

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY PHAY CNC MINI 4 TRỤC SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH MACH3

Đinh Văn Hiến

Khoa Điện – Cơ

Email: hiendv@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 31/7/2019

Ngày PB đánh giá: 06/8/2019

Ngày duyệt đăng: 16/8/2019

TÓM TẮT

Máy CNC dùng trong sản xuất có thể tự động gia công với độ ổn định, chính xác cao và linh hoạt khi thay đổi sản phẩm đáp ứng yêu cầu cao về năng suất và chất lượng sản phẩm trong sản xuất hiện đại. Nên ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất ở nhiều lĩnh vực. Máy phay CNC mini là dòng máy CNC cỡ nhỏ, dùng khắc những vật kích thước nhỏ như đồ trang sức, đồ lưu niệm... Trong bài báo này, tác giả trình bày một số kết quả của việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo và chạy thử máy phay CNC mini 4 trục sử dụng chương trình Mach3. Kết quả máy hoạt động tốt trên rất nhiều vật liệu như gỗ, mica, nhựa, mạch in... Máy có thể ứng dụng trong sản xuất hay đào tạo lập trình, vận hành máy phay CNC.

Từ khóa: Chế tạo, CNC, máy phay, Mach3, tự động gia công, thiết kế.

RESEARCH ON DESIGNING AND MANUFACTURING 4-AXIS MINI CNC MILLING MACHINE USING MACH3 SOFTWARE

ABSTRACT

CNC machines used in manufacturing can automatically process with high stability, accuracy and flexibility when changing products to meet high requirements of productivity and product quality in modern production. Therefore, it is increasingly being widely applied in manufacturing in many fields. Mini CNC milling machine is a small series of CNC machines which are used to engrave small objects such as jewelry, souvenirs, etc. In this paper, the author presents some results of the research on designing, manufacturing and testing the 4-axis mini CNC milling machine using Mach3 software. The machine works well on a variety of materials such as wood, mica, plastic, printed circuits, etc. The machine can be used in manufacturing or programming training, and operating CNC milling machines.

Keywords: Manufacturing, CNC, milling machines, Mach3, automatic processing, design.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

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, trong đó các bộ phận tự động được lập trình để hoạt động theo các sự kiện tiếp nối nhau với tốc độ được xác định trước để có thể tạo ra mẫu vật với hình dạng và kích thước yêu cầu [1].

Máy CNC có năng suất cắt gọt cao và giảm được tối đa thời gian phụ, do mức độ tự động được nâng cao [2]. 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].

Ngày nay máy CNC đang dần thay thế các máy gia công truyền thống và đóng vai

trò không thể thiếu trong hoạt động sản xuất với rất nhiều chủng loại, kích thước khác nhau. Máy CNC được ứng dụng trong gia công cơ khí, điêu khắc tranh gỗ, khắc họa tiết, hoa văn trên các sản phẩm quà tặng... Các sản phẩm từ máy CNC mang tính thẩm mỹ cao, chất lượng tốt.



Hình 1. Sản phẩm bằng đá, gỗ sau khi được khắc trên máy CNC

(Nguồn: Internet)

Giá thành nhập ngoại các máy CNC 3 trục, 4 trục vẫn rất cao, hơn nữa khi máy có sự cố thì việc thay thế, hiệu chỉnh khá phức tạp, tốn kém. Với người dùng cá nhân hoặc các cơ sở sản xuất gia công nhỏ, cơ sở đào tạo lập trình và vận hành máy CNC như các trường đại học, cao đẳng, trung học chuyên nghiệp... thì cần tối ưu chi phí khi đầu tư máy. Bởi vậy việc nghiên

cứu thiết kế, chế tạo máy phay CNC mini 3 trục, 4 trục hoạt động hiệu quả, giá thành thấp có thể phục vụ những yêu cầu nêu trên là cần thiết, giúp tối ưu chi phí, chủ động hơn trong việc chế tạo, sử dụng máy.

Trong bài báo này tác giả trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC mini 4 trục.



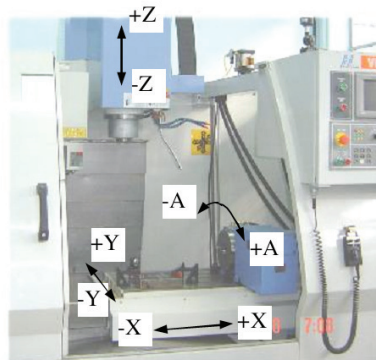
Hình 2. Máy CNC mini 3 trục, 4 trục [6]

2. THIẾT KẾ KẾT CẤU MÁY CNC MINI 4 TRỤC

2.1. Nguyên lý hoạt động của máy

Nguyên lý hoạt động của máy CNC 4 trục như hình 3. Máy có cấu tạo gồm một trục chính có tốc độ quay cao được gắn

dụng cụ cắt như dao: phay, khoan, khoét. Khi làm việc trục chính sẽ tịnh tiến theo trục Z, phôi được gá cố định trên bàn máy và tịnh tiến theo trục X, Y kết hợp với trục Z để tạo hình sản phẩm. Trục A có khả năng giữ và quay tròn phôi khi gia công bề mặt trụ tròn.

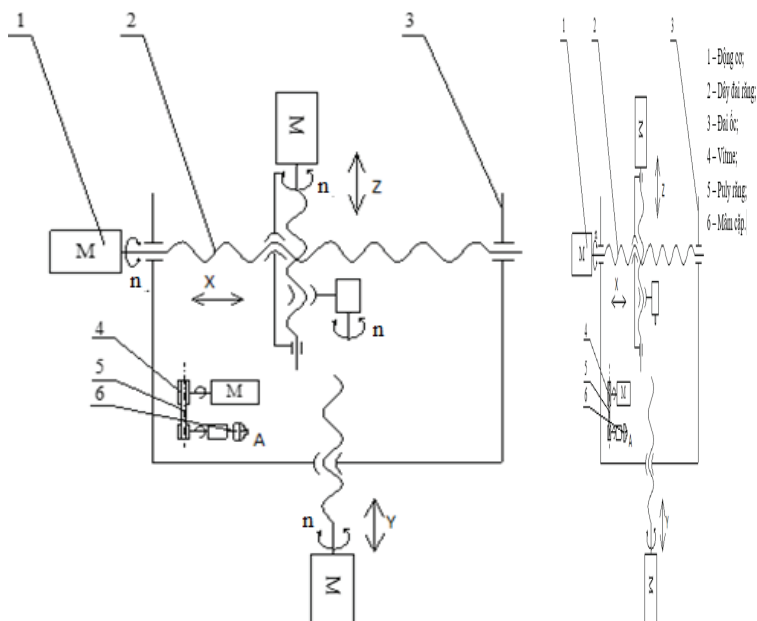


Hình 3. Sơ đồ nguyên lý máy phay CNC mini 4 trục [2]

2.2. Thiết kế động học cho máy

Trên cơ sở tìm hiểu và so sánh các phương

án máy CNC 4 trục. Tác giả xác định phương án thiết kế động học như hình 4.



