**QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN ĐỀ TÀI**

**LÊ HƯNG THINH**

**MSSV: 20200346**

**MỤC LỤC**

[**CHƯƠNG 1: LÊN Ý TƯỞNG VÀ TRAO ĐỔI VỚI THẦY HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI** 3](#_Toc172543106)

[**1.1** **Đặt vấn đề và lý do chọn đề tài** 3](#_Toc172543107)

[**1.2** **Khái niệm, các sản phẩm hiện tại và điểm mới của đề tài** 3](#_Toc172543108)

[**1.3** **Xây dựng đề tài** 4](#_Toc172543109)

[1.4 Nhận xét về đề tài và yêu cầu phát triển đề tài của Thầy 5](#_Toc172543110)

[**CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ SƠ ĐỒ KHỐI TRÌNH BÀY TỔNG QUÁT VỀ CÁC THÀNH PHẦN** 6](#_Toc172543111)

[**2.1 Sơ đồ khối** 6](#_Toc172543112)

[**2.2 Trình bày các thành phần được giới thiệu trong sơ đồ khối** 6](#_Toc172543113)

[**CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ NGUYÊN LÝ BOARD MẠCH SỬ DỤNG KICAD** 8](#_Toc172543114)

[**3.1 Về kiến thức** 8](#_Toc172543115)

[**3.2 Về kỹ năng** 8](#_Toc172543116)

[**3.3 Về thái độ** 8](#_Toc172543117)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 9](#_Toc172543118)

# **CHƯƠNG 1: LÊN Ý TƯỞNG VÀ TRAO ĐỔI VỚI THẦY HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI**

## **Đặt vấn đề và lý do chọn đề tài**

1. **Đặt vấn đề**

Trong bối cảnh biến đổi khi hậu toàn cầu và sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan, việc giám sát và cảnh báo thời tiết chính xác trở nên vô cùng quan trong. Các hiện tượng như bão, lũ lụt, hạn hán và mưa lớn đang ngày trở nên phổ biến, ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân.

1. **Lý do chọn đề tài**

Biến đổi khí hậu:Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề từ biến đổi khí hậu. Việc giám sát và đưa ra báo cáo về thời tiết chính xác là rất cần thiết để người dân và các cơ quan chức năng có thể đưa ra các biện pháp ứng phó kịp thời nhất.

## **Khái niệm, các sản phẩm hiện tại và điểm mới của đề tài**

1. **Các khái niệm**

**Công Nghệ NB-IoT:** Mạng NB-IoT (Narrowband Internet of Things) là một công nghệ truyền thông không dây mới với các ưu điểm sau:

* **Phạm Vi Phủ Sóng Rộng:** Thích hợp cho các khu vực nông thôn và vùng sâu vùng xa.
* **Tiêu Thụ Năng Lượng Thấp:** Tiết kiệm năng lượng, cho phép các cảm biến hoạt động lâu dài mà không cần thay pin thường xuyên.
* **Chi Phí Thấp:** Có chi phí triển khai và vận hành thấp, phù hợp với các ứng dụng IoT quy mô lớn.

**Khả Năng Kết Nối Cao:** Có khả năng kết nối với số lượng lớn các thiết bị, đảm bảo độ tin cậy của hệ thống.

**Giá trị thời tiết**: Các giá trị về nhiệt độ, độ ẩm, hướng gió, tốc độ gió, lượng mưa, mật độ bụi, áp suất,.. đại diện cho thời tiết .Với những trạm thời tiết có chi phí cao thì có nhiều thông số chi tiết hơn.

1. **Các sản phẩm hiện tại**

Trên thị trường hiện tại có các trạm thời tiết như trạm thời tiết Davis Instruments Vantage Pro2, trạm Thời Tiết LoRaWAN của Bosch, trạm Thời Tiết SODAQ. Đặc điểm chung là cung cấp đầy đủ tính năng giám sát thời tiết đến người dùng thông qua nhiều loại giao tiếp truyền thông khác nhau và sử dụng cảm biến có độ nhạy cao. Tuy nhiên, chi phí cao nên khó tiếp cận đến người dân.

1. **Điểm mới của đề tài**

**Sử Dụng Công Nghệ NB-IoT:** Tận dụng các ưu điểm của NB-IoT là một giải pháp tốt so với các sản phẩm có trên thị trường.

**Tích Hợp Với Nền Tảng Thingsboard:**

* Giám Sát Thời Gian Thực: Dữ liệu thời tiết được truyền trực tiếp và theo thời gian thực đến nền tảng Thingsboard, giúp người dùng dễ dàng quan sát và phân tích dữ liệu từ xa thông qua máy tính hoặc laptop.
* Khả Năng Phân Tích Dữ Liệu: Thingsboard cung cấp các công cụ phân tích dữ liệu mạnh mẽ, người dùng không chỉ giám sát mà còn thực hiện các phân tích chuyên sâu về dữ liệu thời tiết.

## **Xây dựng đề tài**

1. **Tổng quan vấn đề**

Đề tài “Thiết kế trạm giám sát thời tiết sử dụng công nghệ NB-IoT” là đề tài có khuynh hướng phát triển ứng dụng, tuy là sản phẩm mẫu và chạy thực tế (tuy nhiên vẫn còn hạn chế vì chất liệu cũng như chi phí vật liệu) nhưng thiết bị vẫn đầy đủ các tính năng đặt ra. Với việc sóng NB-IoT ngày càng phổ biến ở các khu vực như các thành phố lớn Hà Nội, Hồ Chí Minh thì nó dễ dàng được lắp đặt và thực nghiệm trong tương lai.

