6 Kiến trúc ThingsBoard

ThingsBoard Transport: ThingsBoard hỗ trợ các thiết bị giao tiếp thông qua các API MQTT, HTTP và CoAP, mỗi API được chạy trên các máy chủ riêng biệt, tạo thành lớp transport của nền tảng. Transport của MQTT bao gồm cả Gateway API. Các bản tin nhận được từ thiết bị sẽ được đẩy vào hàng đợi tin nhắn (Message Queue). Thiết bị sẽ được thông báo là đã truyền thành công khi hàng đợi tin nhắn xác nhận bản tin đó.

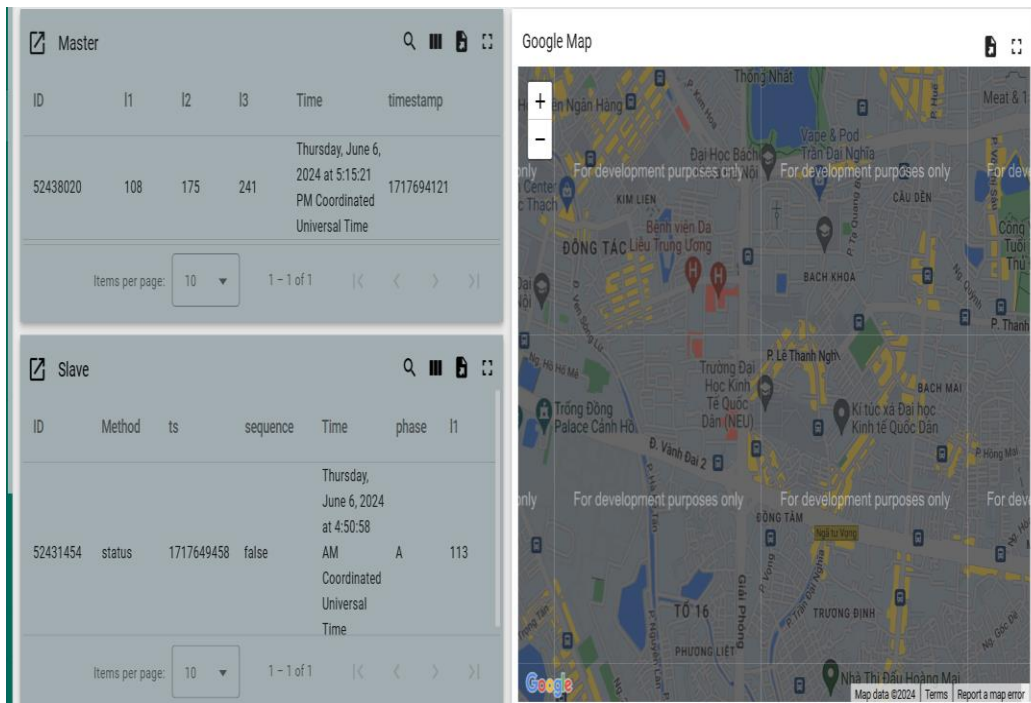
ThingsBoard Core: Thành phần này quản lý các hoạt động của REST API và WebSocket, đồng thời xử lý việc lưu trữ dữ liệu và giám sát trạng thái của thiết bị. Hệ thống Actor được sử dụng để cho phép xử lý đồng thời các bản tin từ thiết bị.

ThingsBoard Rule Engine: Thành phần Rule Engine chịu trách nhiệm xử lý các bản tin đến, sử dụng mô hình Actor đã được mô tả trước đó. Nó hỗ trợ việc tham gia vào mạng Cluster, với mỗi nút trong Cluster chịu trách nhiệm xử lý một phần các bản tin đến.

ThingsBoard Web UI: Nền tảng này cung cấp giao diện web tĩnh được xây dựng bằng Express.js Framework. Các thành phần giao diện web này không cần đánh dấu và chỉ yêu cầu điều chỉnh tối thiểu. Giao diện web tĩnh sử dụng các gói ứng dụng để truy cập REST API và WebSocket API do ThingsBoard Core cung cấp.

