



## KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ

## THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY CẮT CNC BẰNG TIA PLASMA

NGÔ HOÀI NHIỆM<sup>1\*</sup>, NGUYỄN DUY PHƯƠNG<sup>2</sup>, CAO VĂN THI<sup>3</sup>**Tóm tắt**

Máy cắt bằng tia plasma được thiết kế và chế tạo bằng cách sử dụng chùm tia plasma để gia công cắt. Máy có thể gia công trên các loại vật liệu khác nhau như sắt tấm, ống sắt tròn và sắt hộp. Nghiên cứu này đã trình bày ba phương án thiết kế máy như là Phương án 1 (động cơ bước + trục vít me đai ốc thường), Phương án 2 (động cơ servo + trục vít me đai ốc bi) và Phương án 3 (động cơ bước + trục vít me đai ốc bi). Dựa vào các ưu và nhược điểm của các phương án này, Phương án 2 được chọn vì tối ưu nhất với điều kiện kinh phí và trang thiết bị hiện có. Theo phương án thiết kế 2, bản vẽ chế tạo các chi tiết của máy cắt plasma CNC đã được thiết kế bằng phần mềm Autodesk Inventor 2020 với các thông số kích thước và các yêu cầu kỹ thuật để có thể chế tạo máy cắt bằng tia plasma hoàn chỉnh. Kết quả mô hình thử nghiệm chạy bằng phần mềm Mach3 cho thấy máy cắt plasma CNC với không gian làm việc 1000 x 800mm đảm bảo hoạt động an toàn và đạt các yêu cầu kỹ thuật. