

Research, design and manufacture CNC printed circuit board milling machines for training

Phuong The Hoang

University of Transport Technology, Ha Noi, Viet Nam

Article info

Type of article:

Original research paper

*Corresponding author:

E-mail address:

phuonght@utt.edu.vn

Received: 10/11/2022

Accepted: 27/12/2022

Published: 17/03/2023

Abstract: At present, all of machines are indispensable for the electronic circuitry to control them. Engineering students are trained processing of designing electronic circuits on a computer and make printed circuit board. For the printed circuit board manufacturing stage after the design file is available, most students use manual methods, performing chemical corrosion. This leads to the printed circuit board after manufacturing does not guarantee the accuracy because when the circuit is chemically corroded, it would be incomplete corrosion or excessive corrosion. This will affect the quality of the printed circuit after fabrication, and the circuit may not function correctly. If using a CNC machine (Computer Numerical Control machine) to perform circuit milling and component foot drilling, it will ensure better accuracy and quality of the circuit. In the content of this research paper, the author research and manufactures CNC printed circuit board milling machines for training students of University of Transport Technology.

Keywords: printed circuit board milling, CNC machine.

Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo máy CNC phay mạch in phục vụ công tác đào tạo

Hoàng Thế Phương

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, Hà Nội, Việt Nam

Thông tin bài viết

Dạng bài viết:

Bài báo nghiên cứu

Tác giả liên hệ:

Địa chỉ E-mail:

phuonght@utt.edu.vn

Ngày nộp bài: 10/11/2022

Ngày chấp nhận: 27/12/2022

Ngày đăng bài: 17/03/2023

Tóm tắt: Hiện nay, các máy móc thiết bị đều không thể thiếu mạch điện tử bên trong để điều khiển thiết bị hoạt động theo ý muốn. Các sinh viên học ngành kỹ thuật đều được đào tạo về quy trình thiết kế mạch điện tử trên máy tính và chế tạo ra mạch in thực tế. Đối với công đoạn chế tạo mạch sau khi đã có file thiết kế thì hầu hết sinh viên đều sử dụng phương pháp làm thủ công, thực hiện thao tác ăn mòn bằng hóa chất. Điều này dẫn đến mạch sau khi chế tạo không đảm bảo được độ chính xác như file thiết kế vì khi ăn mòn bằng hóa chất có thể dẫn đến trường hợp: ăn mòn không hết, ăn mòn quá nhiều. Điều này sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của mạch in sau khi chế tạo, và mạch có thể không hoạt động được ổn định đúng chức năng. Nếu sử dụng máy CNC (Computer Numerical Control) để thực hiện công đoạn phay đường mạch và khoan chân linh kiện thì sẽ đảm bảo được độ chính xác và chất lượng đường mạch được tốt hơn. Nội dung bài nghiên cứu này, tác giả thực hiện việc nghiên cứu, chế tạo máy phay mạch CNC phục vụ công tác đào tạo cho sinh viên trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải.

Từ khóa: phay mạch in, máy CNC.

1. Đặt vấn đề

Với mục đích tăng hiệu quả sản xuất, các dây chuyền sản xuất tự động đã và đang được ứng dụng hầu hết trong các dây chuyền công nghiệp. Nó dần dần thay thế sức lao động của con người, qua đó làm giảm chi phí sản xuất, tăng sức cạnh tranh của doanh nghiệp, giảm nguy cơ độc hại môi trường làm việc đến sức khỏe con người. Để đáp ứng xu hướng thay đổi của công nghệ, các trường đại học trên thế giới nhất là các trường định hướng khoa học ứng dụng thường gắn kết các bài giảng lý thuyết với các bài thực hành, các mô hình đào tạo giống thực tế được giới thiệu trực quan cho sinh viên từ sản xuất hàng khối đến sản xuất nhỏ. Các mô hình này không chỉ giải thích nguyên lý hoạt động của hệ thống mà còn giúp sinh viên rèn luyện tư duy logic, tư duy thiết kế hệ thống. Và để robot cũng như các máy móc tự động hóa hoạt

động được thì phải cần đến mạch điều khiển. Do đó, việc chế tạo ra một mạch điều khiển chất lượng tốt, hoạt động ổn định là việc rất cần thiết, sinh viên cần am hiểu rõ về quy trình và các thông số cần thiết trong quá trình chế tạo mạch in. Và một phương pháp chế tạo mạch in với chất lượng tốt, độ chính xác cao đó là sử dụng máy CNC.

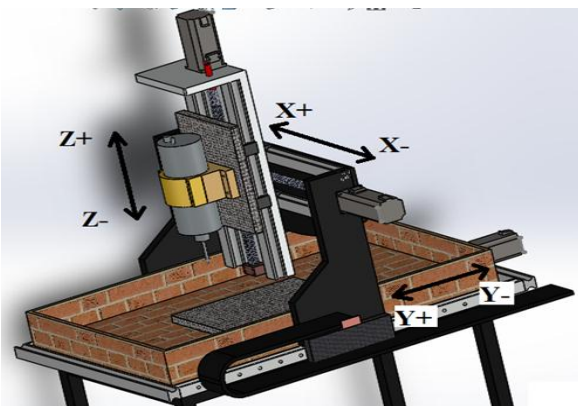
Máy CNC (computer numerical control) là một dạng máy công nghiệp, hoạt động theo nguyên lý điều khiển tự động có sự trợ giúp của máy tính. Các thiết bị điều khiển sử dụng trong máy gia công CNC cho phép thực hiện các quy trình gia công trên cơ sở các thông số về kích thước và hình dạng của sản phẩm, được chuyển thành quỹ đạo chuyển động trên không gian 3 chiều. [1, 2]. Máy CNC có năng suất cắt gọt cao và giảm được tối đa thời gian phụ, do mức độ tự động được nâng cao [3]. Tùy theo mức độ tự động, máy CNC có thể

thực hiện cùng một lúc nhiều chuyển động khác nhau, có thể thay dao tự động, hiệu chỉnh sai số, tự động kiểm tra kích thước chi tiết và qua đó tự động hiệu chỉnh sai lệch vị trí tương đối giữa dao và chi tiết. Khả năng thay đổi dạng sản phẩm chế tạo khi dùng máy CNC nhanh vì chỉ cần thay đổi chương trình điều khiển mà không cần thay đổi cấu trúc máy hoặc thêm các đồ gá chuyên dùng [3].

Hiện nay, giá thành các máy CNC nhập ngoại rất cao, và khi máy gặp sự cố trong quá trình hoạt động thì việc sửa chữa cũng khó khăn và tốn kém. Do đó, nhiều cơ sở đào tạo tại các trường kỹ thuật chưa trang bị được cho sinh viên học thực hành. Trên cơ sở đó, việc vận dụng nguồn lực nghiên cứu trong trường để tiến hành nghiên cứu, thiết kế, chế tạo ra mô hình máy CNC phay mạch in phục vụ cho công tác đào tạo cho sinh viên trong trường là rất cần thiết.

2. Thiết kế kết cấu cơ khí cho máy

2.1. Nguyên lý tổng quan của máy



Hình 1. Nguyên lý tổng quan máy CNC

Nguyên lý tổng quan của máy được thể hiện như Hình 1. Máy có cấu tạo bao gồm 1 bàn gá phôi được đặt cố định; một động cơ trục chính (spindle) có tốc độ quay cao được gắn dụng cụ cắt như dao phay, dao khoan, dao cắt; hành trình dao lên xuống được thực hiện bởi cụm trục Z; cụm trục X và Y điều khiển đầu dao chuyển động tịnh tiến trên mặt phẳng ngang. Khi bật điện và nạp code cho máy, động cơ trục chính sẽ quay; các trục X, Y di chuyển đầu dao đến vị trí thích hợp, trục Z chuyển động lên xuống để tạo ra chiều sâu phay nhất định đã được lập trình trong mã GCODE.

2.2. Nghiên cứu, lựa chọn linh kiện

2.2.1. Ray trượt



Hình 2. Ray trượt vuông

Ray trượt vuông HGR là một loại ray trượt dẫn hướng tuyến tính. Các viên bi thép lăn vô hạn trong hành trình trượt trên thanh ray của con trượt, giúp cho bi trượt di chuyển dễ dàng dọc theo thanh ray.

Hệ thống thanh ray trượt vuông rất thẳng giúp cơ cấu máy chuyển động (tiến, lùi) tự động một cách trơn tru và chính xác.

Tác giả lựa chọn sử dụng ray trượt vuông HGR15R để chế tạo máy CNC với những ưu điểm [4]:

- Ray trượt vuông HGR15R được thiết kế có độ cứng cao và khả năng chịu tải cao, có khả năng chịu tải trọng theo 4 hướng (lên, xuống, trái, phải), và khả năng tự điều chỉnh để giảm rung động do lỗi gá đặt.
- Có tuổi thọ, tốc độ và độ chính xác cao phù hợp cho các con trượt dẫn hướng cùng loại.
- Tạo chuyển động thẳng mượt, độ ma sát và tiếng ồn thấp.
- Dễ dàng lắp đặt với các lỗ được bố trí theo trục X-Y, thích hợp cho xưởng sản xuất, gia công, cửa hàng vật liệu cơ khí.

2.2.2. Vít me và đai ốc



Hình 3. Vít me và đai ốc

Vít me được gắn đồng trục với động cơ, khi động cơ quay kéo vít me quay theo. Động cơ và vít me gắn cố định, làm cho đai ốc sẽ di chuyển dọc theo trục vít me. Đai ốc được gắn chặt vào bộ phận cần chuyển động (trục X, Y, Z), từ đó làm cho bộ phận đó chuyển động so với hệ thống thanh trượt, động cơ và cơ cấu truyền động.

Tốc độ di chuyển được phụ thuộc vào tốc độ động cơ và bước ren của trục vít, thường thì bước ren rất nhỏ cỡ 1 đến 2 mm, một vòng quay của trục động cơ sẽ làm đai ốc di chuyển một đoạn bằng bước ren của trục vít, vì vậy tốc độ di chuyển của bộ phận trượt ở phương pháp này là chậm nhưng lại có độ chính xác khi chuyển động khá cao. Dùng động cơ có bước góc càng nhỏ và trục ren có bước ren nhỏ thì độ chính xác di chuyển càng cao.

Trong các loại vít me - đai ốc, vít me đai ốc bi có đặc điểm khác biệt bởi ma sát trong các bộ truyền vít me – đai ốc thông thường là ma sát trượt, còn ma sát trong vít me - đai ốc bi là ma sát tổng hợp cả lăn và trượt. Đặc điểm này làm cho hiệu suất bộ truyền cao hơn, mát mát do ma sát ít hơn, đáp ứng rất tốt với yêu cầu khởi động nhanh và dừng chính xác [5].

Tác giả sử dụng vitme bi kết hợp ray trượt vuông HGR15R để làm bộ phận dẫn hướng chuyển động chạy dao theo 3 trục của máy

2.2.3. Động cơ trục chính



Hình 4. Spindle ER20 2.2kW

Trục chính máy CNC là bộ phận tạo ra chuyển động quay của dụng cụ cắt. Chúng quyết định tốc độ cắt và khả năng tải cắt gọt của máy. Đồng thời ảnh hưởng đến độ chính xác của các sản phẩm chi tiết được gia công.

Với máy phay CNC thì các chi tiết thường được gá trên bàn máy, trục chính máy phay CNC

thường gắn các dao phay CNC. Các công đoạn gia công cắt gọt, phay mặt phẳng, mặt trụ, bánh răng nhờ chuyển động của trục chính tạo ra chuyển động quay của phôi kết hợp với sự di chuyển của bàn máy.

Do tham gia trực tiếp vào quá trình gia công các phẩm cũng như quyết định độ chính xác của các chi tiết, nên trục chính là bộ phận rất quan trọng trong cấu tạo máy CNC.

Nhóm nghiên cứu lựa chọn động cơ trục chính là động cơ Spindle 2.2kw ER20, với thông số kỹ thuật [6]:

- Công suất: 2.2KW
- Điện áp: 220VAC (Điều khiển qua biến tần)
- Cường độ dòng điện: 8A
- Tốc độ tối đa: 24.000 vòng/phút
- Tần số tối đa: 400Hz
- Kích thước: Đường kính 80mm
- Chiều dài thân: 240mm
- Đầu kẹp dao: ER20 làm mát bằng nước
- Spindle 2.2KW sử dụng 2 vòng bi 7005 và 2 vòng bi 7002

2.2.4. Động cơ dẫn động các trục



Hình 5. Động cơ Ezi-servo 56L-A-D

Với yêu cầu về độ chính xác vị trí của máy CNC, có thể lựa chọn động cơ dẫn động 3 trục cho máy CNC là động cơ bước hoặc động cơ servo.

Đối với động cơ bước thì có thể điều khiển chính xác vị trí góc quay của động cơ theo số xung điều khiển, nhưng có nhược điểm là không có phản hồi về vị trí. Do đó, khi có tải nặng thì sẽ bị trượt bước động cơ trong quá trình động cơ quay mà bộ

điều khiển không phát hiện ra sẽ dẫn đến sai số tích lũy. Do đó, động cơ bước chỉ thích hợp sử dụng trong các máy CNC cỡ nhỏ.

Động cơ servo có ưu điểm là có encoder phản hồi vị trí liên tục của động cơ trong quá trình động cơ quay. Do đó, khi có tải nặng hay tải nhẹ thì bộ điều khiển cũng liên tục xác định được vị trí góc quay của động cơ để đưa ra tín hiệu điều khiển thích hợp, giúp động cơ đạt đến góc quay và tốc độ mong muốn. Do đó, động cơ servo khắc phục được nhược điểm của động cơ bước và thích hợp dùng trong thiết kế, chế tạo các máy CNC cỡ lớn hơn.

Như vậy, nhóm nghiên cứu đã quyết định lựa chọn động cơ servo để chế tạo máy CNC phay mạch in để đảm bảo máy luôn hoạt động được chính xác. Loại động cơ nhóm nghiên cứu sử dụng là động cơ Ezi-servo 56L-A-D.

Với yêu cầu về độ chính xác cao của máy CNC, tác giả nghiên cứu lựa chọn động cơ servo 56L-A-D để làm động cơ dẫn động cho các trục X, Y, Z. Trong quá trình vận hành, vị trí động cơ liên tục được phản hồi về driver điều khiển, do đó việc điều khiển vị trí của máy được đảm bảo chính xác.

2.2.5. Mạch điều khiển máy

Mạch điều khiển trung tâm là một thành phần không thể thiếu trong bất kỳ một máy móc, thiết bị nào. Nó điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết bị, bao gồm: đọc dữ liệu từ các cảm biến, nhận lệnh điều khiển từ máy tính, truyền thông dữ liệu lên máy tính, điều khiển hoạt động của các động cơ dẫn động, động cơ trục chính,... Một thiết bị muốn hoạt động được thông minh và linh hoạt thì mạch điều khiển trung tâm cần phải được lập trình tốt.

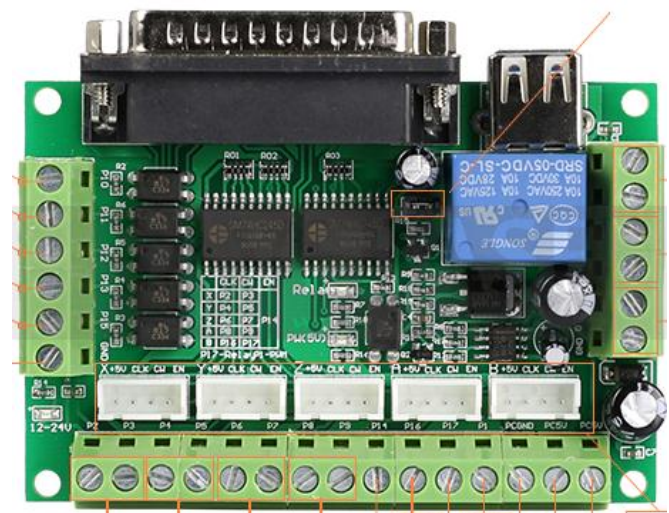
Yêu cầu cần có đối với mạch điều khiển trung tâm của máy phay mạch CNC:

- Có cổng giao tiếp với máy tính, để có thể nhận lệnh điều khiển từ chương trình phần mềm trên máy tính. Yêu cầu tốc độ truyền dữ liệu phải nhanh, để mạch có thể đáp ứng kịp với các lệnh điều khiển từ máy tính khi máy chạy tốc độ cao.
- Có các ngõ ra thích hợp điều khiển cho driver động cơ servo dẫn động trục 3 trục X, Y, Z.

Mỗi động cơ này được điều khiển bởi 2 đường tín hiệu là: Tín hiệu xung (Pulse), và tín hiệu hướng (Direction). Động cơ sẽ quay theo 1 trong 2 chiều căn cứ vào tín hiệu từ chân điều khiển hướng, và quay một lượng góc quay và tốc độ căn cứ vào tín hiệu từ chân điều khiển xung.

- Có ngõ ra thích hợp để điều khiển động cơ trục chính quay với tốc độ mong muốn.
- Có các ngõ vào kết nối các cảm biến giới hạn hành trình của các trục. Trong quá trình chạy máy thì cảm biến giới hạn hành trình là rất cần thiết, giúp cho máy không bị chạy quá khung hành trình có thể dẫn tới hỏng máy.

Dựa trên các yêu cầu đối với bộ điều khiển, nhóm nghiên cứu sử dụng bo mạch CNC MACH3 LPT làm mạch điều khiển trung tâm cho máy.



Hình 6. Bo mạch CNC Mach3 LPT

Đặc điểm: [7]

- Hoàn toàn tương thích với phần mềm MACH3 điều khiển máy CNC.
- Giao tiếp với máy tính qua cổng LPT tốc độ cao.
- Cấp nguồn qua cổng USB và các thiết bị ngoại vi độc lập nhằm tránh sốc điện cho máy tính khi vận hành.
- Điện áp nguồn ngoài có thể thay đổi trong khoảng từ 12V đến 24V.
- Tất cả các tín hiệu vào đều được bảo vệ bằng cách ly quang để bảo vệ mạch.
- Sử dụng 1 rơ le, có thể dùng để điều khiển spindle (tắt P17).

- Có đầu ra analog (0 – 10V) để nối với bộ biến tần khi cần điều khiển tốc độ spindle.

- Có thể điều khiển cùng lúc tới 5 động cơ bước (5 trục).

- Có thể kết nối với driver động cơ theo Anode chung hoặc Cathode chung.

2.2.6. Biến tần Fuling DZB 2.2kW

Động cơ trục chính sử dụng trong máy CNC sử dụng điện áp 220VAC, công suất 2.2kW. Để điều khiển tốc độ quay của động cơ trục chính bằng mạch điều khiển trung tâm, cần sử dụng thêm biến tần. Biến tần nhận lệnh điều khiển là tín hiệu độ rộng xung từ mạch điều khiển trung tâm, từ đó thay đổi tần số cấp ra tải, và thay đổi tốc độ quay của động cơ.



Hình 7. Biến tần Fuling DZB

Thông số cơ bản biến tần Fuling DZB: [8]

- Biến tần Fuling DZB có dải công suất và điện áp như sau: 1 pha 200V: 0.1-3.7kW, 3 pha 200V: 0.1-18.5kW, 3 pha 400V: 0.2-18.5kW.

- Khả năng quá tải: 150% trong 60s đối với tải nặng, 120% trong 60s đối với tải thường.

- Tích hợp bộ xả bên trong trên toàn dải công suất.

- Tích hợp truyền thông: Modbus RTU(422/485).

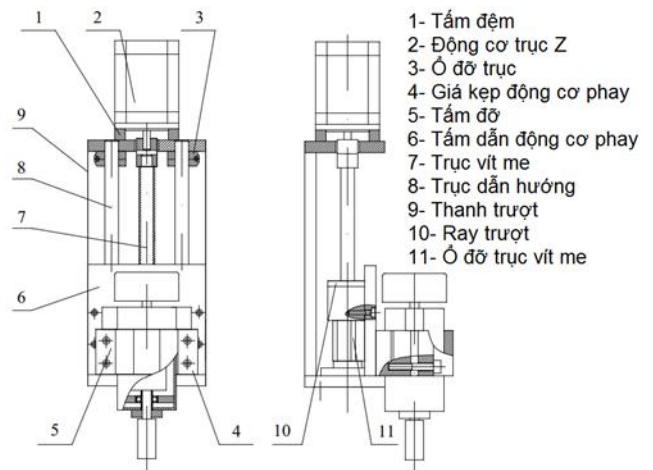
- Tần số sóng mang: 2-15kHz.

- Chế độ điều khiển: V/F, Vector vòng hở.

- Tần số ngõ ra tối đa: 400Hz.

- Momen khởi động 200% ở 0.5Hz khi chạy ở chế độ vector vòng hở.

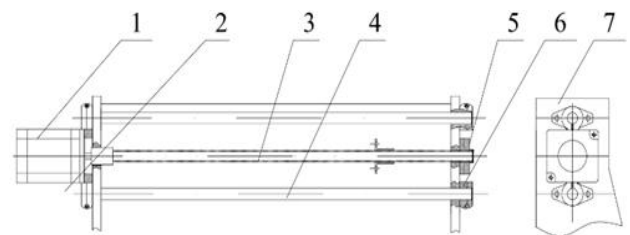
2.3. Thiết kế cụm trục Z



Hình 8. Kết cấu cụm trục Z

Kết cấu cụm trục Z được thiết kế như Hình 8, có chức năng đưa dụng cụ cắt tịnh tiến theo trục Z trong quá trình gia công. Hành trình trục Z là 400mm.

2.4. Thiết kế cụm trục X

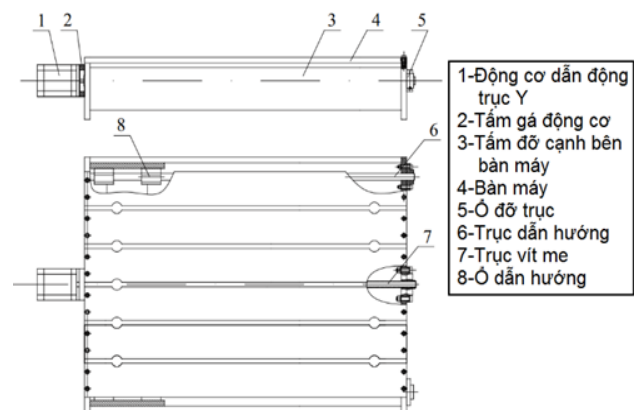


- 1- Động cơ dẫn động trục X
- 2- Khớp nối trục
- 3- Trục vít me
- 4- Trục dẫn hướng
- 5- Ổ đỡ trục vít me
- 6- Ổ đỡ trục dẫn hướng
- 7- Vách bên máy

Hình 9. Kết cấu cụm trục X

Kết cấu cụm trục X được thiết kế như Hình 9, có chức năng điều khiển đầu dao chuyển động tịnh tiến theo trục X. Hành trình trục X là 450mm.

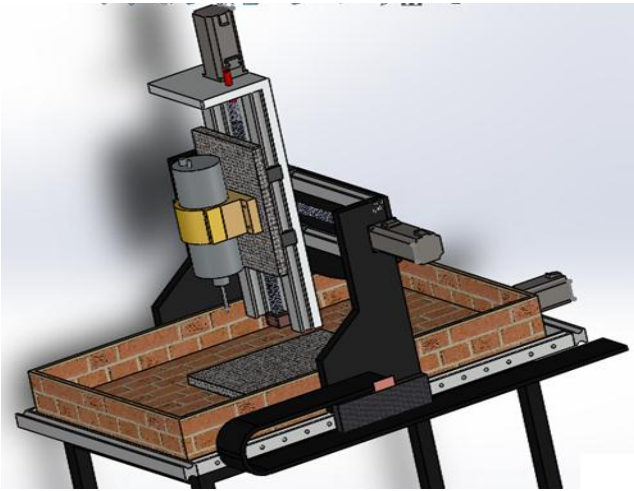
2.5. Thiết kế cụm trục Y



Hình 10. Kết cấu cụm trục Y

Kết cấu cụm trục Y được thiết kế như Hình 10, có chức năng điều khiển bàn máy tịnh tiến theo trục Y. Hành trình trục Y là 650mm.

2.6. Thiết kế hoàn chỉnh máy

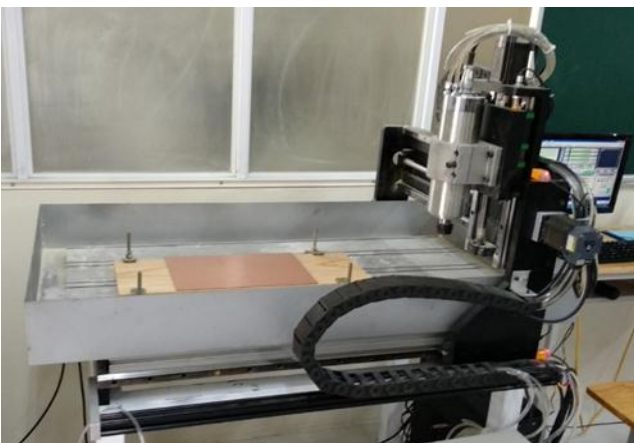


Hình 11. Bản vẽ tổng thể máy

Từ các kết quả thiết kế của từng cụm chi tiết, tác giả thực hiện bản vẽ liên kết các kết cấu tạo thành bản thiết kế 3D cho máy hoàn chỉnh như Hình 11.

3. Chế tạo, vận hành máy

3.1. Chế tạo hoàn thiện cơ khí máy



Hình 12. Máy CNC hoàn thiện

Máy CNC được chế tạo, lắp ráp các kết cấu hoàn thiện như Hình 12.

3.2. Sơ đồ cấu trúc điều khiển máy

Sơ đồ cấu trúc điều khiển máy như Hình 13, trong đó:

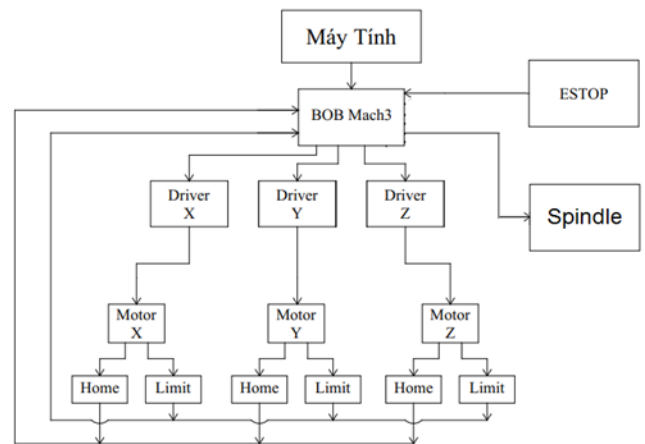
- Máy tính với phần mềm Mach3: có vai trò như bộ điều khiển chính, điều khiển toàn bộ hệ

thống. Bo mạch BOB Mach3 là mạch phần cứng, có nhiệm vụ truyền tín hiệu điều khiển từ phần mềm trên máy tính ra các cơ cấu chấp hành.

- Động cơ các trục X, Y, Z và driver động cơ: có nhiệm vụ dẫn động đến đầu dao để hình thành chuyển động gia công mạch.

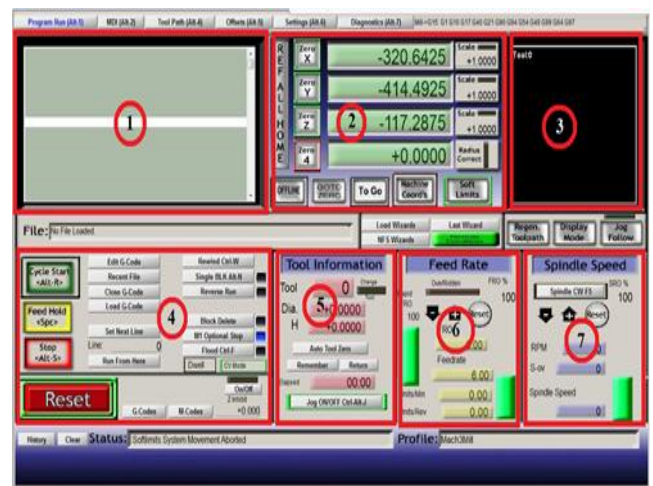
- Các công tắc hành trình: giới hạn hành trình cho chuyển động các trục, nhằm ngăn ngừa các trục va chạm tới điểm giới hạn sẽ gây hỏng chi tiết.

- Công tắc ESTOP: công tắc khẩn cấp, khi có hiện tượng bất thường xảy ra thì người dùng ấn công tắc khẩn cấp sẽ dừng toàn bộ hoạt động máy.



Hình 13. Sơ đồ cấu trúc điều khiển máy

3.3. Phần mềm điều khiển Mach3



Hình 14. Giao diện phần mềm Mach3

Trong thực tế có rất nhiều phần mềm có thể điều khiển cho máy CNC như phần mềm: Fancu, NCstudio, Mach3.... Tác giả chọn phần mềm điều khiển máy là Mach3 vì chức năng của nó đa dạng, giao diện đẹp, dễ dàng thiết lập các thông số của

máy, dễ sử dụng, và là phần mềm miễn phí [7].
 Giao diện phần mềm như Hình 14:

- 1- Vùng hiển thị Code chạy máy
- 2- Vùng tọa độ và các nút chức năng
- 3- Vùng hiển thị điểm đang chạy dao của code
- 4- Vùng thao tác các chức năng làm việc
- 5- Vùng thể hiện dao số bao nhiêu (phục vụ cho việc tự động thay dao nếu máy có chức năng thay dao tự động)
- 6- Vùng hiển thị tốc độ di chuyển của các trục
- 7- Vùng thông số làm việc của Spindle

3.4. Quy trình vận hành máy CNC phay mạch in

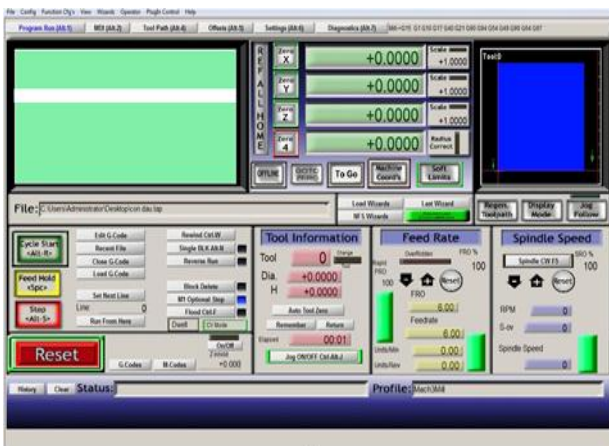
- Bước 1: Làm sạch bề mặt chi tiết

Kiểm tra và làm sạch bề mặt chi tiết, bàn máy, đảm bảo không có nước, dầu, dao cắt hay vật liệu cũ còn sót lại.



Hình 15. Làm sạch bề mặt chi tiết

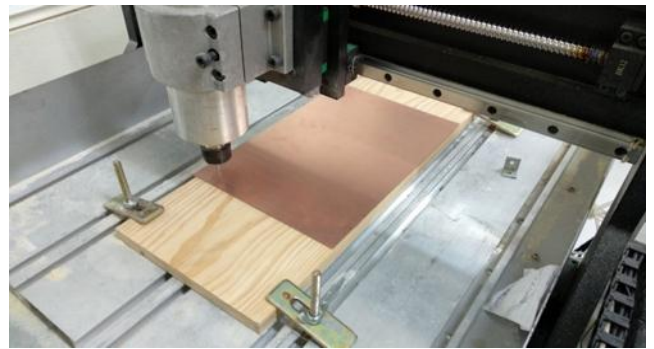
- Bước 2: Khởi chạy phần mềm



Hình 16. Khởi chạy phần mềm

Khởi chạy phần mềm Mach3, ấn nút Reset để sẵn sàng làm việc, ấn nút home để đưa máy về vị trí giới hạn hành trình, bật giới hạn mềm không chế hành trình của máy.

- Bước 3: Cài đặt phôi



Hình 17. Cài đặt phôi

Gá cố định phôi vào bàn máy sử dụng các đầu kẹp. Điều khiển các trục X, Y, Z di chuyển đến vị trí bắt đầu làm việc và cài đặt làm điểm gốc tọa độ (0, 0, 0) của máy.

- Bước 4: Kiểm tra nước làm mát

Nước làm mát có tác dụng tản nhiệt cho động cơ trục chính trong quá trình làm việc, giúp tăng tuổi thọ cho động cơ. Trước khi chạy cần kiểm tra nước làm mát có được cung cấp đầy đủ, và động cơ bơm nước làm mát có hoạt động hay không.

- Bước 5: Tải chương trình GCODE



Hình 18. Tải chương trình GCODE

Ấn nút Load G-Code, sau đó tìm đến file GCODE để nạp chương trình GCODE lên máy.