1. **Đối tượng và phạm vi thực hiện**

**Mạng NB-IoT:** Các tính năng đặc trưng như tiết kiệm năng lượng, kết nối mạng, GPS, v..

**Quan Trắc Các Chỉ Số:** Mức độ bụi, độ ẩm, nhiệt độ, cường độ mưa, tốc độ gió, hướng gió, áp suất.

**Khu Vực Quan Trắc:** Trường học, bệnh viện, chợ, các khu vực có thể gắn được thiết bị để thử nghiệm.

1. **Nội dung thực hiện**

**Lý thuyết** :Mạng NB-IoT, nguyên lý các cảm biến, giao thức truyển thông, v.v.

**Mô hình**:

* Tính toán thiết kế.
* Thiết kế PCB trên phần mềm KiCad, hàn lắp board mạch.
* Xây dựng server: Sử dụng Thingsboard, một server IoT miễn phí.
* Lập trình thiết bị hoạt động với các tính năng: Đọc các thông số môi trường từ cảm biến; giao tiếp module NB, kết nối server, truyền dữ liệu.
* Đo năng lượng của thiết bị khi hoạt động để chứng minh giải pháp.

1. **Dự kiến kết quả**

Giá trị thời tiết được hiển thị trực quan trên thingsboard.

Cứ 5 phút dữ liệu được đưa lên server một cách chính xác về mặt thời gian.

1. **Báo cáo kết quả**

Mô hình sản phẩm.

Báo cáo kết quả thực nghiệm sản phẩm.

## Nhận xét về đề tài và yêu cầu phát triển đề tài của Thầy

-Đề tài đáp ứng yêu cầu của một đề tài về IoT thuần tuý (giải pháp tiết kiệm năng lượng)

-Kết hợp sử dụng Machine Learning để dự báo thời tiết dự trên dữ liệu đã thu thập

-Cảnh báo đến người dùng khi.

# **CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ SƠ ĐỒ KHỐI TRÌNH BÀY TỔNG QUÁT VỀ CÁC THÀNH PHẦN**

## A diagram of a flowchart Description automatically generated**2.1 Sơ đồ khối**

## **2.2 Trình bày các thành phần được giới thiệu trong sơ đồ khối**

1. Nguồn cung cấp

-USB-Type C (5V): Cung cấp nguồn từ cổng USB.

-Solar Panel (12V-3W): Tấm pin năng lượng mặt trời cung cấp điện khi có ánh sáng mặt trời.

-Charger Circuit (MCP73871): Mạch sạc quản lý quá trình sạc pin và chuyển đổi năng lượng từ USB hoặc tấm pin mặt trời vào pin Li-Ion 3.7V (2x 3.4Ah).Tính năng quan trọng của mạch sạc là chia sẻ tải nghĩa là trong quá trình sạc từ nguồn vào

-Pin Li-Ion (3.7V, 2x 3.4Ah): Lưu trữ năng lượng để cung cấp cho hệ thống khi cần thiết.

1. Mạch chuyển đổi điện áp

-Buck Circuit (MT1470): Chuyển đổi điện áp từ tấm pin mặt trời xuống 5V để sử dụng cho hệ thống.

-Buck-Boost Circuit (TPS63070): Linh hoạt ở hai chế độ buck và boost khi mức điện áp đầu vào không phù hợp để có được điện áp đầu ra là 3.7V mức điện áp chuẩn để module NB hoạtd động.

-Boost Circuit (MT3608L): Với điện áp chuẩn để sử dụng được cảm biến bụi GY2P1010AUOF là 5V thì cần thiết kế mạch boost để boost nguồn của vi điều khiển tử 3.3V lên 5V để phù hợp với điện áp đầu vào của cảm biến bụi

-LDO Circuit (TCR3UF33A): Với vi điều khiển có độ nhạy cao thì sử dụng mạch hạ áp tuyến tính hay còn gọi là LDO là một giải pháp hợp lý vì mức sụt ảp của khi dùng mạch LDO là rất thấp cùng với đó là tiết kiệm linh kiện bảo vệ cũng như là có thiết kế đơn giản hơn so với các mạch khác. Ở đây ta sử dụng mạch LDO để hạ áp từ nguồn vào 5V về 3.3V.

1. Vi điều khiển (MCU - PIC32MM0256GPM048)

-Chịu trách nhiệm quản lý và điều khiển toàn bộ hệ thống.

Thu thập dữ liệu từ các cảm biến và truyền dữ liệu đến server thông qua module NB-IoT.

1. Module NB-IoT (ME310G1)

-Module truyền thông NB-IoT kết nối với mạng di động để truyền dữ liệu thu thập được lên server.

-Sử dụng GPS và cell module để định vị và truyền dữ liệu.

1. Các cảm biến

-Cảm biến mưa (Rainfall Sensors): Sử dụng công tắc reed để đo lượng mưa.

-Cảm biến bụi (Dust Sensors - GP2Y1010AU0F): Đo chỉ số bụi.

-Cảm biến tốc độ gió (Wind Speed Sensors): Sử dụng công tắc reed để đo tốc độ gió.

-Cảm biến hướng gió (Wind Direction Sensors - AS5600): Đo hướng gió bằng cảm biến từ tính.

-Cảm biến áp suất (Pressure Sensors - DPS368): Đo áp suất không khí.

Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm (Temperature & Humidity Sensors - SHT40-AD1B-R3): Đo nhiệt độ và độ ẩm không khí.

1. Các kết nối

-UART: Giao tiếp giữa MCU và module NB-IoT.

-SPI: Kết nối giữa MCU và bộ nhớ flash.

-I2C: Giao tiếp giữa MCU và các cảm biến.

