

## Mục lục

|          |                                        |           |
|----------|----------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>CƠ SỞ VÀ CÁC LINH KIỆN</b>          | <b>2</b>  |
| 1.1      | Nguyên lý hoạt động . . . . .          | 2         |
| 1.2      | Cơ sở lựa chọn linh kiện . . . . .     | 2         |
| 1.2.1    | Mạch cảm biến . . . . .                | 2         |
| 1.2.2    | Mạch giảm áp từ 12V xuống 5V . . . . . | 3         |
| 1.2.3    | Mạch tạo xung . . . . .                | 3         |
| 1.2.4    | Mạch điều khiển Relay . . . . .        | 5         |
| 1.2.5    | Mạch điều khiển . . . . .              | 6         |
| 1.3      | Các IC được sử dụng . . . . .          | 9         |
| 1.4      | Các loại linh kiện khác . . . . .      | 9         |
| 1.4.1    | Linh kiện diode . . . . .              | 9         |
| 1.4.2    | Các linh kiện cơ bản . . . . .         | 9         |
| <b>2</b> | <b>THIẾT KẾ</b>                        | <b>10</b> |
| 2.1      | Sơ đồ khối và Schematic . . . . .      | 10        |
| 2.2      | PCB . . . . .                          | 13        |
| 2.2.1    | Design Rules . . . . .                 | 13        |
| 2.2.2    | PCB layout . . . . .                   | 16        |
| 2.2.3    | Hình vẽ 3D . . . . .                   | 16        |

# 1 CƠ SỞ VÀ CÁC LINH KIỆN

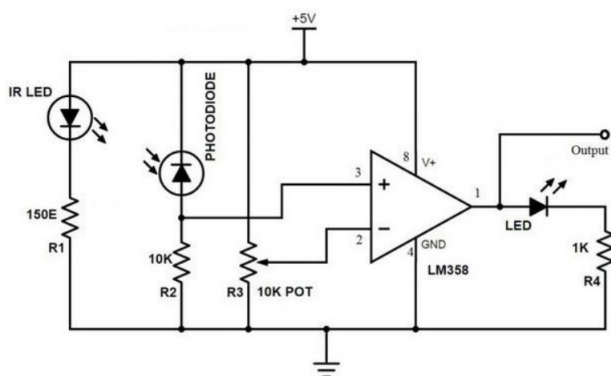
## 1.1 Nguyên lý hoạt động

Mạch được thiết kế dựa vào cảm biến hồng ngoại, bất kì khi nào mà chúng ta sử dụng (*đi vào tầm hoạt động của cảm biến hồng ngoại*) thì cảm biến sẽ kích hoạt Relay, khiến Relay đóng và khiến dòng điện chạy qua. Đồng thời vào lúc đó, thời gian cũng sẽ bắt đầu đếm ngược dựa vào xung có tần số 1HZ được tạo từ IC NE555 và IC đếm SN74LS190N. Thời gian sẽ được điều chỉnh thông qua các switch được nối vào IC đếm SN74LS190N. Sau khi thời gian được đếm ngược về 0, IC NE555 sẽ được dừng hoạt động, cho tới khi mà cảm biến hồng ngoại kích hoạt lần tiếp theo thì NE555 sẽ hoạt động lại và thời gian được reset lại theo thời gian đã sắp đặt.

## 1.2 Cơ sở lựa chọn linh kiện

### 1.2.1 Mạch cảm biến

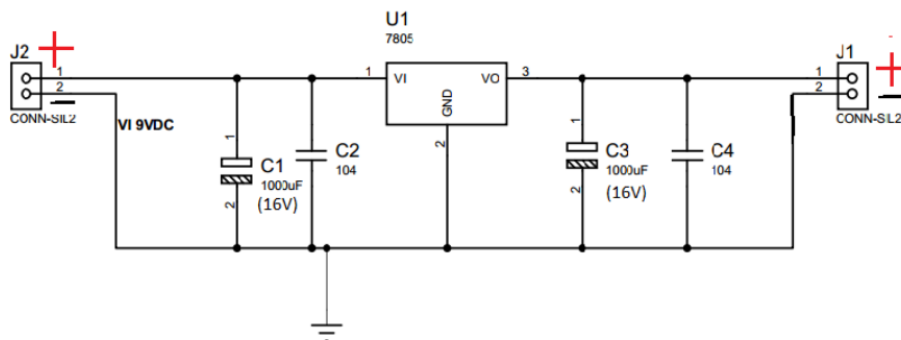
Có nhiều module cảm biến khác nhau, nhưng ở đề tài này tôi quyết định chọn module cảm biến hồng ngoại bằng led hồng ngoại thu phát với IC LM358. Lí do là vì module này đơn giản, giá thành rẻ nhưng rất hiệu quả, các linh kiện đều là các linh kiện quen thuộc. Về phần nguyên lý hoạt động thì Led phát hồng ngoại luôn luôn phát ra sóng ánh sáng có bước sóng hồng ngoại, led thu bình thường có nội trở rất lớn (khoảng vài trăm ngàn ohm ), khi led thu nhận tia hồng ngoại chiếu vào đủ lớn thì nội trở của nó giảm xuống (khoảng vài chục ohm). Khi có vật cản phía trước, những chùm tia hồng ngoại đập vào vật cản và phản xạ lại led thu làm led thu thay đổi giá trị nội trở dẫn đến thay đổi mức điện áp ở đầu vào không đảo của op amp. Khoảng cách càng gần, sự thay đổi càng lớn. Khi đó, điện áp đầu vào không đảo được so sánh với giá trị điện áp không đổi gìm trên biến trở R3, nếu giá trị điện áp đầu vào không đảo lớn hơn đầu vào đảo, op amp xuất ra mức 1 ( +Vcc ), nếu giá trị điện áp đầu vào không đảo nhỏ hơn đầu vào đảo, op amp xuất ra mức 0 ( GND ). Điện trở R1 (150E), R2 (10k) và R4 (1k) được sử dụng để đảm bảo dòng điện tối thiểu 10 mA đi qua các Thiết bị LED IR như Photodiode và đèn LED thông thường tương ứng. Biến trở R3 dùng để chỉnh độ nhạy của mạch.