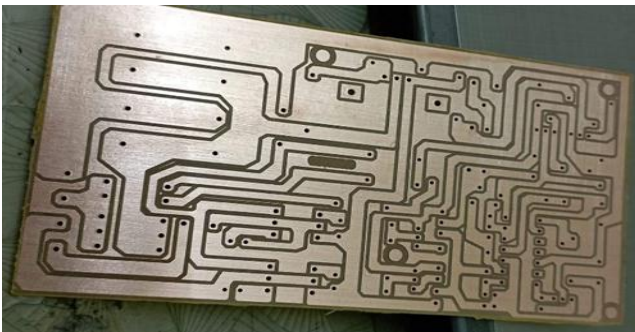
- Bước 6: Tiến hành chạy máy

Bấm nút “Cycle Start” để bắt đầu chạy máy. Trong quá trình chạy máy, có thể theo dõi liên tục giá trị các tọa độ đầu dao được hiển thị lên; có thể tăng hoặc giảm tốc độ chạy dao sao cho đảm bảo an toàn. Để tạm dừng chương trình, ấn nút “Feed Hold”, để tiếp tục gia công ấn nút “Start”. Người vận hành cần cẩn thận đọc từng dòng lệnh chạy máy, theo dõi từng chuyển động của máy, nếu thấy

có hiện tượng bất thường thì ấn nút dừng khẩn cấp để tránh xảy ra lỗi gây hỏng máy.

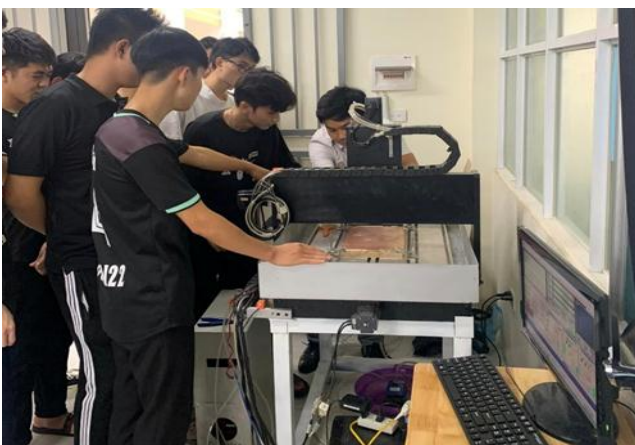
- Bước 7: Dừng máy và kiểm tra sản phẩm

Sau khi đã hoàn thành gia công sản phẩm, bấm nút tắt máy. Sau đó cần tháo dao khỏi mâm cặp, dọn sạch vùng làm việc. Cần đặt dao ở vị trí ban đầu để dễ dàng tìm thấy nó khi gia công lần sau. Người vận hành nên kiểm tra, đo lường các sai số của sản phẩm và đánh giá chất lượng, để đảm bảo sản phẩm gia công có chất lượng và độ chính xác cao nhất.



Hình 19. Mạch sau khi gia công bằng máy CNC

3.5. Ứng dụng trong công tác đào tạo



Hình 20. Ứng dụng máy CNC trong công tác đào tạo

Máy CNC phay mạch in đã được vận hành thử nghiệm nhiều lần, đạt kết quả tốt, và đang được ứng dụng trong công tác đào tạo cho sinh viên trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải thực hành môn học: “Thực tập thiết kế mạch điện tử”.

4. Kết luận

Trong nội dung nghiên cứu này, tác giả đã trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế và chế

tạo máy CNC phay mạch in. Máy đã được chế tạo và chạy thử nhiều lần đạt kết quả tốt:

- Máy dễ vận hành, dễ bảo trì và bảo dưỡng.
- Gia công được mạch có độ rộng đường dây nhỏ cỡ 0.4mm.
- Đường mạch sau khi gia công sắc nét và không bị đứt.
- Độ chính xác là tuyệt đối.
- Khoảng cách giữa các lỗ khoan chân linh kiện chính xác theo kích thước thực tế, dễ dàng cắm đúng những linh kiện có nhiều chân.
- Có thể ứng dụng phục vụ tốt cho công tác đào tạo cho sinh viên thực hành môn học.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải dưới dạng đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, mã số ĐTTĐ2021-08.

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải cho đề tài “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo máy phay mạch CNC phục vụ công tác đào tạo cho sinh viên trường Đại học Công nghệ GTVT”, mã số ĐTTĐ2021-08.

Tài liệu tham khảo

- [1]. VĐ Trần (2004) Công nghệ CNC, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. HP Phan (2000) CAD/CAM thiết kế và chế tạo có máy tính trợ giúp, tập 1, Nhà xuất bản giáo dục.
- [3]. QL Bùi (2006) Hệ thống điều khiển số trong công nghiệp, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. Website: <https://contruot.com/product/ray-truot-vuong-hgr15r-hiwin>
- [5]. ĐT Trần (2015) Nghiên cứu tuổi thọ và độ tin cậy của vít me - đai ốc bi máy CNC trong điều kiện môi trường việt nam
- [6]. Spindle Motor 3 Phase 2.2KW Datasheet: <https://www.cnc4you.co.uk/Spindle-Motor->

Single-phase-to-3-Phase-2.2KW-Water-cooled-ER20-with-Matching-VFD

[7]. Website: <http://www.machsupport.com/>

[8]. Fuling Inverter DZB200 Series user's manual:

https://cncu.co.za/EasyRoute-CNC-Router/Component%20Manuals/Fuling%20DZB200_DZB300%20Inverter%20User%20Manual.pdf