1. Bộ nhớ flash (SST25VF016B)

-Lưu trữ dữ liệu tạm thời trước khi truyền lên server.

1. Các nút nhấn và đèn LED

-Nút nhấn và LED: Sử dụng để điều khiển và hiển thị trạng thái hoạt động của hệ thống.

# **CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ NGUYÊN LÝ BOARD MẠCH SỬ DỤNG KICAD**

## **3.1 Cơ sở lý thuyết**

## Mạch buck-boost:

**Khái niệm**:

* Mạch Buck: Mạch buck, hay còn gọi là bộ chuyển đổi giảm áp, là một loại mạch chuyển DC-DC được sử dụng để giảm điện áp đầu vào xuống một mức điện đầu ra thấp hơn. Mạch buck thường được sử dụng trong các ứng dụng như nguồn cho vi điều khiển, hệ thống điện tử công suất, và các thiết bị di động.
* Mạch Boost: Mạch boost là bộ chuyển đổi DC-DC giúp tăng điện áp đầu vào lên một mức điện áp ra cao hơn. Đây là mạch thường được sử dụng trong các ứng dụng như đèn LED, hệ thống năng lượng mặt trời, và các thiết bị di động cần cao hơn điên áp cung cấp ban đầu.

**Nguyên lý hoạt động:**

Mạch buck:

* Mạch buck hoạt động theo cơ chế băm xung (PWM) bằng cách đóng ngắt liên tục của Mosfet.
* Khi Mosfet đóng, dòng điện chạy qua cuộn cảm và tích luỹ năng lượng.
* Khi Mosfet ngắt, năng lượng tích luỹ trong cuộn cảm được giải phóng qua diode và cung cấp cho tải.
* Do sự đóng ngắt liên tục, mạch này tạo ra sóng vuông gây nhiễu, nên cần tụ và điện trở phân áp giảm nhiễu.

1. Mạch giảm áp tuyến tính (LDO)

Mạch LDO (Low Dropout Regulator) là một loại bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính (linear voltage regulator) được thiết kế để hoạt động với hiệu điện thế giữa đầu vào và đầu ra rất thấp. Điều này giúp LDO rất hiệu quả trong việc cung cấp điện áp ổn định từ một nguồn điện áp đầu vào chỉ cao hơn một chút so với điện áp đầu ra. Một lý do mạch LDO được sử dụng phổ biến đặc biệt là các thiết bị nhạy như vi điều khiển đó là điên áp đầu ra của mạch LDO sụt áp rất thấp so với các mạch hạ áp khác, điều này an toàn và tiết kiệm chi phí khi thiết kế mạch LDO không cần những thiết kế bảo vệ đi kèm.

Nguyên lý hoạt động

* LDO hoạt động dựa trên nguyên tắc điều chỉnh điện áp đầu ra bằng cách thay đổi độ dẫn của một transistor hoạt động ở chế độ tuyến tính.
* Điện áp đầu vào (V\_in) được cấp vào qua một transistor điều khiển, thường là một MOSFET hoặc BJT, và điện áp đầu ra (V\_out) được điều khiển thông qua một mạch hồi tiếp (feedback circuit)

**a)Thiết kế mạch buck sử dụng IC MT1470 cho nguồn vào pin mặt trời (12V-3W)**

**Tìm hiểu IC MT1470**

IC MT1470 là một bộ chuyển đổi DC-DC giảm áp (Buck Converter) đồng bộ, có khả năng cung cấp dòng đầu ra lên đến 2A với tần số chuyển đổi 500kHz.Các chân và giải thích ý nghĩa.

**GND (Chân 1)**:

* Chân nối đất (Ground) của IC.

**SW (Chân 2)**:

* Chân chuyển mạch (Switching Pin).
* Kết nối với cuộn cảm và diode để thực hiện quá trình chuyển đổi điện áp.

**VIN (Chân 3)**:

* Chân nhận điện áp đầu vào (Power Supply Pin).
* Điện áp đầu vào trong khoảng từ 4.5V đến 21V.

**FB (Chân 4)**:

* Chân hồi tiếp điện áp (Feedback Pin).
* Kết nối với mạch phân áp để điều chỉnh điện áp đầu ra.

**EN (Chân 5)**:

* Chân kích hoạt (Enable Pin).
* Khi được kéo lên mức logic cao, IC sẽ được kích hoạt. Khi kéo xuống mức logic thấp, IC sẽ tắt và chuyển sang chế độ tiêu thụ điện năng thấp.
* Có thể kết nối EN với VIN thông qua một điện trở 200kΩ để tự động khởi động.

**BS (Chân 6)**:

* Chân bootstrap (Bootstrap Pin).
* Một tụ điện kết nối giữa chân SW và BS là cần thiết để tạo nguồn cung cấp nổi cho bộ điều khiển công tắc phía cao.

**Thiết kế mạch buck sử dụng IC MT1470**

A diagram of a circuit

Description automatically generated

**Nguyên lý hoạt động**

Với nguồn đầu vào pin mặt trời 12V-3W được nối vào chân IN của IC MT1470 ( kết hợp sử dụng tụ lọc để lọc nhiễu). Điện áp ở ngõ ra sử dụng IC MT1470 sẽ được điều chỉnh hạ áp bằng cách tính toán giá trị điện trở phân áp và cuộn cảm phù hợp.Diode Schottky được sử dụng trong mạch với mục đích bảo vệ mạch khỏi các xung dòng điện ngược, giảm tổn hao năng lương và tăng hiệu suất của mạch, các tụ lọc ngoài mục đích lọc nhiễu tần số cao còn ổn định điện áp đầu ra.