Hình 1.1 Sơ đồ minh họa

### 1.2.2 Mạch giảm áp từ 12V xuống 5V

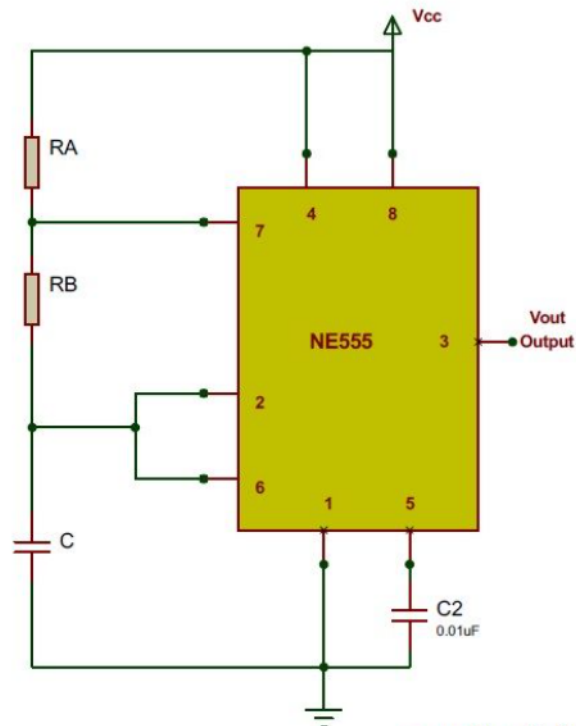
Ở đề tài này tôi chọn module giảm áp là module sử dụng IC 7805. Lí do đơn giản vì là tôi đã từng được học về module mạch này, nên nếu áp dụng nó vào đề tài thì rất dễ dàng. Về phần nguyên lý hoạt động thì chúng ta sẽ cấp điện áp đầu vào qua J2 (tương ứng theo các chân âm dương) và điện áp 5V ở ngõ ra sẽ được lấy qua chân J1. Tụ C1 và C2 để lọc điện áp đầu vào cấp cho chân Vi của IC 7805, tụ C1 có các dụng cung cấp điện áp tạm thời cho chân Vi khi nguồn đột ngột bị sụt áp, tụ C2 là tụ gốm nên trở kháng lớn, C2 có tác dụng ngăn nguồn đầu vào tăng áp đột ngột làm dạng sóng điện áp đầu vào có hình răng cưa. Tụ C3 và C4 để lọc điện áp cấp cho tải tiêu thụ lấy từ chân Vo của IC 7805, tụ C3 có các dụng cung cấp điện áp tạm thời cho tải khi điện áp tải đột ngột bị sụt áp, tụ C4 trở kháng lớn, C4 có tác dụng lọc nhiễu điện áp đầu ra (nhiều là các điện áp không mong muốn làm cho dạng sóng điện áp ngõ ra có hình răng cưa).



Hình 1.2 Sơ đồ minh họa

### 1.2.3 Mạch tạo xung

Ở đề tài này tôi chọn module tạo xung là module sử dụng IC NE555. Lí do thì cũng giống mạch giảm áp là tôi đã từng được học về module mạch này, nên nếu áp dụng nó vào đề tài thì rất dễ dàng. Về phần nguyên lý hoạt động thì một bộ tạo dao động 555 có thể được thiết kế bằng cách thêm hai điện trở (RA và RB trong sơ đồ mạch) và một tụ điện (C trong sơ đồ mạch) vào IC 555. Hai điện trở và tụ điện này được chọn một cách thích hợp để có được thời gian mong muốn 'ON' và 'OFF' tại các đầu ra (chân 3). Vì vậy, về cơ bản, thời gian ON và OFF ở đầu ra (nghĩa là trạng thái 'HIGH' và 'LOW' ở đầu ra) phụ thuộc vào các giá trị được chọn cho RA, RB và C. Tụ điện C2 (0,01uF) được kết nối với chân số 5 (chân 5 - cực điện áp điều khiển) sử dụng để tránh các vấn đề nhiễu có thể phát sinh trong mạch nếu chân đó bị hở.



