

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN ĐIỆN TỬ



-----oOo-----

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP
THIẾT KẾ MÔ HÌNH
CNC 3 TRỤC

GVHD: Th.s. NGUYỄN TRUNG HIẾU

Sinh viên:

Trần Minh Sang 1813815

TP. Hồ Chí Minh, ngày 19 tháng 9 năm 2023

LỜI GIỚI THIỆU

Trong thời đại công nghiệp, công nghệ CNC (viết tắt của Computer Numerical Control) được ứng dụng nhiều trong sản xuất công nghiệp. Công nghệ CNC được ứng dụng vào các loại máy tạo hình sản phẩm như máy mài, máy cắt, máy khoan, máy in, máy tiện, máy phay... Công nghệ CNC là sử dụng phần mềm máy tính để điều khiển máy cắt cơ khí trong việc gia công và tạo hình các chi tiết máy, bộ phận máy móc thiết bị. Hiện nay nhờ áp dụng công nghệ CNC mà các công việc phức tạp, nguy hiểm trước đây được thực hiện một nhanh chóng, chính xác, đảm bảo an toàn cho con người.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI	7
1.1. Lí do chọn đề tài.....	7
1.2. Mục tiêu của đề tài	7
1.3. Nhiệm vụ của đề tài	7
CHƯƠNG 2: ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG.....	8
2.1. Các yêu cầu của sản phẩm	8
2.2. Sơ đồ khối hệ thống	8
2.3. Các vấn đề của hệ thống	8
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ PHẦN CỨNG	9
3.1. Mô tả phần cứng	9
3.1.1. Nguồn cấp cho hệ thống:.....	9
3.1.2. Nguồn cấp cho vi điều khiển:.....	9
3.1.3. Vi điều khiển:	9
3.1.4. IC điều khiển động cơ:	10
3.1.5. IC đệm bảo vệ vi điều khiển:	10
3.1.6. Động cơ điều khiển:	10
3.1.7. Màn hình hiển thị:	10
3.1.8. Khe cắm thẻ MicroSD:.....	11
3.1.9. Động cơ phay:	11
3.2. Sơ đồ khối phần cứng	11
3.2.1. Khối nguồn:.....	11
3.2.2. Khối điều khiển chính:	12
3.2.3. Khối điều khiển động cơ:.....	12
3.3. Mainboard schematic	13
3.3.1. Power supply schematic:.....	13
3.3.2. Notify schematic:	13
3.3.3. Main MCU schematic:	14
3.3.4. CNC MCU schematic:	15
3.3.5. SD card schematic:.....	16
3.3.6. OLED schematic:	16
3.3.7. Button schematic:	17
3.3.8. H bridge schematic:.....	17

3.3.9. Encoder schematic:	18
3.3.10. PCB:	18
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ PHẦN MỀM	19
4.1. Cấu trúc hệ thống	19
4.2. Các giải thuật cơ bản.....	19
4.2.1. Gcode:	19
4.2.2. Giải thuật xử lý đường cong:	21
4.2.3. Điều khiển vị trí động cơ:	22
4.2.4. Phay một đường từ điểm A đến B.....	22
4.2.5. Truyền nhận dữ liệu:	23
4.2.6. Kiểm tra kết nối:.....	23
4.3. GUI.....	24
4.3.1. Button processing:.....	24
4.3.2. Check connect:	25
4.3.3. Gcode processing:	25
4.3.4. Data processing:	26
4.4. Main MCU	27
4.4.1. Check connect:	27
4.4.2. GUI communication:	28
4.4.3. OLED:	28
4.4.4. Button process:	29
4.4.5. SD card:	29
4.4.6. CNC communication:.....	29
4.5. CNC MCU	30
4.5.1. Go home:	30
4.5.2. Main MCU communication:	30
4.5.3. Control motor follow Gcode:	31
CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI.....	32
5.1. Đề tài đã làm được gì	32
5.2. Một số hình ảnh của mô hình CNC	32
5.3. Một số hình ảnh của GUI.....	34
5.4. Một số video chạy mô hình CNC	36
5.4.1. Video tạo Gcode từ ảnh:.....	36

5.4.2. Video chạy mô hình CNC:	36
5.4.3. Tất cả source code của đề tài:	36
5.5. Hướng phát triển	36
CHƯƠNG 6: TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	37
CHƯƠNG 7: PHỤ LỤC.....	38

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2. 1 Sơ đồ khối hệ thống.....	8
Hình 3. 1 Nguồn tổ ong 12V 40A	9
Hình 3. 2 IC hạ áp L7805	9
Hình 3. 3 IC ổn áp AMS1117.....	9
Hình 3. 4 STM32F103C8T6.....	9
Hình 3. 5 IC L298N	10
Hình 3. 6 IC 74HC245N.....	10
Hình 3. 7 Động cơ điều khiển JGA25-370.....	10
Hình 3. 8 Màn hình OLED SH1106.....	10
Hình 3. 9 Khay cắm thẻ MicroSD	11
Hình 3. 10 Động cơ phay RS775.....	11
Hình 3. 11 Khối nguồn.	11
Hình 3. 12 Khối điều khiển chính	12
Hình 3. 13 Khối điều khiển động cơ.	12
Hình 3. 14 Power supply schematic	13
Hình 3. 15 Notify schematic.....	13
Hình 3. 16 Main MCU schematic.....	14
Hình 3. 17 CNC MCU schematic.....	15
Hình 3. 18 SD card schematic	16
Hình 3. 19 OLED schematic	16
Hình 3. 20 Button schematic	17
Hình 3. 21 H bridge schematic	17
Hình 3. 22 Encoder schematic.....	18
Hình 3. 23 Mainboard PCB	18
Hình 4. 1 Cấu trúc hệ thống.....	19
Hình 4. 2 Gcode trong công nghệ CNC.	19
Hình 4. 3 Ví dụ về mã Gcode G02	20
Hình 4. 4 Giải thuật xử lý đường cong.....	21
Hình 4. 5 Giải thuật điều khiển động cơ.....	22
Hình 4. 6 Phay một đường từ A đến B	22

Hình 4. 7 Giải thuật kiểm tra kết nối	23
Hình 4. 8 GUI architecture	24
Hình 4. 9 Button interface	24
Hình 4. 10 Check connect flowchart	25
Hình 4. 11 Gcode processing.....	25
Hình 4. 12 Display from Gcode	26
Hình 4. 13 Data processing	26
Hình 4. 14 Main MCU architecture.....	27
Hình 4. 15 Check connect.....	27
Hình 4. 16 GUI communication	28
Hình 4. 17 OLED.....	28
Hình 4. 18 Button user interface.....	29
Hình 4. 19 SD card	29
Hình 4. 20 CNC communication	29
Hình 4. 21 CNC MCU architecture	30
Hình 4. 22 Go home flowchart	30
Hình 4. 23 Main MCU communication.....	30
Hình 4. 24 Control motor follow Gcode	31
Hình 5. 1 Mặt sau mô hình CNC	32
Hình 5. 2 Mặt bên mô hình CNC	33
Hình 5. 3 Mặt trước mô hình CNC.....	33
Hình 5. 4 Kết nối với Mainboard	34
Hình 5. 5 Ngắt kết nối với Mainboard.....	34
Hình 5. 6 Chọn Gcode	35
Hình 5. 7 Thông báo khi mất kết nối với mainboard	35
Appendix 1: Power supply	38
Appendix 2: Main MCU.....	38
Appendix 3: CNC MCU	39
Appendix 4: User interface.....	39
Appendix 5: Motor control	40
Appendix 6: Top layer	40
Appendix 7: Bottom layer	41
Appendix 8: PCB.....	41

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1. Lí do chọn đề tài

Hiện nay nền công nghiệp đang phát triển mạnh với nhiều ngành sản xuất các sản phẩm công nghiệp. Nhu cầu sử dụng máy móc công nghiệp trong sản xuất để gia tăng năng suất ngày càng lớn. Do đó việc gia công và chế tạo các chi tiết, bộ phận máy là thiết yếu. Mà các công việc này đòi hỏi độ chính xác cao, nếu người lao động trực tiếp gia công thì đòi hỏi người lao động phải có tay nghề cao, ngoài ra còn tốn nhiều thời gian cộng với các công việc này có thể gây nguy hiểm cho người lao động.

Nhưng với sự phát triển của công nghệ kỹ thuật số, các công việc phức tạp và nguy hiểm đã được máy tính giải quyết một cách nhanh chóng, chính xác và an toàn với con người. Trong đó, công nghệ CNC đã giải quyết được vấn đề về gia công các chi tiết máy cực kì chính xác và nhanh chóng. Người lao động chỉ cần biết cách sử dụng phần mềm máy tính, biết cách thiết lập các thông số cho máy CNC, sau đó máy CNC sẽ thực hiện gia công và cho ra một sản phẩm theo mục đích của bản vẽ thiết kế.

Thấy được tầm quan trọng của công nghệ CNC nên việc tìm hiểu về công nghệ này là thật sự cần thiết.

1.2. Mục tiêu của đề tài

Mục tiêu của đề tài này là thiết kế một mô hình máy phay CNC 3 trục sử dụng vi điều khiển STM32 để điều khiển động cơ phay theo một hình ảnh được chuyển sang mã Gcode được gửi từ GUI trên laptop xuống vi điều khiển STM32.

1.3. Nhiệm vụ của đề tài

Đề tài sẽ được thực hiện thông qua các nhiệm vụ sau:

Chương 2: Đặc điểm kỹ thuật của hệ thống.

Giới thiệu về yêu cầu của sản phẩm, sơ đồ khối và các vấn đề của hệ thống

Chương 3: Thiết kế phần cứng.

Mô tả chi tiết về các linh kiện cần thiết, giải thích sơ đồ nguyên lý.

Chương 4: Thiết kế phần mềm.

Trình bày và giải thích cách chương hoạt động thông qua flowchar.

Chương 5: Kết quả thực hiện.

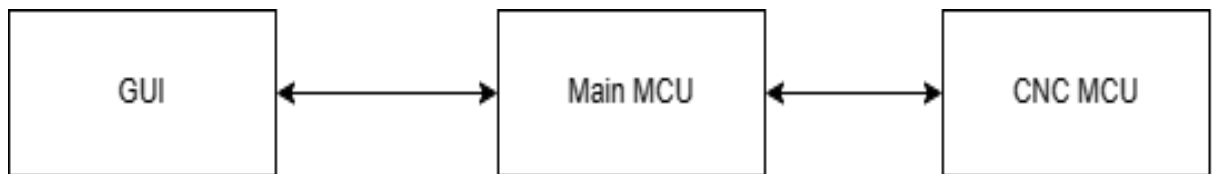
Đúc kết lại những gì đã làm được và định hướng phát triển.

CHƯƠNG 2: ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG

2.1. Các yêu cầu của sản phẩm

- Tên sản phẩm: Mô hình CNC 3 trục.
- Mục đích: Thiết kế mô hình CNC 3 trục sử dụng vi điều khiển STM32.
- Use case: Chọn Gcode đã được tạo ra từ hình ảnh bằng phần mềm Inkscape sau đó máy phay CNC sẽ thực hiện phay theo Gcode đã chọn.
- Kích thước sản phẩm: 150 x 150 x 20 mm.
- Khối lượng sản phẩm: 8kg.

2.2. Sơ đồ khối hệ thống



Hình 2. 1 Sơ đồ khối hệ thống

2.3. Các vấn đề của hệ thống

- Kết nối giữa GUI và CNC phải ổn định.
- Khung thông tin truyền phải chính xác.
- Sai số của hệ thống lớn nhất là 0.1 mm.
- Điểm gốc của CNC là cố định.
- Sử dụng phần mềm thứ 3 để tạo Gcode.
- Có thể lưu trữ Gcode vào SD card.
- Có thể điều khiển bằng nút bấm trên mainboard khi không kết nối với GUI.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

3.1. Mô tả phần cứng

3.1.1. Nguồn cấp cho hệ thống:

Sử dụng nguồn tổ ong 12V 40A.

- Điện áp ngõ vào: 180-240VAC, 50/60Hz.
- Điện áp ngõ ra: 12VDC.
- Dòng ngõ ra tối đa: 40A.
- Kích thước: 21cm x 11.5cm x 4.5cm.
- Khối lượng: 2kg.



Hình 3. 1 Nguồn tổ ong 12V 40A

3.1.2. Nguồn cấp cho vi điều khiển:

Sử dụng IC hạ áp L7805.

- Điện áp ngõ vào: tối thiểu 7VDC.
- Điện áp ngõ ra: 5VDC.
- Dòng ngõ ra tối đa: 1.5A.
- Nhiệt độ hoạt động: -55 đến 150 °C.



Hình 3. 2 IC hạ áp L7805

Sử dụng IC ổn áp AMS1117.

- Ngõ vào: 5VDC.
- Ngõ ra: 3.3VDC, 1A.
- Nhiệt độ hoạt động: 0 đến 125 °C.
- Dạng đóng gói: SOT-223.



Hình 3. 3 IC ổn áp AMS1117

3.1.3. Vi điều khiển:

Sử dụng vi điều khiển STM32f103c8t6.

- Architecture: ARM Cortex-M3.
- CPU speed: 72MHz.
- Program memory size: 64KB.
- RAM memory size: 20KB.
- Flash memory size: 64KB.
- Power supply: 3.3V.
- Package: LQFP 48 pin.
- Temperature range: -40 to 85 °C.
- Peripheral: 2 ADC, 4 Timer.
- Communication interfaces: USART, I2C, USB, SPI, CAN.

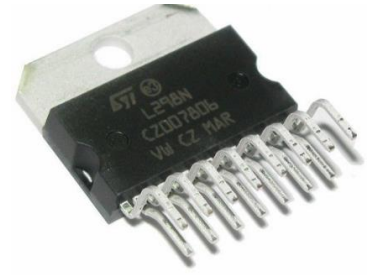


Hình 3. 4 STM32F103C8T6

3.1.4. IC điều khiển động cơ:

Sử dụng IC L298N.

- Ngõ vào: 5 đến 30V.
- Dòng ngõ ra tối đa: 2A.
- Điện áp logic: 3.3V.
- Nhiệt độ hoạt động: -25 đến 130 °C.
- Dạng đóng gói: Mutilwatt15.



Hình 3. 5 IC L298N

3.1.5. IC đệm bảo vệ vi điều khiển:

Sử dụng IC 74HC245N.

- Điện áp hoạt động: 2 đến 6V.
- Dòng ngõ ra tối đa: 7.8mA.
- Nhiệt độ hoạt động: -40 đến 85 °C.
- Dạng đóng gói: DIP.

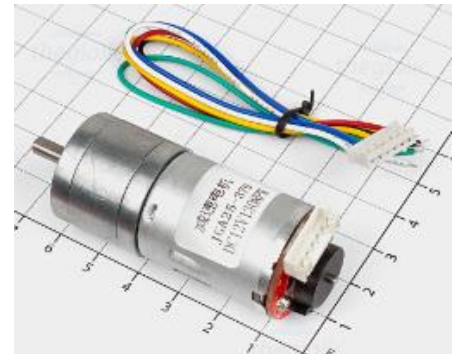


Hình 3. 6 IC 74HC245N

3.1.6. Động cơ điều khiển:

Sử dụng động cơ JGA35-370 có Encoder.

- Tốc độ quay: 130rpm.
- Điện áp định mức: 12V.
- Điện áp hoạt động: 6-12V.
- Loại: có chổi than
- Đường kính trục: 4mm.
- Chiều dài động cơ: 55mm.
- Đường kính động cơ: 25mm.
- Tỉ số truyền: 1:45.
- Xung/vòng: 11.
- Chiều dài trục: 8mm.



Hình 3. 7 Động cơ điều khiển JGA25-370

3.1.7. Màn hình hiển thị:

Sử dụng màn hình OLED SH1106.

- Điện áp hoạt động: 3.3 đến 5V.
- IC: SH1106.
- Chuẩn giao tiếp: I2C.
- Độ phân giải: 128 x 64 pixel.
- Nhiệt độ hoạt động: -30 đến 70 °C.
- Kích thước: 23 x 35.5 x 2.6 mm.



Hình 3. 8 Màn hình OLED SH1106

3.1.8. Khe cắm thẻ MicroSD:

Sử dụng khay thẻ nhớ 8 chân Push-Push.

- Loại thẻ nhớ: MicroSD.
- Kiểu chân: dán bề mặt.
- Nhiệt độ hoạt động: -25 đến 85 °C.
- Kích thước: 12.5 x 14 x 1.8 mm.



Hình 3. 9 Khay cắm thẻ MicroSD

3.1.9. Động cơ phay:

Sử dụng động cơ RS775:

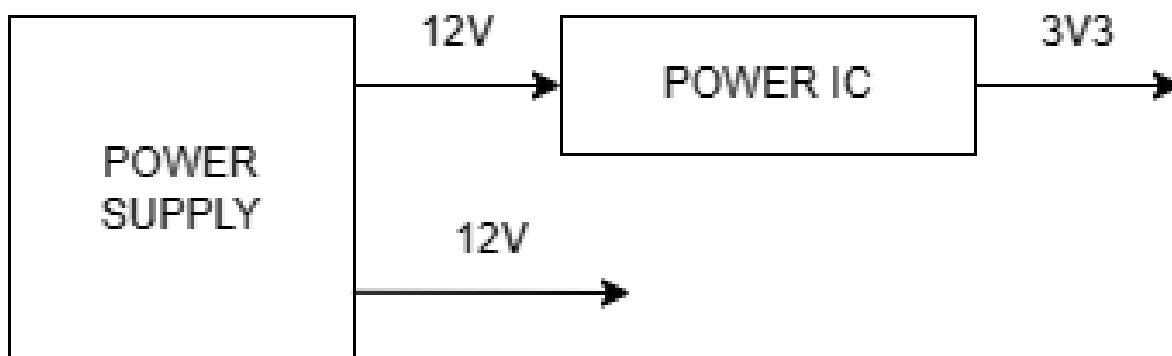
- Tốc độ quay không tải: 4500rpm.
- Điện áp định mức: 12V.
- Loại: có chổi than.
- Dòng kéo tải: 0.32A.
- Dòng tối đa: 3.5A.
- Đường kính động cơ: 42mm.
- Chiều dài động cơ: 91mm.
- Đường kính trục: 5mm.
- Khối lượng: 350g.



Hình 3. 10 Động cơ phay RS775

3.2. Sơ đồ khối phần cứng

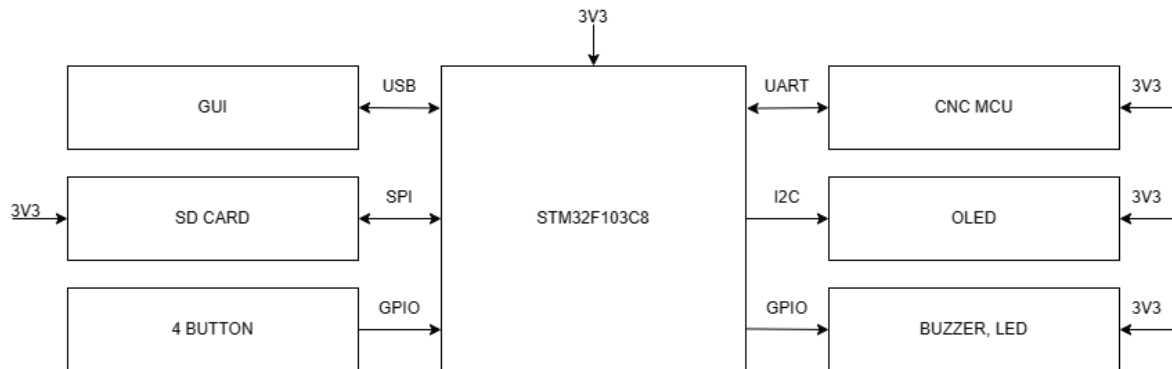
3.2.1. Khối nguồn:



Hình 3. 11 Khối nguồn.

Ta sử dụng nguồn 12V để cấp cho động cơ, nguồn 12V thông qua IC nguồn giảm còn 3.3V để cấp cho vi điều khiển.

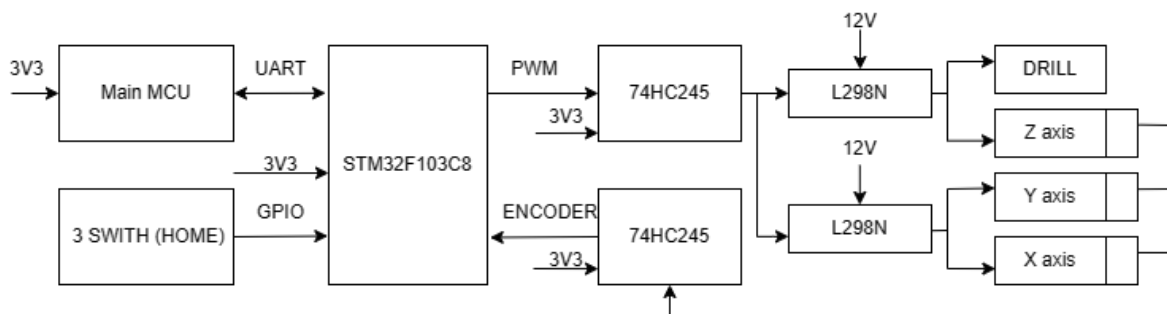
3.2.2. Khối điều khiển chính:



Hình 3.12 Khối điều khiển chính

Vi điều khiển giao tiếp với máy tính thông qua USB, giao tiếp với thẻ nhớ bằng SPI, xử lý bốn nút nhấn với GPIO, giao tiếp với khối điều khiển động cơ bằng UART, hiển thị thông tin lên màn hình LCD thông qua I2C, thông báo cho người dùng khi mất kết nối bằng buzzer và led bằng GPIO.

3.2.3. Khối điều khiển động cơ:

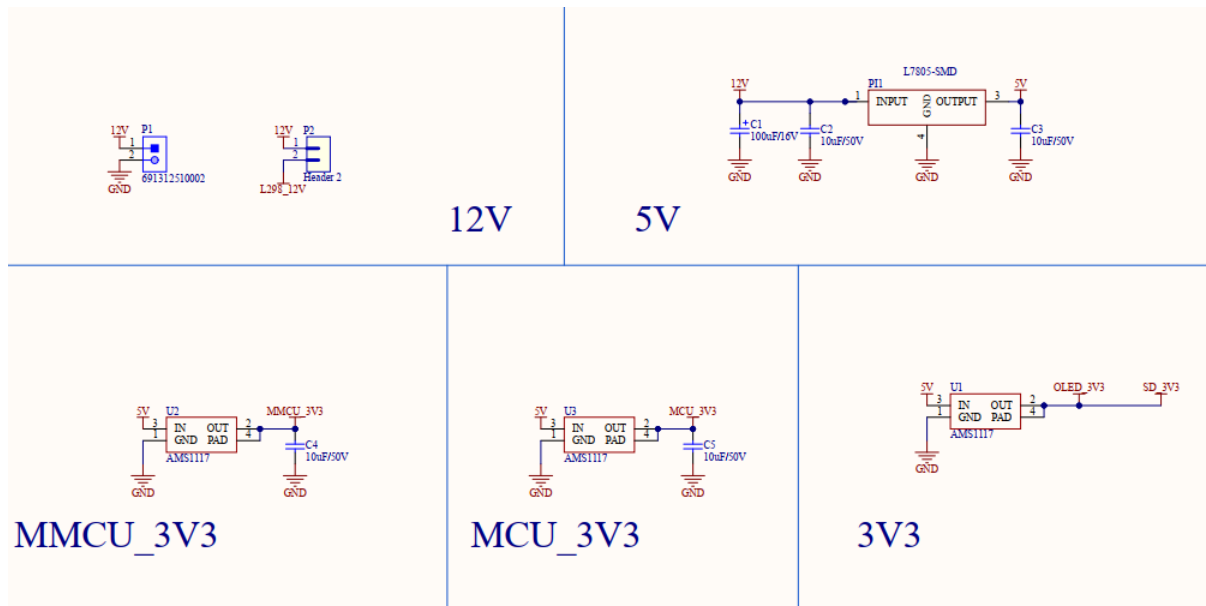


Hình 3.13 Khối điều khiển động cơ.

Vi điều khiển giao tiếp với khối điều khiển chính bằng UART, xác định điểm gốc tọa độ nhờ ba công tắc hành trình được kết nối thông qua GPIO. Xung PWM từ vi điều khiển đi qua một IC đệm tới IC điều khiển động cơ để điều khiển bốn động cơ là ba trục và một động cơ phay. Encoder của ba trục được phản hồi về cho vi điều khiển thông qua một IC đệm.

3.3. Mainboard schematic

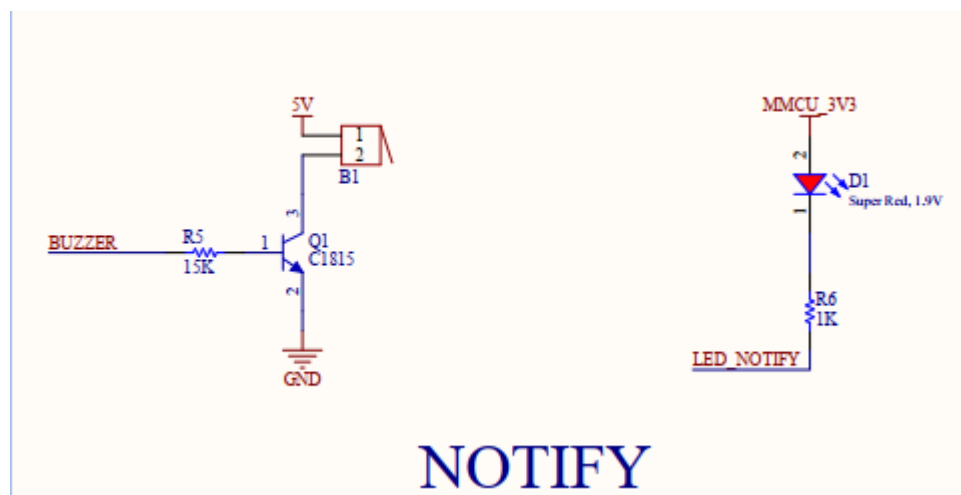
3.3.1. Power supply schematic:



Hình 3. 14 Power supply schematic

Mô hình sử dụng nguồn tổ ong 12V-40A, sau khi qua mạch giảm áp sử dụng IC LM7805 ta được ngõ ra là 5V. Ta sử dụng IC AMS1117 để hạ áp từ 5V xuống 3.3V để cấp cho vi điều khiển và các khối khác như OLED, thẻ SD, ... Ta sử dụng tụ lọc nguồn và tụ lọc nhiễu ở các IC để điện áp ngõ ra được ổn định.

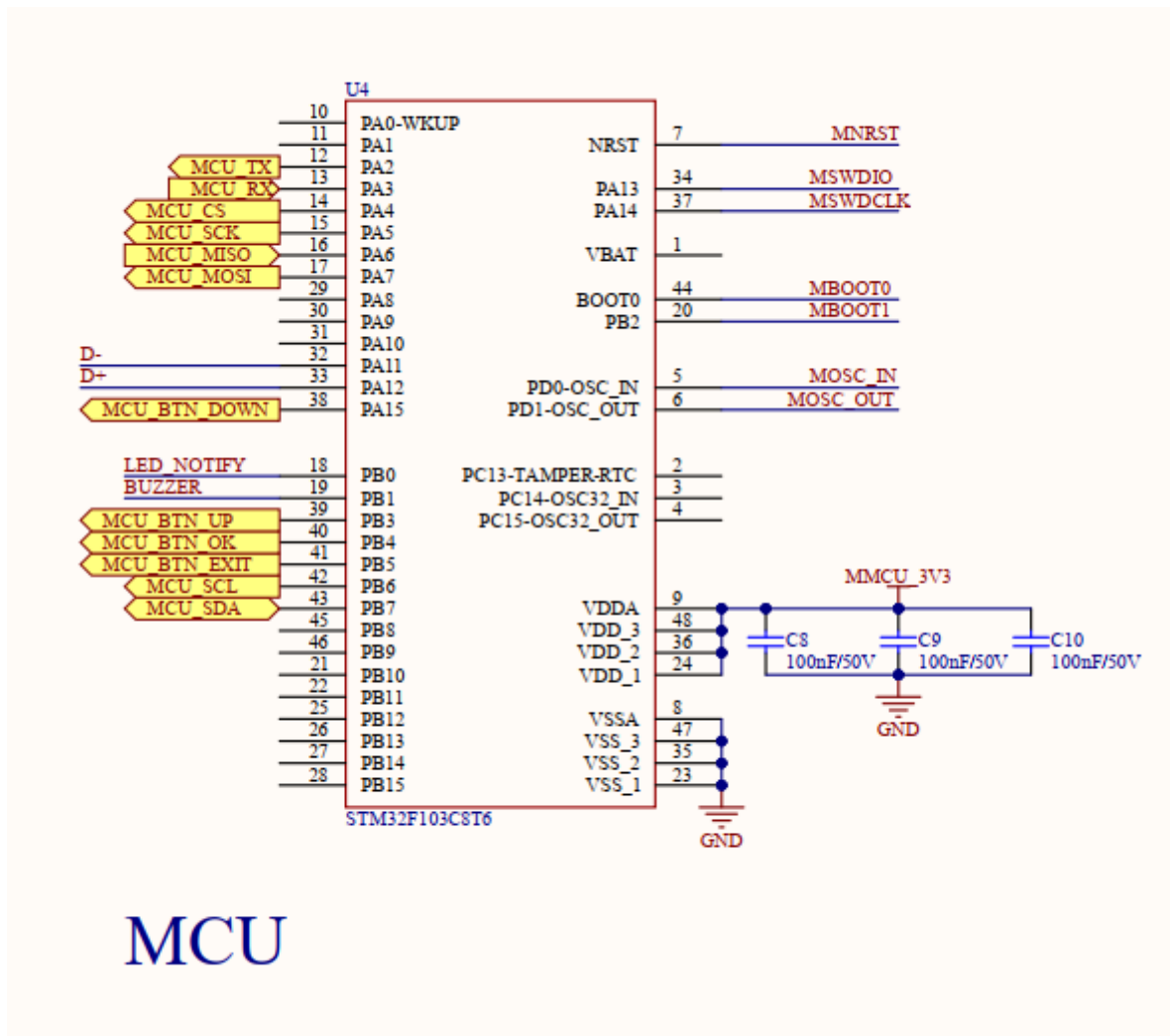
3.3.2. Notify schematic:



Hình 3. 15 Notify schematic

Sử dụng buzzer và led để thông báo khi xảy ra mất kết nối giữa mô hình và GUI. Buzzer được lái qua một transistor C1815.

3.3.3. Main MCU schematic:



Hình 3. 16 Main MCU schematic

Sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6, cấp nguồn 3.3V, có tụ lọc 104 và sử dụng thạch anh 8MHz.

UART MCU – MCU: PA2, PA3.

SPI MCU – SD: PA4, PA5, PA6, PA7.

USB MCU – GUI: PA11, PA12.

BUTTON: PA15, PB3, PB4, PB5

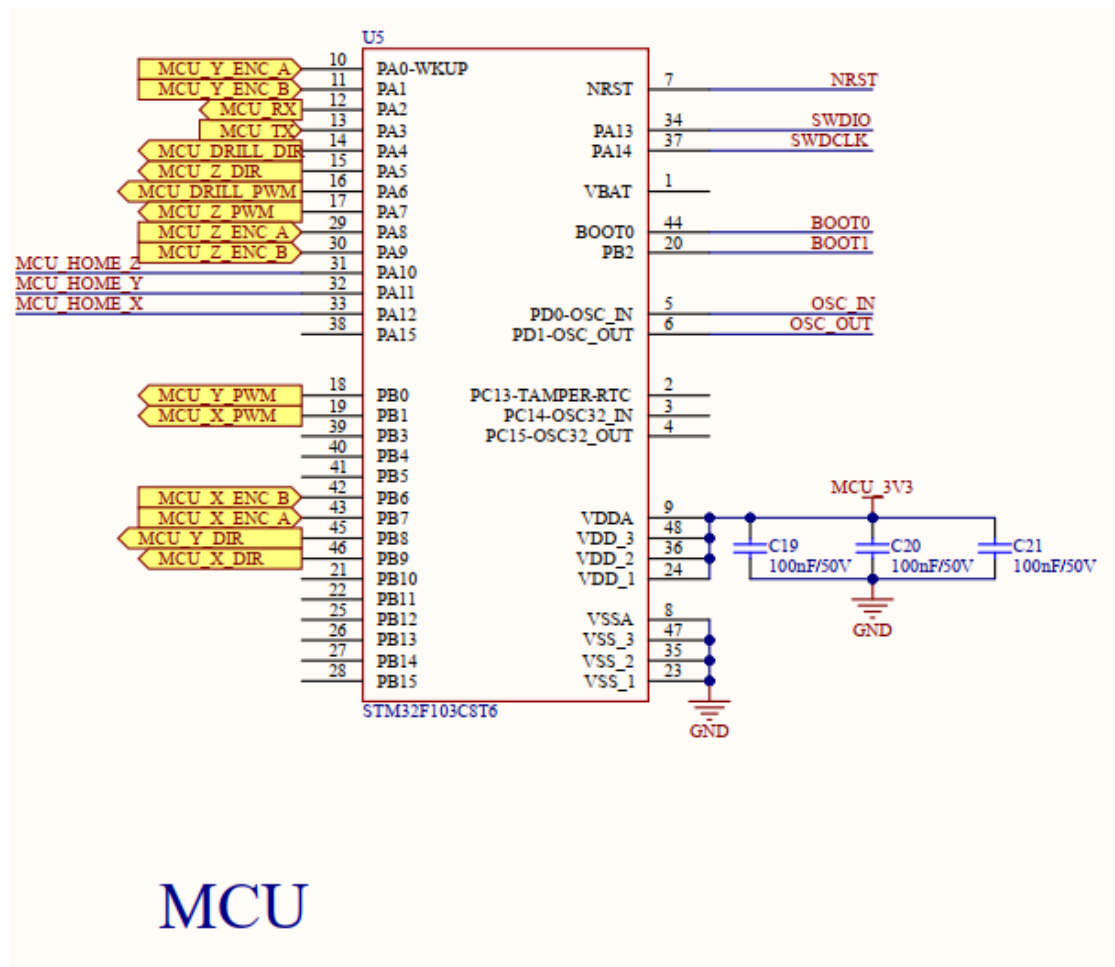
LED: PB0.

BUZZER: PB1.

I2C MCU – OLED: PB6, PB7.

SWD: PA13, PA14.

3.3.4. CNC MCU schematic:



Hình 3. 17 CNC MCU schematic

Sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6, được cấp nguồn 3.3V, có tụ lọc 104 và sử dụng thạch anh 8MHz.

BUTTON: PA10, PA11, PA12.

SWD: PA13, PA14.

UART MCU – MCU: PA2, PA3.

PWM X: PB1, PB9.

PWM Y: PB0, PB8.

PWM Z: PA7, PA5.

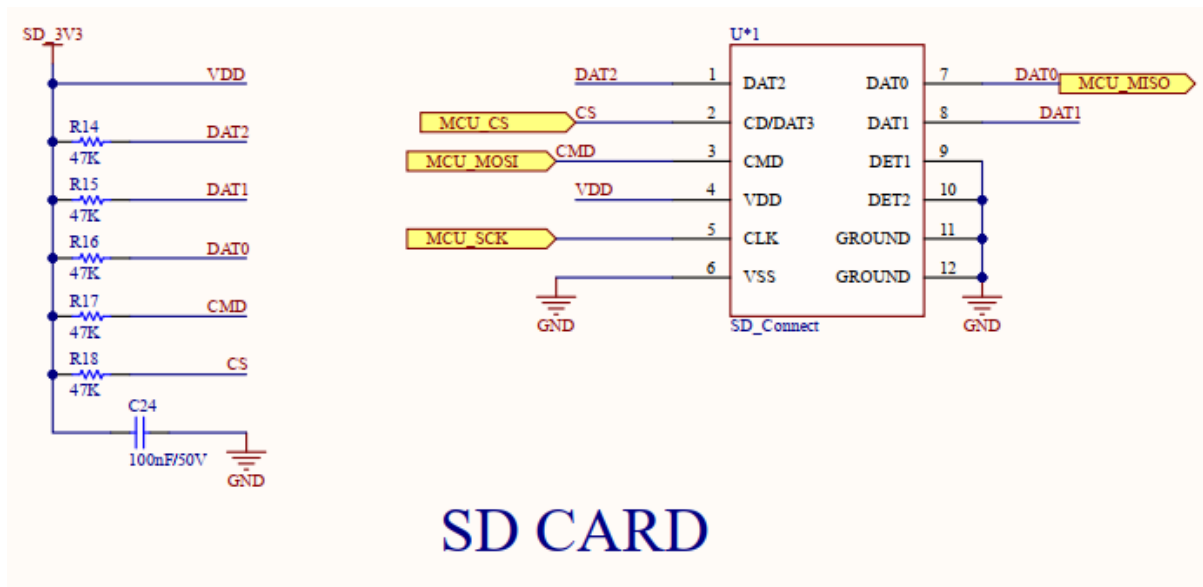
PWM DRILL: PA6, PA4.

ENCODER X: PB6, PB7.

ENCODER Y: PA0, PA1.

ENCODER Z: PA8, PA9.

3.3.5. SD card schematic:

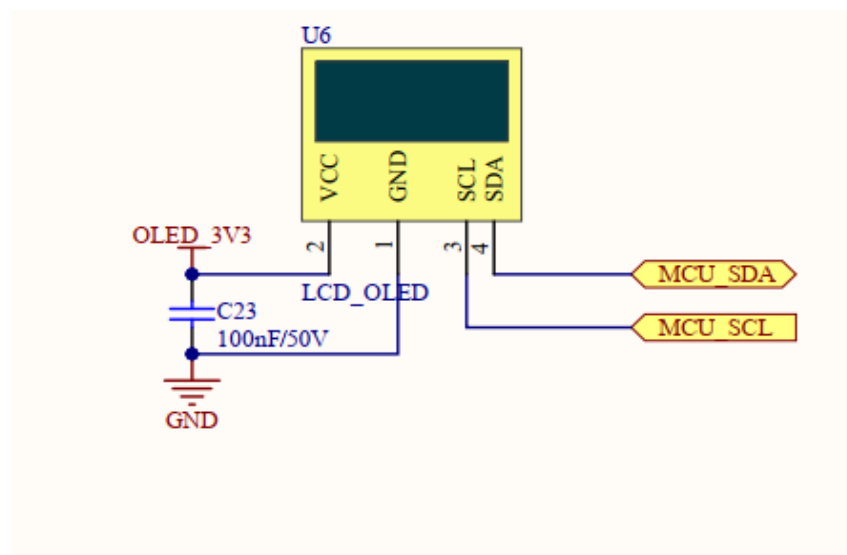


Hình 3. 18 SD card schematic

Sử dụng nguồn 3.3V để cấp cho SD card. Để giao tiếp với MCU qua SPI ta cần kết nối như sau: chân CLK nối với SCK, chân CD nối với CS, chân DAT0 nối với MISO, chân CMD nối với MOSI.

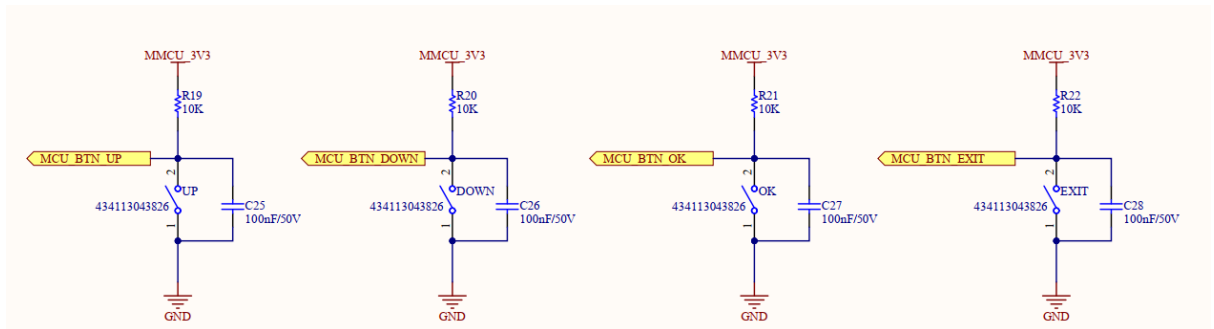
3.3.6. OLED schematic:

Sử dụng module SH1106, giao tiếp với vi điều khiển qua I2C.



Hình 3. 19 OLED schematic

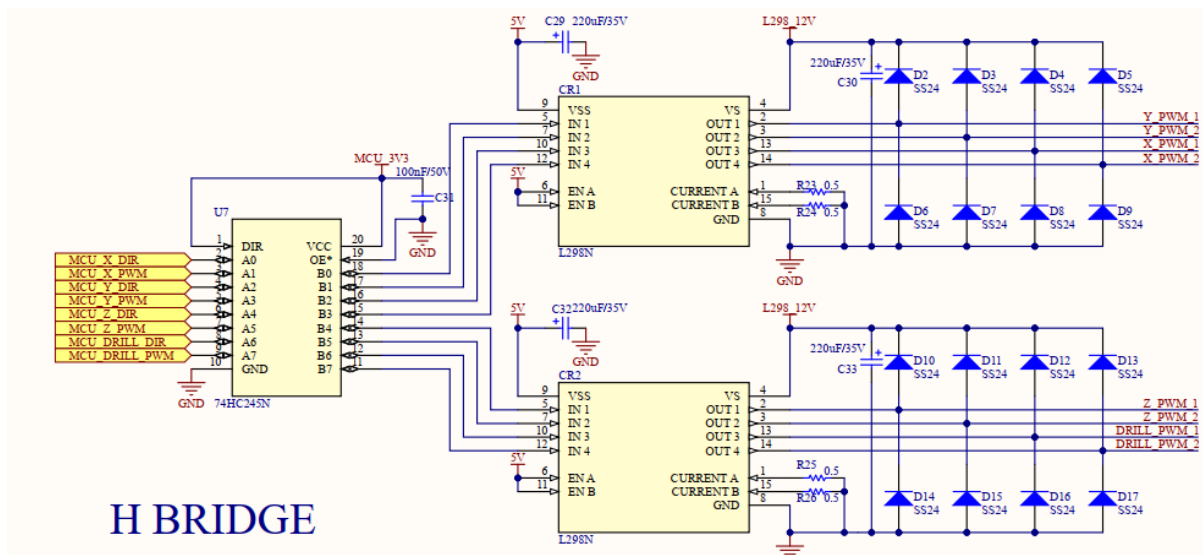
3.3.7. Button schematic:



Hình 3. 20 Button schematic

Sử dụng nút nhấn để thao tác với máy CNC khi không kết nối với GUI. Có các tụ lọc để chống nhiễu cho nút nhấn.

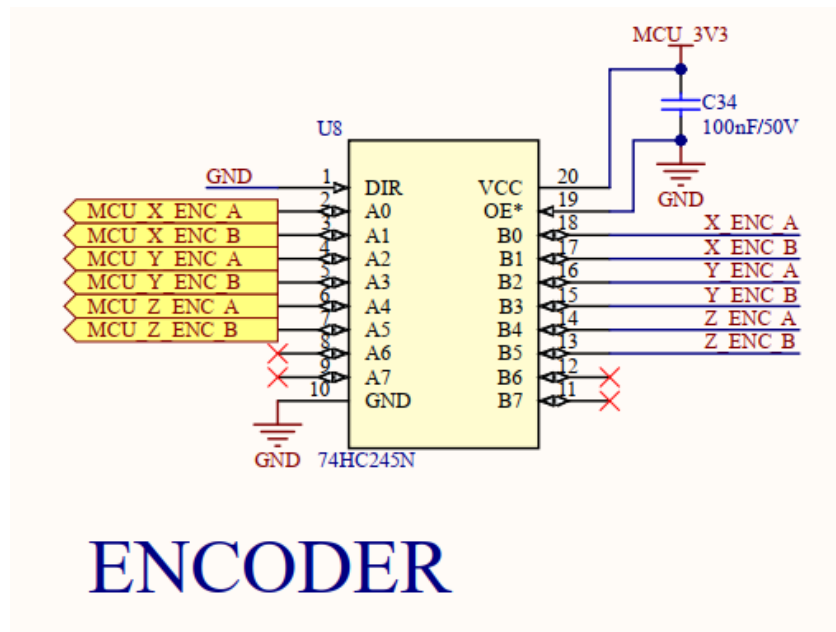
3.3.8. H bridge schematic:



Hình 3. 21 H bridge schematic

Sử dụng IC L298N để điều khiển động cơ, nguồn cấp cho động cơ là 12V, ngoài ra còn có thêm IC đệm 74HC245N để bảo vệ chân của vi điều khiển.

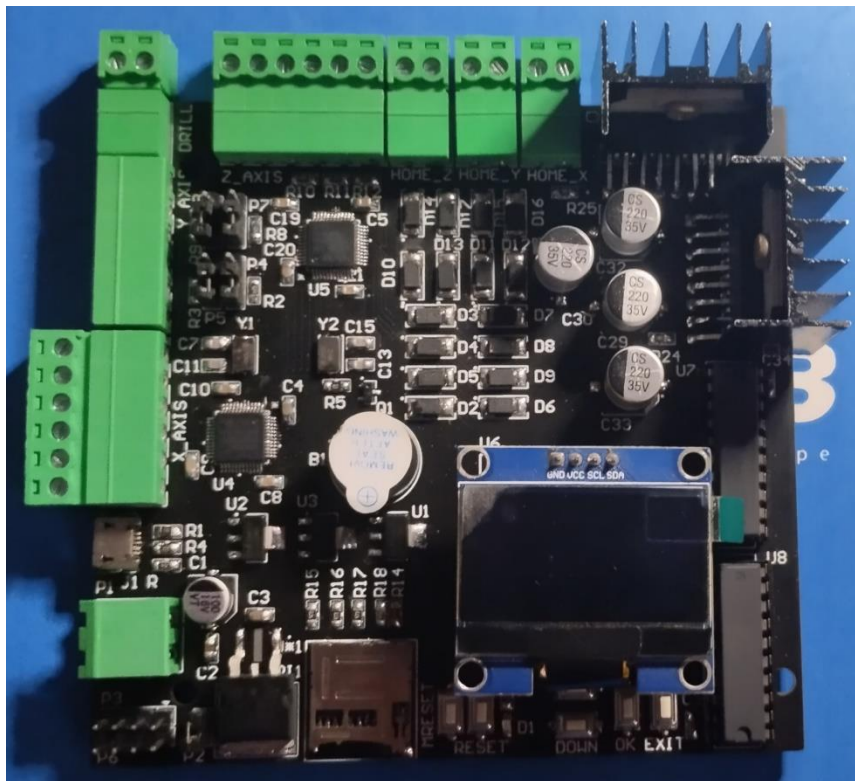
3.3.9. Encoder schematic:



Hình 3. 22 Encoder schematic

Sử dụng IC đệm 74HC245N để bảo vệ và ổn định tín hiệu xung từ encoder của động cơ.

3.3.10. PCB:

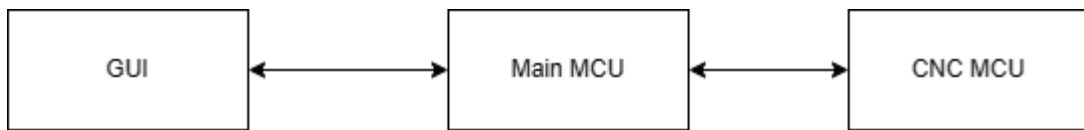


Hình 3. 23 Mainboard PCB

Schematic và PCB: xem đầy đủ tại phần phụ lục.

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ PHẦN MỀM

4.1. Cấu trúc hệ thống



Hình 4. 1 Cấu trúc hệ thống

Hệ thống được thiết kế với ba phần chính. Trong đó GUI để người dùng điều khiển, cài đặt thông số và xem thông tin về mô hình CNC. Main MCU chịu trách nhiệm truyền nhận dữ liệu giữa GUI và phần CNC MCU, đồng thời còn có chức năng điều khiển màn hình OLED, buzzer, button, SD card. CNC MCU được thiết kế để điều khiển động cơ có encoder thông qua thuật toán PID.

4.2. Các giải thuật cơ bản

4.2.1. Gcode:

G Code	Type	Group	Function
G00	M	01	Positioning (Rapid Traverse)
G01	M		Linear Interpolation (Cutting Feed)
G02	M		Circular Interpolation/Helical CW
G02.4	M		3D Circular Interpolation CW
G03	M		Circular Interpolation/Helical CCW
G03.4	M		3D Circular Interpolation CCW
G04	N	00	Dwell, Exact Stop
G05.1	M	19	Surface Finish Parameters
G05.2	M	19	Data Smoothing
G09	N	00	Decelerate Axis to Zero
G10	N		Data Setting
G11	N		Data Setting Mode Cancel
G15	M	17	Polar Coordinates Cancel
G16	M		Polar Coordinates
G17	M	02	XY Plane Selection
G18	M		ZX Plane Selection
G19	M		YZ Plane Selection

Hình 4. 2 Gcode trong công nghệ CNC.

Trong công nghệ CNC sử dụng rất nhiều mã Gcode để định nghĩa các hành vi của máy CNC, từ đó có những thao tác để thực thi các sản phẩm với những mục đích khác nhau.

Trong đề tài này chỉ sử dụng bốn mã cơ bản để định nghĩa hành vi cho mô hình CNC.

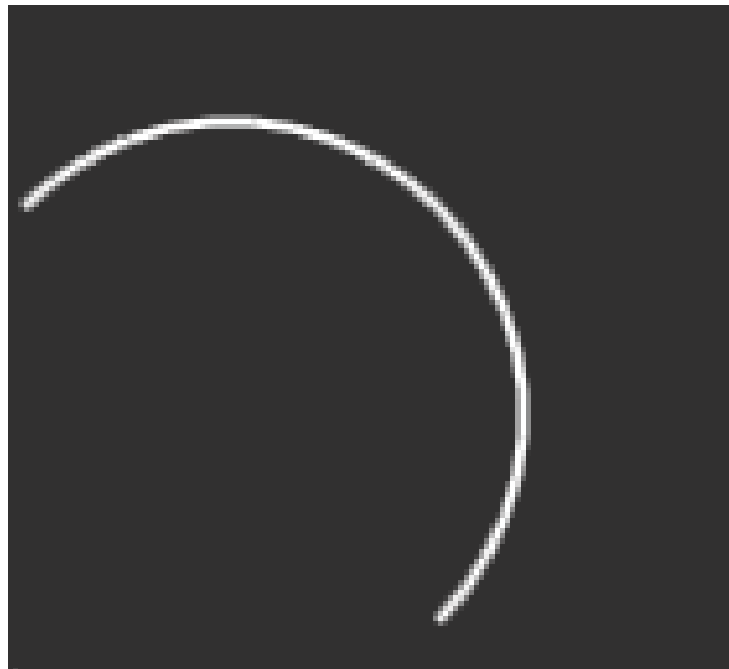
G00 X Y	Di chuyển tới vị trí X Y, không phay
G01 X Y	Phay một đường từ vị trí hiện tại tới X Y
G02 X Y I J	Phay một cung tròn theo chiều kim đồng hồ
G03 X Y I J	Phay một cung tròn ngược chiều kim đồng hồ

Ví dụ:

G00 X0 Y20

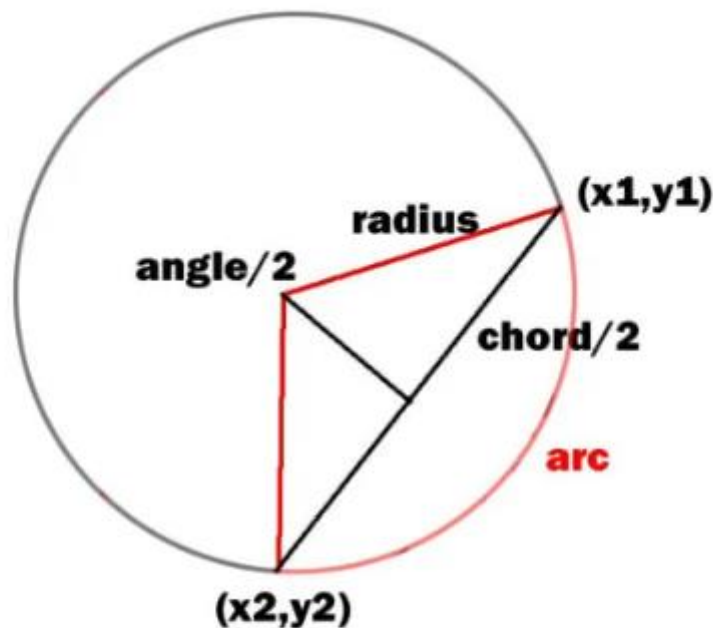
G02 X20 Y0 I10 J-10

⇒ Đầu tiên mũi dao sẽ được di chuyển tới vị trí $X = 0, Y = 20$. Sau đó sẽ phay một cung tròn có tâm là $X = 10, J = 10$ và kết thúc tại điểm $X = 20, Y = 0$.



Hình 4. 3 Ví dụ về mã Gcode G02

4.2.2. Giải thuật xử lý đường cong:



$$\begin{aligned} \text{chord} &= \sqrt{(x1-x2)^2 + (y1-y2)^2} \\ \text{radius} &= \sqrt{I^2 + J^2} \\ \sin(\text{angle}/2) &= \text{chord}/(2*\text{radius}) \\ \text{angle} &= 2*\text{asin}(\text{chord}/(2*\text{radius})) \\ \text{arc} &= \text{angle}*\text{radius} \end{aligned}$$

Hình 4. 4 Giải thuật xử lý đường cong

Từ 3 điểm là điểm bắt đầu, điểm kết thúc và tâm, ta có thể tính được độ dài cung tròn như trên. Sau đó ta sẽ chia cung tròn thành từng đoạn nhỏ bằng cách

$$\text{steps} = \text{arc} / \text{linemax}$$

$$\text{step_angle} = \text{angle} / \text{steps}$$

Tiếp theo, ta lặp lại từng đoạn thẳng trên để tính tọa độ x y của mỗi đoạn.

$$\text{current_angle} = \text{atan}(J / I)$$

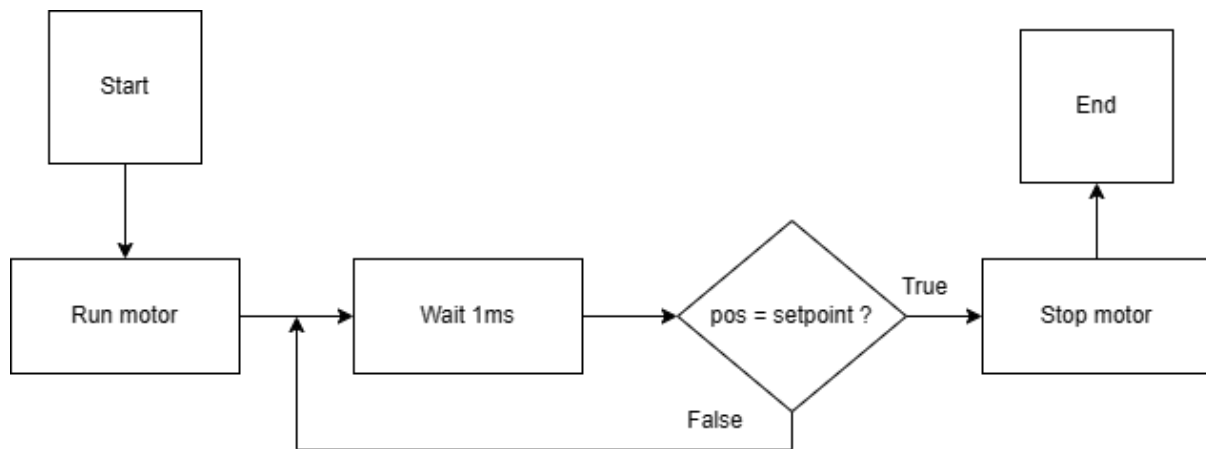
for step in steps:

$$\text{next_angle} = \text{current_angle} - \text{beta}$$

$$x_next = \text{circle_x} + \text{radius} * \cos(\text{next_angle})$$

$$y_next = \text{circle_y} + \text{radius} * \sin(\text{next_angle})$$

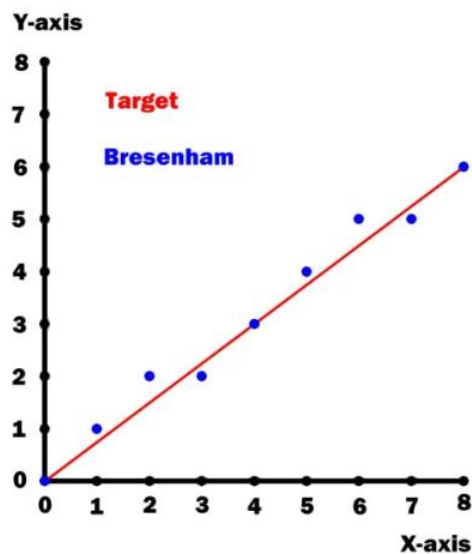
4.2.3. Điều khiển vị trí động cơ:



Hình 4. 5 Giải thuật điều khiển động cơ

Đầu tiên ta cho động cơ chạy, sau đó cứ 1ms ta kiểm tra vị trí của động cơ một lần, nếu đã động cơ đã quay tới vị trí setpoint thì ta dừng động cơ lại.

4.2.4. Phay một đường từ điểm A đến B.



Hình 4. 6 Phay một đường từ A đến B

Ta sử dụng giải thuật vẽ đường thẳng của Bresenham. Ý tưởng chính là chia đường thẳng thành từng bước nhỏ tương ứng với các tọa độ x và y được tính toán sao cho các điểm này nằm gần đường thẳng nhất.

4.2.5. Truyền nhận dữ liệu:

- Khung gửi command:

C	Command
---	---------

- Khung gửi data:

D	Số thứ tự khung	Data
---	-----------------	------

Truyền nhận dữ liệu tuân thủ hai khung truyền chính là gửi lệnh và gửi dữ liệu.

Ví dụ:

Ví dụ:

Gửi command quay về home:

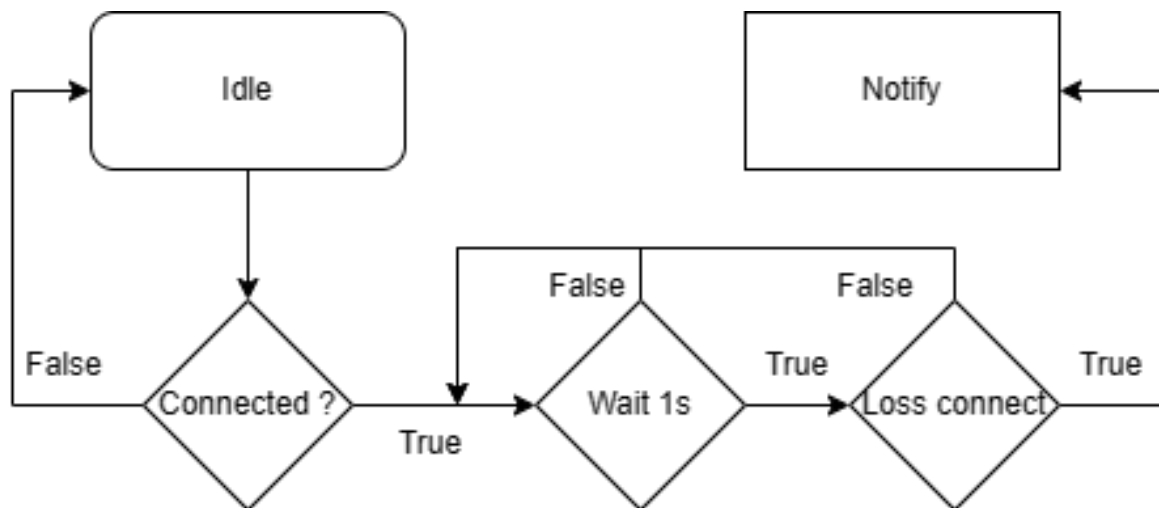
C HOME

Gửi Gcode:

D 0 G00 X10 Y10

D 1 G01 X100 Y100

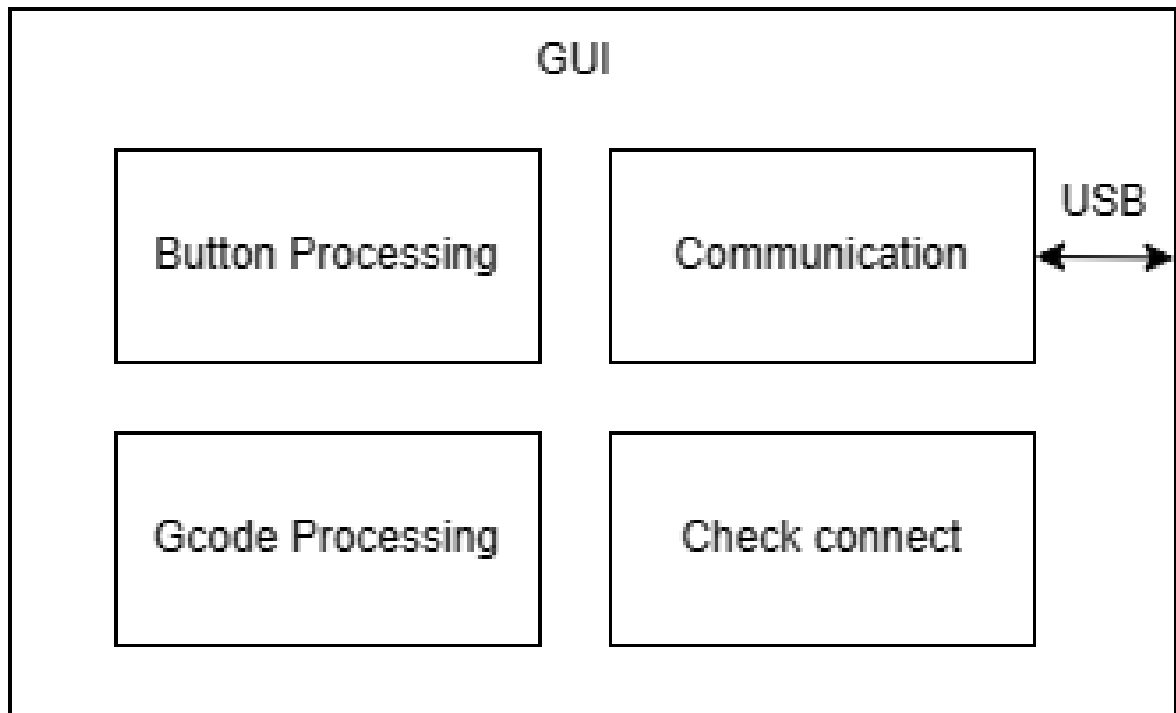
4.2.6. Kiểm tra kết nối:



Hình 4. 7 Giải thuật kiểm tra kết nối

Sau khi kết nối giữa máy tính và máy CNC được thiết lập thì cứ sau 1s sẽ kiểm tra kết nối. Nếu bị mất kết nối thì sẽ thông báo cho người dùng biết.

4.3. GUI



Hình 4. 8 GUI architecture

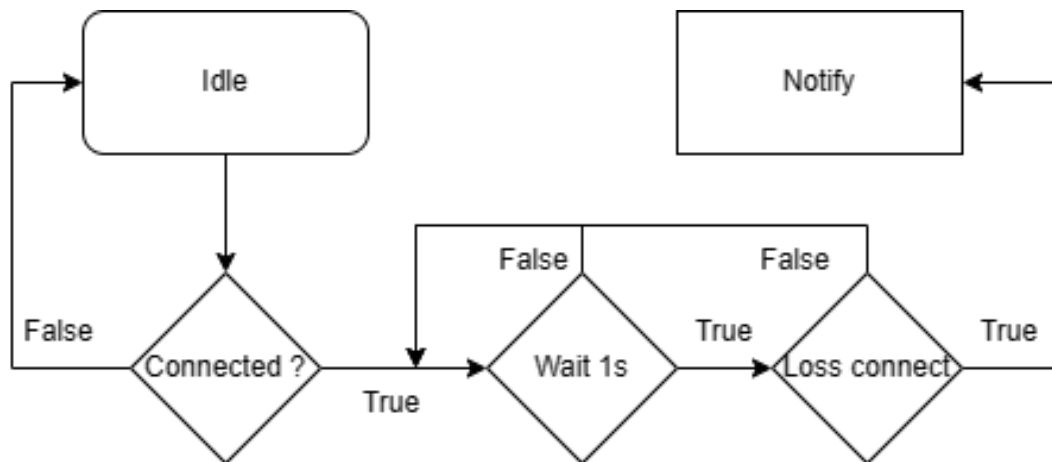
4.3.1. Button processing:



Hình 4. 9 Button interface

GUI được thiết kế với các thao tác chính là xem thông tin trao đổi giữa GUI và CNC, chọn file Gcode, cài đặt các thông số cho CNC, lưu file Gcode vào SD card, đưa CNC về vị trí gốc, khởi chạy và tạm dừng CNC, kết nối với CNC.

4.3.2. Check connect:



Hình 4. 10 Check connect flowchart

GUI sẽ bắt đầu kiểm tra kết nối giữa GUI và CNC sau khi cả hai thiết bị được kết nối với nhau, nếu kết nối bị mất thì sẽ hiển thị thông báo cho người dùng. Việc kiểm tra này sẽ dừng lại khi đã hiển thị thông báo mất kết nối hoặc có tín hiệu ngắt kết nối do người dùng thao tác.

4.3.3. Gcode processing:



Hình 4. 11 Gcode processing

Người dùng sẽ chọn file Gcode sau đó Gcode sẽ được xử lý theo định dạng phù hợp để gửi xuống CNC vì mỗi phần mềm tạo Gcode khác nhau sẽ cho ra định dạng của Gcode khác nhau. Cuối cùng GUI sẽ hiển thị hình ảnh được tạo ra từ Gcode cho người dùng xem có đúng với ảnh gốc không.

Gcode sau khi được xử lý sẽ có định dạng như ví dụ sau:

G00 Z20

G00 X10.2 Y5.3

G01 Z-0.1

G01 X20.3 Y10.6

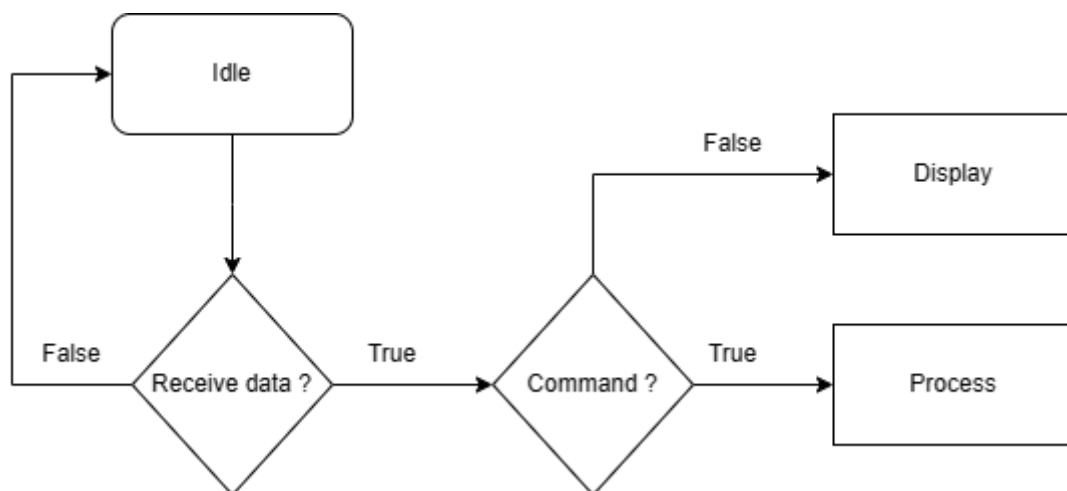
...

Hình ảnh được GUI hiển thị từ Gcode sẽ như sau:



Hình 4. 12 Display from Gcode

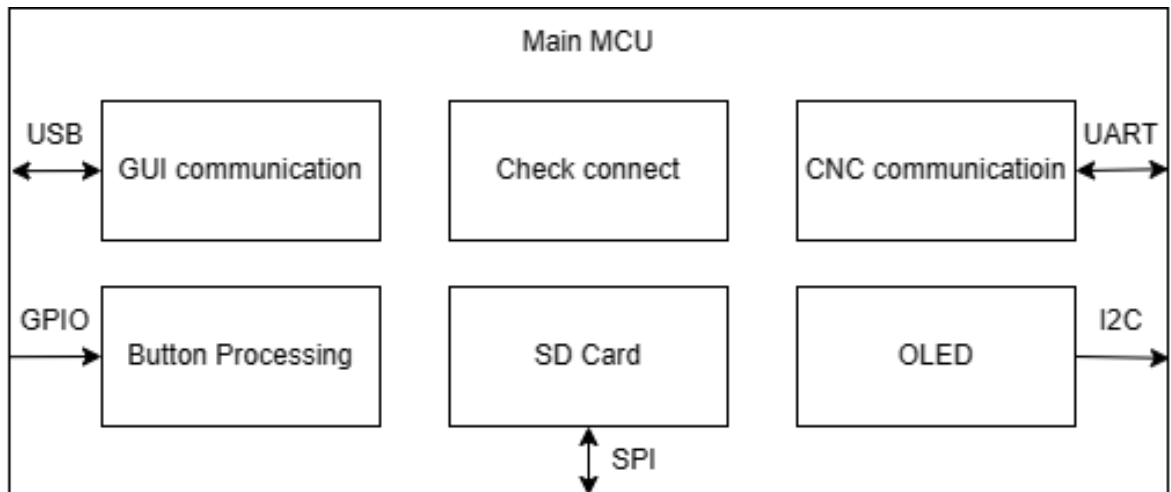
4.3.4. Data processing:



Hình 4. 13 Data processing

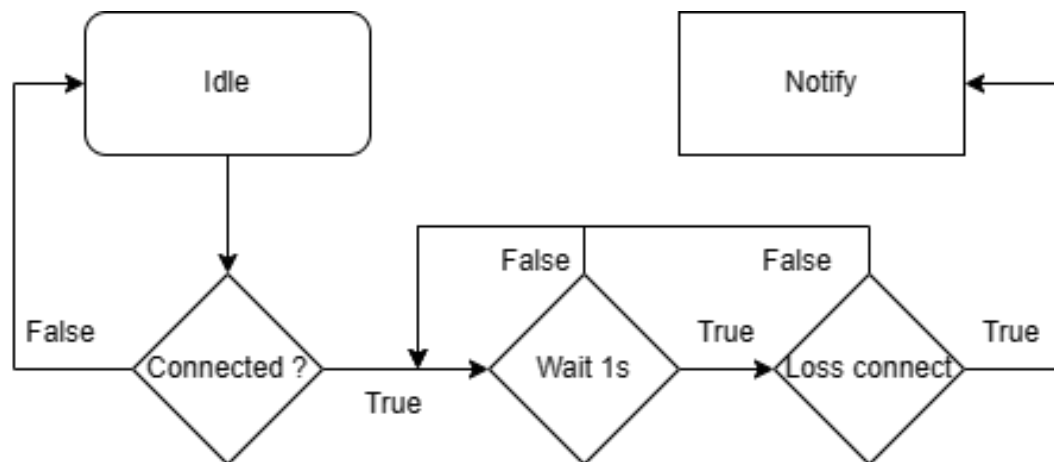
Khi có dữ liệu được gửi từ CNC, GUI sẽ xác nhận và xử lý dữ liệu đó. Có hai loại là command và data. Mỗi loại được phân biệt bằng khung thông tin truyền. Khung truyền đã được đề cập ở phần trước.

4.4. Main MCU



Hình 4. 14 Main MCU architecture

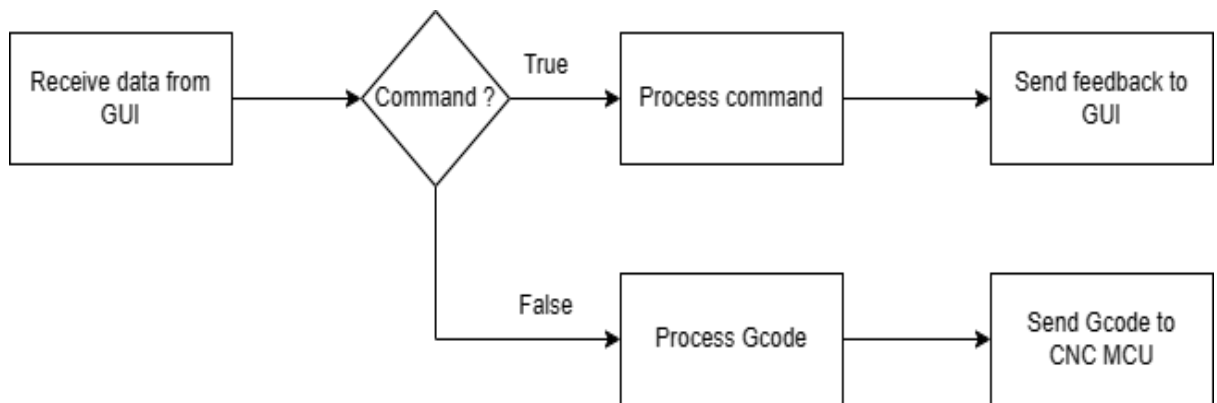
4.4.1. Check connect:



Hình 4. 15 Check connect

Main MCU sẽ bắt đầu kiểm tra kết nối giữa GUI và CNC sau khi cả hai thiết bị được kết nối với nhau, nếu kết nối bị mất thì sẽ thông báo cho người dùng bằng cách nhấp nháy led và phát ra âm thanh từ buzzer. Việc kiểm tra này sẽ dừng lại khi đã thông báo mất kết nối hoặc có tín hiệu ngắt kết nối do người dùng thao tác.

4.4.2. GUI communication:



Hình 4. 16 GUI communication

Sau khi Main MCU nhận được data từ GUI thì sẽ kiểm tra đó là command hay là Gcode. Nếu là command thì sẽ thực thi command và gửi lại phản hồi cho GUI, còn nếu là Gcode thì Main MCU sẽ gửi Gcode đó tới cho CNC MCU. Khung thông tin truyền đã được giải thích ở phần trước.

4.4.3. OLED:



Hình 4. 17 OLED

Main MCU sẽ điều khiển màn hình OLED qua giao tiếp I2C, OLED được sử dụng để hiển thị thông tin của máy CNC như thông số PID, vị trí hiện tại của mũi phay, hiển thị những thao tác mà người dùng có thể thực hiện khi dùng các nút nhấn phía dưới trong khi không kết nối với GUI như lựa chọn file Gcode có sẵn trong SD card, chạy CNC, tạm dừng ...

4.4.4. Button process:



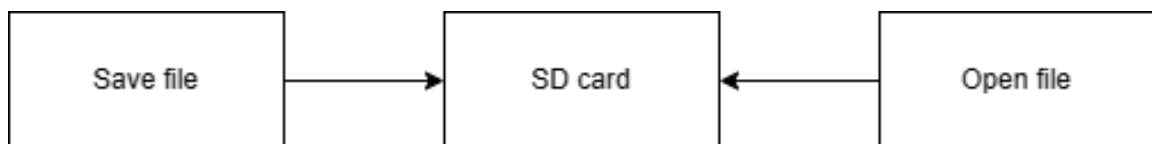
Hình 4. 18 Button user interface

MRESET: reset Main MCU.

RESET: reset CNC MCU.

UP, DOWN, OK, EXIT: người dùng thao tác để chọn các chức năng của CNC.

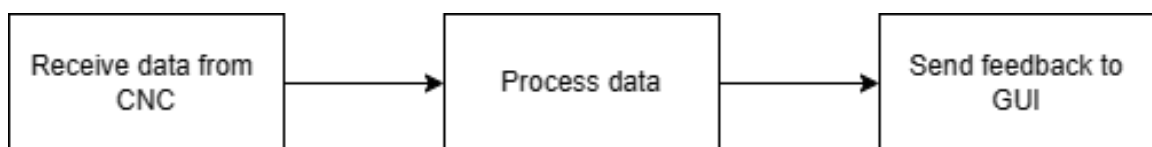
4.4.5. SD card:



Hình 4. 19 SD card

Main MCU giao tiếp với SD card thông qua giao tiếp SPI. Gcode sẽ được gửi xuống từ GUI và sẽ lưu vào SD card. Sau đó những file Gcode đã được lưu có thể được mở trực tiếp từ SD card để chạy CNC mà không cần phải thông qua GUI.

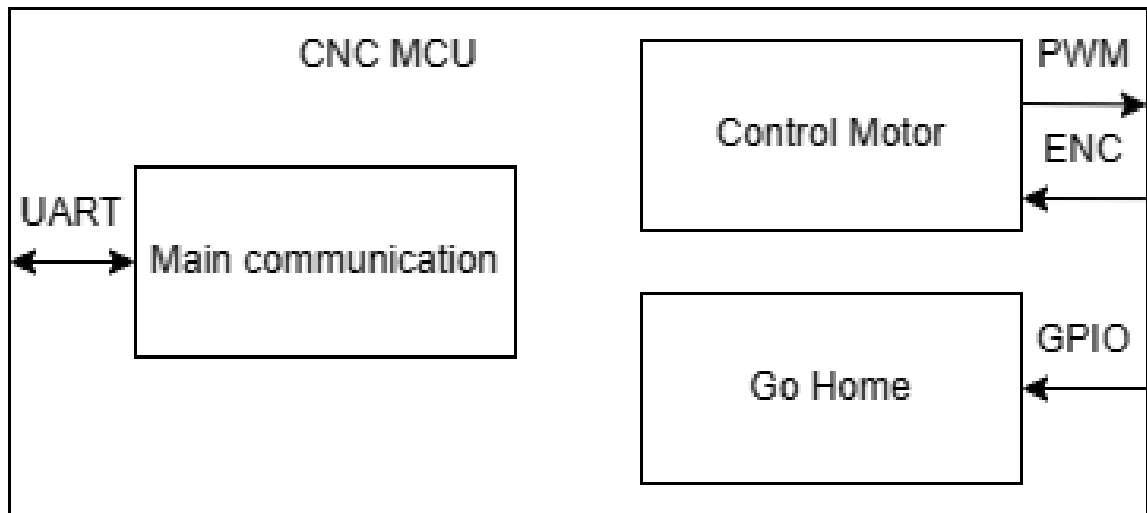
4.4.6. CNC communication:



Hình 4. 20 CNC communication

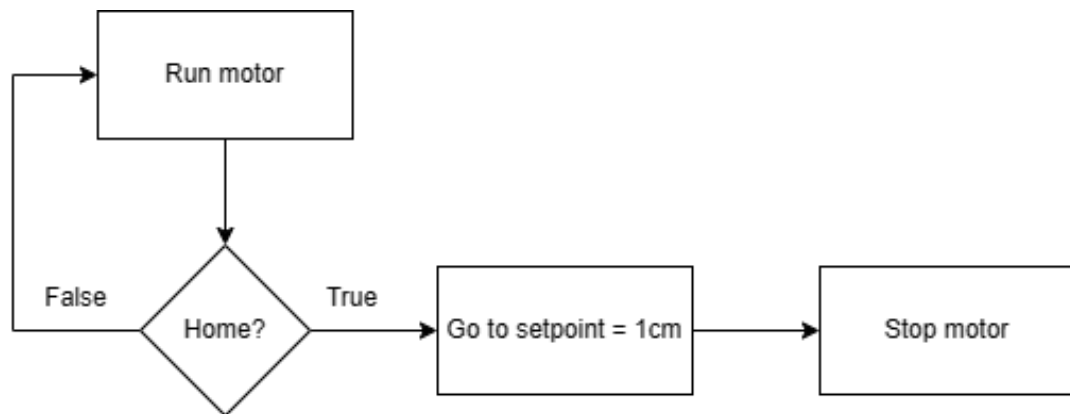
Main MCU sau khi nhận được data từ CNC sẽ xử lý và gửi lên cho GUI để người dùng biết được trạng thái của máy CNC, ngoài ra còn hiển thị những thông tin đó lên OLED trong trạng thái không kết nối với GUI. Khung thông tin truyền đã đề cập ở phần trước.

4.5. CNC MCU



Hình 4. 21 CNC MCU architecture

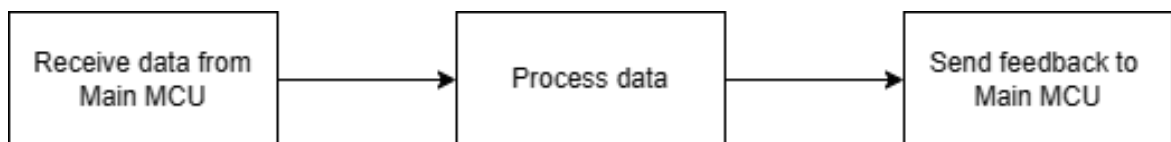
4.5.1. Go home:



Hình 4. 22 Go home flowchart

CNC khi nhận được yêu cầu về điểm home thì sẽ điều khiển động cơ tiến về vị trí đó. Sau đó CNC sẽ điều khiển động cơ để đưa mũi phay cách vị trí gốc 1cm để bảo vệ các switch và đặt điểm đó làm điểm home.

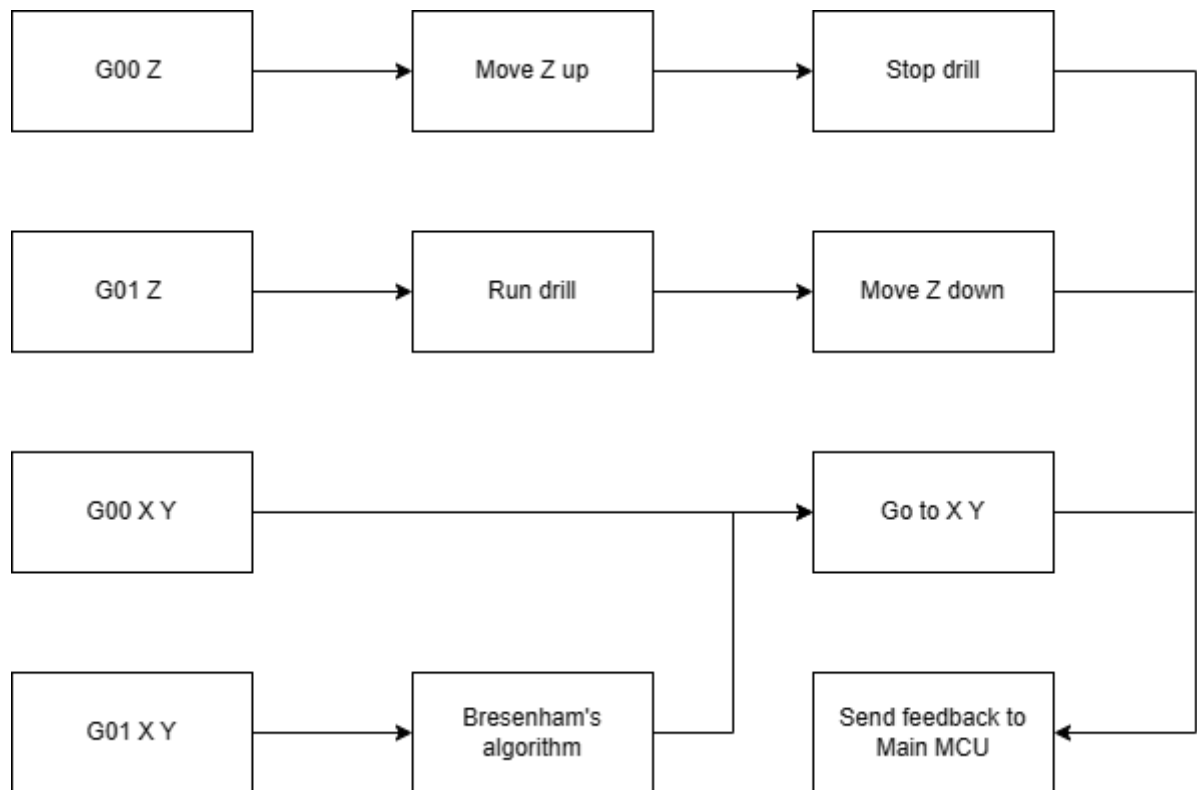
4.5.2. Main MCU communication:



Hình 4. 23 Main MCU communication

CNC giao tiếp với Main MCU qua UART. Data sau khi nhận sẽ được xử lý, tùy theo loại data nhận được là command hay Gcode mà CNC sẽ có những xử lý khác nhau. Sau đó CNC sẽ gửi trả lại cho Main MCU một feedback. Liên quan đến khung thông tin truyền đã được đề cập ở phần trước.

4.5.3. Control motor follow Gcode:



Hình 4. 24 Control motor follow Gcode

Với từng Gcode khác nhau thì CNC sẽ điều khiển động cơ theo kiểu khác nhau.

Sau khi tới vị trí mong muốn thì CNC sẽ gửi feedback về cho Main MCU để chờ nhận Gcode tiếp theo.

Ví dụ sau sẽ minh họa rõ ràng hơn về việc điều khiển động cơ theo Gcode:

G00 Z6 → điều khiển trục Z đi lên 6mm so với bề mặt vật liệu.

G01 Z-0.1 → điều khiển trục Z đi xuống 0.1 mm so với bề mặt vật liệu.

G00 X10 Y10 → điều khiển mũi phay tới vị trí có tọa độ X = 10mm, Y = 10mm.

G01 X100 Y100 → điều khiển theo thuật toán Bresenham để đưa mũi phay tới vị trí X = 100mm, Y = 100mm

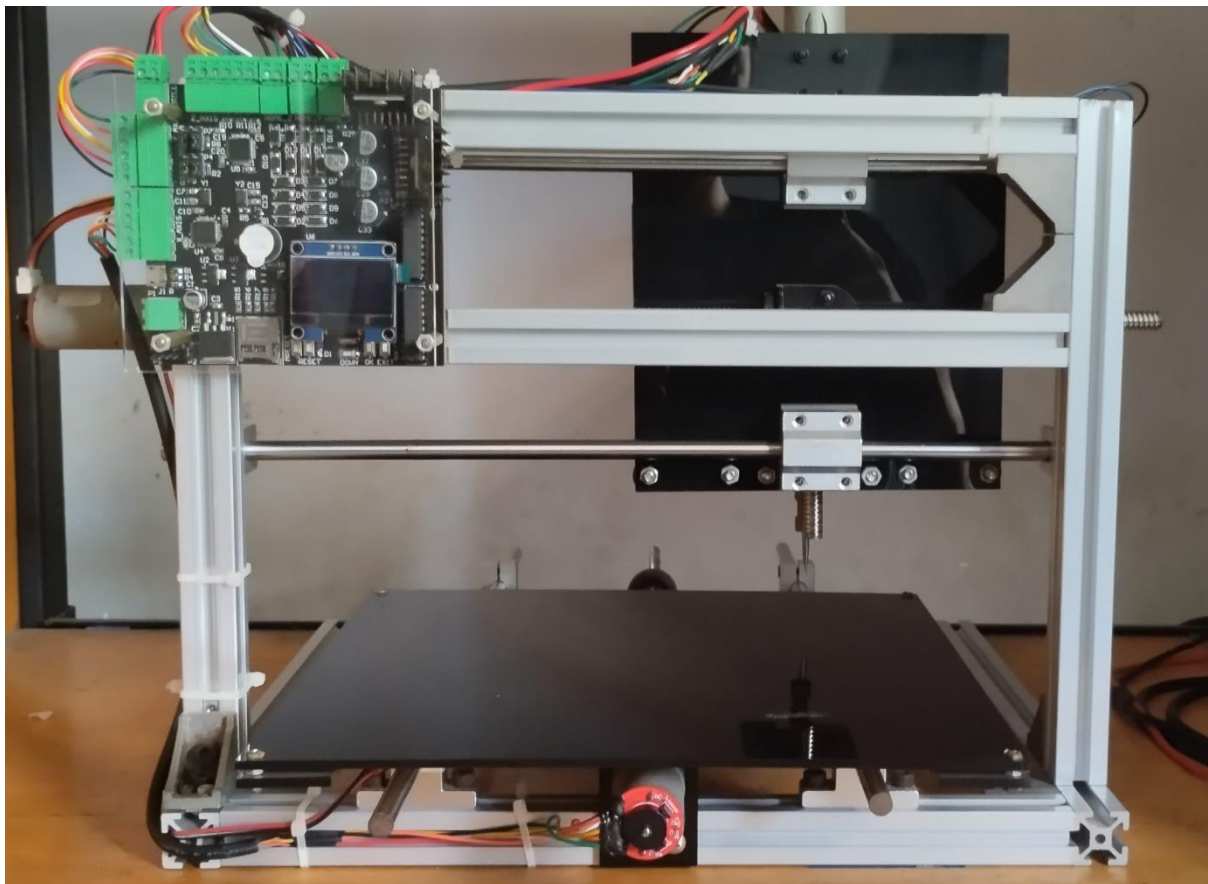
CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

5.1. Đề tài đã làm được gì

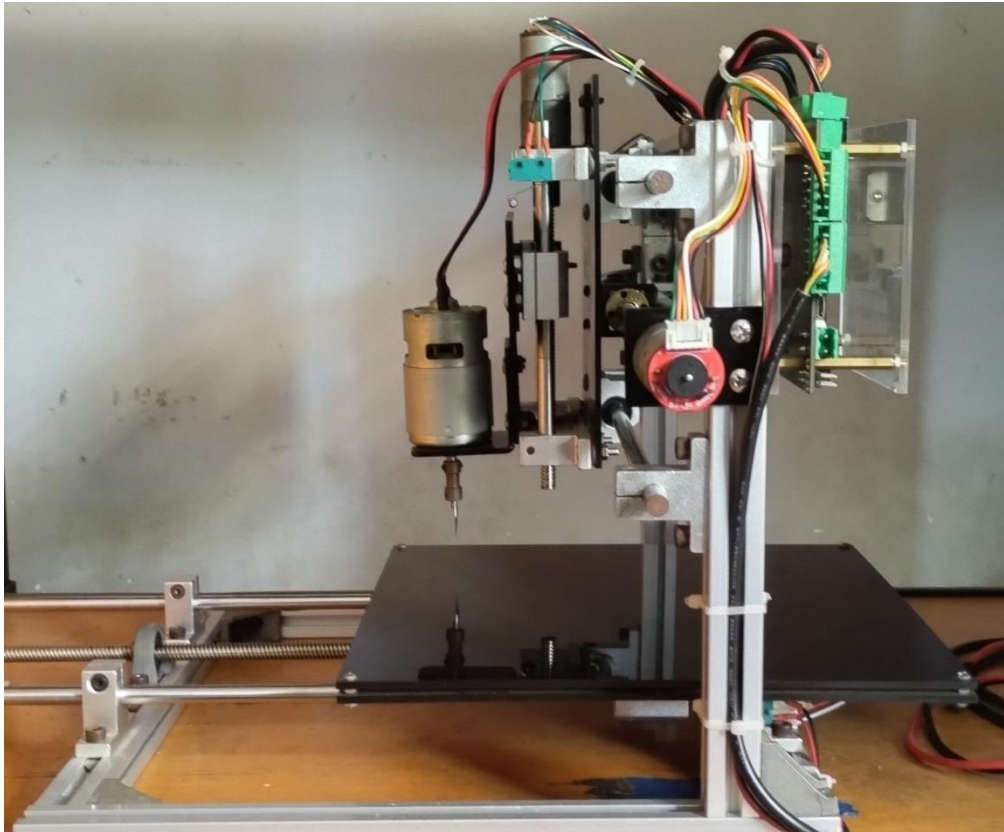
Vì thời gian có hạn nên chỉ có thể làm được những yêu cầu như sau:

- Sử dụng phần mềm Inkscape để tạo Gcode từ ảnh.
- Thiết kế và thực thi được Mainboard.
- Lập trình được GUI có thể gửi nhận dữ liệu với CNC thông qua giao tiếp USB.
- Có thông báo khi bị mất kết nối giữa GUI và CNC.
- Sử dụng PID cho ba trục để đưa động cơ phay tới vị trí mong muốn với sai số là 0.1mm.
- Thiết lập được khung thông tin truyền.
- CNC có thể phay theo Gcode.
- Hiện thị được tiến trình lên GUI để người dùng quan sát.

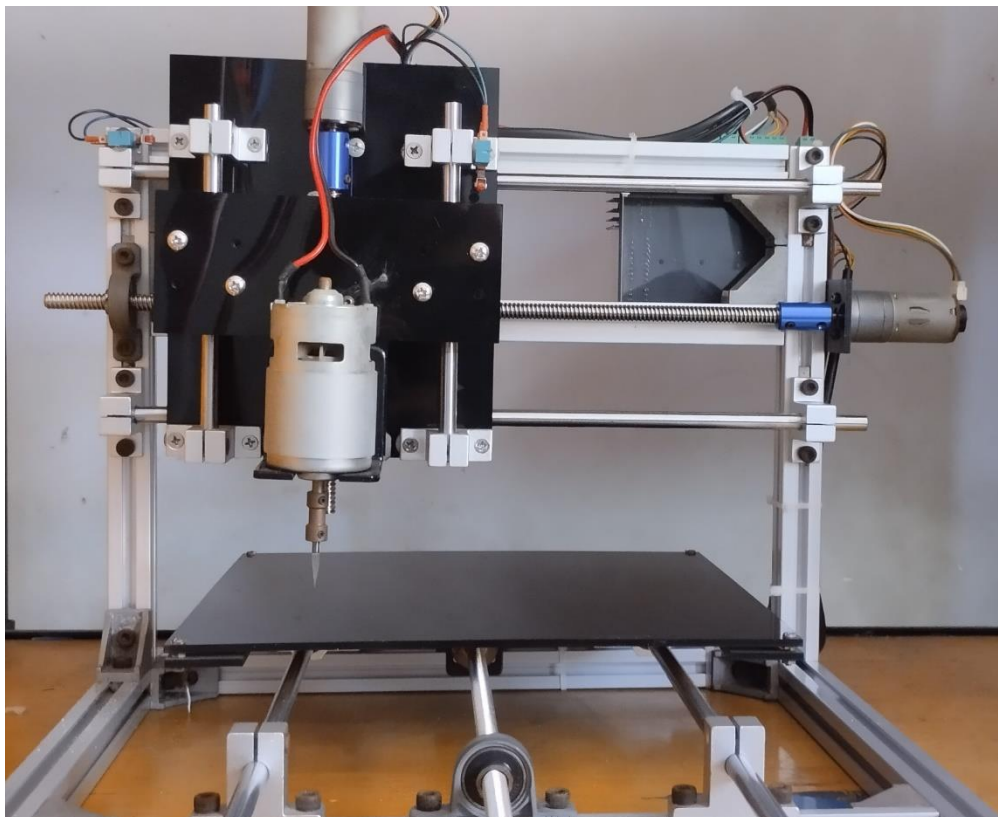
5.2. Một số hình ảnh của mô hình CNC



Hình 5. 1 Mặt sau mô hình CNC



Hình 5. 2 Mặt bên mô hình CNC



Hình 5. 3 Mặt trước mô hình CNC

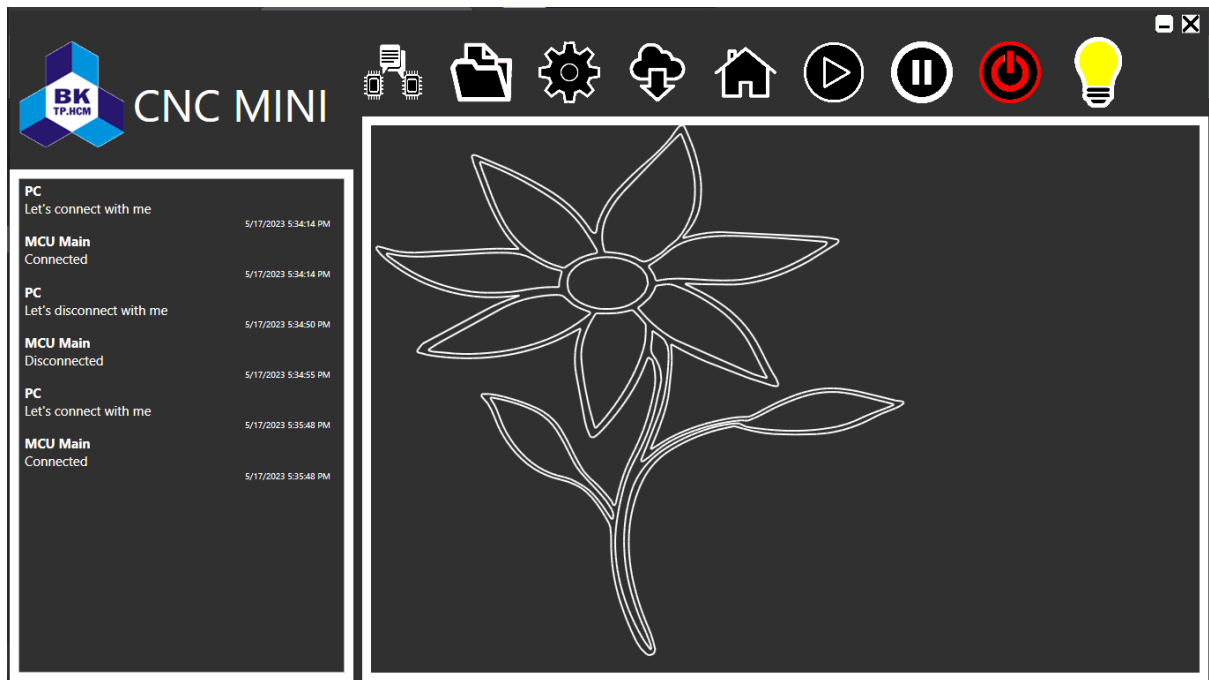
5.3. Một số hình ảnh của GUI



Hình 5. 4 Kết nối với Mainboard



Hình 5. 5 Ngắt kết nối với Mainboard



Hình 5. 6 Chọn Gcode



Hình 5. 7 Thông báo khi mất kết nối với mainboard

5.4. Một số video chạy mô hình CNC

5.4.1. Video tạo Gcode từ ảnh:

[Video hướng dẫn tạo Gcode từ ảnh dùng Inkscape](#)

5.4.2. Video chạy mô hình CNC:

[Video chạy mô hình CNC](#)

5.4.3. Tất cả source code của đề tài:

[Source code của mô hình máy phay CNC 3 trục](#)

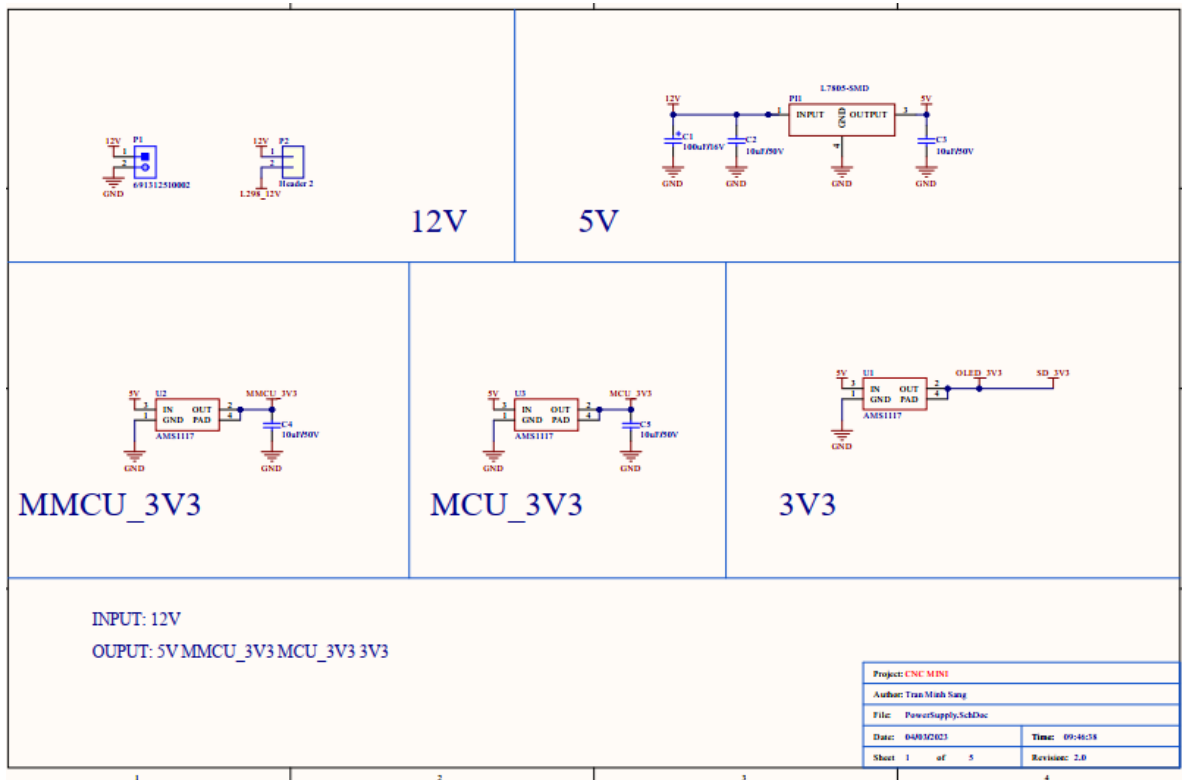
5.5. Hướng phát triển

- Có các công tắc để giới hạn hành trình của 3 trục.
- Có nút dừng khẩn cấp khi có sự cố.
- Tạo ra Gcode bằng GUI thay vì dùng phần mềm Inkscape.
- Có bộ nhớ là thẻ SD để lưu trữ file Gcode được gửi từ GUI.
- Có bộ điều khiển gắn trên CNC thay vì điều khiển bằng GUI.
- Hiện thị thông tin lên màn hình OLED.
- Có thể gửi Gcode xuống thông qua Bluetooth hoặc Wifi.
- Có thể cập nhật firmware thông qua Wifi.

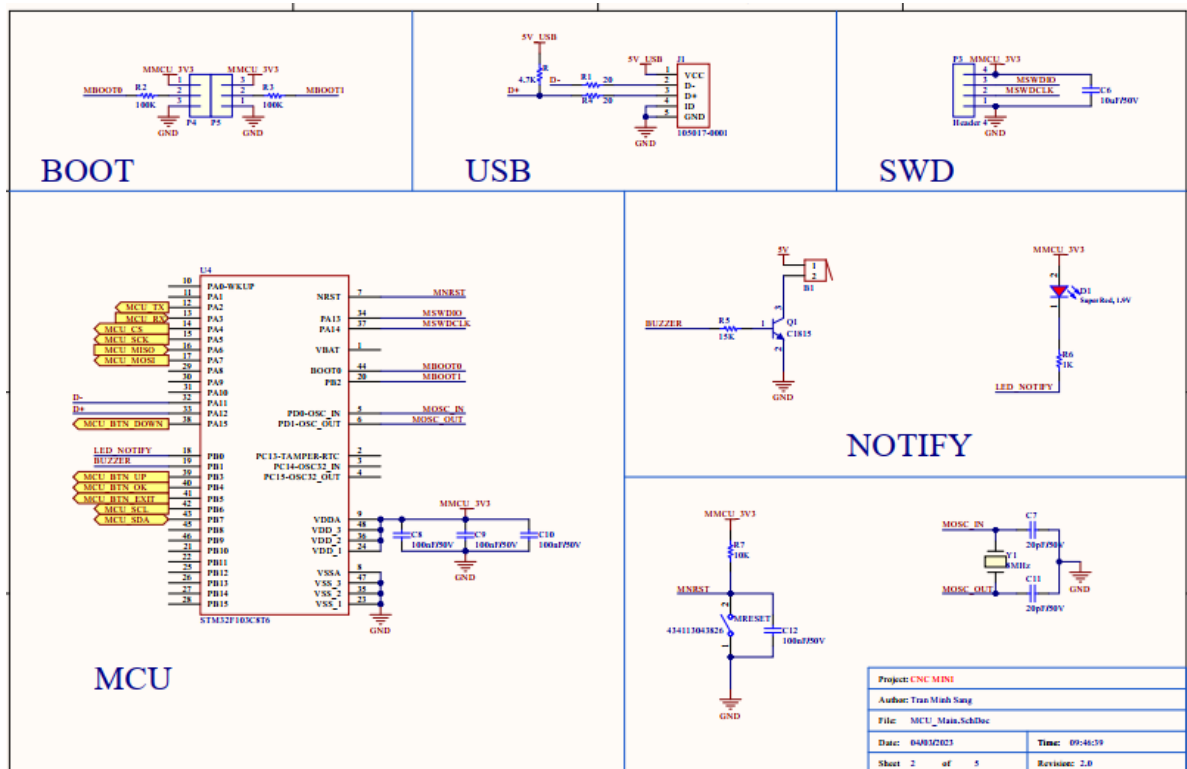
CHƯƠNG 6: TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] lingib, "instructables," [Online]. Available: <https://www.instructables.com/CNC-Drum-Plotter/>.
- [2] tuenhidiy, "Instructables," [Online]. Available: <https://www.instructables.com/3-AXIS-CNC-PLOTTER-FROM-DC-MOTORS-AND-OPTICAL-ENCO/>.
- [3] C. Li, "Crifan," [Online]. Available: https://www.crifan.com/files/doc/docbook/usb_hid/release/webhelp/index.html.
- [4] Wikipedia, "Wikipedia," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle#Classifications.
- [5] Alldatasheet, "Alldatasheet," [Online]. Available: <https://www.alldatasheet.com/>.
- [6] "Embedded System," [Online]. Available: <http://hethongnhung.blogspot.com/search/label/FreeRTOS>.
- [7] "USB Descriptor and Request Parser," [Online]. Available: <http://eleccelerator.com/usbdescreqparser/>.
- [8] "Payitforward Community," [Online]. Available: <https://www.forum.payitforward.edu.vn/threads/3259/>.
- [9] "FreeRTOS," [Online]. Available: <https://www.freertos.org/Creating-a-new-FreeRTOS-project.html>.

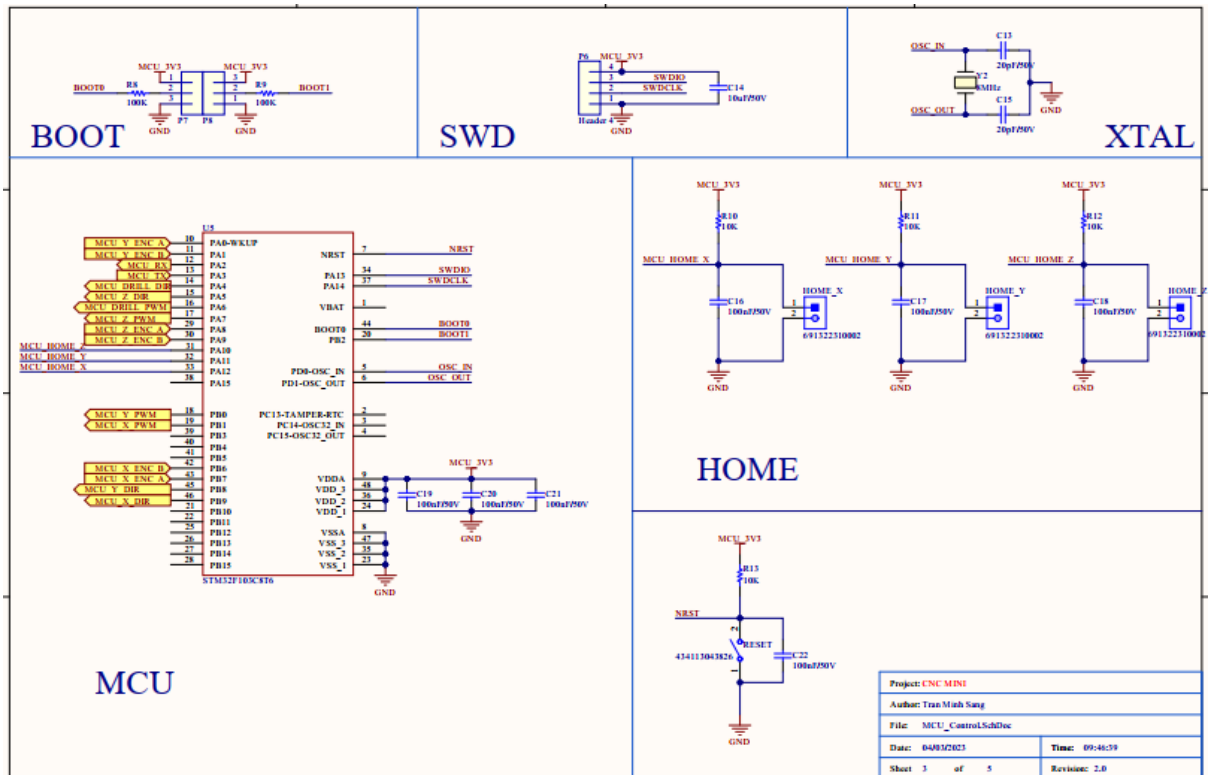
CHƯƠNG 7: PHỤ LỤC



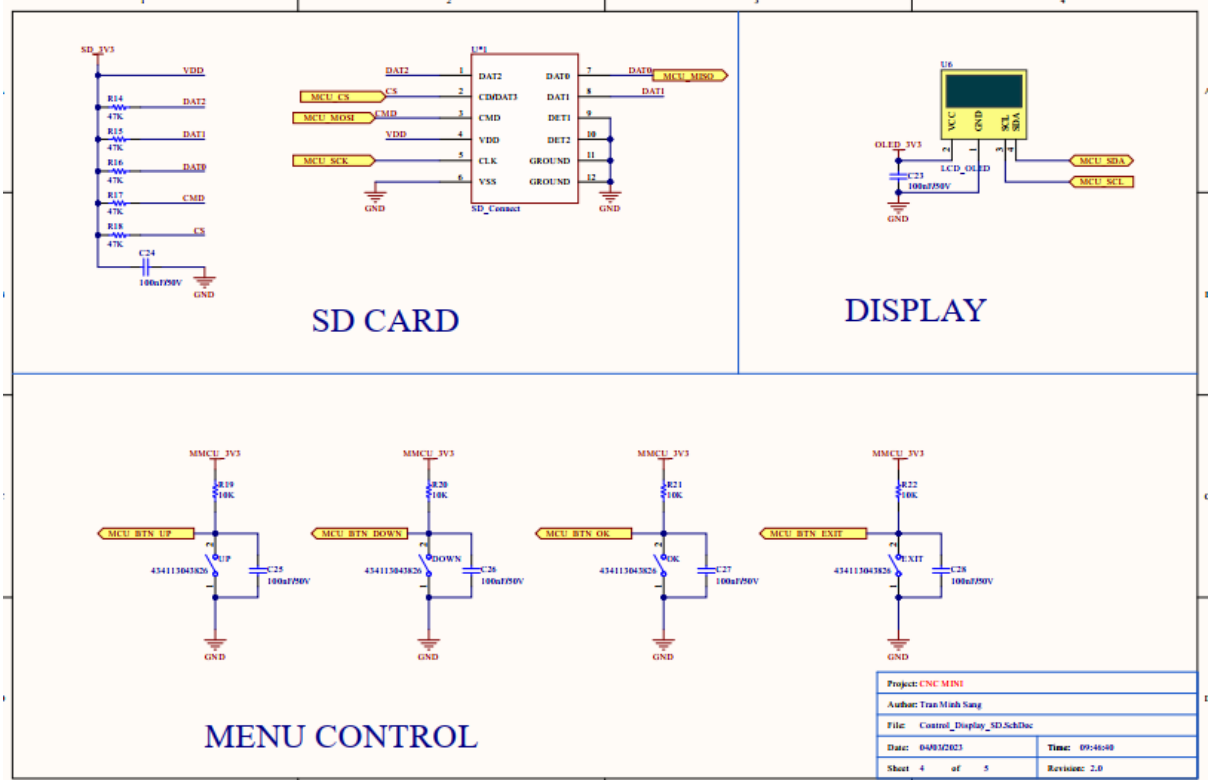
Appendix 1: Power supply



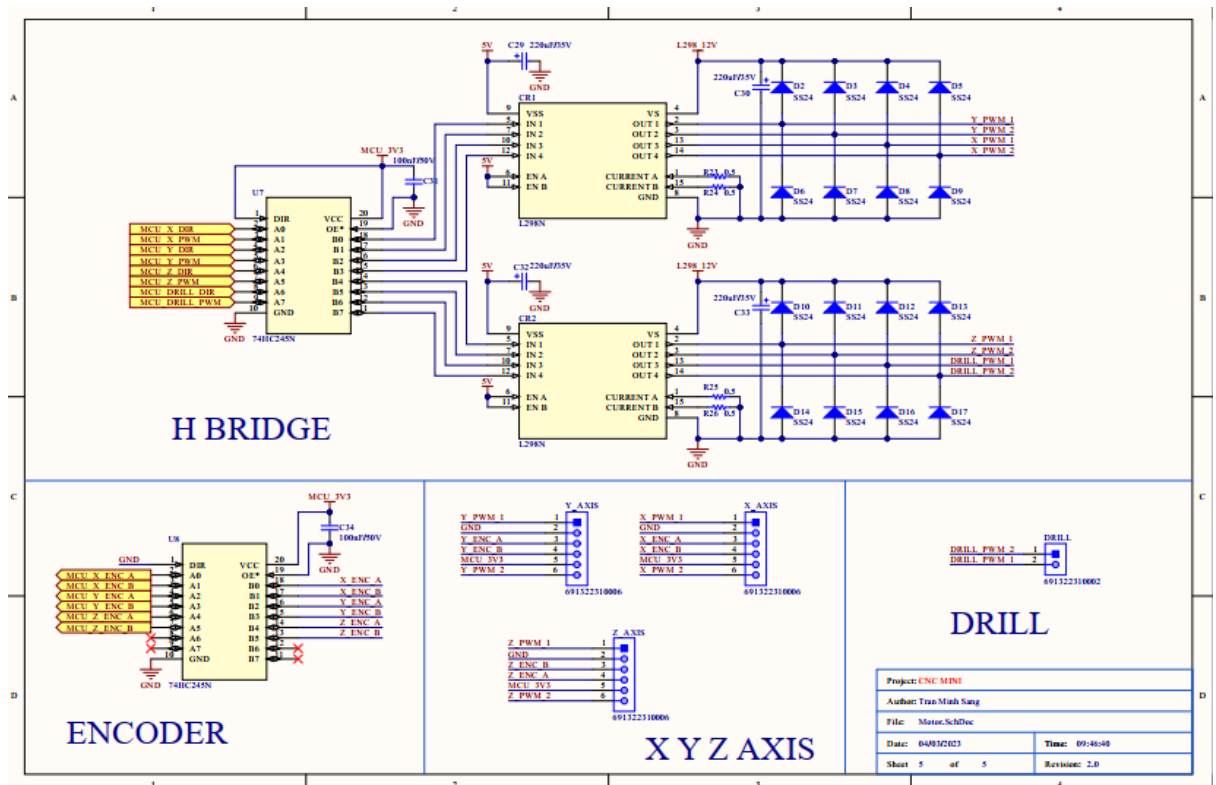
Appendix 2: Main MCU



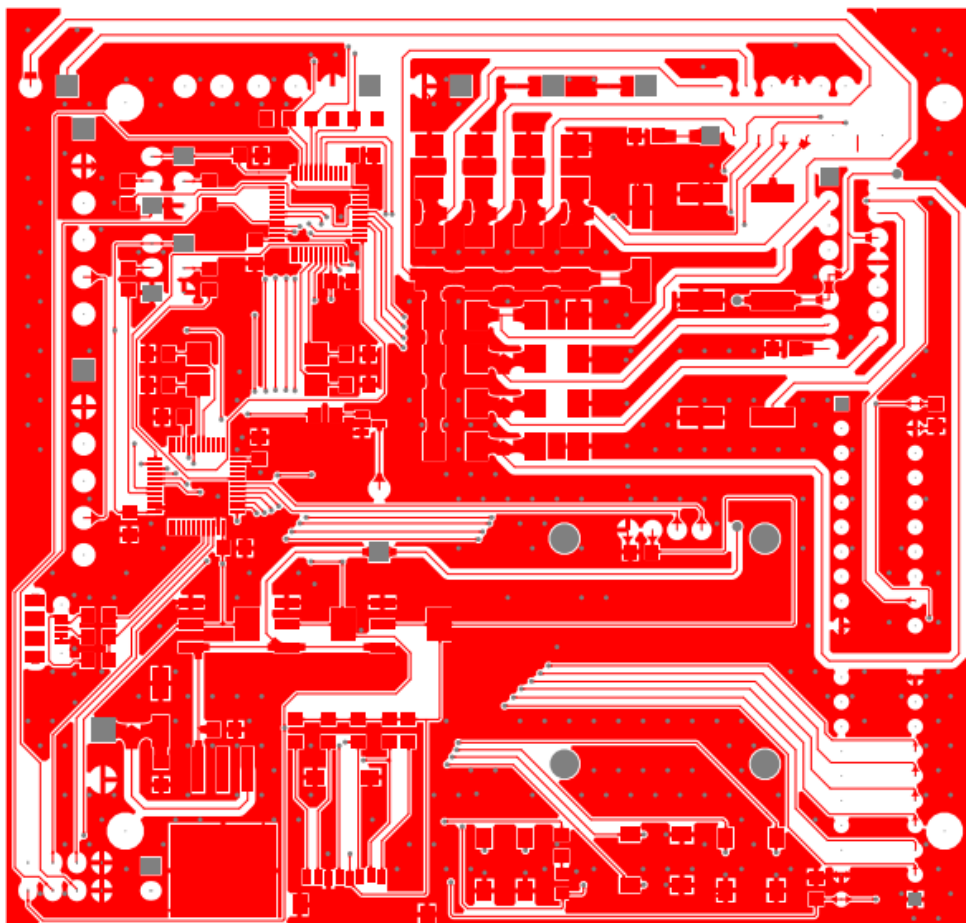
Appendix 3: CNC MCU



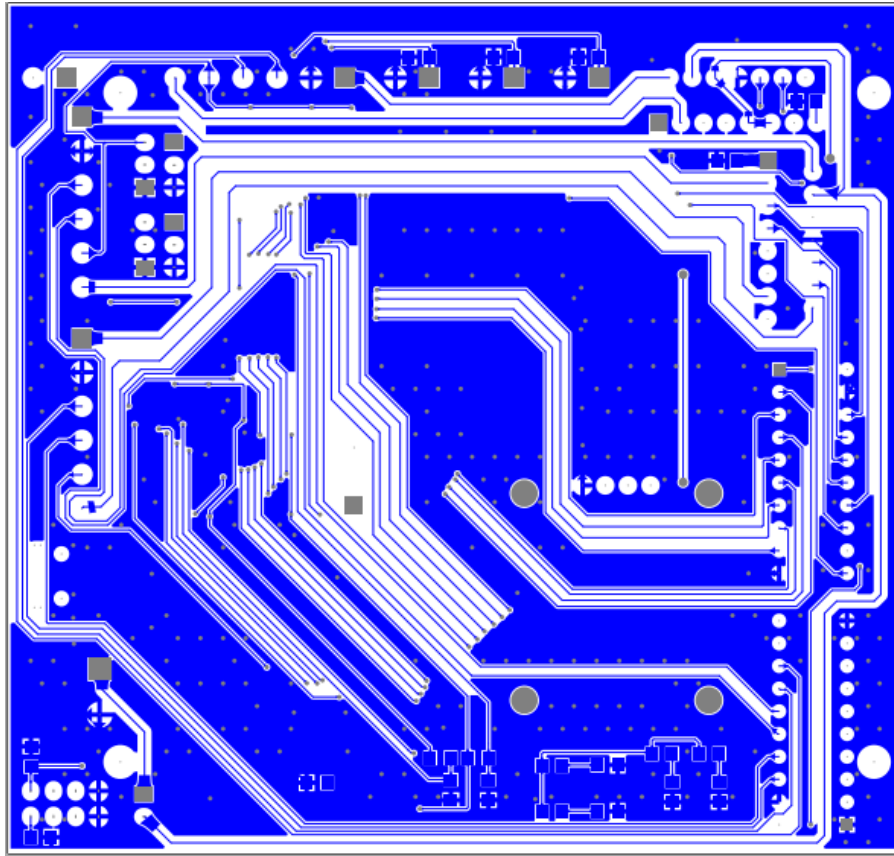
Appendix 4: User interface



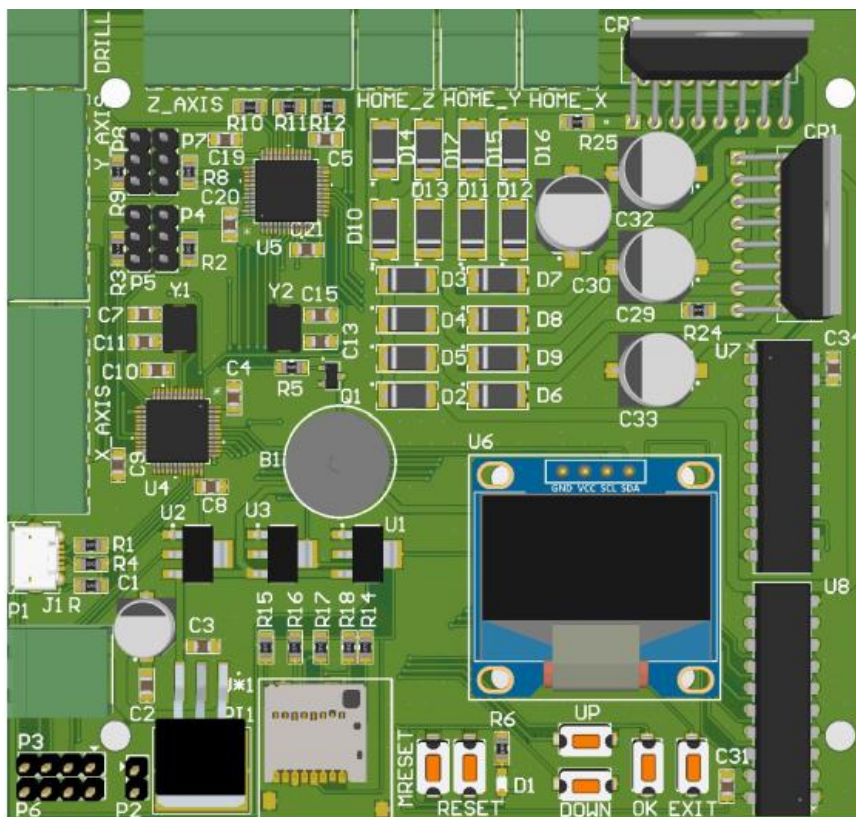
Appendix 5: Motor control



Appendix 6: Top layer



Appendix 7: Bottom layer



Appendix 8: PCB