**Tính toán giá trị điện trở phân áp (R11,R12) ngõ ra phù hợp với mạch buck**

**Công thức**

**Trong đó**

: Hồi tiếp điện áp của IC MT1470, thường là 0.8V

: Điện trở trên, trong trường hợp này lựa chọn R11 (53.6K)

: Điện trở dưới, trong trường hợp này lựa chọn R12 (10K)

Áp dụng giá trị vào công thức

Điện áp đầu ra là khoảng 5V, phù hợp với yêu cầu.

**Tính toán giá trị cuộn cảm cho mạch buck**

**Công thức**

**Trong đó :**

* L là giá trị cuộn cảm (Henny)
* là điện áp đầu vào (Volts)
* là điện áp đầu ra (Volts)
* là độ biến thiên dòng điện qua cuộn cảm (Amperes) .Thông thường ,giá trị này được lựa chọn khoảng 20% đến 40% dòng tải đầu ra .
* là tần số chuyển đổi của mạch (Hertz)

**Xác định các thông số mạch:**

* là điện áp đầu vào từ tấm pin mặt trời (12V)
* là điện áp đầu ra mong muốn ()
* Dòng tải đầu ra tối đa (2A)
* Tần số chuyển đổi của mạch (500kHz)

**Chọn giá trị**

Độ dao động dòng điện qua cuộn cảm thường được chọn 20% đến 40% dòng tải đầu ra .

Nếu chọn là 30% của thì

Tính giá trị cuộn cảm

Kết quả:

Kết quả tính toán là giá trị cuộn cảm khoảng vì vậy sử dụng cuộn cảm có giá trị hoàn toàn hợp lý cho thiết kế mạch buck.

**b)Thiết kế mạch sạc sử dụng IC MCP73871 để quản lý quá trình sạc pin Li-Ion từ**

**nguồn vào 5V**

**Tìm hiểu IC sạc IC MCP73871**

-IC MCP73871 là một bộ điều khiển sạc tích hợp dành cho pin Li-Ion/Li-Polymer với các tính năng bảo vệ và quản lý sạc pin. Nó hỗ trợ chia sẻ tải hệ thống và quản lý sạc pin từ nguồn cấp như USB.

-Các chân và giải thích ý nghĩa như sau:

IN (Chân 18,19):

Nhận điện áp đầu vào từ nguồn cấp (cổng USB hoặc Pin năng lượng mặt trời)

OUT (Chân 1,20):

Kết nối với pin Li-Ion để sạc và cung cấp điện áp cho hệ thống.

PROG1, PROG2, PROG3 (Chân 10, 12, 13):  
 Cấu hình dòng sạc và điện áp sạc.

START1 và START2 (Chân 6,7):

Cung cấp thông tin về trạng thái sạc (đang pin, pin yếu).

THERM (Chân 5):

Giám sát nhiệt độ pin để đảm bảo an toàn khi sạc.

VSS (Chân 10,11):

Nối đất (GND).

EP (Chân 21):

Nối đất thêm, cải thiện tản nhiệt.

CE (Chân 17):

Chân kích hoạt IC.

PG (Chân 6):

Chân báo trạng thái nguồn vào tốt.

**A diagram of a circuit board

Description automatically generated**Thiết kế mạch sạc sử dụng IC MCP73871

**Nguyên lý hoạt động**

Mạch sẽ hoạt động theo các bước sau:

- Khi có nguồn vào (USB hoặc pin mặt trời với mức điện áp 5V), MCP73871 sẽ bắt đầu quá trình sạc (sử dụng kết hợp các tụ lọc ở đầu vào để ổn áp và lọc nhiễu). Kết hợp với cầu chì tự phục hồi bảo vệ mạch khởi hiện tượng quá dòng, khi dòng cao vượt ngưỡng cầu chì sẽ ngắt và tự phục hồi khi dòng điện trở lại bình thường.Tiếp theo sử dụng Ideal Diode nhưng là một phương thức an toàn khi nó ngăn hiện tượng ngược dòng từ pin chạy ngược về nguồn vào, điều này gay hư hỏng tới hệ thống cũng như là nối nhầm cực đầu vào.

- Quá trình sạc: MCP73871 sử dụng chế độ sạc dòng không đổi (CC) cho đến khi điện áp pin đạt đến mức quy định sau đó nó chuyển sang chế độ sạc điện áp không đổi (CV) cho đến khi pin được đầy.

- Giám sát trạng thái và bảo vệ: MCP73871 giám sát liên tục điện áp, dòng điện, và nhiệt độ để đảm bảo quá trình sạc an toàn và hiệu quả. Khi pin được sạc đầy hoặc yếu, IC sẽ cung cấp thông tin trạng thái qua các chân STAT1 và STAT2.

- Tự động nạp lại: Khi điện áp pin giảm xuống dưới ngưỡng tái nạp, MCP73871 sẽ tự động bắt đầu chu kỳ sạc mới để đảm bảo pin luôn được duy trì ở trạng thái sạc đầy.

**Kết luận về nguyên lý hoạt động**

-Khi có nguồn vào 5V (từ USB hoặc nguồn pin năng lượng mặt trời):

* MCP73871 sạc pin Li-Ion và đồng thời cung cấp điện cho tải hệ thống.
* Khi pin đầy, nguồn đầu vào vẫn cung cấp điện cho tải nhờ tính năng chia sẽ tải hệ thống.

-Không có điện áp đầu vào (trời tối pin mặt trời không hoạt động hoặc USB không kết nối):

* MCP73871 tự động chuyển sang sử dụng pin Li-Ion để cung cấp điện cho tải hệ thống.

- Quản lý và chia sẻ tải:

* MCP73871 đảm bảo không có xung đột giữa nguồn đầu vào và pin Li-Ion bằng cách quản lý chia sẻ hệ thống và giám sát liên tục.

**c) Thiết kế mạch buck-boost phù hợp với điện áp hoạt động của module NB**

**Tìm hiểu IC** **TPS63070**

IC TPS63070 là một bộ chuyển đổi DC-DC buck-boost hiệu suất cao, dòng tiêu thụ thấp, phù hợp cho những ứng dụng mà điện đầu vào có thể cao hơn hoặc thấp hơn điện áp đầu ra. Bộ chuyển đổi này có thể cung cấp dòng ra lên đến 2A ở chế độ buck và chế độ boost.

Các chân của IC TPS63070 và chức năng:

VIN (Chân 12,13):

Chân nhận điện áp đầu vào từ 2.0V đến 16V

VOUT (Chân 7,8):

Chân cung cấp điện áp đầu ra từ 2.5V đến 9V sau khi chuyển đổi.

EN (Chân 4):

Chân kích hoạt, bật hoặc tắt mạch chuyển đổi. Kéo cao để bật IC, kéo thấp để tắt IC.

PS/SYNC (Chân 1)

Chân chọn chế độ hoạt động và đồng bộ hóa. Kéo thấp để ép buộc chế độ PWM, kéo cao để sử dụng chế độ tiết kiệm năng lượng PFM/PWM.

PG (Chân 2):

Chân báo nguồn tốt, chỉ ra rằng điện áp đầu ra đã đạt giá trị nhất định.

GND (Chân 4):

Chân nối đất cho mạch logic và điều khiển.

PGND (Chân 10):

Chân nối đất cho phần nguồn.

VAUX (Chân 3):

Chân kết nối tụ điện cho bộ điều chỉnh điện áp nội bộ.

VSEL (Chân 15):

Chân chọn điện áp đầu ra, cho phép thay đổi giữa hai giá trị điện áp đầu ra

FB (Chân 4):

Chân hồi tiếp điện áp (Feedback Pin).

Kết nối với mạch phân áp để điều chỉnh điện áp đầu ra.

FB2 (Chân 6):

Chân phản hồi thứ hai, cho phép thay đổi tỷ lệ phân áp khi sử dụng chân VSEL.

**Thiết kế mạch sử dụng IC TPS63070**

A diagram of a circuit board

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động: Vì điện áp hoạt động của Module NB là 3.7V nên ta cần sử dụng IC TPS63070 nhằm tận dụng tối đa 2 chế độ của IC với 2 trường hợp. Ở trường hợp nguồn vào có mức điện áp 5V thì chế độ buck sẽ bắt đầu hoạt động nhằm đảm bảo nguồn ra có điện áp 3.7V. Ở trường hợp nguồn vào có điện áp thấp hơn 3.7V (mạch sử dụng pin và pin lúc này yếu hoặc không ổn đinh) thì chế độ boost hoạt động và đưa ra nguồn có điện áp 3.7V phù hợp để module NB hoạt động. Cùng với đó IC còn có các tụ lọc ở nguồn vào và nguồn ra của IC nhằm đảm bảo lọc nhiễu và điện trở phân áp và cuộn cảm phù hợp để cho mạch buck-boost hoạt động chính sát và có đầu ra phù hợp với mức điện áp 3.7V.

**Tính toán giá trị điện trở phân áp (R8,R9) ngõ ra phù hợp với mạch Buck-Boost(TPS63070)**

**Công thức**

**Trong đó**

: Hồi tiếp điện áp của IC TPS63070, thường là 0.8V

: Điện trở trên, trong trường hợp này lựa chọn là R8 (36k)

: Điện trở dưới, trong trường hợp này lựa chọn là R9 (10k)

Áp dụng giá trị vào công thức

Điện áp đầu ra là khoảng 3.7V, phù hợp với yêu cầu đặt ra mức.

Lựa chọn giá trị cuộn cảm

Theo tài liệu thiết kế của TPS63070 khuyến cáo giá trị cuộn cảm thường 2.2uH để đạt hiệu suất tốt nhất.

Mạch hạ áp sử dụng LDO.

Cơ sở lý thuyết

Mạch LDO (Low Dropout Regulator) là một loại bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính (linear voltage regulator) được thiết kế để hoạt động với hiệu điện thế giữa đầu vào và đầu ra rất thấp. Điều này giúp LDO rất hiệu quả trong việc cung cấp điện áp ổn định từ một nguồn điện áp đầu vào chỉ cao hơn một chút so với điện áp đầu ra. Một lý do mạch LDO được sử dụng phổ biến đặc biệt là các thiết bị nhạy như vi điều khiển đó là điên áp đầu ra của mạch LDO sụt áp rất thấp so với các mạch hạ áp khác, điều này an toàn và tiết kiệm chi phí khi thiết kế mạch LDO không cần những thiết kế bảo vệ đi kèm.

Nguyên lý hoạt động

* LDO hoạt động dựa trên nguyên tắc điều chỉnh điện áp đầu ra bằng cách thay đổi độ dẫn của một transistor hoạt động ở chế độ tuyến tính.
* Điện áp đầu vào (V\_in) được cấp vào qua một transistor điều khiển, thường là một MOSFET hoặc BJT, và điện áp đầu ra (V\_out) được điều khiển thông qua một mạch hồi tiếp (feedback circuit)

**d)Thiết kế nguồn dùng mạch LDO phù hợp vi điều khiển PIC32MM0256GPM048 (từ nguồn của hệ thống), anten GPS(từ nguồn của module NB).**

Tìm hiểu IC TCR3UF33A

IC TCR3UF33A là một bộ điều chỉnh điện áp hạ áp (LDO) có điện áp đầu ra cố định 3.3V và có khả năng cung cấp dòng điện tối đa 300mA. IC này có nhiều tính năng như dòng điện quiescent cực thấp, khả năng đáp ứng tải nhanh, bảo vệ quá dòng và quá nhiệt, cùng với khả năng tự động xả.

Các chân và chức năng:

**VIN (Chân 1):**

Nhận điện áp đầu vào từ 1.5V đến 5.5V.

**GND (Chân 2):**

Chân nối đất.

**EN (Chân 3):**

* Chân kích hoạt (Enable). Khi kéo lên mức logic cao, IC sẽ được bật. Khi kéo xuống mức logic thấp, IC sẽ tắt.

**NC (Chân 4):**

* Không kết nối (No Connection). Chân này không được kết nối với mạch bên trong IC.

**VOUT (Chân 5):**

* Chân cung cấp điện áp đầu ra 3.3V.

**Thiết kế với IC TCR3UF33A hạ áp phù hợp với vi điều khiển PIC32MM0256GPM048**

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động : Với mức điện áp hoạt động 3.3V của vi điều khiển PIC32MM0256GPM048, thì ta sử dụng IC TCR3UF33A nhằm thiết kế mạch hạ áp **với** điện áp đầu vào 5V được cung cấp vào chân VIN của IC TCR3UF33A. Khi chân EN được kích hoạt (kéo lên mức logic cao), IC bắt đầu hoạt động. IC TCR3UF33A hoạt động theo nguyên tắc của mạch điều chỉnh điện áp tuyến tính, liên tục so sánh điện áp đầu ra với điện áp tham chiếu nội bộ (3.3V). Transistor điều khiển bên trong IC điều chỉnh độ dẫn của nó để duy trì điện áp đầu ra ổn định ở mức 3.3V. Điện áp đầu ra 3.3V được ổn định và lọc nhiễu bởi tụ lọc C24 (10uF). IC còn tích hợp các tính năng bảo vệ quá dòng và bảo vệ quá nhiệt, đảm bảo an toàn cho mạch và thiết bị được cấp nguồn.Với nguồn 3.3V phù hợp cho vi điều khiển hoạt động.

**e)Thiết kế với IC TCR3UF33A cho nguồn phù hợp module GPS cũng như 1.8V phù hợp với điện áp từ module NB (3.7V)**

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động :

-Với nguồn đầu vào từ module NB (3.7V) sử dụng mạch LDO hạ áp xuống mức 3.3V phù hợp với mức điện áp đầu vào của anten GPS.Cùng với đó là một mạch LDO có chức năng hạ điện áp từ module NB (3.7V) xuống 1.8V để phù hợp với điện áp logic của vi điều khiển trong quá trình nhận dữ liệu.

**f)Thiết kế sơ đồ nguyên lý cho vi điều khiển** **PIC32MM0256GPM048**

Tìm hiểu vi điều khiển PIC32MM0256GPM048

PIC32MM0256GPM048 là một loại vi điều khiển 32-bit thuộc dòng PIC32 của Microchip, được thiết kế với MIPS32® microAptiv™ UC Core, cung cấp hiệu suất cao, tiêu thụ năng lượng nhấp và tích hợp nhiều tính năng mạnh mẽ cho các ứng dụng nhúng. Vi điều khiển này có khả năng hoạt động trong dải điện áp từ 2.0V đến 3.6V và hỗ trợ USB 2.0.

Thiết kế với vi điều khiển PIC32MM0256GPM048

A diagram of a circuit board

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động: Vi điều khiển hoạt động ở điện áp đầu vào 3.3V (từ mạch LDO hạ áp), Kết nối thạch anh 32.768kHz. Ngoài kết nối nguồn 3.3V vi điều khiển có kết nối như module NB thông qua giao thức UART, các kết nối với cảm biến để thu thập dữ liệu bằng giao thức I2C, analog cũng được thiết kế sử dụng. Thiết kế led báo cũng như kết hợp với nút nhấn reset và nút nhấn app nhằm mục đích để nạp chương trình vào bootloader khi không có mạch nạp. Ngoài ra lập trình viên sử dụng mạch nạp như pickit thì cũng sẽ có kết nối thông qua header dễ dàng.

Kết nối với bộ nhớ flash SST25VF016B thông qua gia thức SPI

Tìm hiểu bộ nhớ flash SST25VF016B  
SST25VF016B là bộ nhớ Flash nối tiếp SPI (Serial Peripheral Interface) 16 Mbit của Microchip, cung cấp các tính năng nổi bật như tốc độ cao, độ tin cậy cao, và tiêu thụ năng lượng thấp. Bộ nhớ này được thiết kế cho các ứng dụng yêu cầu dung lượng lưu trữ lớn, tốc độ truy cập nhanh và hiệu suất cao.

**Thiết kế sơ đồ nguyên lý cho module NB-IoT (ME310G1)**

**A diagram of a computer

Description automatically generated**

**Tìm hiểu về module ME310G1**

Module ME310G1 là một module truyền thông CAT-M và NB-IoT của Telit, cho phép tích hợp vào các ứng dụng yêu cầu kết nối di động độ bên cao, bảo mật và hiệu suất tốt. Module này hỗ trợ nhiều dải tần sô và có khả năng truyền dữ liệu, nhắn tin SMS và quản lý báo động

**Nguyên lý hoạt động**: Module ME310G1 nhận nguồn điên áp từ mạch Buck-Boost (kết hợp tụ lọc để lọc nhiễu).

Với anten GPS và Cell mạng thì cần điện áp 3.3V từ mạch LDO đã thiết kế (kết hợp tụ lọc nhiễu).

Led trạng thái kết nối của module NB được điều khiển mosfet. Nhằm xác định tín hiệu logic của mạch từ đó đưa ra trạng thái kết nối của NB.

**Tìm hiểu IC chuyển đổi mức điện áp SN74LVC1T45DBVR**

IC SN74LVC1T45 là một bộ chuyển đổi mức điện áp hay level shifter. Nó cho phép giao tiếp giữa các thiết bị hoạt động ở các mức điện áp khác nhau. Trong quá trình truyền giao tiếp bằng uart giữa module NB và vi điều khiển thì IC SN74LVC1T45 là một giải pháp thích hợp để quá trình giao tiếp được dễ ra an toàn khi hai module có mức điên áp logic khác nhau.

Các chân và ý nghĩa

**Chân VCCA và VCCB**:

Chân VCCA kết nối với mức điện áp thấp hơn(1.8V)

Chân VCCB kết nối với mức điện áp cao hơn(3.3V)

**Chân chuyển đổi tín hiêu:**

Chân A (3): Nhận tín hiệu từ vi điều khiển (1.8V) và chuyển đổi nó thành mức điện áp 3.3V tại chân B (4) để giao tiếp với module NB-IoT.

Chân B (3): Nhận tín hiệu từ module NB-IoT (3.3V) và chuyển đổi nó thành mức điện áp 1.8V tại chân A (4) để giao tiếp với vi điều khiển.

**Chân DIR**:

Chân DIR (5) xác định hướng truyền tín hiệu:

* Khi DIR = 1 (kéo lên VCCA), tín hiệu được truyền từ A sang B.
* Khi DIR = 0, tín hiệu được truyền từ B sang A.

Thiết kế mạch sử dụng IC **SN74LVC1T45DBVR**

A diagram of a computer

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động:IC SN74LVC1T45 sử dụng các transistor MOSFET bên trong để chuyển đổi tín hiệu giữa các mức điện áp khác nhau, được điều khiển bởi chân DIR. Tín hiệu từ mức điện áp thấp (1.8V) được chuyển đổi thành mức điện áp cao (3.3V) và ngược lại, đảm bảo rằng các thiết bị hoạt động ở các mức điện áp khác nhau có thể giao tiếp một cách chính xác và đáng tin cậy.

Tìm hiểu Nano SIM

**Nano SIM Khả năng kết nối mạng di động:** Nano SIM giúp module NB-IoT kết nối với mạng di động, cho phép truyền dữ liệu từ cảm biến đến server hoặc hệ thống điều khiển từ xa.

Các chân kết nối và ý nghĩa:  
 **VCC (Chân 1):** Cung cấp điện áp cho SIM.

* + **Kết Nối:** Kết nối với nguồn cấp 1.8V hoặc 3.3V từ module NB-IoT.
* **RST (Chân 2):** Chân reset cho SIM.
  + **Kết Nối:** Kết nối với chân điều khiển từ module NB-IoT.
* **CLK (Chân 3):** Xung nhịp cho SIM.
  + **Kết Nối:** Kết nối với chân xung nhịp từ module NB-IoT.
* **I/O (Chân 7):** Dữ liệu vào/ra từ SIM.
  + **Kết Nối:** Kết nối với chân dữ liệu từ module NB-IoT.
* **SHIELD (Chân 5 và 6):** Chân bảo vệ chống nhiễu.
  + **Kết Nối:** Kết nối với GND.
* **VPP (Chân 8):** Chân cấp điện áp cho lập trình SIM (thường không sử dụng).
  + **Kết Nối:** Không kết nối hoặc kết nối với GND.

**Thiết kế mạch kết mối Nano SIM từ module NB**

A diagram of a circuit board

Description automatically generated

#### Nguyên lý hoạt đông:Thiết kế các tụ lọc nhằm mục lọc nhiễu tần số cao cho các chân VCC, RST và CLK , sử dụng diode bảo vệ giúp các chân SIM khởi các xung điện áp đội ngột và tĩnh điện.

Thiết kế cổng USB cho module NB

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Nguyên lý hoạt động: Đối với cổng USB ngoài chức năng cung cáp nguồn dự phòng còn là công cụ hữu ích để lập trình viên cập nhật firmware cũng như cấu hình cần thiết cho module.

Thiết kế nguyên lý kết nối của các cảm biến

A diagram of a circuit board

Description automatically generated

**Các cảm biến có kết nối I2C:**

**Cảm biến:** SHT40 - AD1B-R3 (Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm)

**Chân Kết Nối:**

* **SDA (Chân 1):** Kết nối với chân dữ liệu I2C của vi điều khiển.
* **SCL (Chân 2):** Kết nối với chân xung nhịp I2C của vi điều khiển.
* **VDD (Chân 3):** Cung cấp nguồn 3.3V cho cảm biến.
* **GND (Chân 4):** Kết nối đất (GND).

#### **Nguyên Lý Hoạt Động**

* Cảm biến SHT40 sử dụng giao thức I2C để truyền và nhận dữ liệu. Vi điều khiển gửi lệnh đến cảm biến qua đường SDA và nhận dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm trả về.
* Các tụ C66 và C67 (10uF) giúp lọc và ổn định nguồn cung cấp cho cảm biến.

#### **Chức Năng và Kết Nối**

* **Cảm Biến:** DPS368.
* **Chân Kết Nối:**
  + **SDI/SDA (Chân 1):** Kết nối với chân dữ liệu I2C của vi điều khiển.
  + **SCK/SCL (Chân 2):** Kết nối với chân xung nhịp I2C của vi điều khiển.
  + **VDDIO (Chân 3):** Cung cấp nguồn 3.3V cho giao tiếp I2C.
  + **CSB (Chân 4):** Chọn thiết bị.
  + **GND (Chân 5):** Kết nối đất (GND).
  + **VDD (Chân 6):** Cung cấp nguồn 3.3V cho cảm biến.

#### **Nguyên Lý Hoạt Động**

* Cảm biến DPS368 sử dụng giao thức I2C để truyền và nhận dữ liệu. Vi điều khiển gửi lệnh đến cảm biến qua đường SDA và nhận dữ liệu áp suất trả về.
* Các tụ C74 và C75 (10uF) giúp lọc và ổn định nguồn cung cấp cho cảm biến.

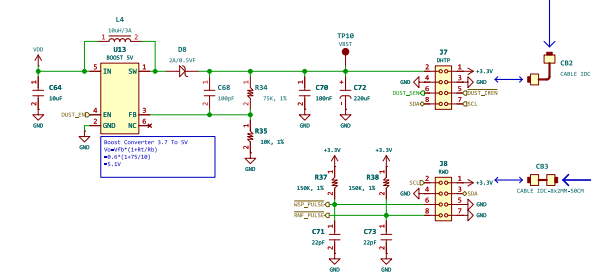
**Cảm Biến:** AS5600 (Đọc hướng gió)

* **Chân Kết Nối:**
  + **VCC (Chân 1):** Cung cấp nguồn 3.3V cho cảm biến.
  + **GND (Chân 2):** Kết nối đất (GND).
  + **SCL (Chân 3):** Xung nhịp I2C.
  + **SDA (Chân 4):** Dữ liệu I2C.
  + **OUT (Chân 5):** Tín hiệu đầu ra analog hoặc PWM.

##### **Nguyên Lý Hoạt Động**

* Cảm biến AS5600 là cảm biến góc từ tính có thể cung cấp tín hiệu đầu ra analog hoặc PWM. Khi cánh gió quay, nam châm gắn trên cánh gió sẽ thay đổi góc từ tính, và cảm biến AS5600 sẽ chuyển đổi góc này thành tín hiệu đầu ra.
* Vi điều khiển đọc tín hiệu này và chuyển đổi nó thành giá trị số để xác định hướng gió.

Cảm biến bụi (GP2Y1010AU0F)  
Khi sử dụng cảm biến bụi thì ta phải thiết kế mạch boost điện áp từ 3.3V (điện áp từ vi điều khiển) để có được điện áp đầu ra là 5V-7V phù hợp



Các linh kiện và tính toán giá trị điện trở phù hợp  
**Tụ lọc đầu vào (C64, C68):**

* **C64 (10µF):** Tụ này giúp lọc nhiễu từ điện áp đầu vào, đảm bảo nguồn điện đầu vào ổn định cho IC MT3608.
* **C68 (100pF):** Tụ này giúp lọc nhiễu tần số cao và ổn định điện áp tại chân FB.

#### **Điện trở phân áp (R34, R35):**

* **R34 (75kΩ), R35 (10kΩ):** Tạo thành một mạch chia điện áp, giúp điều chỉnh điện áp đầu ra của IC MT3608

Nguyên lý hoạt động  
Mạch phân áp:

Mạch phân áp hoạt động theo nguyên lý phân chia điện áp dựa trên tỉ lệ điện trở .Công thức tính điện áp sau khi phân áp như sau:

Trong đó :

: Là điện áp đầu ra sau khi phân áp

: Hồi tiếp điện áp của IC MT3608, thường là 0.6V

: Điện trở trên, trong trường hợp này lựa chọn R34 (75K)

: Điện trở dưới, trong trường hợp này lựa chọn R35 (10K)

Áp dụng giá trị vào công thức

Điện áp đầu ra là khoảng 5.1V, phù hợp với yêu cầu   
**Cuộn Cảm (L4):**

* **10µH/3A:** Đảm bảo dòng điện đầu vào đủ lớn và không bão hòa cuộn cảm.

#### **Diode Schottky (D8):**

* **Schottky 2A/20V:** Bảo vệ mạch khỏi dòng điện ngược, giảm tổn thất năng lượng và tăng hiệu suất của mạch.

#### **Tụ Lọc Đầu Ra (C70, C72, C73):**

* **C70 (100nF), C72 (22µF):** Lọc nhiễu tần số cao và ổn định điện áp đầu ra.
* **C73 (22pF):** Tụ này giúp lọc nhiễu tại chân hồi tiếp và ổn định vòng hồi tiếp.

**Cảm biến từ trường (Reed Switch)**  
**Cảm Biến Tốc Độ Gió (Wind Speed Sensor):**

* **Cơ Chế:** Một nam châm nhỏ được gắn trên một cánh quạt hoặc rotor. Khi gió thổi, cánh quạt quay và nam châm di chuyển qua reed switch. Mỗi lần nam châm đi qua, reed switch đóng mạch, tạo ra một xung điện.
* **Ứng Dụng:** Vi điều khiển đếm số xung điện tạo ra trong một khoảng thời gian để tính toán tốc độ gió.

**Cảm Biến Lượng Mưa (Rainfall Sensor):**

* **Cơ Chế:** Một nam châm nhỏ được gắn trên một phao trong ống đựng nước mưa. Khi nước mưa đổ vào ống, phao nâng lên và nam châm di chuyển gần reed switch, đóng mạch tạo ra một xung điện.
* **Ứng Dụng:** Vi điều khiển đếm số xung điện để đo lượng mưa tích lũy

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

**[1] Trang trang web của Microchip:** [**https://www.microchip.com/**](https://www.microchip.com/)

**[2] Trang web của ROHM: https://www.rohm.com/**