Hình 1.3 Sơ đồ minh họa

Công thức tính tần số của mạch tạo xung NE555:

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} (Hz)$$

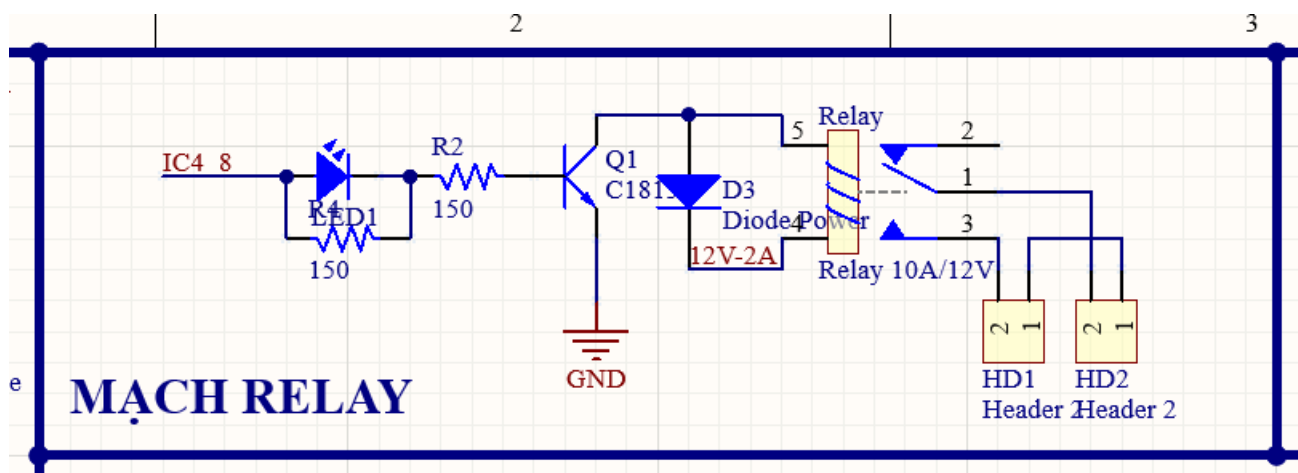
tôi dùng mạch để tạo xung có tần số là 1Hz, nên giá trị của các điện trở và tụ điện sẽ như sau:

|                                |                                 |                   |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Capacitor (C)                  | <input type="text" value="47"/> | microFarad (μF) ▼ |
| Resistance 1 (R <sub>1</sub> ) | <input type="text" value="10"/> | kilohms (kΩ) ▼    |
| Resistance 2 (R <sub>2</sub> ) | <input type="text" value="10"/> | kilohms (kΩ) ▼    |

### 1.2.4 Mạch điều khiển Relay

Để đóng ngắt mạch điện thì tôi đã chọn Relay 10A/12V bởi vì Relay 10A đủ để đóng mở những nguồn có công suất lớn vừa đủ để dùng ở cuộc sống hàng ngày, thêm vào đó tôi dùng nguồn 12V nên dùng loại 12V luôn. Vì tôi quyết định sử dụng Relay 12V, nên tôi cần dùng thêm một transistor C1815 điều khiển Relay vì nguồn điện dùng trong mạch chính chỉ có 5V.

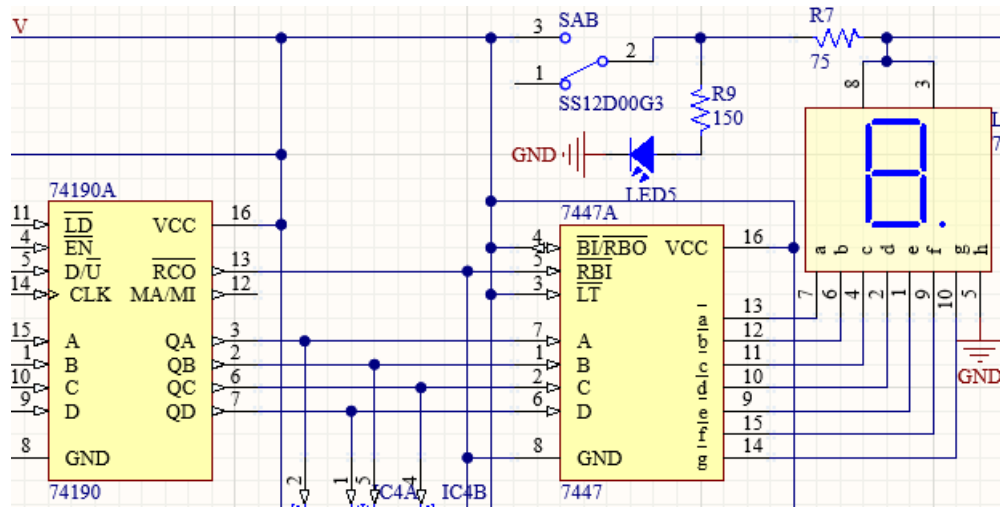
Về phần nguyên lý hoạt động thì khi có dòng điện truyền qua thì đèn Led sẽ sáng để thông báo, điện trở R2 có tác dụng hạn dòng cho transistor hoạt động bình thường. Sau khi có dòng điện đi qua thì transistor sẽ vào trạng thái bão hòa, cho dòng điện 12V chạy vào để đóng Relay.



Cuộn coil của Relay bản chất là tải cảm, vì vậy ta cần một diode D3 mắc ngược để triệt tiêu điện áp ngược do tải cảm cung cấp khi transistor ngưng dẫn giúp bảo vệ cực C transistor không bị đánh thủng vì quá áp do tải cảm. Điện trở R1 là để cài đặt mức định trạng thái transistor luôn đóng khi không có tín hiệu điều khiển từ MCU, tránh trường hợp transistor bị nhiễu do ở trạng thái lơ lửng khi không có tín hiệu.

### 1.2.5 Mạch điều khiển

Nhờ xung 1Hz từ mạch NE555, tôi dùng IC SN74LS190N để tạo bộ đếm ngược cho mạch. Tín hiệu từ IC SN74LS190N sẽ được truyền qua IC SN74LS47N để hiển thị thông tin trên màn hình Led 7 đoạn.



Các led đơn và led 7 đoạn có dòng hoạt động 10-20 mA, điện áp 3.2-3.5 V.

Công thức tính trở hạn dòng:

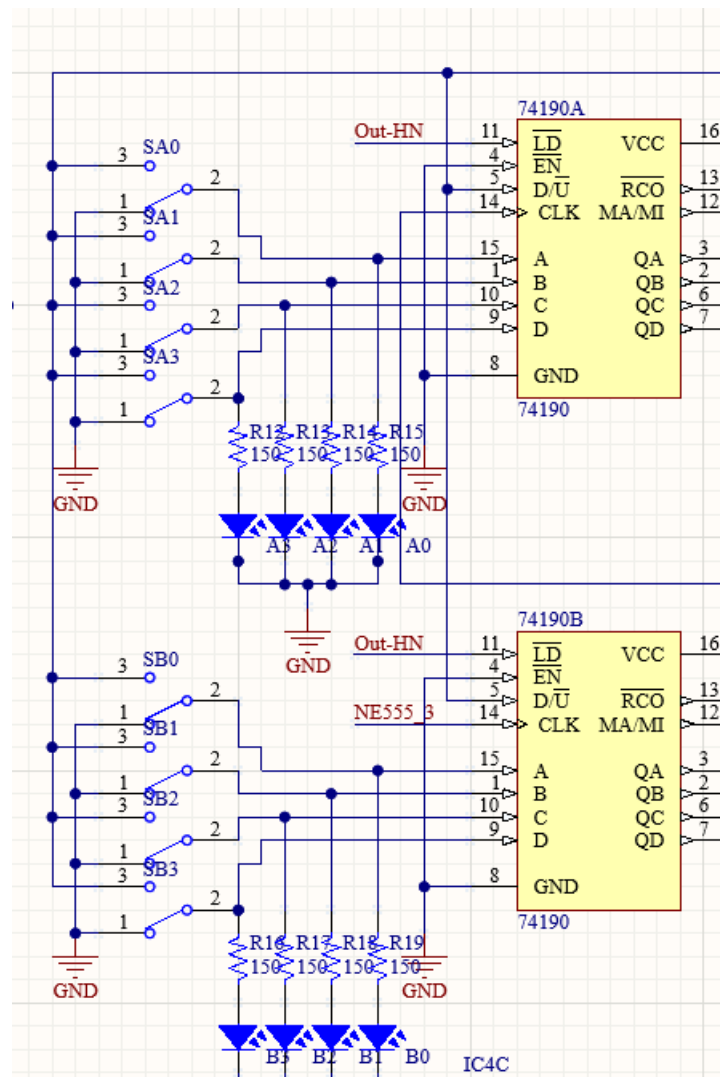
$$R = \frac{V_{cc} - V}{I}$$

$$\Rightarrow 75 < R < 180$$

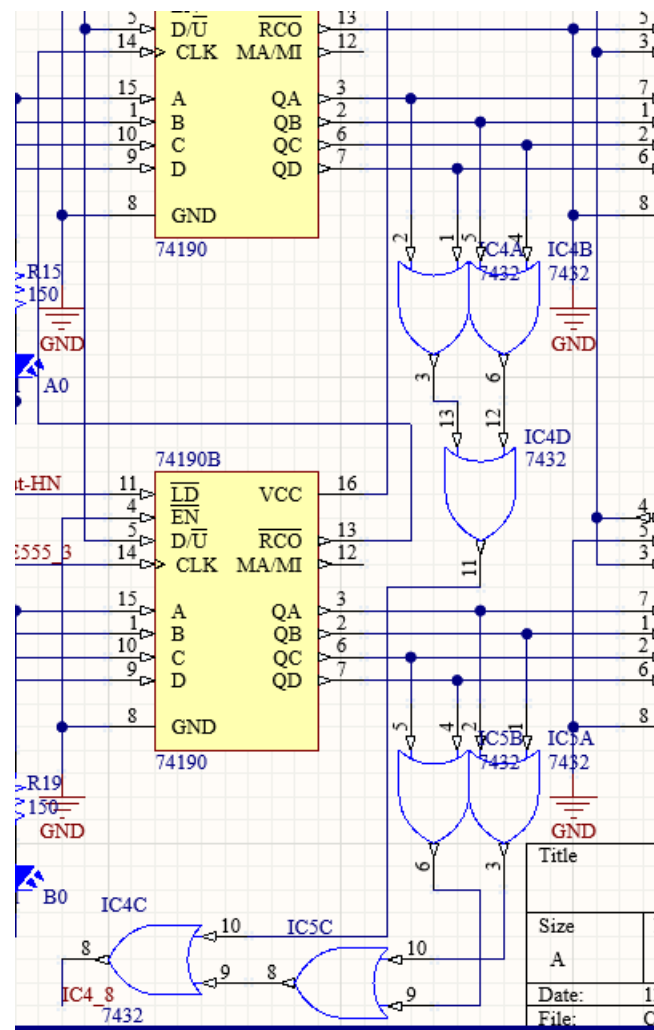
$$\Rightarrow \text{Chọn } R = 150 \text{ Ohm}$$

