|  |  |
| --- | --- |
|  | [Document title] |
|  |  |
|  | [Author]  [Course title]  [Date] |

Contents

[Phần 1. Cơ sở lý thuyết 4](#_Toc183271615)

[1. Hiển thị Led 7 đoạn 4](#_Toc183271616)

[2. Đọc dữ liệu từ module RTC DS1307 6](#_Toc183271617)

[Phần 2. Nội dung thực hành 18](#_Toc183271618)

[1. Sơ đồ kết nối mạch 18](#_Toc183271619)

[2. Cách hoạt động của mô hình 18](#_Toc183271620)

[3. Lập trình chương trình nhúng 19](#_Toc183271621)

[4. Mô hình thử nghiệm phần cứng 20](#_Toc183271622)

[Phần 3. Kết luận 21](#_Toc183271623)

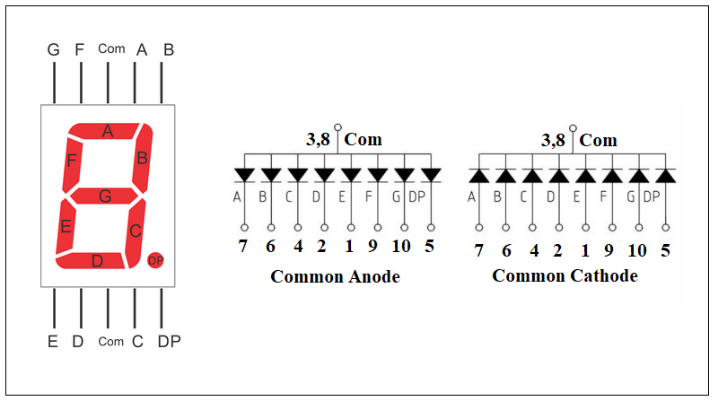
[Phần 4. Nâng cao 22](#_Toc183271624)

# Cơ sở lý thuyết

## Hiển thị Led 7 đoạn

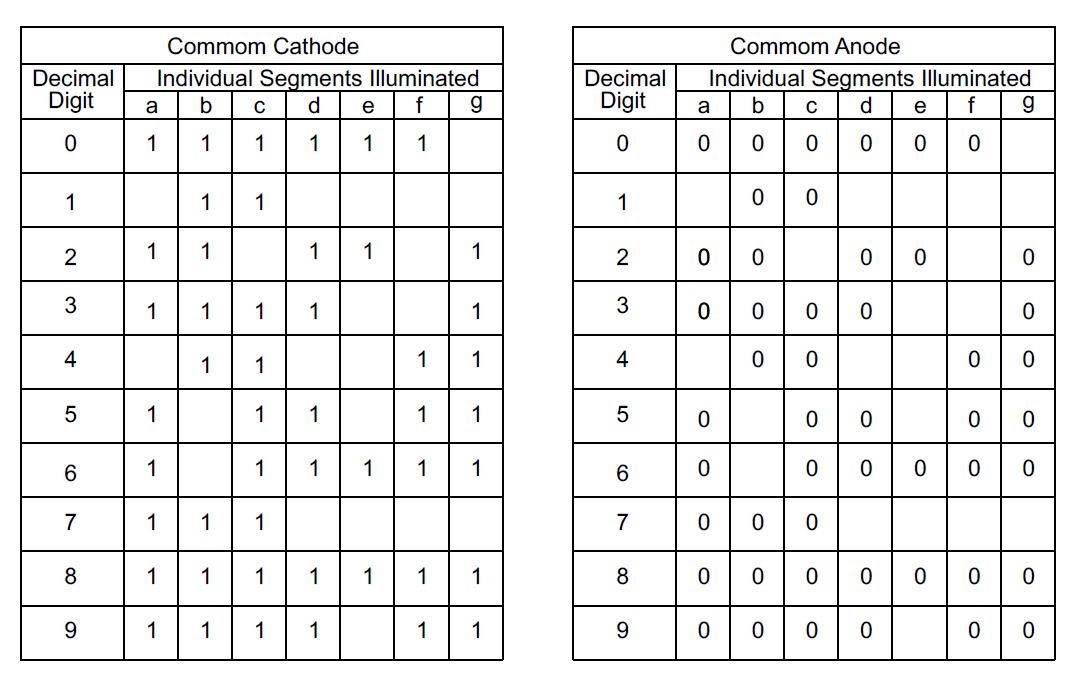
LED là linh kiện cho phép dòng điện chỉ đi qua một chiều và phát sáng. Điện áp rơi trên LED phụ thuộc vào màu sắc của nó, thường dao động từ khoảng 1.8V đến 2.2V với dòng điện trung bình khoảng 20mA. Vi điều khiển AVR có điện áp đầu ra là 5V và dòng ra tối đa 20mA. Để sử dụng LED, cần phải hạ điện áp xuống phù hợp bằng cách sử dụng điện trở. Điện trở hạ áp cho LED từ 5V thường có giá trị từ 300Ω đến 1kΩ.

LED 7 đoạn được cấu tạo từ 8 LED đơn, ký hiệu A, B, C, D, E, F, G và DP, dùng để hiển thị các ký tự và số theo yêu cầu. Có hai loại LED 7 đoạn: Anode chung và Cathode chung. Dưới đây là sơ đồ minh họa cho hai loại LED này.



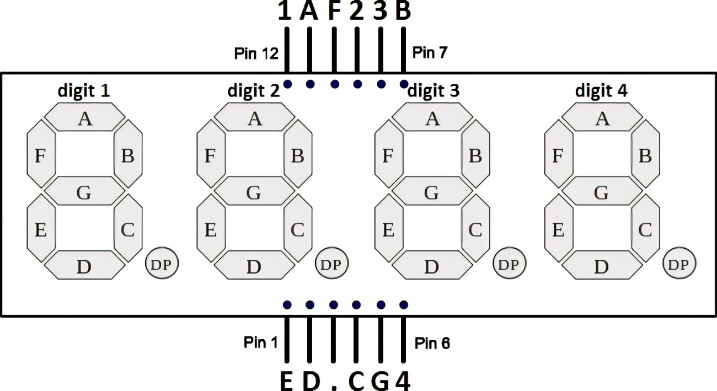
Hình 1. Led 7 segment common cathode/common anode.

Tùy từng loại LED 7 đoạn là Anode chung hay Cathode chung mà có mã để hiển thị với từng ký tự. Dưới đây là mã hiển thị của từng loại:



Hình 2. Led 7 segment truth table.

Ngoài loại LED 7 đoạn riêng biệt, còn có loại LED thanh gồm nhiều LED 7 đoạn được nối với nhau. Tùy theo loại sử dụng là Anode chung hay Cathode chung mà các chân còn lại của LED 7 đoạn sẽ được nối chung với nhau.



