

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

....📖....



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

Đo lường và Điều khiển bằng Máy tính

(EE3017)

ĐỀ TÀI:

Điều khiển các ngoại vi bằng STM32 và WinForm GUI

Giảng viên hướng dẫn: thầy **Nguyễn Hoàng Giáp**

Lớp: L02

Sinh viên thực hiện: **Nguyễn Ngọc Khanh – 2111474**

TP.HCM 05/05/2024

MỤC LỤC

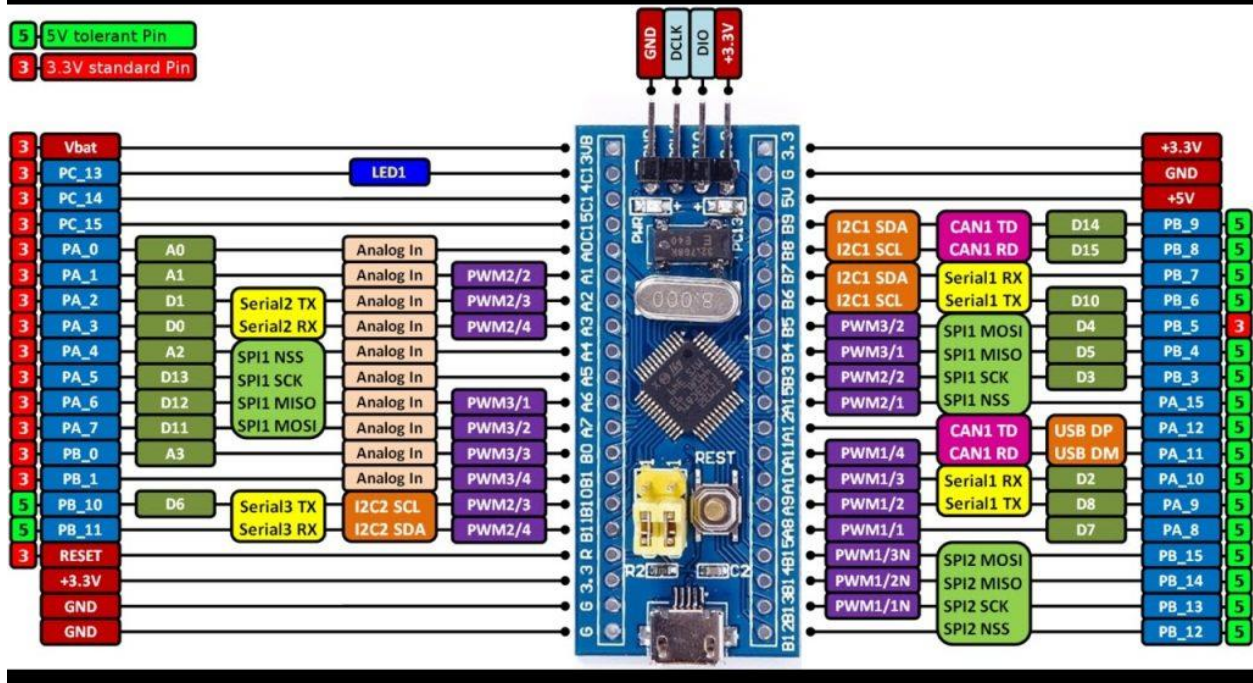
I. Cơ sở lý thuyết	3
1. Vi điều khiển STM32F103C8T6	3
1.1. Sơ đồ chân	3
1.2. Thông số kỹ thuật	3
2. Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11	4
2.1. Giới thiệu	4
2.2. Thông số kỹ thuật	5
2.3. Nguyên lý hoạt động	5
3. USB UART	5
3.1. Giới thiệu	5
3.2. Nguyên lý hoạt động	6
4. Mạch thời gian thực DS3231 (giao tiếp I2C)	7
4.1. Giới thiệu	7
4.2. Thông số kỹ thuật	8
5. Mạch hiển thị 8 LED 7 đoạn MAX7219 (giao tiếp SPI).....	8
5.1. Giới thiệu	8
5.2. Thông số kỹ thuật	9
6. Điều khiển LED 12VDC sử dụng Opto và nguồn cấp Adapter 12VDC 3A	9
II. Sơ đồ nối dây tổng quát, lưu đồ giải thuật và phương thức trao đổi dữ liệu giữa STM32 với WinForm GUI	11
1. Sơ đồ nối dây tổng quát	11
2. Lưu đồ giải thuật.....	11

3. Phương thức trao đổi dữ liệu giữa STM32 với WinForm GUI	12
III. WinForm GUI.....	13
1. Khối Communication	13
2. Khối LED Control	13
3. Khối DHT11 Control	14
4. Khối RTC DS3231	15
IV. Hình ảnh hoạt động thực tế của mạch và link source code Github	16
V. Tổng kết.....	17
Tài liệu tham khảo	18

I. Cơ sở lý thuyết

1. Vi điều khiển STM32F103C8T6

1.1. Sơ đồ chân



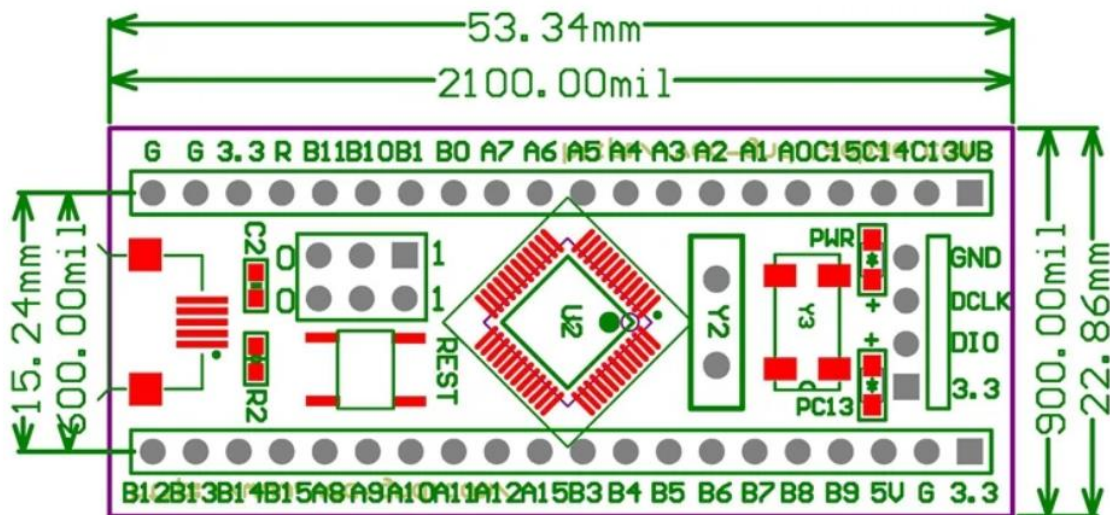
Hình 1. Vi điều khiển STM32F103C8T6

1.2. Thông số kỹ thuật

Kit phát triển STM32F103C8T6 Blue Pill ARM Cortex-M3 là loại được sử dụng để nghiên cứu về ARM nhiều nhất hiện nay do có mức giá rẻ, kit có chất lượng gia công tốt, độ bền cao.

- Vi điều khiển: STM32F103C8T6.
- Điện áp cấp 5VDC qua cổng Micro USB sẽ được chuyển đổi thành 3.3VDC qua IC nguồn và cấp cho Vi điều khiển chính.
- Tích hợp sẵn thạch anh 8Mhz.
- Tích hợp sẵn thạch anh 32Khz cho các ứng dụng RTC.
- Ra chân đầy đủ tất cả các GPIO và giao tiếp: CAN, I2C, SPI, UART, USB, ...

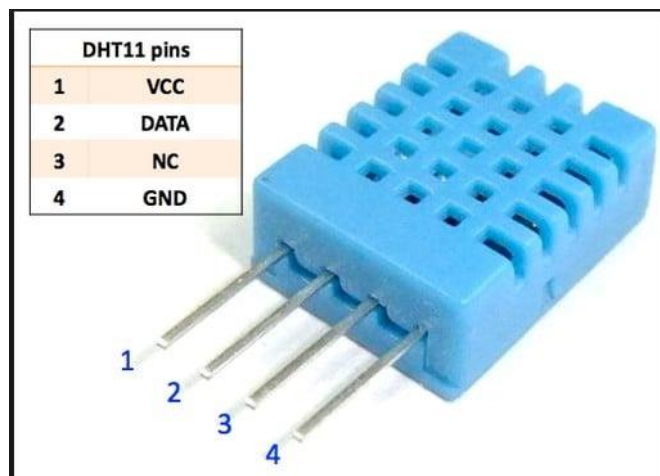
- Tích hợp Led trạng thái nguồn, Led PC13, Nút Reset.
- Kích thước: 53.34 x 15.24mm.



2. Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11

2.1. Giới thiệu

Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11 là cảm biến được sử dụng rất phổ biến để xác định nhiệt độ và độ ẩm ở môi trường cảm biến được lắp đặt. Cảm biến có thời gian phản hồi nhanh, độ chính xác cao, giá thành rẻ, phù hợp cho các nghiên cứu và ứng dụng nhỏ.



Hình 2. Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11

2.2. Thông số kỹ thuật

- Điện áp hoạt động: 3V - 5V DC.
- Dòng điện tiêu thụ: 2.5mA.
- Phạm vi cảm biến độ ẩm: 20% - 90% RH, sai số $\pm 5\%RH$.
- Phạm vi cảm biến nhiệt độ: $0^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$, sai số $\pm 2^{\circ}C$.
- Tần số lấy mẫu tối đa: 1Hz (1 giây 1 lần).
- Kích thước: 23 x 12 x 5 mm.

2.3. Nguyên lý hoạt động

Đầu tiên, vi xử lý gửi một tín hiệu khởi đầu đến cảm biến DHT11. Sau khi nhận được tín hiệu khởi đầu, DHT11 xác nhận lại tới vi xử lý, cho biết nó đã sẵn sàng cho việc truyền dữ liệu. Cảm biến DHT11 truyền lại 5 bytes dữ liệu, trong đó chứa thông tin về độ ẩm và nhiệt độ được đo.

3. USB UART

3.1. Giới thiệu

UART - Universal synchronous asynchronous receiver transmitter là một ngoại vi cơ bản và thường dùng trong các quá trình giao tiếp với các module như: Xbee, Wifi, Bluetooth, các vi xử lý, ... Khi giao tiếp UART kết hợp với các IC giao tiếp như MAX232CP, SP485EEN.... thì sẽ tạo thành các chuẩn giao tiếp RS232, RS485. Đây là các chuẩn giao tiếp thông dụng và phổ biến trong công nghiệp từ trước đến nay.



Hình 3. Mạch chuyển USB UART CP2102

3.2. Nguyên lý hoạt động

Giao tiếp UART không đồng bộ: kết nối RX – TX giữa mạch USB – UART với vi điều khiển, dùng giao thức UART để truyền nhận data giữa WinForm GUI với vi điều khiển. Nhược điểm của loại ngoại vi này là tốc độ khá chậm, quá trình truyền nhận dễ xảy ra lỗi nên trong quá trình truyền nhận cần có các phương pháp để kiểm tra (ở bài tập lớn này, em dùng phương thức bắt tay bằng phần mềm để đảm bảo data được truyền – nhận là chính xác). UART không phải là 1 chuẩn truyền thông, Khi muốn nó là 1 chuẩn truyền thông hoặc truyền data đi xa, chúng ta cần phải sử dụng các IC thông dụng để tạo thành các chuẩn giao tiếp đáng tin cậy như RS485 hay RS232....

Thông thường chúng ta sẽ dùng ngắt nhận UART để nhận dữ liệu vì sử dụng ngắt sẽ tiện lợi, không tốn thời gian chờ cũng như mất dữ liệu. Các tốc độ thường dùng để giao tiếp với máy tính: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200 ...

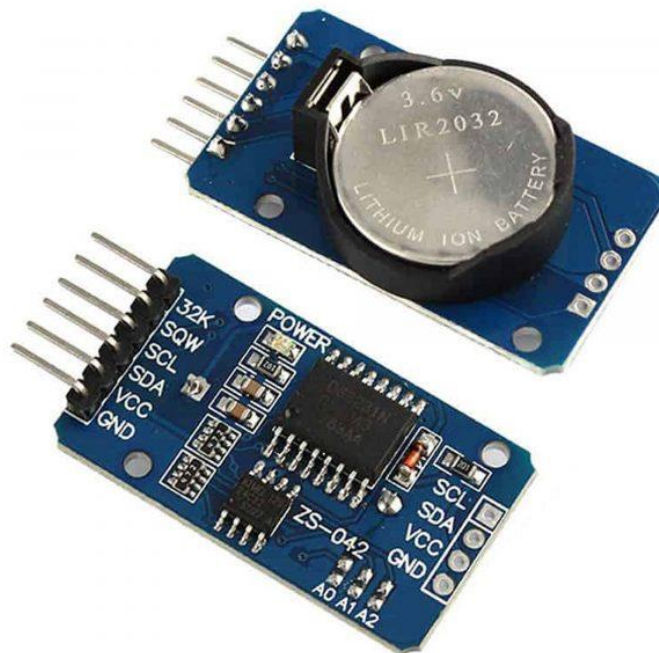
Một số phần mềm giao tiếp với máy tính: Hercules_3-2-5, Teraterm, Serial – Oscilloscope - v1.5... Một số module dùng để giao tiếp với máy tính: CP2102 USB 2.0, USB ra UART dùng PL2303, USB to UART dùng TTL FT232RL, USB ra UART dùng CH340G...

4. Mạch thời gian thực DS3231 (giao tiếp I2C)

4.1. Giới thiệu

Module Thời Gian Thực RTC DS3231 là IC thời gian thực giá rẻ, rất chính xác với thạch anh tích hợp sẵn có khả năng điều chỉnh nhiệt. IC có đầu vào cho pin riêng, tách biệt khỏi nguồn chính đảm bảo cho việc giữ thời gian chính xác. Thạch anh tích hợp sẵn giúp tăng độ chính xác trong thời gian dài hoạt động và giảm số lượng linh kiện cần thiết khi làm board.

Thời gian trong IC được giữ ở dạng: giờ, phút, giây, ngày, thứ, tháng, năm. Các tháng có ít hơn 31 ngày sẽ tự động được điều chỉnh, các năm Nhuận cũng được chỉnh đúng số ngày. Thời gian có thể hoạt động ở chế độ 24h hoặc 12h AM/PM. IC còn có chức năng báo động, có thể cài đặt 2 thời gian báo và lịch, có tín hiệu ra là xung vuông. Giao tiếp với IC được thực hiện thông qua I2C bus.



Hình 4. Mạch thời gian thực DS3231

4.2. Thông số kỹ thuật

- Điện áp hoạt động: 3.3V – 5.5V DC.
- Clock: high-precision clock on chip DS3231
- Clock Accuracy: 040 °C range, the accuracy 2ppm, the error was about 1 minute
- Thông tin Thời gian: giờ, phút, giây, ngày, thứ, tháng, năm, đến 2100.
- Cảm biến nhiệt trên IC có độ chính xác $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- I2C bus có tốc độ tối đa 400Khz
- Kèm thêm pin sạc được CR2032
- Kèm thêm memory IC AT24C32 (32k bits)

5. Mạch hiển thị 8 LED 7 đoạn MAX7219 (giao tiếp SPI)

5.1. Giới thiệu

Mạch hiển thị 8 led 7 đoạn anode chung sử dụng IC xử lí MAX7219 để giao tiếp SPI. Cảm biến nhỏ gọn và đầy đủ chức năng cho việc hiển thị chữ số, thời gian.



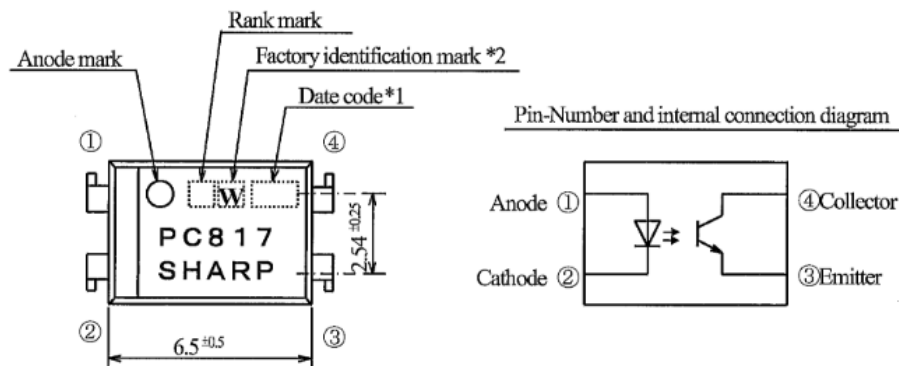
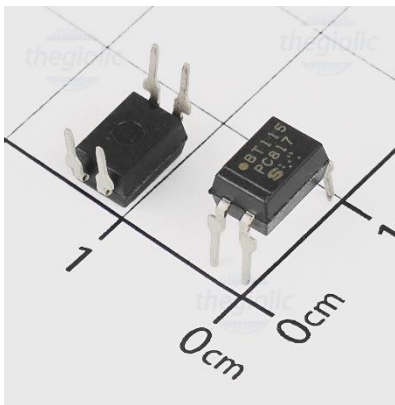
Hình 5. Mạch hiển thị 8 LED 7 đoạn MAX7219

5.2. Thông số kỹ thuật

- Sử dụng 8 led 7 đoạn (0.36").
- Dễ sử dụng chỉ với 5 chân: VCC, GND, CLK, DIN (MOSI), CS.
- Led 7 đoạn được điều khiển chung bởi IC MAX7219
- Tín hiệu điều khiển có thể là 5V hoặc 3.3V.
- Có 4 lỗ bắt vít M2 thuận tiện cho việc gá đặt.
- Kích thước: 71 x 22 x12 mm.

6. Điều khiển LED 12VDC sử dụng Opto và nguồn cấp Adapter 12VDC 3A

Ở phần điều khiển LED 12V, em sử dụng Opto để cách li mạch điều khiển và tải để tránh làm hỏng vi xử lý STM32.



Hình 6. Opto PC817X2NSZ9F



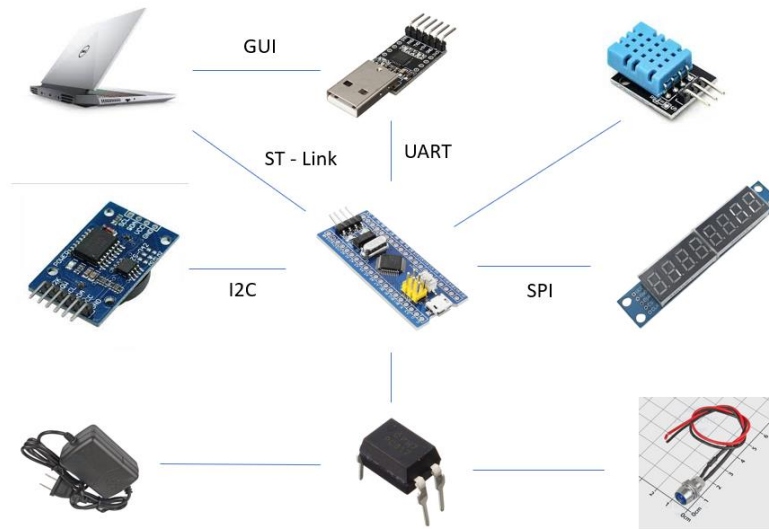
Hình 7. LED 12VDC màu xanh dương



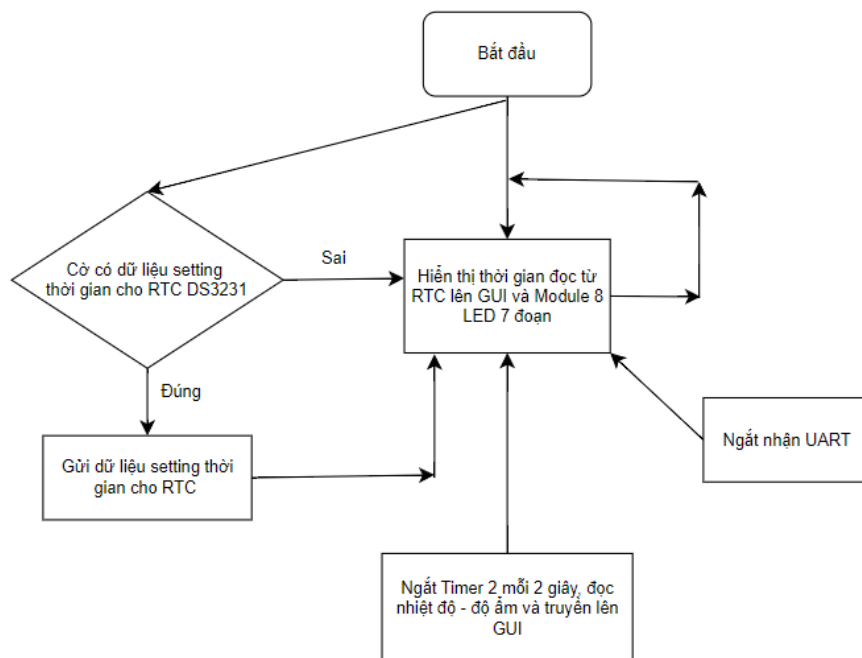
Hình 8. Nguồn adapter 12VDC 3A cấp cho LED

II. Sơ đồ nối dây tổng quát, lưu đồ giải thuật và phương thức trao đổi dữ liệu giữa STM32 với WinForm GUI

1. Sơ đồ nối dây tổng quát



2. Lưu đồ giải thuật



3. Phương thức trao đổi dữ liệu giữa STM32 với WinForm GUI

a) Dữ liệu nhận được từ giao diện WinForm có 2 dạng:

- Dạng 1: dữ liệu yêu cầu điều khiển LED: "@R2ON#" (bật LED) và "@R2OFF#" (tắt LED)..

- Dạng 2: dữ liệu thiết lập thời gian ban đầu cho RTC DS3231:

+ Dữ liệu thiết lập thời gian nhận được từ giao diện người dùng được định dạng như sau: "T...:...M". Ví dụ: "T21:30:50M" trong đó 21 là giờ, 30 là phút và 50 là giây.

+ Dữ liệu thiết lập ngày, tháng, năm nhận được từ giao diện người dùng được định dạng như sau: "D../.../...E". Ví dụ: "D2/15/04/24" trong đó 2 là ngày trong tuần (thứ hai), 15 là ngày, 04 là tháng và 24 là năm (2024).

b) Dữ liệu được truyền từ STM32 đến giao diện người dùng có 4 dạng:

- Dạng 1: dữ liệu phản hồi từ điều khiển LED (software handshaking): "@R2ON#" hoặc "@R2OFF#".

- Dạng 2: dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm (trong trường hợp DHT11 không bị lỗi) sẽ được truyền dưới dạng "T...&...H", trong đó: dữ liệu ... giữa 'T' và '&' đại diện cho dữ liệu nhiệt độ, dữ liệu ... giữa '&' và 'H' đại diện cho dữ liệu độ ẩm.

- Dạng 3: dữ liệu lỗi từ DHT11 sẽ được truyền dưới dạng "Lỗi: ...!", trong đó dữ liệu ... đại diện cho loại lỗi.

- Dạng 4: thời gian hiện tại được STM32 nhận thông qua giao thức I2C từ RTC DS3231:

+ Dữ liệu thời gian được truyền từ STM32 đến giao diện người dùng được định dạng như sau: "T...:...M". Ví dụ: "T20:50:30M" trong đó 20 là giờ, 50 là phút và 30 là giây.

+ Dữ liệu ngày, tháng, năm được truyền từ STM32 đến giao diện người dùng được định dạng như sau: "D../.../20..E". Ví dụ: "D5/18/04/2024" trong đó 5 là ngày trong tuần (Thứ Năm), 18 là ngày, 04 là tháng và 2024 là năm.

III. WinForm GUI

Giao diện có 4 khối chính: “Communication”, “LED Control”, “DHT11 Control”, “RTC DS3231”. Ở bài tập lớn này, module 8 LED 7 đoạn sẽ hiển thị ngoài thực tế nên em không làm phần hiển thị GUI cho nó.

PC-based Measurement and Control

Communication

Select COM: COM3

Select Baudrate: 9600

COM Port Connected

Exit

LED Control

On LED Off LED

LED Status: LED is ON

LED Data Frame: @R2ON#

DHT11 Control

Temperature (DC): 34

Humidity (%): 66

DHT11 Status: No Error

DHT11 Data Frame: T34866H

RTC DS3231

Set Day/DD/MM/YY: 7/27/04/24 Send

Set HH/MM/SS: 21:30:10 Send

Date: 7/27/04/2024

Time: 21:30:41

1. Khối Communication

Dùng để chọn cổng COM và baudrate để giao tiếp giữa GUI và STM32

2. Khối LED Control

- Có 2 nút On LED và Off LED, khi được nhấn, mỗi nút sẽ gửi một data frame khác nhau từ GUI xuống STM32 để điều khiển bật LED hoặc tắt LED.

- LED Status: dùng để hiển thị trạng thái LED hiện tại đang bật hay tắt.

- LED Data Frame: chuỗi data frame được phản hồi từ STM32 về GUI (software handshaking).

3. Khối DHT11 Control

- Temperature và Humidity là nhiệt độ và độ ẩm được GUI bóc tách từ chuỗi dữ liệu được gửi từ STM32 lên và hiển thị trên text box.

- DHT11 Status: là text box dùng để hiển thị tình trạng hoạt động của DHT11 hiện tại, có các trạng thái sau:

+ “No Error”: DHT11 hoạt động bình thường.

+ “Error: Respond Level 0 Timeout”: các xung phản hồi ở mức logic 0 của DHT11 bị lỗi Timeout.

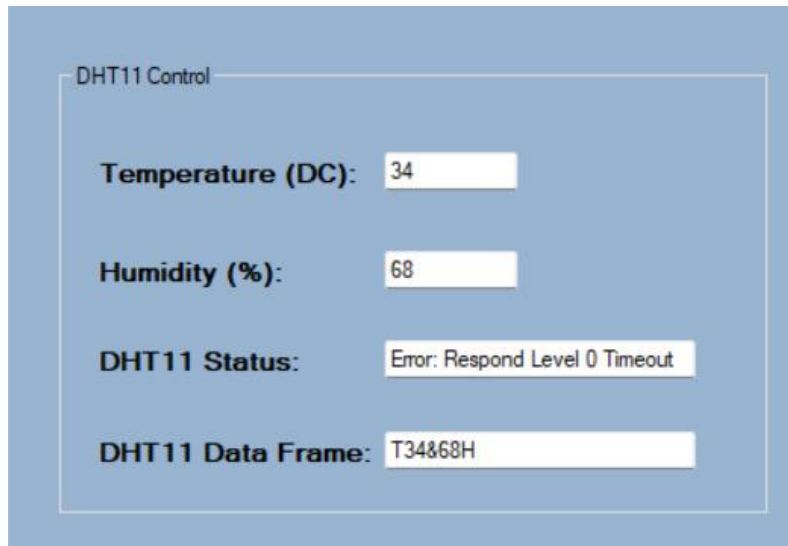
+ “Error: Respond Level 1 Timeout”: các xung phản hồi ở mức logic 1 của DHT11 bị lỗi Timeout.

+ “Error: Data Level 0 Timeout”: các xung dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm ở mức logic 0 của DHT11 bị lỗi Timeout.

+ “Error: CRC Error”: tổng dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm ở 32 bits đầu tiên không bằng dữ liệu checksum CRC ở 8 bits cuối, DHT11 bị lỗi CRC.

- DHT11 Data Frame: chuỗi dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm từ STM32 gửi lên GUI.

Ở đây, em sẽ thử rút dây data của DHT11 ra để mô phỏng tình trạng lỗi. Ngay lập tức, thông báo “Error: Respond Level 0 Timeout” được hiển thị ở mục DHT11 Status. Vậy chúng ta có thể quan sát tình trạng lỗi và dự báo xem dây đang bị lỏng/đứt hoặc bản thân DHT11 đang bị hư. Kết quả của lần mô phỏng lỗi được thể hiện ở hình phía dưới:



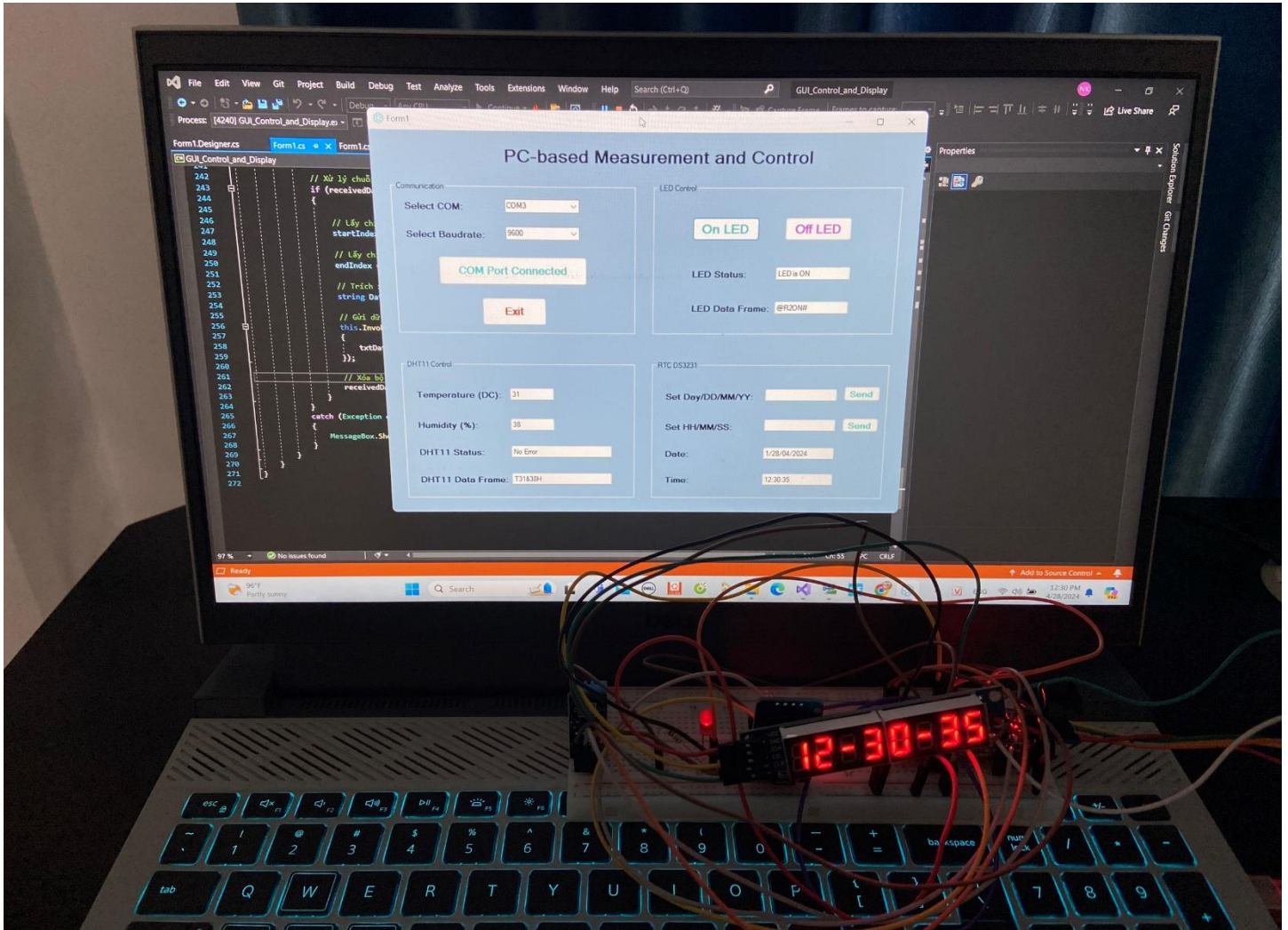
4. Khởi RTC DS3231

- Set Day/DD/MM/YY và Set HH/MM/SS: dùng để set lại thứ, ngày, tháng, năm, giờ, phút, giây hiện tại. Nếu pin của RTC vẫn còn điện thì thời gian sẽ tự động cập nhật realtime bằng thạch anh của RTC, ta không cần phải set lại.

- Time và Date: hiển thị thứ, ngày, tháng, năm, giờ, phút, giây hiện tại.

IV. Hình ảnh hoạt động thực tế của mạch và link source code Github

1. Hình ảnh hoạt động của mạch



2. Link Github

Em đã upload các folder về GUI và chương trình STM32 lên Github theo đường dẫn dưới đây để thầy có thể tiện lợi theo dõi và nhận xét.

Link source code:

https://github.com/NgocKhanh0912/Measure_and_Control_Slaves.git

V. Tổng kết

Thông qua việc thực hiện đề tài “Điều khiển các ngoại vi bằng STM32 và WinForm GUI”, em đã:

- Biết cách sử dụng DHT11, RTC DS3231, module 8 LED 7 đoạn MAX7219.
- Biết cách sử dụng, lập trình STM32 và WinForm GUI.
- Biết cách tự định dạng data frame, xử lý chuỗi dữ liệu, bắt tay bằng phần mềm, dự báo lỗi để hạn chế tối đa sai sót và biết cách xử lý lỗi.

Em cảm ơn thầy vì đã hướng dẫn em thực hiện đề tài này. Thông qua đó, em đã học được thêm rất nhiều kiến thức hữu ích để phục vụ cho các đề tài sau này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nshop. *Mạch hiển thị LED 7 đoạn*. Truy cập từ: <https://nshopvn.com/product/mach-hien-thi-8-led-7-doan/>.
- [2] Nshop. *Module cảm biến độ ẩm, nhiệt độ DHT11*. Truy cập từ: <https://nshopvn.com/product/module-cam-bien-do-am-nhiet-do-dht11/>.
- [3] Nshop. *Module thời gian thực RTC DS3231*. Truy cập từ: <https://nshopvn.com/product/module-thoi-gian-thuc-rtc-ds3231/>.
- [4] Thegioiic. *Opto PC817X2NSZ9F*. Truy cập từ: <https://www.thegioiic.com/pc817x2nsz9f-optoisolator-transistor-output-5000vrms-1-channel-4-dip>.
- [5] Thegioiic. *LED xanh dương vỏ inox 8mm 12VDC dây nối 20cm*. Truy cập từ: <https://www.thegioiic.com/led-xanh-duong-vo-inox-8mm-12vdc-day-noi-20cm>.
- [6] Thegioiic. *Nguồn adapter 12V 3A đầu DC 5.5x2.1mm dài 1.5m V4*. Truy cập từ: <https://www.thegioiic.com/nguon-adapter-12v-3a-dau-dc-5-5x2-1mm-dai-1-5m-v4>.