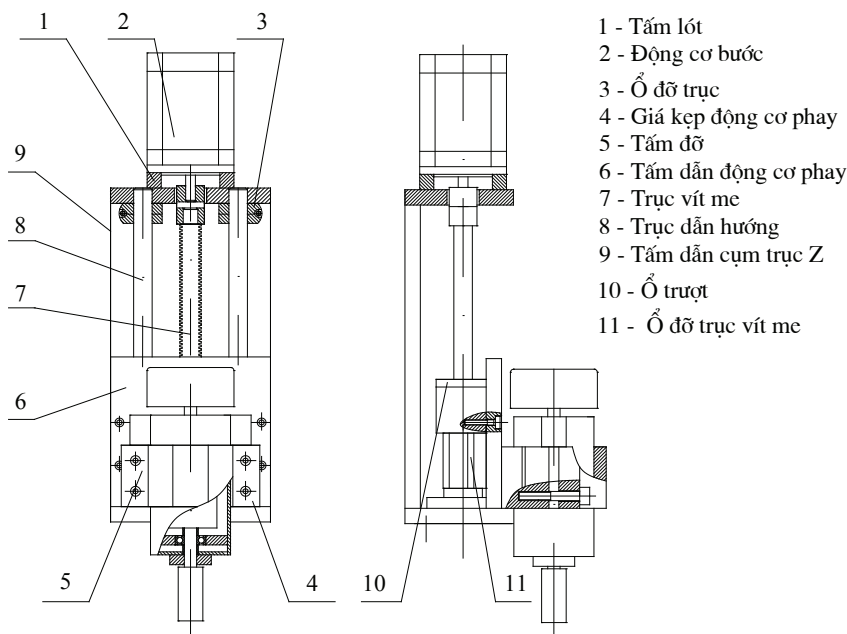
Hình 4. Sơ đồ động học của máy phay CNC mini 4 trục thiết kế

Máy CNC mini 4 trục thiết kế sẽ có cấu tạo gồm một bàn gá sản phẩm, một trục chính (spindle) quay ở tốc độ cao gắn các loại dao cụ để thực hiện gia công, hành trình dao lên xuống được thực hiện bởi cụm trục Z, các cụm trục X, Y thực hiện chuyển động tịnh tiến, trục A quay tròn để gia công theo biên dạng. Khi cấp điện cho các động cơ gắn vào các trục và thông qua bộ truyền vít me trục Y sẽ di chuyển kéo theo trục X và Z di chuyển theo. Động cơ gắn vào trục X khi được khởi động sẽ dẫn động kéo cho Z di chuyển đến một vị trí xác định. Khi động cơ gắn trên trục

Z được khởi động sẽ kéo theo sự dịch chuyển lên xuống của động cơ trục chính (spindle) gắn dao cụ gia công tạo ra chiều sâu cắt nhất định. Động cơ ở cụm trục A khi hoạt động sẽ làm cho phôi quay tròn và tạo nên những đường cắt 4D.

2.3. Thiết kế cụm trục Z

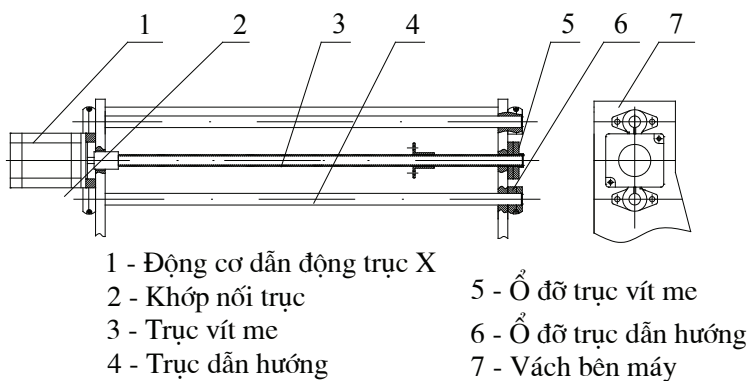
Kết cấu cụm trục Z như hình 5, có chức năng đưa dụng cụ cắt tịnh tiến theo trục Z trong quá trình gia công. Hành trình trục Z là 80mm, bao gồm: hai tấm đỡ trên và dưới để lắp thanh dẫn hướng và vít me cho trục Z.



Hình 5. Kết cấu cụm trục Z

2.3. Thiết kế cụm trục X

Kết cấu cụm trục X như hình 6 có chức năng điều khiển bàn máy tịnh tiến theo trục X. Hành trình trục X là 300mm.

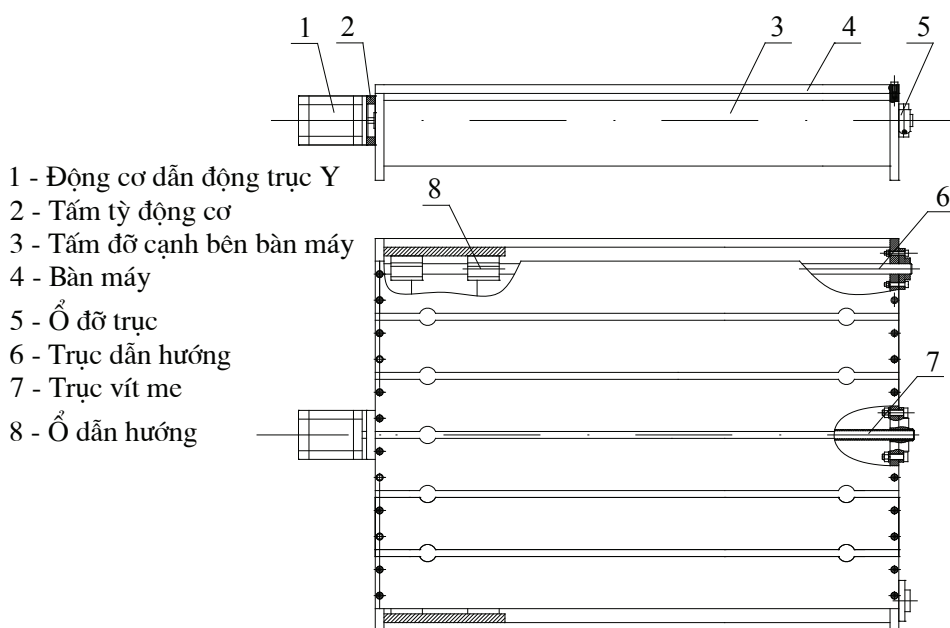


Hình 6. Kết cấu cụm trục X (nguồn: Tác giả)

2.4. Thiết kế cụm trục Y

Kết cấu cụm trục Y như hình 7, có

chức năng điều khiển bàn máy tịnh tiến theo trục Y. Hành trình trục Y là 400mm.



Hình 7. Kết cấu cụm trục Y

2.4. Thiết kế cụm trục A

Kết cấu cụm trục A như hình 8. Cụm trục A được lắp trên bàn máy, có chức

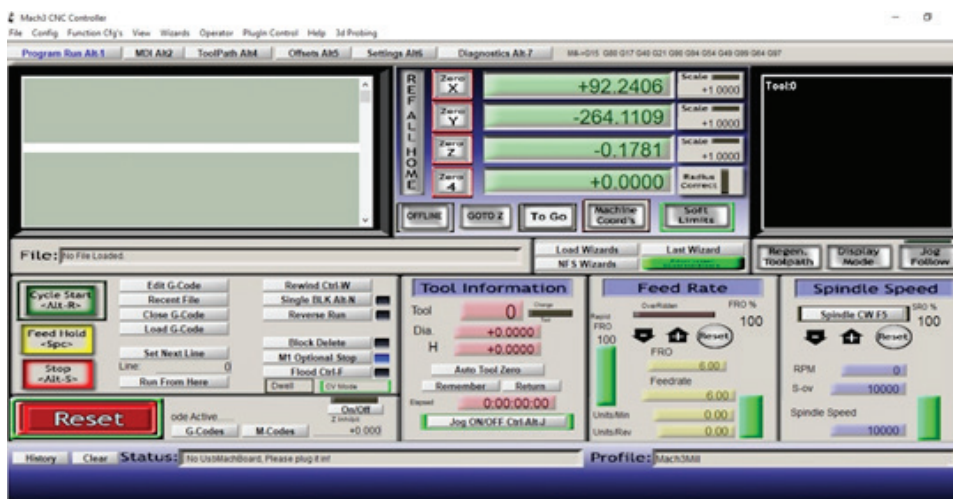
năng tạo chuyển động quay tròn khi máy gia công các chi tiết dạng trụ.

3. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MÁY PHAY CNC MINI 4 TRỤC

3.1. Lựa chọn phần mềm điều khiển cho máy

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

hệ thống và dễ sử dụng. Lập trình theo hướng mở rộng liên kết với các Script VB. Cho phép trực tiếp nhập khẩu DXF, BMP, JPG, và các file HPGL qua LazyCam, Visual Gcode hiển thị; Import trực tiếp các file dxf, bmp và jpg thông qua phần mềm LazyCam theo [4]. Mô phỏng quá trình làm việc rất rõ ràng và tiết kiệm được chi phí đáng kể khi chế tạo máy.

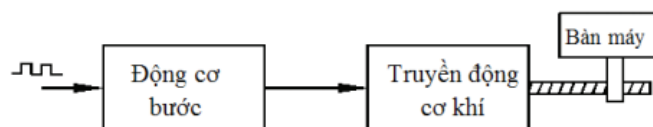


Hình 10. Giao diện trang màn hình khi dùng Mach3 điều khiển máy

(Nguồn: Tác giả)

Theo [5] phần mềm đó điều khiển theo dạng vòng hở nên khi ứng dụng Mach3 điều khiển cho máy phay CNC mini 4 trục

tác giả phải thiết kế theo dạng vòng hở để thuận lợi khi thiết lập hoạt động của máy.



Hình 11. Điều khiển dạng vòng hở [4]

3.2. Sơ đồ cấu trúc điều khiển của máy

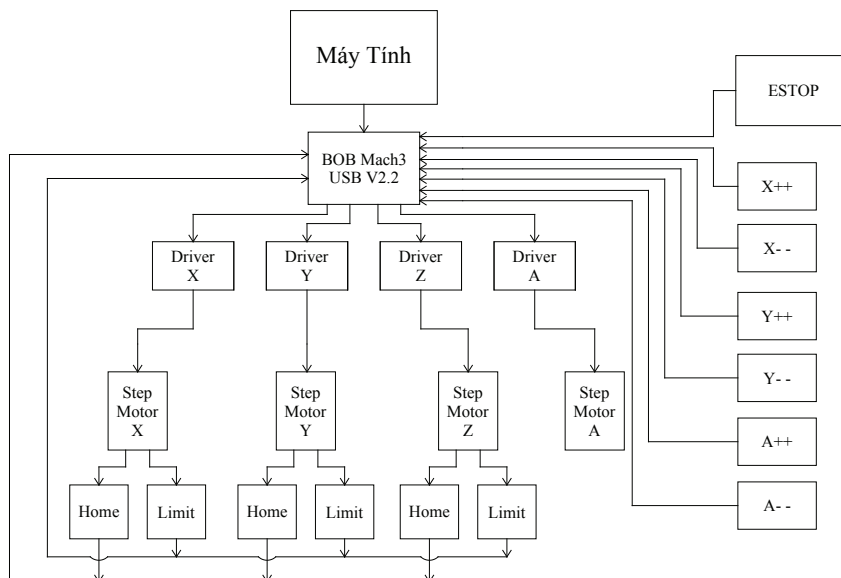
Sơ đồ cấu trúc điều khiển của máy như hình vẽ 12. Trong đó:

- Phần mềm Mach3 và máy tính: Có vai trò như bộ điều khiển CNC, điều

khiển toàn hệ thống. Mạch CNC BOB MACH3 USB V2.0 sử dụng được với phần mềm Mach3 trên máy tính thông qua giao tiếp USB với chỉ một vài bước thiết lập đơn giản.

- Động cơ bước và driver động cơ bước: Dẫn động các bàn máy để hình thành chuyển động của đầu gia công.

- Công tắc hành trình: Giới hạn hành trình cho các bàn máy nhằm ngăn ngừa bàn máy va chạm với các gối đỡ.

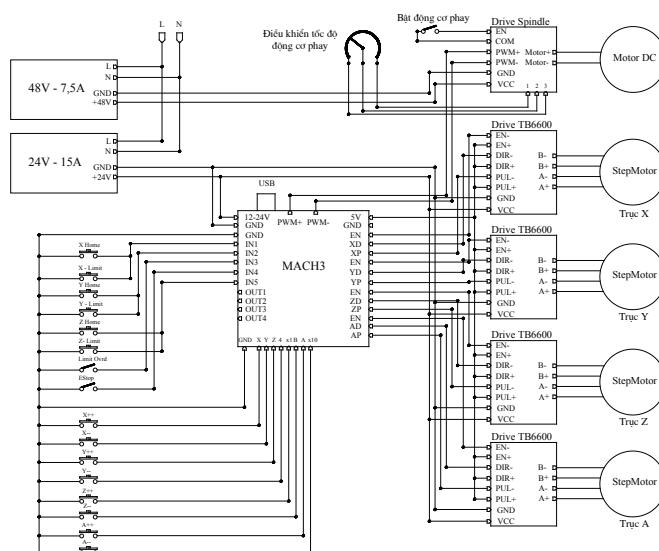


Hình 12. Sơ đồ cấu trúc điều khiển của máy

3.3. Sơ đồ mạch điều khiển của máy

Sơ đồ mạch điều khiển của máy như hình vẽ 13. Các drive TB6600 điều khiển động cơ bước được đấu dương chung để đỡ tốn tài

nguyên của USB, các chân âm còn lại đấu tương ứng vào BOB mach3. Drive sử dụng nguồn 24V. Các công tắc hành trình của các trục được nối chung và vào từng chân tương ứng trên mach3: IN1, IN2, IN5.

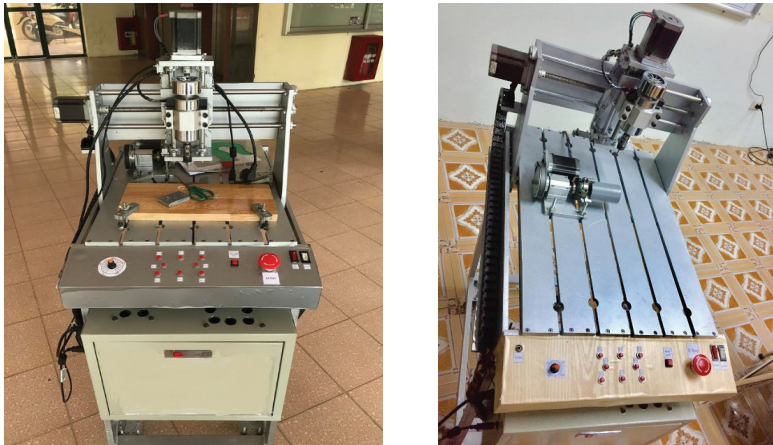


Hình 13. Sơ đồ cấu trúc điều khiển của máy

4. CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM MÁY

Máy phay CNC mini 4 trục được tiến hành chế tạo các chi tiết, lắp ráp và cài đặt hoạt động tại xưởng thực hành trường

Đại học Hải Phòng. Kết quả được máy như hình 14. Qua một thời gian sử dụng máy hoạt động tốt, gia công khắc được chi tiết dạng phẳng, trụ tròn.



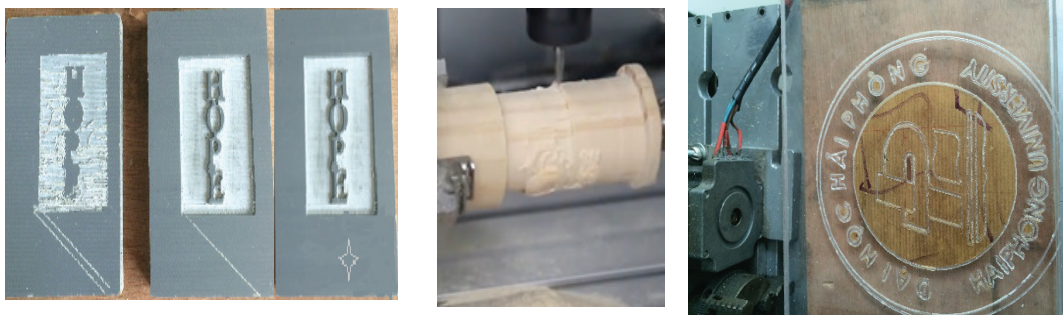
Hình 14. Phôi được gá đặt trên máy để gia công

Bảng 1: Thông số kỹ thuật của máy

Đặc tính kỹ thuật	Thông số
Kích thước máy	700 x 500 x 1200 mm
Kích thước bàn máy	600 x 400 mm
Kích thước lớn nhất khi gia công phôi tấm	400 x 300 x 80 mm
Đường kính lớn nhất khi gia công phôi trụ	60 mm
Động cơ trục chính phay, khắc	Công suất: 300(W) Động cơ làm mát bằng không khí Điện áp làm việc: 12VDC – 48VDC Công suất: 300W Cường độ dòng điện tối đa: 6A Tốc độ quay: 3000-12000 vòng/ phút Momen xoắn: 0.4Nm Độ chính xác: 0.01mm- 0.06mm
Động cơ bước dẫn động trục vít me	Kích thước: 56×78 mm Bước góc: 1,80 Điện áp: 24 V Momen xoắn: 3.5 Nm Nhiệt độ hoạt động: 0°C đến 50°C
Ổ chứa dao	01
Khả năng gia công	Phay, khắc biên dạng 2D, 3D, 4D khắc chữ, khoan, gia công trên phôi dạng tấm phẳng, phôi dạng tròn.

(Nguồn: Tác giả)

Gia công thử nghiệm 3 mẫu nhựa phíp đo theo phương X, Y: máy CNC 4 trục đạt độ chính xác **0,05 mm**



Hình 15. Sản phẩm gia công trên máy phay CNC mini 4 trục

5. KẾT LUẬN

Tác giả đã trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC mini 4 trục. Máy đã được chế tạo và chạy thử đạt kết quả tốt:

- Máy dễ vận hành, thuận lợi trong di chuyển, dễ bảo trì và bảo dưỡng
- Gia công khắc được các chi tiết hoa văn, họa tiết, logo... trên các vật liệu như nhôm, kim loại màu, gỗ, nhựa,...
- Gia công được phôi dạng phẳng, dạng trụ tròn.
- Có thể ứng dụng trong sản xuất và phục vụ tốt cho việc giảng dạy hướng dẫn lập trình, vận hành máy CNC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Địch, 2004, *Giáo trình Công nghệ CNC*, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

2. Nguyễn Ngọc Đào, 2004, *Giáo trình CAD-CAM-CNC*, NXB Trường đại học sư phạm kỹ thuật Tp.HCM.

3. TS Bùi Quý Lực, 2006, *Hệ thống điều khiển số trong công nghiệp*, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

4. Đặng Minh Phụng, Lê Hiếu Giang, Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Trường Hải, Lê Tấn Cường, 2015, 'Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy phay CNC 4 trục sử dụng chương trình Mach3 ứng dụng trong gia công nhôm và kim loại màu', Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí – Lần thứ IV, NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh, trang 112- 120.

5. Website: <http://www.machsupport.com/> (Thông tin Mach3).

6. Website: <https://www.alibaba.com/>