Hình 3. 4 digit 7 segment LED

Loại LED này thường được sử dụng theo phương pháp quét LED. Cụ thể, từng LED trong thanh sẽ được hiển thị trong một khoảng thời gian ngắn, với tốc độ quét nhanh (khoảng 24 FPS), khiến mắt người không nhận thấy sự nhấp nháy mà cảm nhận được hình ảnh hiển thị liên tục. Để điều khiển LED, cần sử dụng một công tắc điện tử (có thể là BJT, MOSFET, opto quang, v.v.) để đóng ngắt mạch điện cho LED.

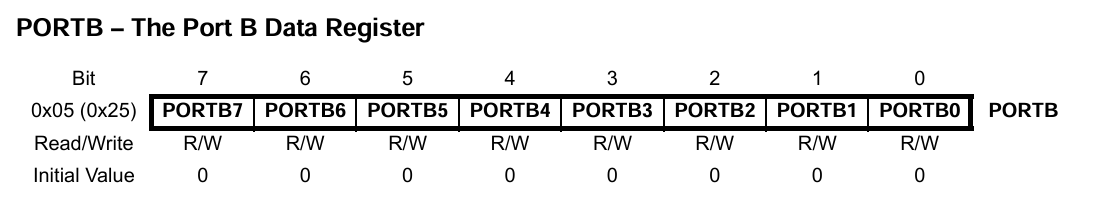
Trong bài thực hành của nhóm, nhóm sử dụng 2 thanh led 7 đoạn 4 ký tự .

Vi điều khiển AVR của nhóm dùng là Atmega328p.

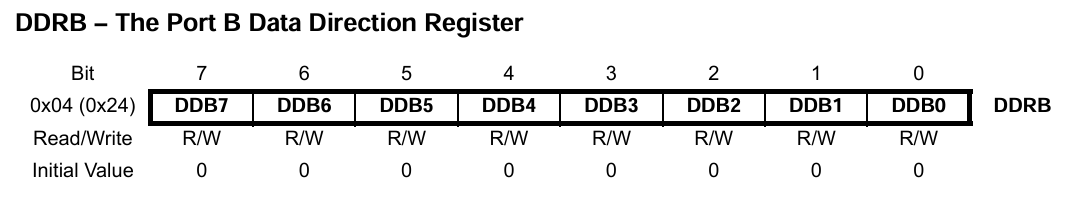
Để điều khiển trạng thái của các chân đầu ra/đầu vào trên vi điều khiển AVR dùng để điều khiển LED, trong AVR có ba thanh ghi là DDRx, PORTx và PINx. Tùy theo cách thiết lập các thanh ghi này, mỗi chân I/O của AVR sẽ có chức năng khác nhau.

Ví dụ cấu trúc của 3 thanh ghi DDRB, PORTB, PINB như sau:

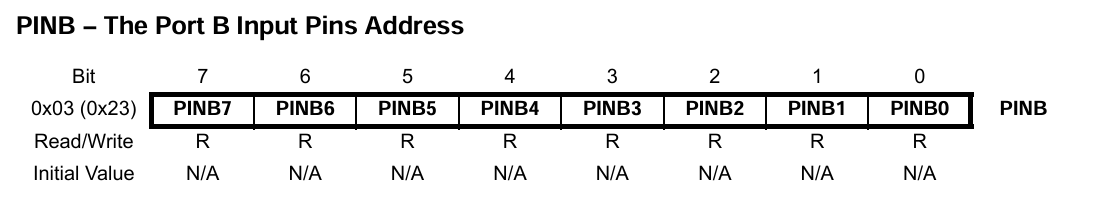
* PORTB:



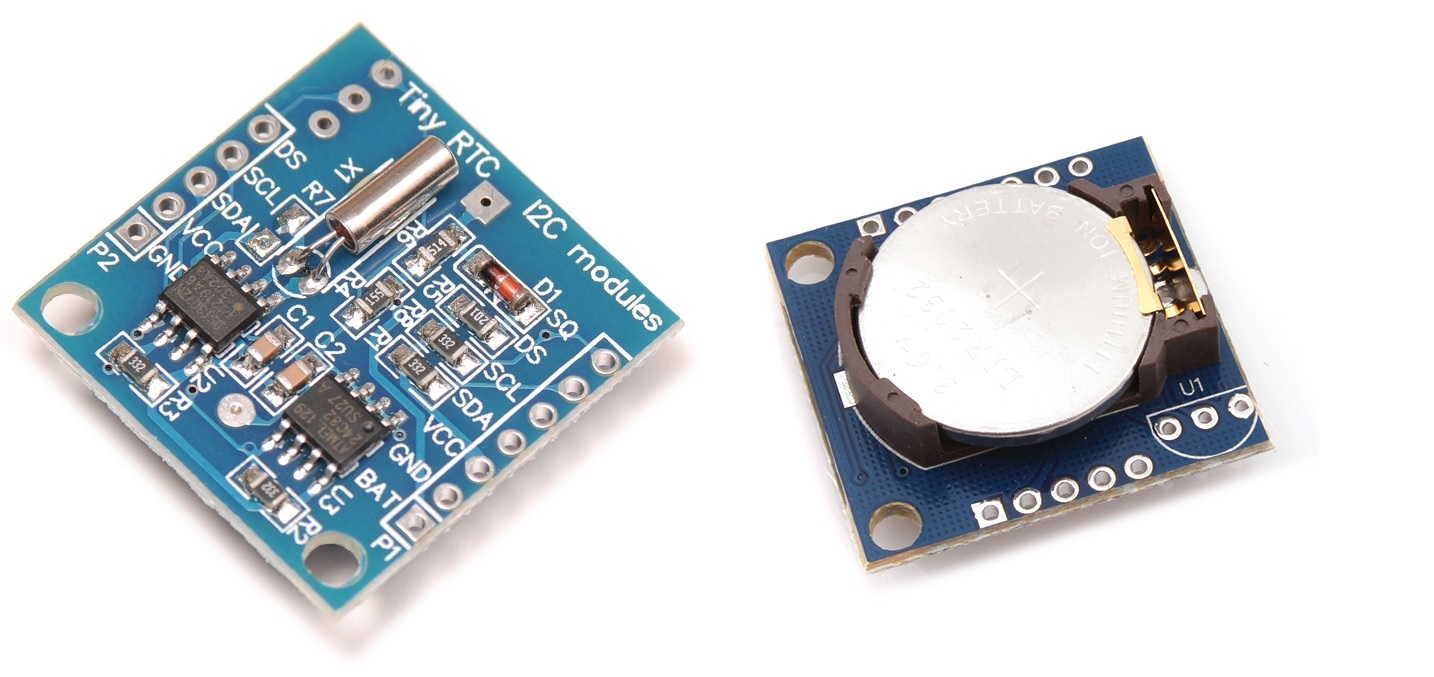
* DDRB:



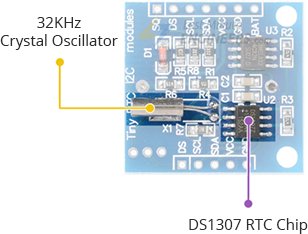
* PINB:



## Đọc dữ liệu từ module RTC DS1307

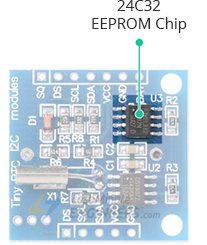


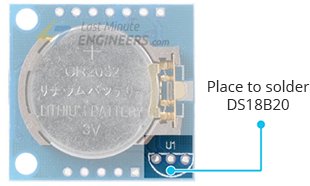
Hình 4. Module RTC DS1307.

Module được xây dựng từ hai IC chính: DS1307 RTC và AT24C32 EEPROM. Trung tâm của module là chip RTC DS1307 từ Maxim chịu trách nhiệm xử lý tất cả các chức năng giữ giờ và giao tiếp với bộ vi điều khiển qua giao thức I2C.

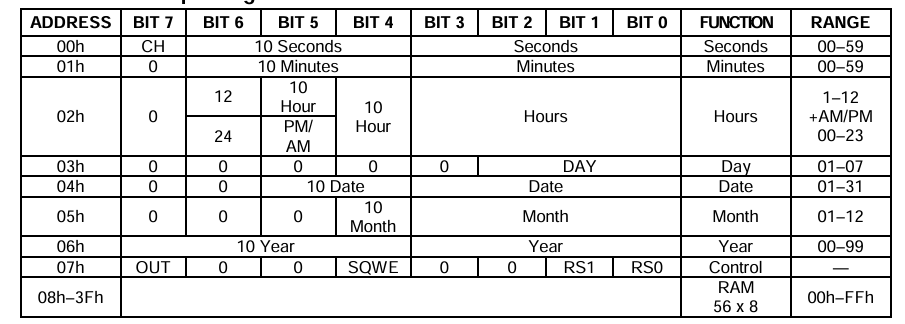
DS1307 có khả năng theo dõi giây, phút, giờ, thứ, ngày, tháng và năm. Nó có thể hoạt động ở định dạng 12 giờ hoặc 24 giờ, với chỉ báo AM/PM. Đối với những tháng có ít hơn 31 ngày, tính năng này sẽ tự động điều chỉnh ngày vào cuối tháng, bao gồm cả việc tính toán năm nhuận (hiệu lực đến năm 2100).

Một tính năng thú vị khác của DS1307 là chân SQW, có thể được lập trình để xuất ra một trong bốn tần số sóng vuông: 1Hz, 4kHz, 8kHz hoặc 32kHz. Để tính giờ, DS1307 cần một tinh thể 32kHz bên ngoài. Tần số của tinh thể này có thể bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, mặc dù sự thay đổi tần số là không đáng kể nhưng vẫn có thể tích lũy theo thời gian.

Module RTC DS1307 cũng bao gồm chip AT24C32 EEPROM với dung lượng 32 byte (4K x 8 bit) và có khả năng ghi tới 1.000.000 chu kỳ. Chip này thực ra không liên quan trực tiếp đến chức năng giữ giờ của RTC, nhưng nó có thể hữu ích cho việc lưu trữ dữ liệu hoặc bất kỳ thông tin nào mà bạn muốn bảo vệ khỏi bị mất. EEPROM 24C32 giao tiếp qua I2C và chia sẻ cùng bus I2C với DS1307. Địa chỉ của 24C32 là 0x50.

Module còn hỗ trợ gắn cảm biến DS18B20 thông qua ba lỗ lắp ở góc trên bên phải, gần giá đỡ pin (được đánh dấu U1). Sau khi cài đặt DS18B20, có thể lấy số liệu nhiệt độ từ chân DS, và những số liệu này có thể được sử dụng để điều chỉnh độ chính xác thời gian dựa trên nhiệt độ.

Nội dung thời gian trong IC DS1307 được định dạng theo kiểu BCD (Mã thập phân được mã hóa nhị phân). Có tổng cộng tám thanh ghi trong thanh ghi thời gian để cài đặt giây, phút, giờ, ngày, ngày trong tuần, tháng, năm và điều khiển. Sau khi các giá trị này được thiết lập, chúng sẽ tự động cập nhật, và bạn có thể đọc các thanh ghi này để lấy giá trị thời gian mới nhất.



Hình 5. Timekeeper Registers

1. **Địa chỉ 00H:02H: Clock Registers**

**Địa chỉ - 00H:**

Trong thanh ghi này, bit 7 là bit CH, được sử dụng để bật/tắt bộ dao động tinh thể. Khi giá trị của bit này là 0, bộ dao động tinh thể được kích hoạt; ngược lại, nếu bit này không bằng 0, bộ dao động sẽ không được kích hoạt. Do đó, chúng ta luôn đặt bit này bằng 0 khi sử dụng RTC.

Các bit còn lại được sử dụng để đọc/ghi giá trị của giây. Vì thanh ghi thời gian lưu trữ giá trị ở định dạng BCD, nên:

* Bit 4 đến Bit 6 lưu trữ chữ số BCD cao của giây (giá trị từ 0 đến 5).
* Bit 0 đến Bit 3 lưu trữ chữ số BCD thấp của giây (giá trị từ 0 đến 9).

Giá trị của giây bắt đầu từ 00 và kết thúc ở 59.

**Địa chỉ - 01H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị của phút.

* Chữ số BCD cao của phút được lưu trữ trong các bit từ 4 đến 6.
* Chữ số BCD thấp của phút được lưu trữ trong các bit từ 0 đến 3.

**Địa chỉ - 02H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị của giờ. Đồng hồ có thể hoạt động ở định dạng 12 giờ hoặc 24 giờ.

* **Định dạng 12 giờ:**
  + Để thiết lập đồng hồ ở định dạng 12 giờ, cần đặt bit 6 là logic 1.
  + Trong định dạng 12 giờ, bit 5 chỉ thị AM/PM: logic 1 là PM và logic 0 là AM.
  + Bit 4 biểu thị hàng chục giờ (10 giờ), dùng để lưu chữ số cao hơn của giá trị giờ, có thể là 0 hoặc 1 trong hệ thống 12 giờ.
  + Bit 0 đến bit 3 lưu giá trị chữ số thấp của giờ (giá trị từ 0 đến 9).
* **Định dạng 24 giờ:**
  + Để thiết lập đồng hồ ở định dạng 24 giờ, cần đặt bit 6 là logic 0.
  + Bit 4 và bit 5 biểu thị hàng chục giờ (10 giờ), dùng để lưu chữ số cao hơn của giá trị giờ, có thể là từ 0 đến 2 trong hệ thống 24 giờ.
  + Bit 0 đến bit 3 lưu giá trị chữ số thấp của giờ (giá trị từ 0 đến 9).

1. **Địa chỉ 03H: 06H: Calendar Register**

**Địa chỉ - 03H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị ngày trong tuần, từ 1 đến 7. Các bit từ 0 đến 2 được sử dụng để đọc/ghi giá trị của ngày.

**Địa chỉ - 04H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị ngày trong tháng.

* Bit 4 và Bit 5 được sử dụng để đọc/ghi chữ số cao của ngày (giá trị từ 0 đến 3).
* Bit 0 đến Bit 3 được sử dụng để đọc/ghi chữ số thấp của ngày (giá trị từ 0 đến 9).

**Địa chỉ - 05H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị của tháng.

* Bit 4 được sử dụng để đọc/ghi chữ số cao của tháng, có thể là 0 hoặc 1.
* Bit 0 đến Bit 3 được sử dụng để lưu chữ số thấp của tháng (giá trị từ 0 đến 9).

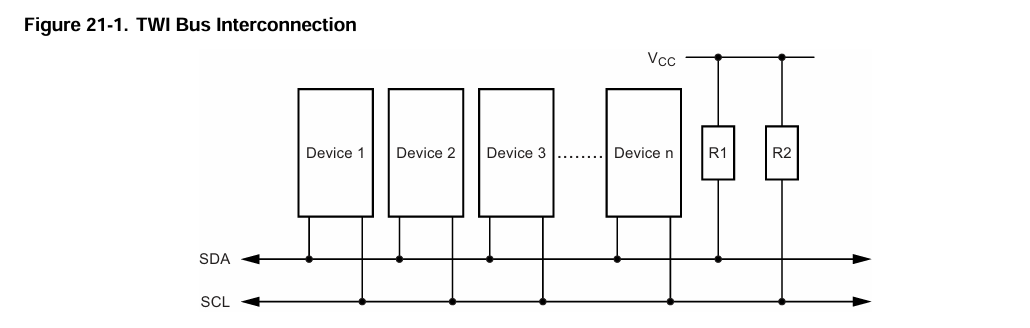
**Địa chỉ - 06H:**

Địa chỉ này được sử dụng để đọc/ghi giá trị của năm, chỉ bao gồm hai chữ số cuối của năm.

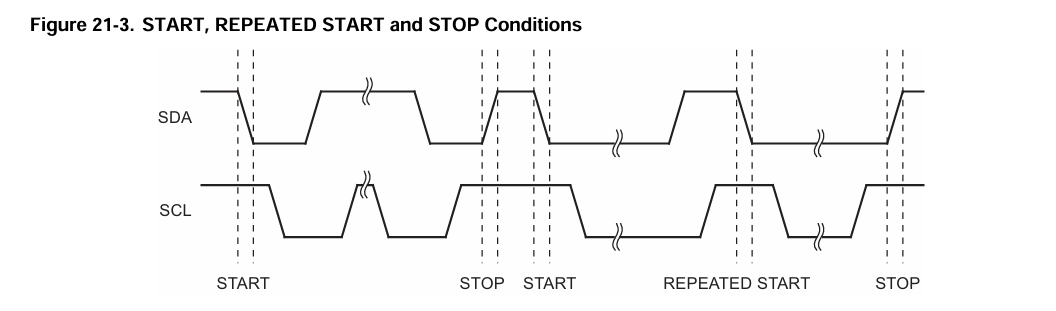
* Bit 0 đến Bit 3 lưu chữ số thấp của năm.
* Bit 4 đến Bit 7 lưu chữ số cao của năm.

1. **Address-07H: Control Register**Thanh ghi này sử dụng để thiết lập xung tại chân SQW.

## Giao tiếp I2C (TWI) của AVR

Giao diện nối tiếp hai dây (TWI) là lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng vi điều khiển điển hình. Giao thức TWI cho phép hệ thống kết nối tới 128 thiết bị khác nhau chỉ bằng hai đường bus hai chiều, một cho đồng hồ (SCL) và một cho dữ liệu (SDA). Phần cứng bên ngoài duy nhất cần thiết để triển khai bus là một điện trở kéo lên duy nhất cho mỗi đường bus TWI. Tất cả các thiết bị được kết nối với bus đều có địa chỉ riêng và các cơ chế giải quyết tranh chấp đã được tích hợp trong giao thức TWI.

Hình 6. TWI Bus Interconnection

Master bắt đầu và kết thúc quá trình truyền dữ liệu. Quá trình truyền bắt đầu với điều kiện START và kết thúc với điều kiện STOP. Trong suốt quá trình này, bus bị coi là bận. Nếu một START mới được phát đi giữa START và STOP, đó là REPEATED START, cho phép Master bắt đầu chu trình mới mà không mất quyền kiểm soát bus. Sau REPEATED START, bus tiếp tục bận cho đến khi có điều kiện STOP. START và REPEATED START đều được báo hiệu bằng sự thay đổi mức SDA khi SCL cao.

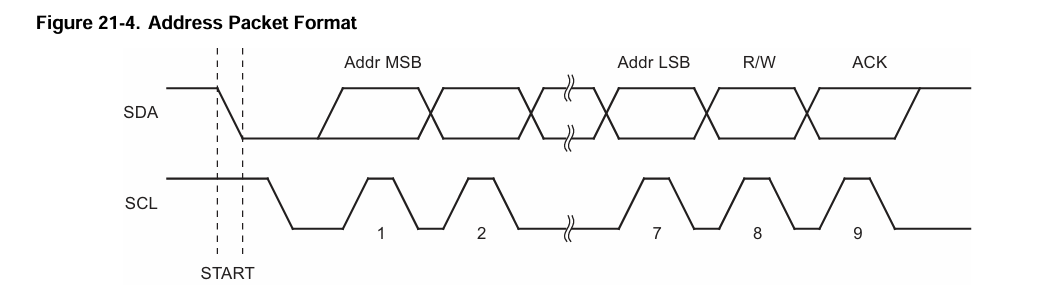
Hình 7. START, REPEATED START and STOP Conditions

1. Address Packet Format

Tất cả các gói địa chỉ trên bus TWI dài 9 bit, bao gồm 7 bit địa chỉ (tối đa 128 thiết bị), một bit READ/WRITE và bit xác nhận (ACK). Nếu bit READ/WRITE được set, thao tác đọc sẽ được thực hiện, ngược lại là ghi. Khi một Slave nhận diện được mình, nó sẽ thừa nhận bằng cách kéo SDA xuống trong xung SCL thứ 9. Nếu Slave bận, SDA sẽ được giữ cao trong chu kỳ ACK. Sau đó, Master có thể truyền điều kiện STOP hoặc REPEATED START để bắt đầu truyền mới.