Do các điện trở của Led cùng điện trở của các linh kiện quá nhiều và các bước tính toán thì rất dễ dàng, mang tính lặp đi lặp lại nên tôi sẽ không viết vào đây để tránh làm dài bài báo cáo một cách không cần thiết.

Thời gian đếm ngược sẽ được thiết lập bằng các switch dựa trên hệ số nhị phân, các tín hiệu thiết lập dựa trên switch sẽ truyền vào IC SN74LS190N để thiết lập thời gian đếm ngược.



Khi thời gian đếm ngược về 0, tôi sẽ dùng một tổ hợp các cổng OR và AND được nối với IC NE555 để dừng hoạt động của nó (tương đương với việc không có xung nào được tạo thêm).





### 1.3 Các IC được sử dụng

- SN74LS04N: Dùng để tạo cổng logic đảo.
- SN74LS08N: Dùng để tạo cổng logic AND.
- SN74LS47N: Dùng để giải mã BCD ra Led 7 đoạn.
- SN74LS190N: Dùng để đếm ngược thời gian.
- 74HC32N: Dùng để tạo cổng logic OR.
- NE555P: Dùng để tạo xung cho mạch đếm ngược.
- L7805CV: Dùng để hạ áp từ 12V xuống 5V để sử dụng cho các linh kiện IC.
- LM358P: Dùng để thiết kế module cảm biến hồng ngoại.

### 1.4 Các loại linh kiện khác

#### 1.4.1 Linh kiện diode

- Led 0.56inch 5161BS anode chung (Led 7 đoạn): Dùng để hiển thị thời gian đếm ngược.
- Led thu hồng ngoại 3mm: Dùng để thu hồng ngoại cho module cảm biến hồng ngoại.
- Led phát hồng ngoại 3mm: Dùng để phát hồng ngoại cho module cảm biến hồng ngoại.
- Led 3mm vàng (4), xanh lá (4), trắng (2): Dùng để hiển thị, thông báo.
- Led đỏ 5mm chân dài (1): Dùng để hiển thị thông báo.
- Diode 1N4007 (2): Dùng để chống ngược dòng của module 7805 và module Relay.

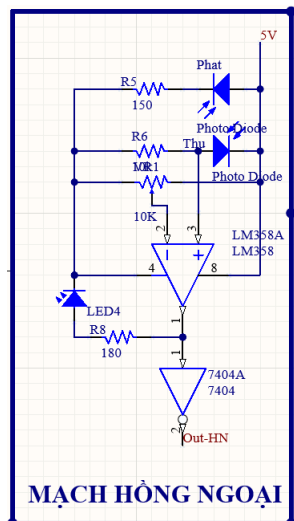
#### 1.4.2 Các linh kiện cơ bản

- Switch SS12D00: Dùng để thiết lập giá trị 0/1 cho mạch hoặc bật tắt.
- Header-2: Dùng cho input/output.
- Relay 12V-10A: Dùng để đóng mở nguồn.
- Biến trở cúc áo 10k: Dùng để thay đổi độ nhạy của module cảm biến hồng ngoại.
- Các loại điện trở: Dùng để hạn dòng.
- Các loại tụ điện: Dùng để ổn định dòng điện, nạp xả tạo xung cho IC NE555P.

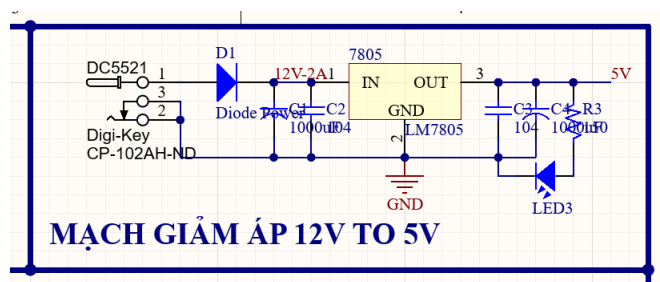
## 2 THIẾT KẾ

### 2.1 Sơ đồ khối và Schematic

Module cảm biến:

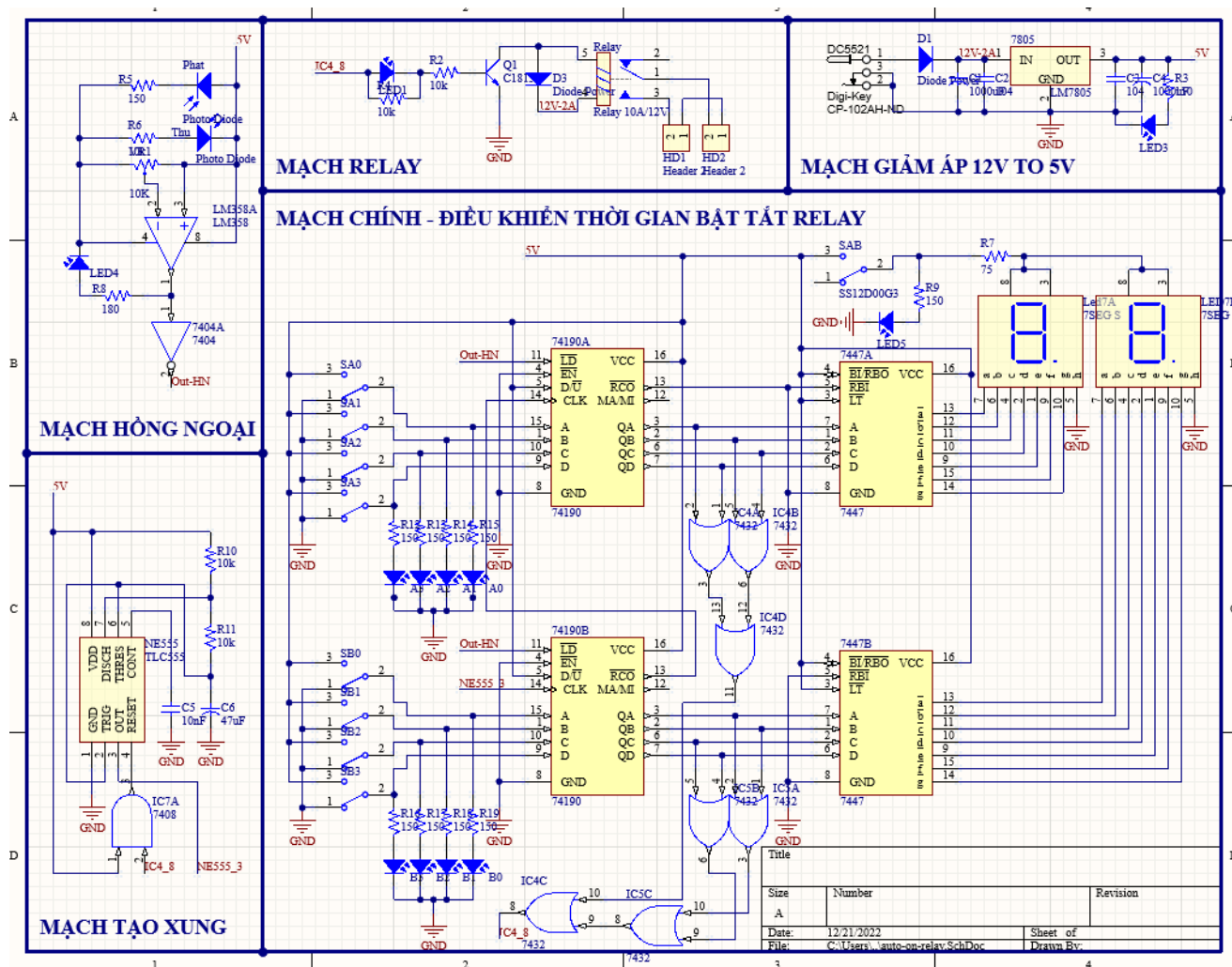


Module hạ áp:





## Toàn bộ schematic:



## 2.2 PCB

### 2.2.1 Design Rules

Nhóm bọn em sẽ hiện thực mạch PCB trên tấm đồng với độ dày  $\approx 14\text{mil}$ . Với dự tính dùng nguồn 12V-2A cho đầu vào(input power), nên theo tính toán thì độ rộng của đường dây đầu vào sẽ là 30.3mil. Nên do đó tôi quyết định chọn độ rộng đường dây đầu vào 12V-2A sẽ là 35mil.

**Inputs:**

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| Current   | 2   | Amps  |
| Thickness | 1.4 | mil ▼ |

**Optional Inputs:**

|                     |    |            |
|---------------------|----|------------|
| Temperature Rise    | 10 | Deg<br>C ▼ |
| Ambient Temperature | 25 | Deg<br>C ▼ |
| Trace Length        | 1  | inch ▼     |

**Results for Internal Layers:**

|                      |         |       |
|----------------------|---------|-------|
| Required Trace Width | 78.8    | mil ▼ |
| Resistance           | 0.00631 | Ohms  |
| Voltage Drop         | 0.0126  | Volts |
| Power Loss           | 0.0252  | Watts |

**Results for External Layers in Air:**

|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Required Trace Width | 30.3   | mil ▼ |
| Resistance           | 0.0164 | Ohms  |
| Voltage Drop         | 0.0328 | Volts |
| Power Loss           | 0.0656 | Watts |

Hình 2.4 Bảng tính toán cho đầu vào 12V-2A

Ngay sau đầu vào 12V sẽ là module giảm áp từ 12V xuống 5V dùng IC L7805CV, theo datasheet của nhà sản xuất thì dòng điện đầu ra sẽ là 5V-1A, với 1A là cường độ dòng duy trì tối đa. Từ đó theo tính toán thì độ rộng đường dây cần thiết sẽ là 11.6mil. Nhưng với khả năng tự làm mạch của tôi thì 11.6mil là quá nhỏ, chính vì thế nên tôi quyết định sẽ chọn độ rộng đường dây trong mạch tối thiểu sẽ là 20mil.

Vì sau khi tính toán thì tất cả các dòng điện trong mạch đều nhỏ hơn 1A, nên tất cả các đường dây còn lại tôi cũng sẽ quyết định độ rộng là 20mil.

**Inputs:**

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| Current   | 1   | Amps  |
| Thickness | 1.4 | mil ▼ |

**Optional Inputs:**

|                     |    |            |
|---------------------|----|------------|
| Temperature Rise    | 10 | Deg<br>C ▼ |
| Ambient Temperature | 25 | Deg<br>C ▼ |
| Trace Length        | 1  | inch ▼     |

**Results for Internal Layers:**


|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Required Trace Width | 30.3   | mil ▼ |
| Resistance           | 0.0164 | Ohms  |
| Voltage Drop         | 0.0164 | Volts |
| Power Loss           | 0.0164 | Watts |

**Results for External Layers in Air:**

|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Required Trace Width | 11.6   | mil ▼ |
| Resistance           | 0.0427 | Ohms  |
| Voltage Drop         | 0.0427 | Volts |
| Power Loss           | 0.0427 | Watts |

Hình 2.5 Bảng tính toán cho đầu vào 5V-1A

## Kết quả chạy design rules check:



**Design Rule Verification Report**

**Date:** 12/21/2022  
**Time:** 5:33:19 PM  
**Elapsed Time:** 00:00:01  
**Filename:** C:\Users\PC\Desktop\ASSIGNMENTS\auto-on-relay.PcbDoc

**Warnings:** 0  
**Rule Violations:** 0

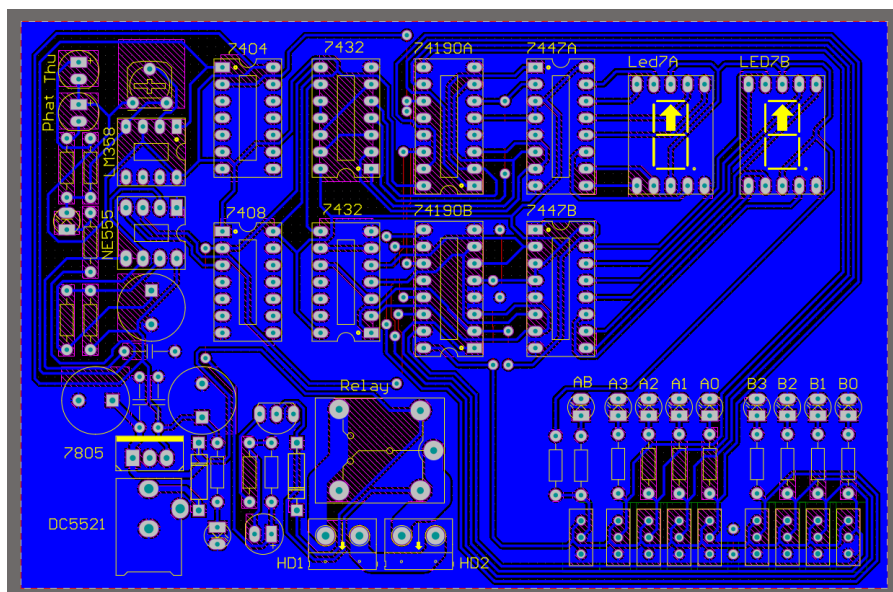
**Summary**

| Warnings | Count |
|----------|-------|
| Total    | 0     |

| Rule Violations                                                                     | Count |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <a href="#">Clearance Constraint (Gap=10mil). (All). (All)</a>                      | 0     |
| <a href="#">Short-Circuit Constraint (Allowed=No). (All). (All)</a>                 | 0     |
| <a href="#">Un-Routed Net Constraint (. (All).)</a>                                 | 0     |
| <a href="#">Modified Polygon (Allow modified: No). (Allow shelved: No)</a>          | 0     |
| <a href="#">Width Constraint (Min=1mil). (Max=150mil). (Preferred=35mil). (All)</a> | 0     |