3.2.2 Thiết kế DashBoard

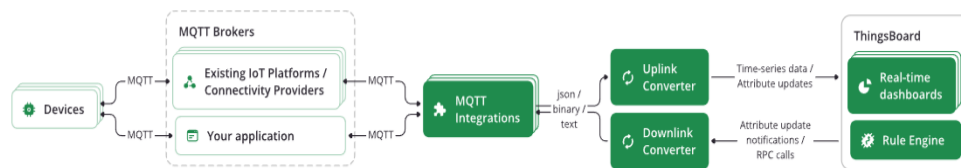
Mô hình DashBoard được xây dựng để đáp ứng các yêu cầu về thông tin cần lưu trữ và hiển thị, cũng như truyền nhận một cách hợp lý. Do đó, đồ án đã đưa ra một số các tính năng cơ bản như sau để có thể tích hợp thông tin hiển thị lên server ThingBoards.



Hình 3. 7 Mô hình ý tưởng thực hiện DashBoards

Với các tiêu chí như sau:

- *Về phía Device:* Thiết bị sẽ gửi dữ liệu thông qua giao thức MQTT tới 1 broker bất kì. Sau đó, hệ thống sẽ định tuyến lại bằng cách sử dụng một tính năng mới là “MQTT Integration” cho phép dữ liệu luân chuyển giữa Broker chủ tới Broker Thingboards mà không cần phải cấu hình lại các chức năng ở dưới Devices. Dưới đây là lưu đồ mô tả hoạt động của chúng.



Hình 3. 8 Luồng hoạt động của MQTT Integration

Sau khi thiết bị gửi thông tin lên trên Thingboards server, thì ở phần Device sẽ có dữ liệu về thiết bị gửi lên.

<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Name	Device profile	Label
<input type="checkbox"/>	2024-05-29 14:26:53	52438020	Phase-Detector	
<input type="checkbox"/>	2024-05-29 14:25:53	52431454	Phase-Detector	

Hình 3. 9 Device được thiết lập thành công

Devices

Device Filter

☒ Include customer devices

<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Name	Device profile
<input type="checkbox"/>	2024-05-29 14:26:53	52438020	Phase-Detector
<input type="checkbox"/>	2024-05-29 14:25:53	52431454	Phase-Detector

52438020

Device details

Details

Attributes

Latest telemetry

Open details page

Manage credentials

Delete device

Copy device id

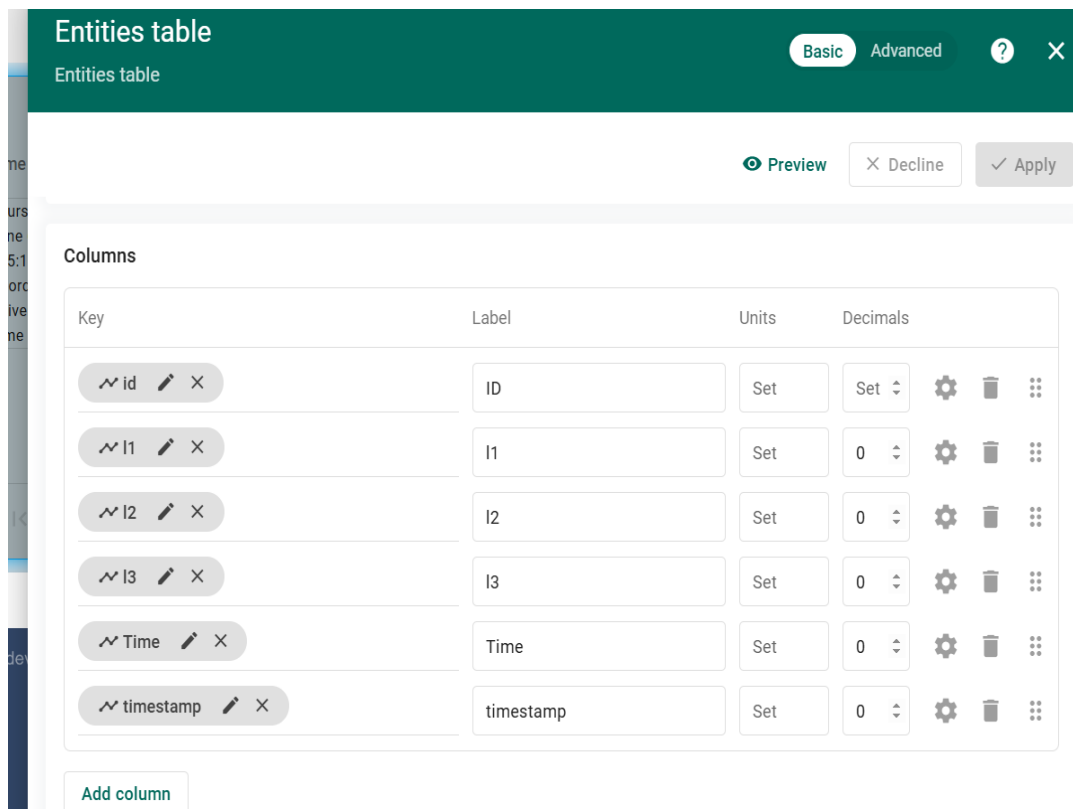
Copy access token

Name*

52438020

Lấy Token

Hình 3. 10 Thông tin Device và nhận Token



Hình 3. 12 Widget mẫu Master hiển thị

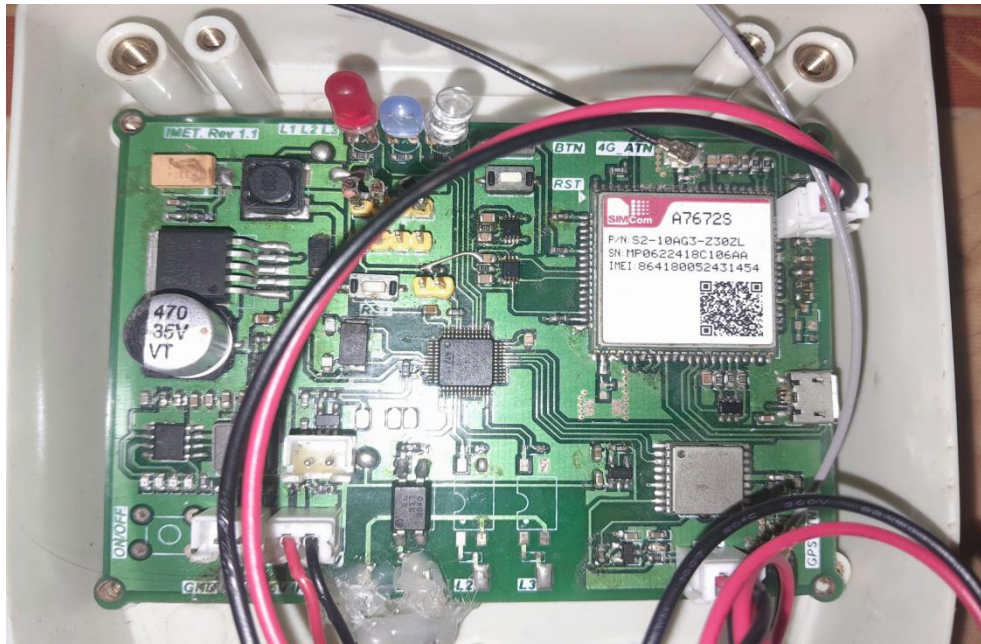
3.2.3 Kết luận chương

Ở CHƯƠNG 3, đồ án đã trình bày chi tiết về thiết kế phần mềm bao gồm thiết kế phần mềm cho MCU và thiết kế phần mềm giao diện quản lý dữ liệu. Quy định các bản tin với gói tin gửi và nhận khi giao tiếp từ thiết bị tới phần mềm quản lý. Ở CHƯƠNG 4, đồ án sẽ trình bày những kết quả đã đạt được sau quá trình thiết kế và thử nghiệm ở nhiều kịch bản khác nhau để đánh giá hoạt động của thiết bị.

CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1 Kết quả gia công mạch in, đóng hộp thiết bị

Kết quả mạch gia công thực tế PCB:



Hình 4. 1 Mạch PCB thực tế

Kết quả đóng hộp hoàn thiện sau khi gia công phần thân và các phần cạnh của vỏ hộp.