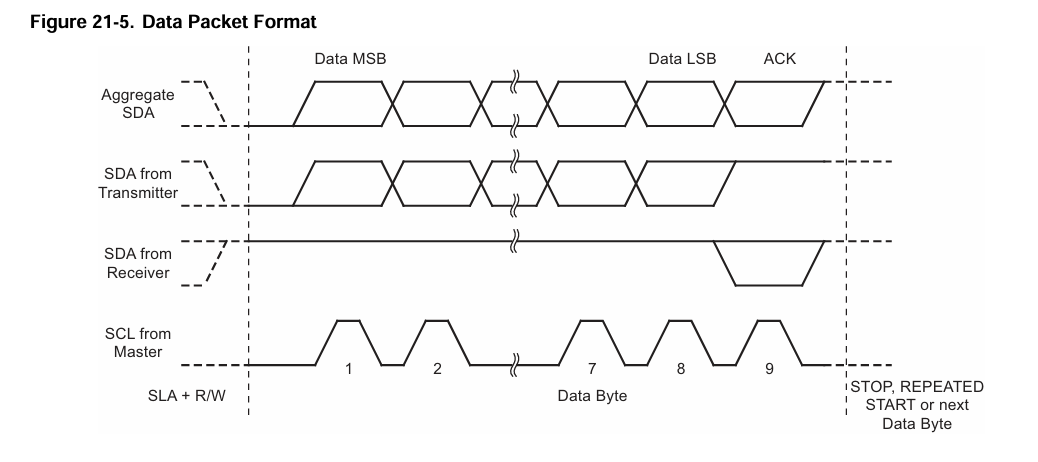
Một gói địa chỉ bao gồm địa chỉ Slave và bit READ/WRITE, được gọi là SLA+R hoặc SLA+W. MSB của byte địa chỉ được truyền trước. Địa chỉ 0000 000 là dành riêng cho cuộc gọi chung, và khi cuộc gọi này được phát, tất cả các Slave phải trả lời bằng cách kéo SDA xuống trong chu kỳ ACK. Gửi địa chỉ gọi chung với bit WRITE sẽ yêu cầu các Slave nhận thông điệp, nhưng gửi cùng với bit READ sẽ gây xung đột.

.



Hình 8. Address Packet Format

1. Data Packet Format

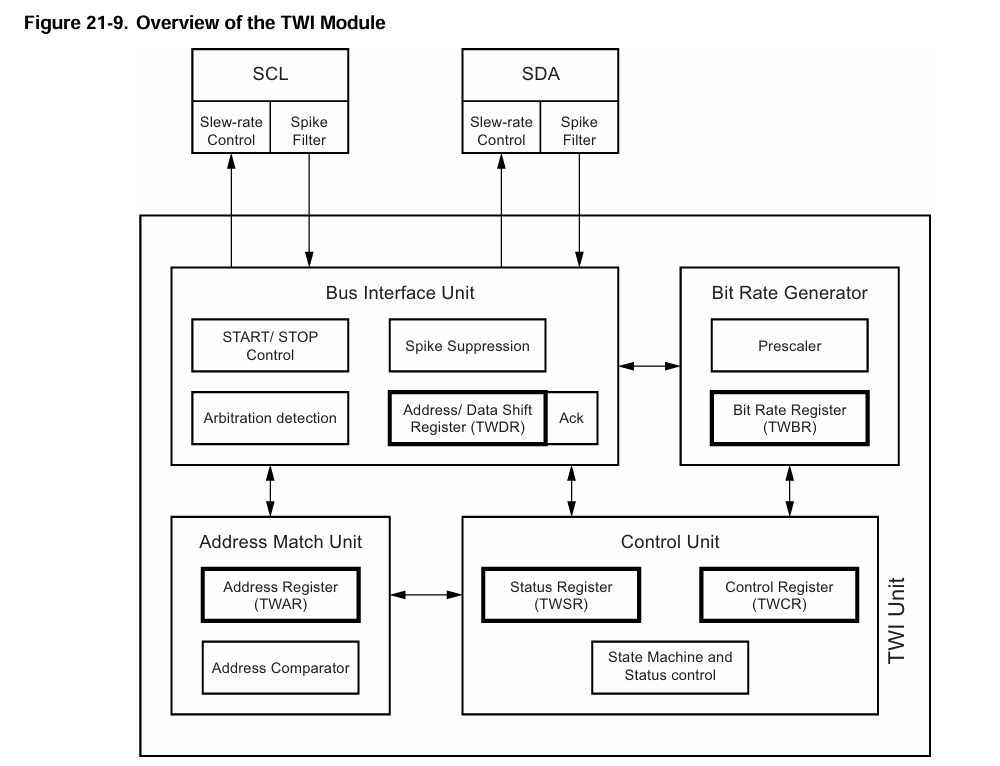


Hình 9. Data Packet Format

Tất cả các gói dữ liệu trên bus TWI dài 9 bit, bao gồm một byte dữ liệu và một bit xác nhận. Trong quá trình truyền, Master tạo ra clock và điều kiện START/STOP, trong khi Slave xác nhận việc nhận dữ liệu. Xác nhận (ACK) được báo hiệu khi Slave kéo SDA xuống trong chu kỳ SCL thứ 9. Nếu SDA để cao, NACK được báo hiệu. Khi nhận xong byte cuối, hoặc không thể nhận thêm dữ liệu, Slave gửi NACK sau byte cuối cùng. MSB của byte dữ liệu được truyền trước.

1. Overview of the TWI Module

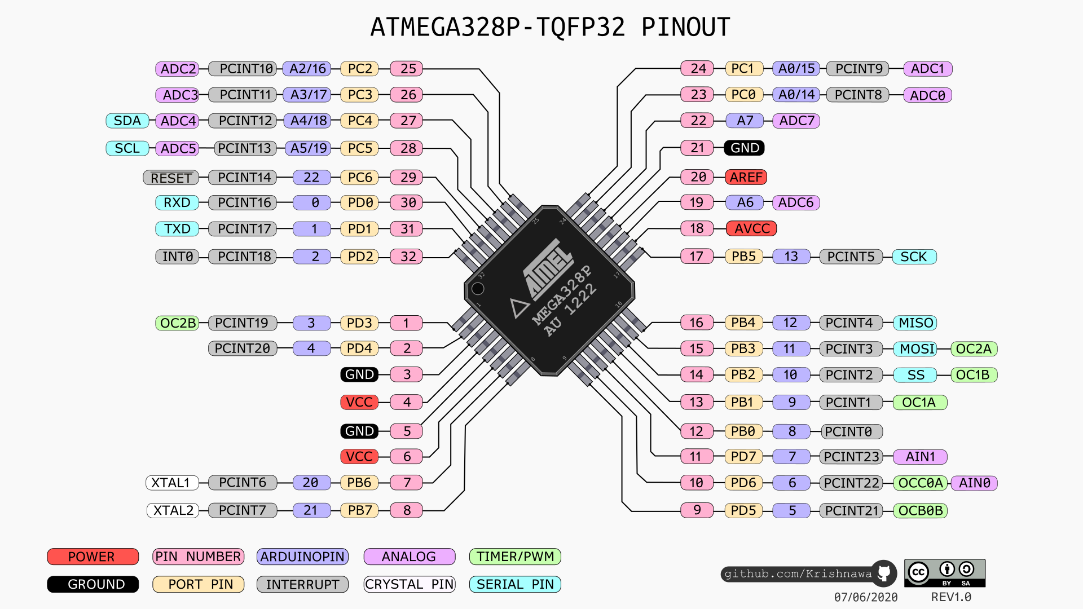
Mô-đun TWI bao gồm một số mô-đun phụ, như thể hiện trong Hình 10. Tất cả các thanh ghi được vẽ trong một đường đậm có thể truy cập thông qua bus dữ liệu AVR.



Hình 10. Overview of the TWI Module

1. SCL and SDA Pins

Chân SDA và SCL của vi điều khiển Atmega328p được thể hiện trong hình dưới.



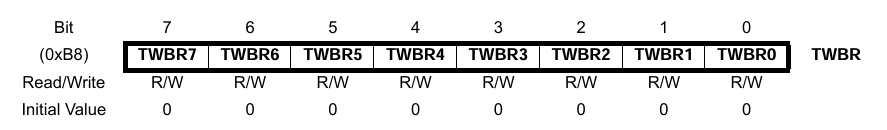
Hình 11. Atmega328p Pinout

1. Bit Rate Generator Unit

Bộ phận kiểm soát khoảng thời gian của SCL khi hoạt động ở chế độ chính. Chu kỳ của SCL được kiểm soát bởi thanh ghi tốc độ bit TWI (TWBR) và các bit prescaler trong thanh ghi trạng thái TWI (TWSR). Hoạt động của Slave không phụ thuộc vào tốc độ bit hoặc prescale, nhưng tần số xung nhịp CPU trong Slave phải cao hơn ít nhất 16 lần so với tần số SCL. Tần số SCL được tạo theo phương trình sau:

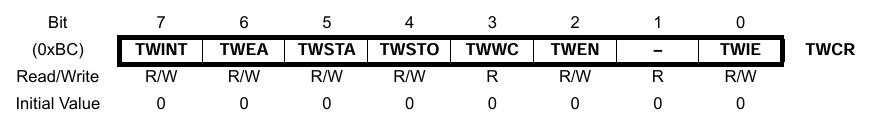
1. Các thanh ghi được dùng của TWI

* TWBR – TWI Bit Rate Register



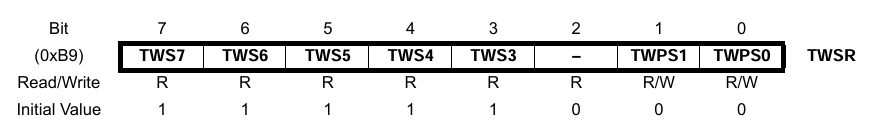
Thanh ghi chứa giá trị của TWBR.

* TWCR – TWI Control Register



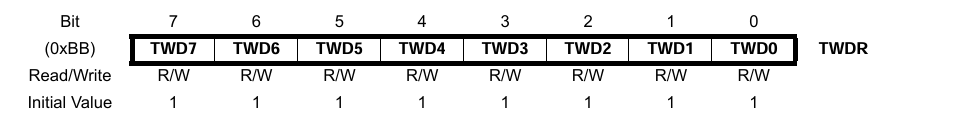
TWCR được sử dụng để kiểm soát hoạt động của TWI. Nó được sử dụng để kích hoạt TWI, để bắt đầu truy cập chính bằng cách áp dụng điều kiện START cho bus, để tạo xác nhận người nhận, tạo điều kiện dừng và kiểm soát việc dừng bus trong khi dữ liệu được ghi vào bus được ghi vào TWDR. Nó cũng chỉ ra xung đột ghi nếu dữ liệu được cố gắng ghi vào TWDR trong khi thanh ghi không thể truy cập được.

* TWSR – TWI Status Register



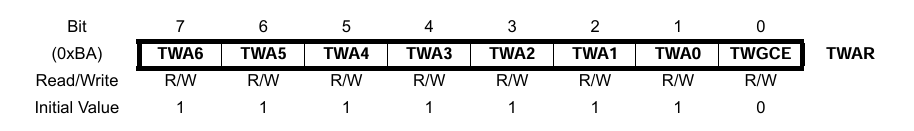
Thanh ghi này phản ánh trạng thái của bus TWI và bit thiết lập prescale của SCL.

* TWDR – TWI Data Register



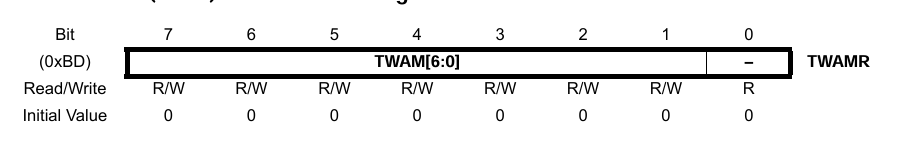
Chứa byte dữ liệu truyền hoặc nhận.

* TWAR – TWI (Slave) Address Register



Chứa địa chỉ của Slave được gọi và bit TWGCE (TWI General Call Recognition Enable Bit).

* TWAMR – TWI (Slave) Address Mask Register

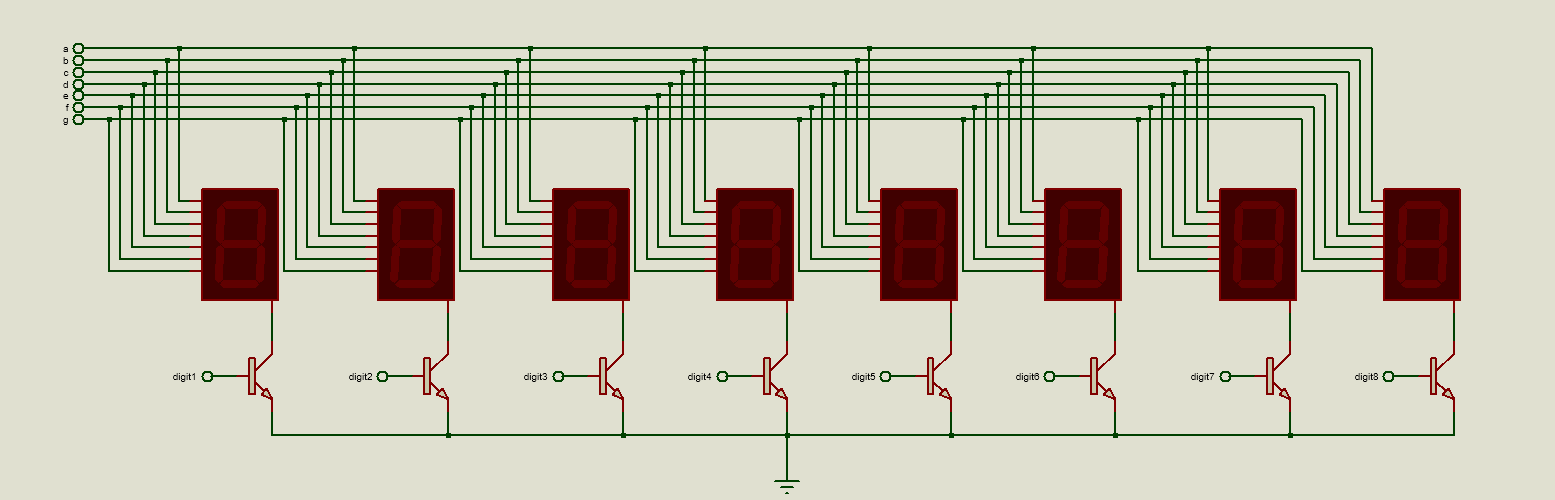
TWAMR có thể được tải với mặt nạ địa chỉ nô lệ 7 bit. Mỗi bit trong TWAMR có thể che (tắt) các bit địa chỉ tương ứng trong sổ đăng ký địa chỉ TWI (TWAR).

# Nội dung thực hành

## Sơ đồ kết nối mạch

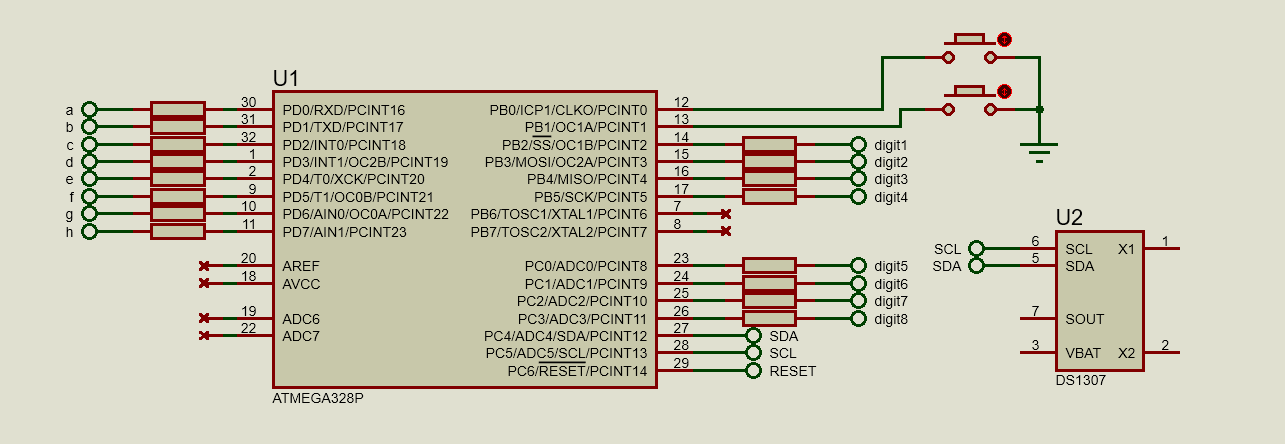
Mạch hiển thị 8 Led 7 đoạn:

Từng led con của led 7 đoạn được kết nối với các chân a, b, c, d, e, f, g. Từng chân cathode chung của led 7 đoạn được điều khiển bằng 1 transistor C1815.



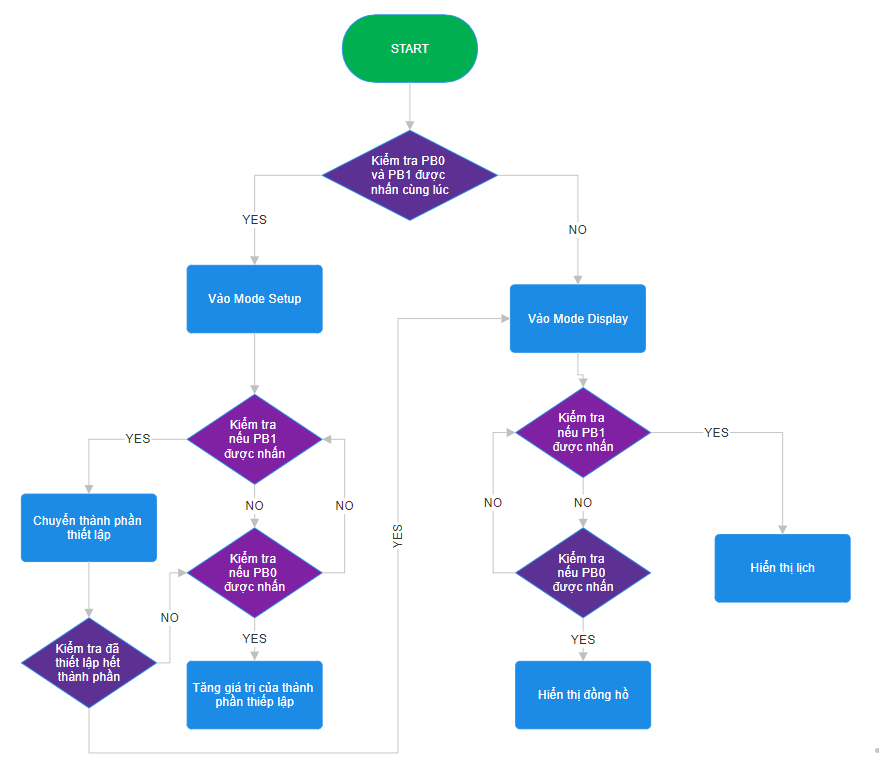
Mạch điều khiển:

PORTD được sử dụng để điều khiển từng led con của led 7 đoạn, được hạ áp qua điện trở 390 Ohm. Các chân PB2:5 được sử dụng để điều khiển 4 led 7 đoạn đầu tiên, các chân PC0:PC3 được sử dụng để điều khiển 4 led 7 đoạn sau cùng, hạ áp tại chân B của C1815 bằng điện trở 1k Ohm. 2 nút bấm được kết nối với PB0:1 được sử dụng như đầu vào cài đặt của hệ thống. Module DS1307 được kết nối tới TWI của vi điều khiển.



