

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÁY IN 3D KIM LOẠI TRÊN MÁY 5 TRỤC

RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURING METAL 3D PRINTER ON CNC 5 AXIS MACHINE

Nguyễn Công Minh¹, Đinh Quang Ấn¹, Bùi Đình Vinh¹,
Nguyễn Việt Anh¹, Phạm Thị Thiều Thoa^{2,*}

TÓM TẮT

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo mô hình máy in 3D kim loại CNC 5 trục với hoạt động của 5 trục: X, Y, Z, B, C. Có thể gia công in được chi tiết có vật liệu bằng kim loại dạng dây như nhôm, đồng, thiếc, ... Với kích thước tối đa có thể gia công được là 150x150x100mm. Máy có thể gia công được những chi tiết phức tạp mà các máy gia công truyền thống không thể thực hiện được.

ABSTRACT

The paper presents the process of researching, calculating, designing and manufacturing metal 3D printer on CNC 5 axis machines with the operation of 5 axis: X, Y, Z, B, C. Can be machined with copper, aluminum, tin. With the maximum size can be processed is 150x150x100mm. The machine can be machined into complex parts that conventional machines can not.

¹Lớp Cơ khí 4 - K10, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phamthoa2206@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trên thế giới công nghệ in 3D cực kỳ phát triển với nhiều ưu điểm vượt trội giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất. Nắm bắt được xu thế đó, nước ta cũng dần dần hội nhập và phát triển công nghệ in 3D. Và cũng đã nhiều cơ quan và tổ chức sở hữu những chiếc máy in 3D cho riêng mình. Tuy nhiên, theo như nhóm nghiên cứu tìm hiểu thì chủ yếu ở nước ta chỉ có máy in 3D nhựa, còn máy in 3D kim loại thì chưa phát triển và hầu như là chưa có. Nhận thấy vấn đề đó nhóm nghiên cứu quyết định bắt tay vào nghiên cứu về máy in 3D kim loại.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dựa vào nguyên cứu lý thuyết, thực tiễn và các thông số đầu vào chọn 5 trục gia công là X, Y, Z, B, C. Máy in dựa theo nguyên lý Laser Metal Deposition (LMD), đầu phun được thiết kế dựa trên đầu phun laser của hãng Hybrid. Nguồn phóng laser là ống phóng laser CO₂.

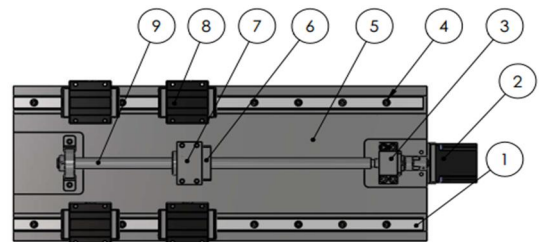
Từ thực tiễn các máy có sẵn trên thị trường, dựa vào thông số đầu vào như chế độ cắt, vật liệu gia công, kích thước máy, nguyên lý hoạt động, giá cả và chất lượng nhóm nghiên cứu đã chế tạo mô hình máy in 3D kim loại

tích hợp CNC 5 trục để phục vụ công tác nghiên cứu và đào tạo.

3. QUY TRÌNH THIẾT KẾ

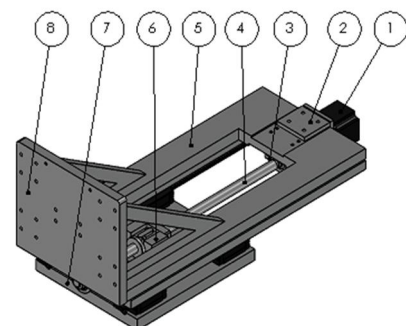
3.1. Thiết kế hệ thống cơ khí

Kết cấu máy được chia ra làm 5 cụm trục: X, Y, Z, B, C như hình 1 ÷ 5.



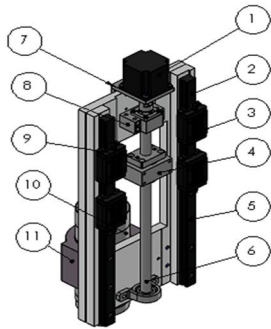
| PART LIST | | | |
|-----------|-----|------------------|-------------|
| ITEM | QTY | NAME | DESCRIPTION |
| 1 | 2 | Thanh trượt | |
| 2 | 1 | Động cơ bước | |
| 3 | 1 | Gối đỡ | |
| 4 | 18 | Vít M5x20 | |
| 5 | 1 | Bàn trục X | |
| 6 | 1 | Đai ốc bi | |
| 7 | 1 | Giá đỡ đai ốc bi | |
| 8 | 4 | Con trượt | |
| 9 | 1 | Vít me bi | |

Hình 1. Kết cấu cụm trục X



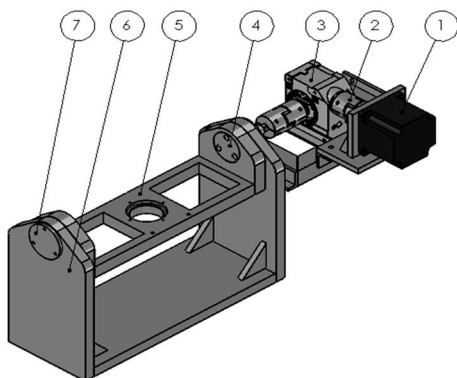
| PART LIST | | | |
|-----------|-----|--------------------|-------------|
| ITEM | QTY | NAME | DESCRIPTION |
| 1 | 1 | Động cơ trục Y | |
| 2 | 1 | Gã đồng cơ | |
| 3 | 2 | Gối đỡ trục vít me | |
| 4 | 1 | Trục vít me bi | |
| 5 | 1 | Bàn trục Y | |
| 6 | 1 | Đai ốc bi | |
| 7 | 1 | Tấm gá trục Y | |
| 8 | 1 | Tấm gá trục Z | |

Hình 2. Kết cấu cụm trục Y



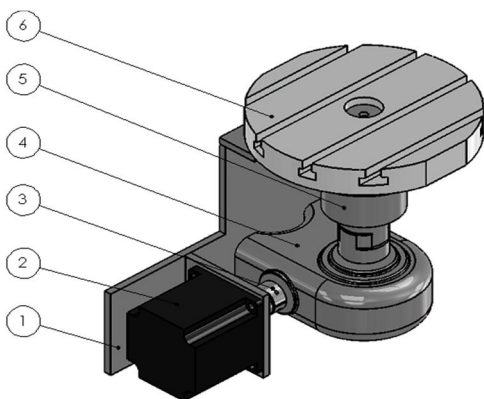
| ITEM | QTY | PART LIST NAME | DESCRIPTION |
|------|-----|--------------------|-------------|
| 1 | 1 | Động cơ trục Z | |
| 2 | 2 | Thanh trượt | |
| 3 | 4 | Con trượt | |
| 4 | 1 | Bracket | |
| 5 | 16 | Vít M5x20 | |
| 6 | 1 | Trục vít me | |
| 7 | 1 | Gã đồng cơ | |
| 8 | 2 | Gối đỡ trục vít me | |
| 9 | 1 | Đai ốc bi | |
| 10 | 1 | Spindle | |
| 11 | 1 | Gã spindle | |

Hình 3. Kết cấu cụm trục Z



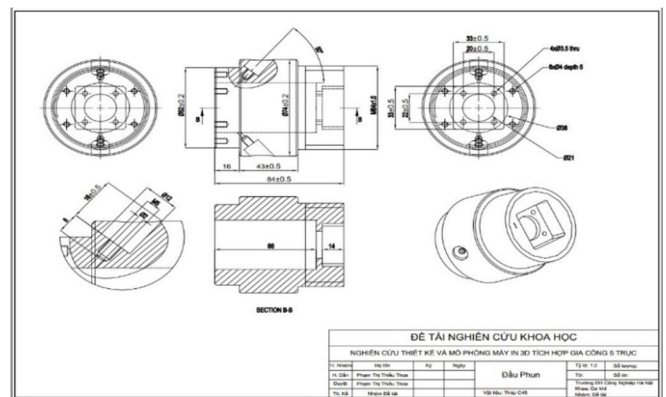
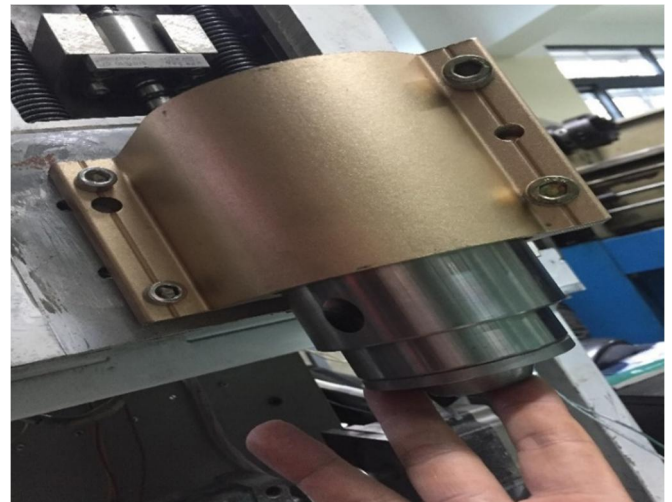
| ITEM | QTY | PART LIST NAME | DESCRIPTION |
|------|-----|----------------|-------------------|
| 1 | 1 | Động cơ | |
| 2 | 1 | Khớp nối | |
| 3 | 1 | Hộp giảm tốc | Tỉ số truyền 1:60 |
| 4 | 1 | Trục | |
| 5 | 1 | Bàn máy trục B | |
| 6 | 1 | Thân đỡ trục B | |
| 7 | 1 | Vỏ nắp | |

Hình 4. Kết cấu cụm trục B

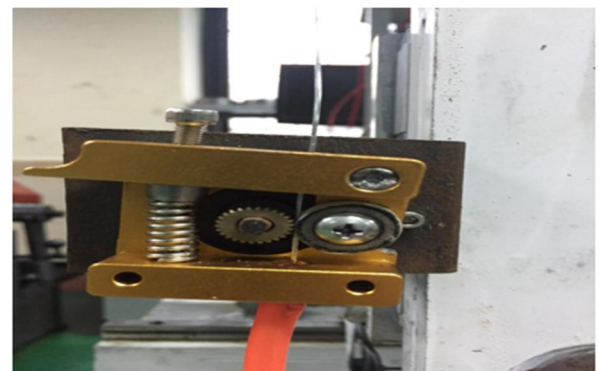


| ITEM | QTY | PART LIST NAME | DESCRIPTION |
|------|-----|----------------|-------------------|
| 1 | 1 | Tâm gã đồng cơ | |
| 2 | 1 | Động cơ | |
| 3 | 1 | Khớp nối | |
| 4 | 1 | Hộp giảm tốc | Tỉ số truyền 1:25 |
| 5 | 1 | Vỏ lắp ổ lăn | |
| 6 | 1 | Bàn máy trục C | |

Hình 5. Kết cấu cụm trục C



Hình 6. Kết cấu đầu in



Hình 7. Kết cấu bộ đùn dây

Thông số động cơ: Điện áp định mức 24V; Tốc độ đùn 40 - 200mm/phút; Đường kính bánh răng 10mm

3.2. Tính toán thiết kế bộ điều khiển

* Giới thiệu phần điều khiển của máy

Mạch điều khiển MACH3 5 trục hỗ trợ giao tiếp với máy tính qua cổng LPT, cho phép xây dựng các máy phay CNC, cắt laze, khắc... hiệu quả nhất với chi phí vừa phải.

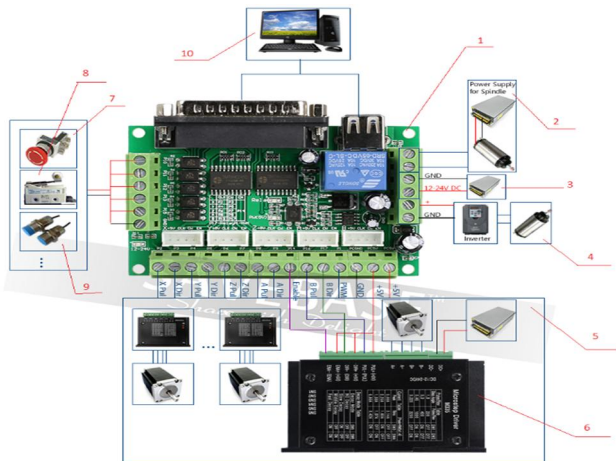
- Hoàn toàn tương thích với phần mềm MACH3.

- 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 bước theo Anốt chung hoặc Catốt chung.

*** Sơ đồ bộ điều khiển CNC 5 trục**

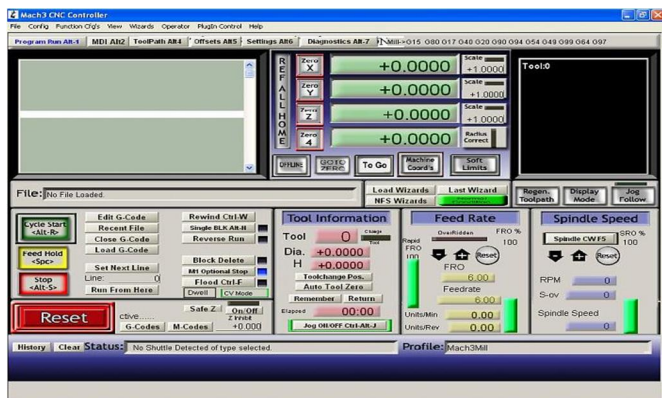


Hình 8. Sơ đồ linh kiện điện, điện tử điều khiển máy

*** Linh kiện điện, điện tử điều khiển máy gồm các chi tiết chính sau:**

1. Vi điều khiển BOB mạch Mach3
2. Nguồn bật tắt trục chính
3. Nguồn điện
4. Đầu ra biến tần và trục chính
5. Động cơ bước 5 trục X Y Z B C
6. Driver điều khiển động cơ bước
7. Nút dừng khẩn cấp
8. Công tắc giới hạn các trục
9. Sensor giới hạn hành trình dịch chuyển
10. Máy tính

*** Phần mềm điều khiển:**

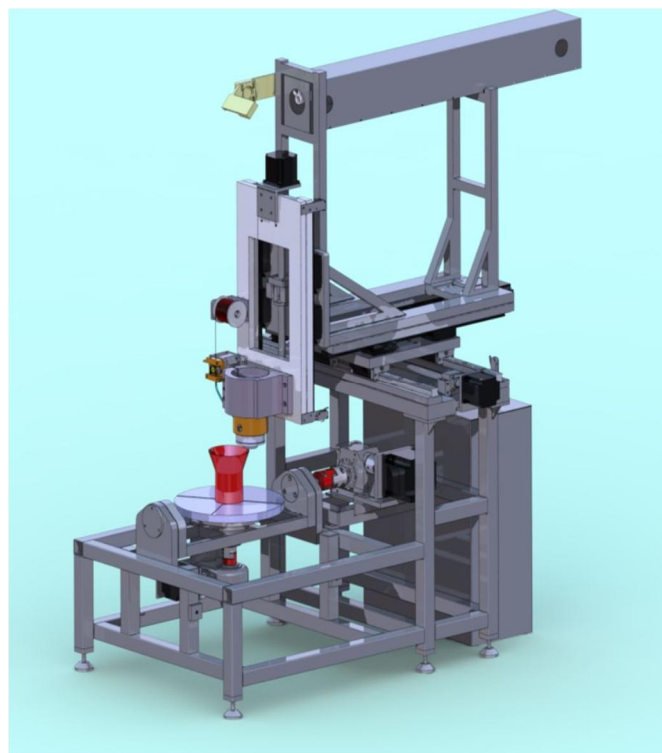


Hình 9. Giao diện phần mềm MACH 3 điều khiển máy

Để tương thích với Bob Mach3 ở trên, thì ta chọn phần mềm Mach3, Mach3 là phần mềm của hãng ArtSoft, ban đầu được thiết kế dành cho những người chế tạo máy CNC tại nhà theo sở thích nhưng đã nhanh chóng trở thành phần mềm điều khiển linh hoạt trong công nghiệp.