Hình 4. 2 Kết quả đóng hộp sản phẩm hoàn thiện

4.2 Kết quả thu thập

4.2.1 Thực nghiệm hoạt động thiết bị

Ở đây em sẽ chia ra các kịch bản như sau:

- Thiết bị đo tại 1 điểm nhiều lần để kiểm chứng độ tin cậy.
- Thiết bị sẽ đo trong cùng 1 đường dây ở những điểm khác nhau, để kiểm chứng độ chính xác.
- Thiết bị sẽ đo pha ngay bên dưới tủ điện 3 pha, đo lần lượt từng dây.

➤ **Với kịch bản 1: thiết bị đo tại 1 điểm, nhiều lần**

Mục đích

Đánh giá độ tin cậy và độ chính xác của thiết bị xác định pha bằng cách thực hiện đo lường nhiều lần tại một điểm duy nhất trong hệ thống điện ba pha. Việc đo đạc lặp đi lặp lại sẽ cung cấp dữ liệu về sự ổn định và độ nhất quán của thiết bị trong các điều kiện không đổi, giúp phát hiện và loại trừ các sai số ngẫu nhiên. Qua các lần đo, nếu kết quả không đổi và sai số nằm trong giới hạn chấp nhận được, ta có thể kết luận rằng thiết bị đáng tin cậy. Từ đó xác thực được độ tin cậy của các kết quả sau này.

Các bước thực hiện:

Chuẩn bị thiết bị: Kiểm tra và chuẩn bị thiết bị đo lường.



Xác định điểm cần đo: Chọn một điểm cố định trên hệ thống điện ba pha để thực hiện các phép đo. Ở đây em lựa chọn ổ điện ở trong hộ tiêu thụ để tiến hành đo trực tiếp.



Tiến hành đo lường: Thực hiện việc đo đạc trong vòng 5 phút mỗi một mẫu thử. Làm liên tục trong 10 mẫu.

Ghi lại quá trình đo và lấy dữ liệu: Ghi lại tất cả dữ liệu thu được.

Phân tích dữ liệu đã thu và đưa ra kết luận.

Kết quả thu được:

```
REF data: [1717300473] 118 184 251 - ABC
1717300473, 118, 14, -104, B
REF data: [1717300474] 144 210 277 - ABC
1717300474, 144, 39, -105, B
REF data: [1717300475] 168 234 301 - ABC
1717300475, 168, 64, -104, B
REF data: [1717300476] 193 259 326 - ABC
1717300476, 193, 88, -105, B
```

Hình 4. 3 Một vài dữ liệu thô thu được từ 1 lần đo

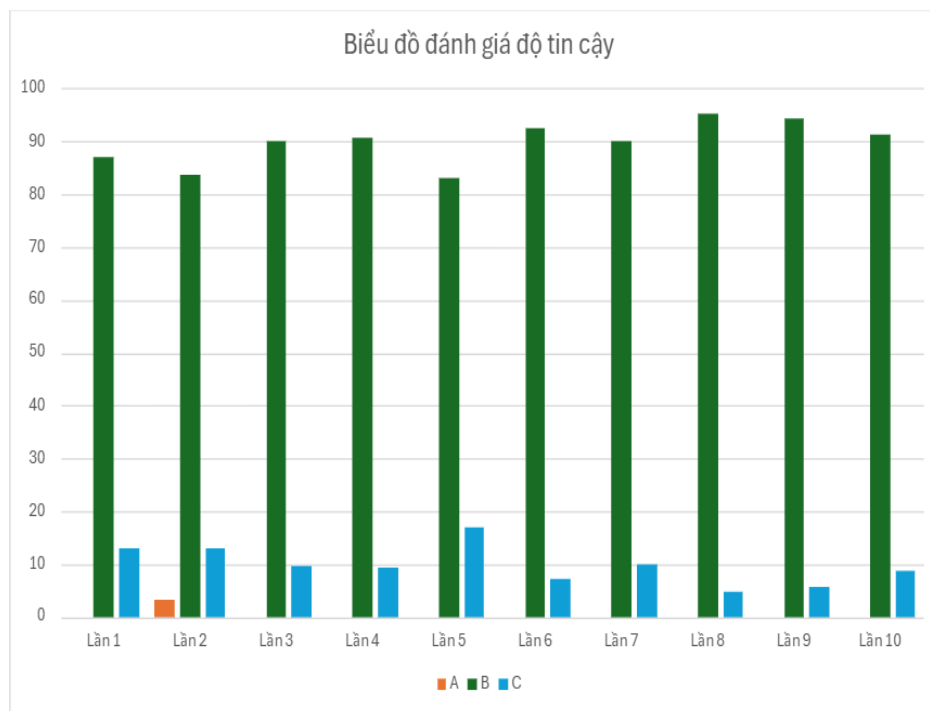
Giải thích cụ thể về 1 mẫu thu thập như sau:

```
REF data: [1717300473] 118 184 251 - ABC
1717300473, 118, 14, -104, B
```

Với dòng đầu là thông tin được gửi từ thiết bị tham chiếu, với lần lượt là các thông tin về Timestamp, phaseA, phaseB, phaseC, thứ tự mẫu. Và dòng thứ 2 là

thông tin được gửi từ thiết bị đo với các thông số tương tự, và có thêm 1 phase thiết bị xác định được ở cuối dòng. Mẫu trên chỉ ra rằng thiết bị đo đang được cắm vào phase B ở thời điểm timestamp là 1717300473.

Qua các lần đo lường lặp lại tại cùng một điểm và tổng hợp lại các dữ liệu từ mỗi lần đo, kết quả cho thấy thiết bị có độ nhất quán cao. Các giá trị đo đặc hầu như không thay đổi và sai số nằm trong giới hạn chấp nhận được.



Hình 4. 4 Bảng đánh giá độ tin cậy qua các lần đo

Với trục Y là tỉ lệ (đơn vị %), trục X là lần đo kiểm.

Biểu đồ kết quả cho thấy tất cả các lần đo đều chỉ ra pha hiện tại đang là B, khẳng định độ tin cậy và tính chính xác của thiết bị lên tới 100%.

➤ **Với kịch bản 2, thiết bị đo trên cùng một đường dây tại hai điểm khác nhau**

Mục đích:

Mục đích của thử nghiệm này là để đánh giá độ chính xác và tính nhất quán của thiết bị xác định pha khi đo lường tại các điểm khác nhau trên cùng một đường dây trong hệ thống điện ba pha. Bằng cách thực hiện các phép đo tại nhiều vị trí khác nhau dọc theo cùng một đường dây, chúng ta có thể kiểm tra xem thiết bị có thể duy trì độ chính xác và ổn định trong điều kiện thay đổi vị trí đo.

Việc đo lường tại các điểm khác nhau sẽ giúp phát hiện xem liệu có sự biến đổi pha hoặc sai số nào xuất hiện khi thay đổi vị trí đo hay không. Điều này rất quan

trọng vì nó giúp xác định xem thiết bị có thể hoạt động chính xác trong các ứng dụng thực tế, nơi mà việc đo lường tại nhiều vị trí khác nhau là cần thiết.

Các bước thực hiện:

Chuẩn bị thiết bị



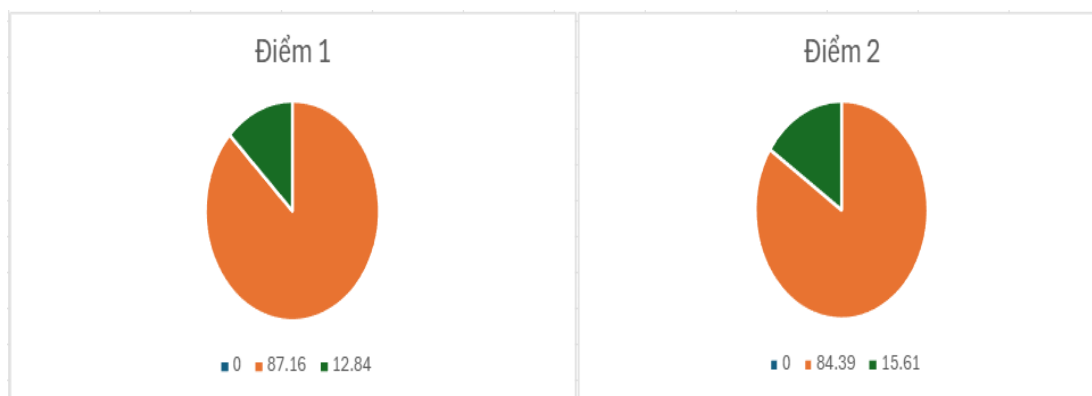
Xác định hai đầu điểm cần đo: Đảm bảo rằng hai điểm đó chắc chắn thuộc cùng một đường dây. Ở đây em lấy 2 điểm bất kì tại nhà làm mẫu. Với điểm đầu là ngay tại mẫu kịch bản 1, điểm 2 là ở bên một phòng khác.