## Cách hoạt động của mô hình

Dưới đây là cách hoạt động của chương trình:



Hình 12. Operation

Chương trình có hai chế độ chính là *Mode\_Setup* và *Mode\_Display*, được truy cập bằng việc ấn cả hai nút PB0 và PB1 cùng một lúc, mặc định khi khởi động, chương trình ở *Mode\_Display*.

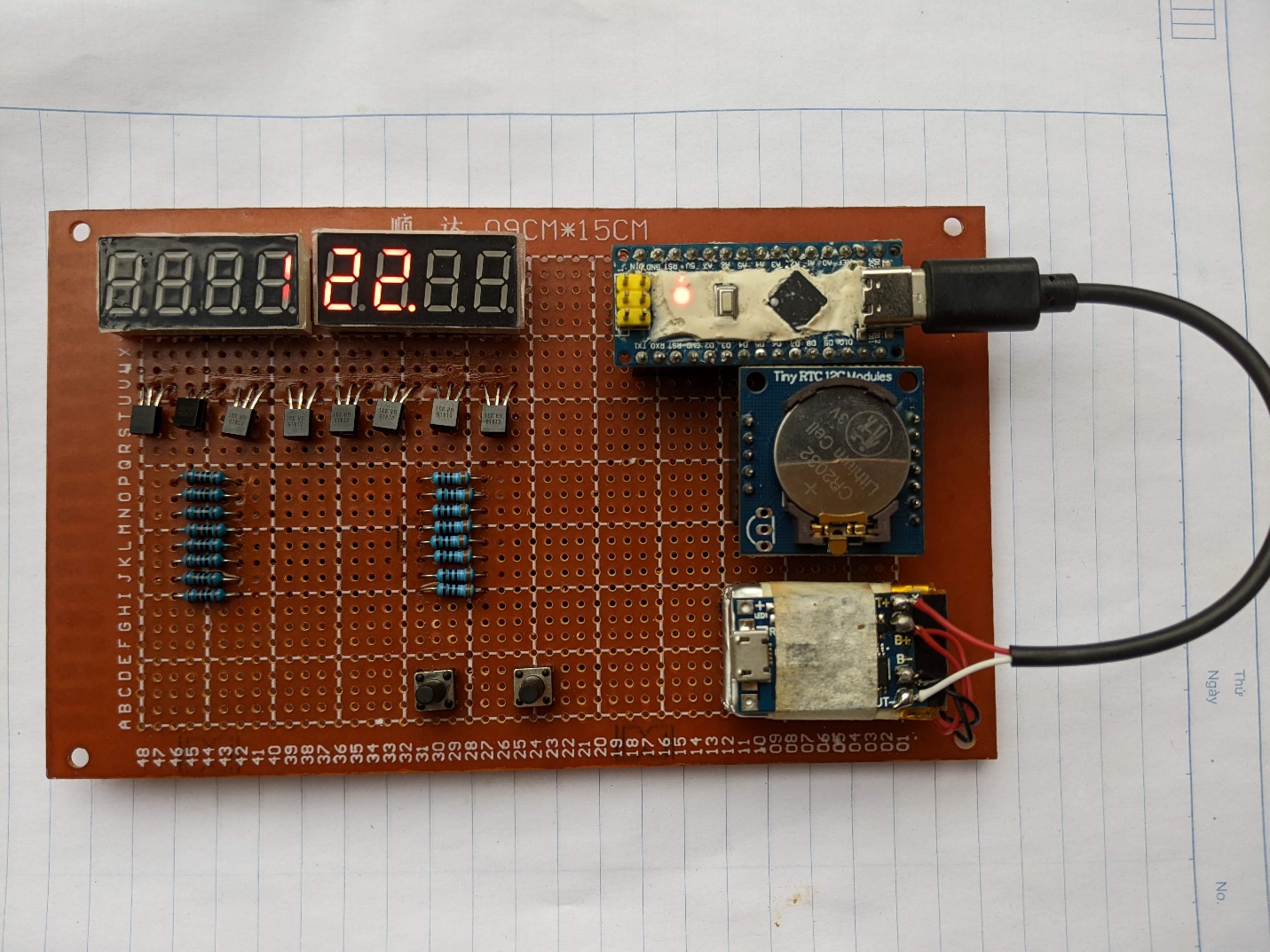
* 1. Ở *Mode\_Setup*, chương trình kiểm tra nút PB1 dùng để chỉnh tham số thành phần thiết lập bao gồm giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm, ngày trong tuần. Sử dụng nút PB0 để tăng giá trị của biến đang thiết lập. Khi thiết lập xong toàn bộ tham số thành phần thì tự thoát *Mode\_Setup* và vào *Mode\_Display*.
  2. Ở *Mode\_Display*, chương trình kiểm tra hai nút PB0 và PB1 để chọn chế độ hiển thị là giờ/phút/giây hoặc ngày/tháng/năm.

## Lập trình chương trình nhúng

Cấu trúc Folder chương trình gồm các File thư viện cho Led 7 đoạn và Module Ds1307 như sau:

|  |  |
| --- | --- |
| main.c | Cấu trúc chương trình chính |
| Led\_7Segment\_Master.h + Led\_7Segment\_Master.c | Thư viện giao tiếp hiển thị với 8 led 7 đoạn |
| I2C\_Master.h + I2C\_Master.c | Thư việc giao tiếp I2C |
| DS1307\_Master.h + DS1307\_Master.c | Thư viện giaot tiếp với module DS1307 |

## Mô hình thử nghiệm phần cứng



# Kết luận

Yêu cầu 1: Mạch điện tử được thiết kế trên máy tính bằng phần mềm

* Sơ đồ nguyên lý và kết nối mạch được thiết kế bằng Proteus 8.13
* Mô phỏng hoạt động của mô hình bằng Proteus 8.13

Yêu cầu 2: Hệ thống hiển thị được thời gian thực ở 2 chế độ tùy theo người dùng: ngày/tháng/năm và giờ/phút/giây

* Chế độ giờ/phút/giây và ngày/tháng/năm được chọn bằng 2 nút PB0 và PB1

Yêu cầu 3: Sai số tối đa 5 giây/ngày

* Sai số ở điều kiện thường so với thời gian tham chiếu tại web Time.is không có sai lệch.

Yêu cầu 4: Trên hệ thống có nguồn dự phòng

* Trên hệ thống có nguồn dự phòng là pin 400Mah, thời gian hoạt động 30 phút.

Yêu cầu 5: Trên hệ thống có phím chỉnh thời gian

* Trên hệ thống có chức năng chỉnh thời gian.

# Nâng cao