4. KẾT CẤU MÁY

Sau khi phân tích kết cấu máy, nhóm nghiên cứu đã ứng dụng phần mềm PTC Creo Elements để thiết kế mô hình máy và mô hình phân rã của các cụm chi tiết như hình 10.



Hình 10. Mô hình thiết kế máy hoàn chỉnh

Các chi tiết có trên máy đều được thiết kế theo tiêu chuẩn để thuận tiện cho việc chế tạo cũng như sửa chữa và thay thế sau này.

+ Trục X, Y, Z được dẫn động bằng bộ truyền vít me đai ốc bi để đạt được độ chính xác nhất trong quá trình máy hoạt động

+ Các trục B, C được tăng cường momen xoắn nhờ 2 hộp giảm tốc độ ở 2 trục.

+ Sử dụng động cơ bước để truyền động cho tất cả các trục.

+ Sử dụng cảm biến hành trình để giới hạn hành trình cho các trục X, Y, Z

+ Sử dụng các mối ghép bulong, mối ghép hàn và mối ghép then để hoàn bắt ghép các chi tiết để tạo thành máy.

5. KẾT QUẢ

Sau khi tính toán, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lắp ráp và mô phỏng động học trên phần mềm Unigraphics NX sau đó lập quy trình công nghệ và chế tạo mô hình máy phay CNC 5 trục có các thông số kĩ thuật như bảng 1 và hình 11.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật máy

| | |
|----------------------|--|
| Tên máy | Mô hình máy in 3D kim loại trên máy 5 trục |
| Kích thước gia công | 150x150x100mm |
| Công suất laser | 40W |
| Vật liệu in | Nhôm , đồng , thiếc,... |
| Kết nối với máy tính | Có |
| Màn hình LCD | Có |
| Cảm biến an toàn | Có |
| Điện áp | 220V |



Hình 11. Mô hình máy hoàn chỉnh

6. KẾT LUẬN

Với mô hình máy in 3D kim loại tích hợp trên máy 5 trục mà nhóm nghiên cứu đã chế tạo được, hy vọng sẽ đóng góp một phần vào sự nghiệp phát triển mạnh mẽ trong công cuộc nghiên cứu và phục vụ thí nghiệm, đào tạo trong các trường đại học cũng như là mở rộng tầm ảnh hưởng của công nghệ in 3D.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, 2006. *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*, tập 1, 2. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [2]. Nguyễn Trọng Bản, 2008. *Giáo trình Tự động hóa quá trình sản xuất*. Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [3]. Nguyễn Quang Hùng, Trần Ngọc Bình, 2003. *Động cơ bước - kỹ thuật điều khiển và ứng dụng*. NXB Khoa học và kỹ thuật
- [4]. Bùi Quý Lực, 2006. *Hệ thống điều khiển số trong công nghiệp*. NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [5]. Tống Văn On, Hoàng Đức Hải, 2005. *Họ vi điều khiển 8051*. NXB Lao động - Xã hội.
- [6]. Nguyễn Thiện Phúc, 2006. *Robot công nghiệp*. NXB Khoa học và kỹ thuật
- [7]. Trần Hữu Quế, Nguyễn Văn Tuấn, 2008. *Bài tập Vẽ kỹ thuật cơ khí*, tập 1, 2. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [8]. Hà Văn Vui, Nguyễn Chí Sáng, Phan Đăng Phong, 2006. *Sổ tay thiết kế cơ khí*, tập 1, 2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.