Tiến hành đo: Thực hiện đo ở mỗi điểm khoảng 5 lần. So sánh hai kết quả với nhau. Kịch bản sẽ được kiểm chứng nếu kết quả ở 2 đầu ra giống nhau.

Ghi lại quá trình đo và kết quả đo: Lưu lại dữ liệu để thuận tiện cho việc đánh giá.

Kết quả thu được



Hình 4. 5 Thông số so sánh giữa 2 điểm

Giải thích: Với số liệu được liệt kê bên trên. Với điểm 1, khả năng tại đó là pha B chiếm tới 87% trên tổng dữ liệu thu thập được tại 5 lần đo. Tương tự, đó là 84% với điểm 2. Qua đó cho thấy được thực sự đã trùng khớp về kết quả để xác định chính xác 2 điểm trên 1 đường dây là trùng pha với nhau.

Với kịch bản 3, thiết bị đo tại tủ điện 3 pha

Mục đích:

Mục đích của thử nghiệm này là để đánh giá khả năng xác định pha của thiết bị khi thực hiện đo lường ngay dưới tủ điện ba pha với ba dây khác nhau. Thử nghiệm này nhằm kiểm tra tính chính xác và độ tin cậy của thiết bị khi xác định các pha riêng biệt trong một hệ thống điện phức tạp.

Việc đo lường tại các dây khác nhau ngay dưới tủ điện sẽ giúp kiểm tra xem thiết bị có thể phát hiện và phân biệt chính xác các pha (L1, L2, L3) trong hệ thống điện ba pha hay không. Điều này rất quan trọng để đảm bảo thiết bị có thể sử dụng hiệu quả trong điều kiện môi trường thực tế.

Các bước thực hiện:

Chuẩn Bị Thiết Bị: Kiểm tra và chuẩn bị thiết bị đo lường để đảm bảo hoạt động đúng cách.

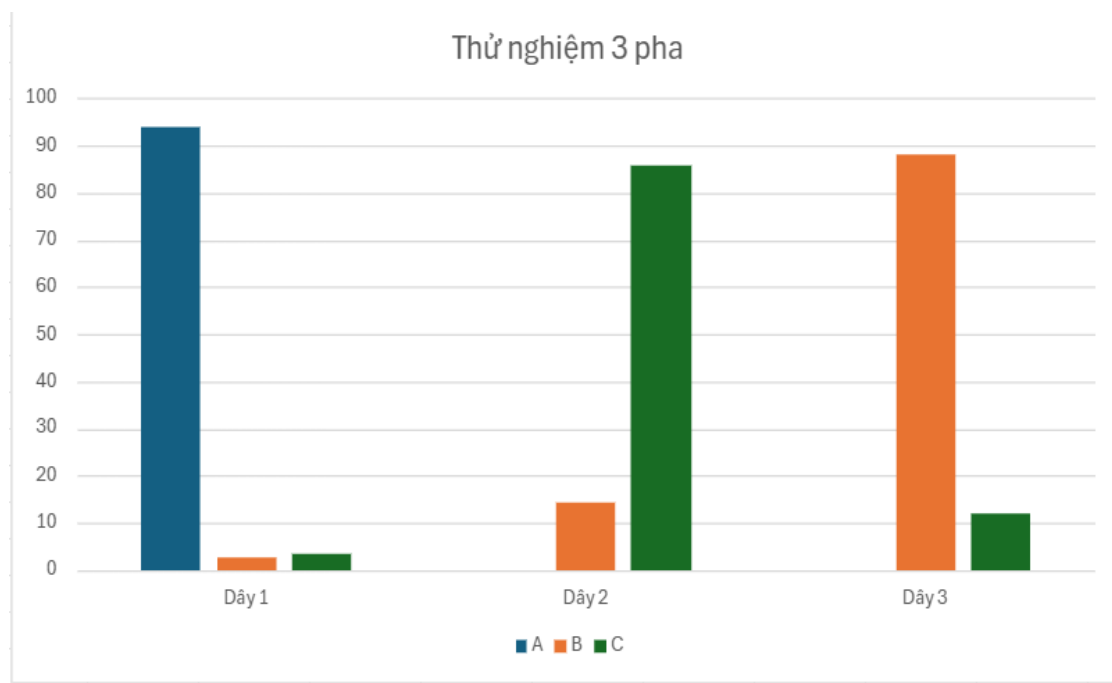
Xác Định Các Dây Đo: Chọn ba dây khác nhau (L1, L2, L3) ngay dưới tủ điện ba pha để chuẩn bị cho việc đo đạc.

Tiến Hành Đo Lường: Thực hiện việc đo đạc tại từng dây đã chọn. Mỗi dây sẽ được tiến hành trong một khoảng thời gian xác định là 10 phút.

Ghi Lại Quá Trình Đo và Thu Thập Dữ Liệu: Ghi lại tất cả các kết quả đo lường, bao gồm thời gian và giá trị thu về tại mỗi dây.

Phân Tích Dữ Liệu: Phân tích các dữ liệu thu thập được để đánh giá độ chính xác và khả năng phân biệt các pha của thiết bị.

Kết quả thu được

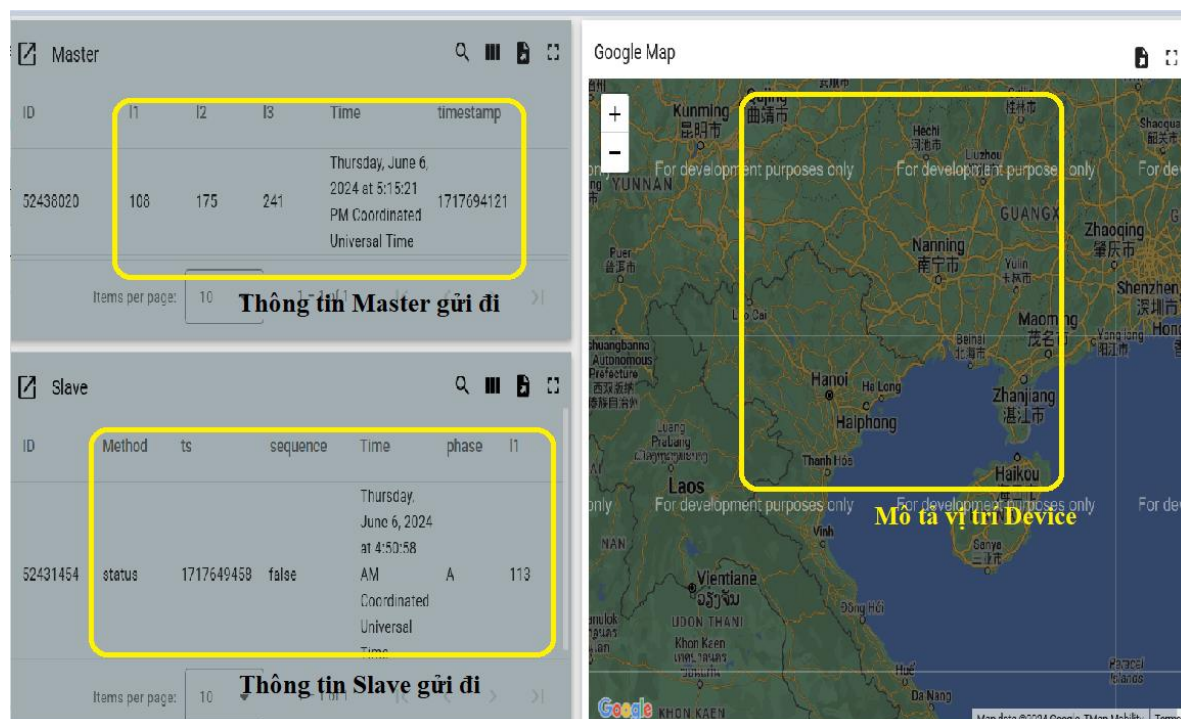


Hình 4. 6 Thông số đo trên cả 3 đường dây

Nhìn vào biểu đồ trên, dữ liệu từ các lần đo lường tại các dây khác nhau dưới tải điện ba pha cho thấy thiết bị có thể phân biệt các pha một cách chính xác và ổn định. Sự nhất quán trong các kết quả đo lường khẳng định rằng thiết bị hoạt động chính xác dưới các điều kiện đo khác nhau. Điều này giúp xác định rằng thiết bị có thể sử dụng để cung cấp dữ liệu chính xác trong các ứng dụng ngoài thực tế.

4.2.2 Giao diện quản lý trên Dashboard

Giao diện theo dõi thiết bị như **Error! Reference source not found..** Tại đây người quản lý có thể theo dõi được thông tin của các thiết bị hiện có.



Hình 4. 7 Giao diện hiển thị

Giao diện quản theo dõi thiết bị bao gồm 3 phần chính như trong hình. Gồm thông tin về dữ liệu được gửi từ cả thiết bị Master và các thiết bị Slave, vị trí thiết bị Slave.

4.3 Kết luận chương

Ở CHƯƠNG 4, đề án đã đưa ra những kết quả đạt được, những kịch bản thử nghiệm và kết quả của những thử nghiệm đó. Tiếp theo là phần cuối của đề án, em sẽ trình bày tổng kết những kết quả cũng như hạn chế trong đề án, đồng thời đưa ra những phương hướng phát triển trong tương lai.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Kết luận

Sau quá trình tìm hiểu, xây dựng và thiết kế hệ thống, đề tài đã có những kết quả cụ thể như sau:

- Thiết kế thành công thiết bị: Bao gồm mạch nguyên lí, board mạch in và phần vỏ hộp.
- Lập trình phần mềm cho thiết bị đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đưa ra từ hệ thống.
- Thiết bị hoạt động đáp ứng được yêu cầu đề ra. Đủ điều kiện mang đi thực nghiệm.

Tuy nhiên do thời gian nghiên cứu và thiết kế chưa đủ, thiết bị của em vẫn còn một vài hạn chế như sau:

- Phần thiết kế vỏ hộp còn hạn chế.
- Chức năng lưu và truyền dữ liệu khi kết nối không ổn định chưa phát triển xong.
- Chức năng cập nhật phần mềm từ xa OTA chưa phát triển xong.

Hướng phát triển trong tương lai

- Hoàn thành chức năng cập nhật từ OTA.
- Phát triển tiếp sản phẩm theo hướng có thể tự động cân bằng tải.
- Thiết kế tối ưu lại kích thước sản phẩm.

Đường dẫn tới thư mục dự án

[https://Kyubibi0323/Bachelor_Project\(github.com\)](https://Kyubibi0323/Bachelor_Project(github.com))

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ST, Reference manual STM32F103xx and advanced Arm®-based 32-bit MCUs, RM0008 Rev 21, 2021.**
- [2] MQTT Integration | ThingsBoard Professional Edition**
- [3] A76XX Series_GNSS_Application Note_V1.02**
- [4] SIMCOM, SIM672_Hardware Design_V1.10, 2020.**
- [5] QUECTEL, L70_Hardware Design_V2.0, 2013.**
- [6] A7672X (simcom.com)**
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System**
- [8] A76xx_Series_APIs_Programming_User_Guide_V1.00.16**
- [9] SIMCOM, SIM7672 Series_AT Command Manual_V1.12, 2020.**
- [10] A7672X_Secondary_Development_Hardware_Design_Manual_V16783**
- [11] A7600_Series_MQTT(S)_Application_Note_V1.00**