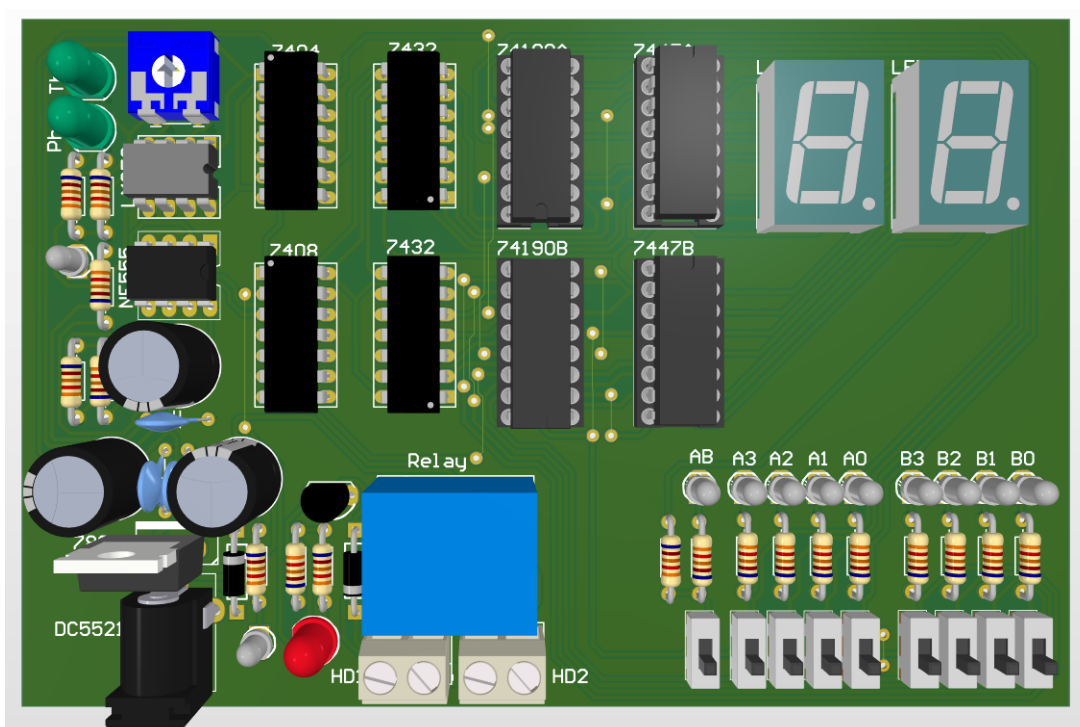
### 2.2.2 PCB layout

Hình PCB sau khi đã đặt luật và đi dây:



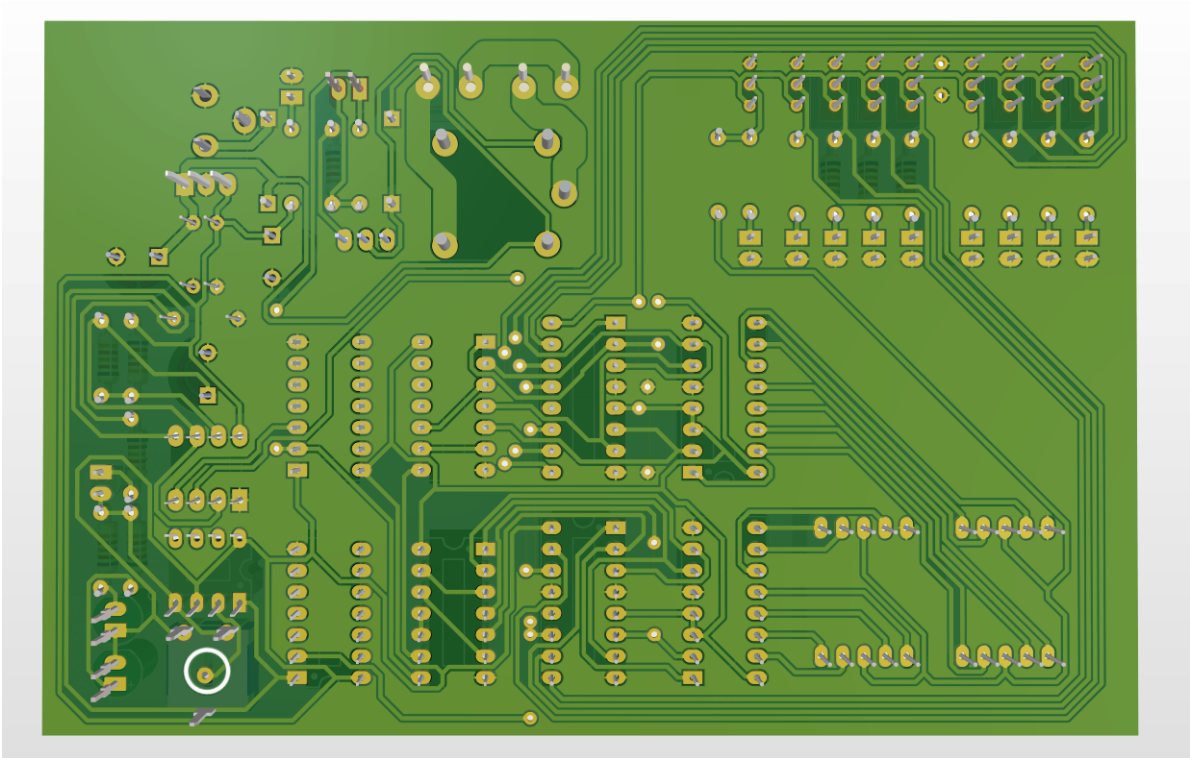
### 2.2.3 Hình vẽ 3D

Hình render 3D phía trên:





Hình render 3D phía dưới:



Hình render 3D phía bên cạnh:

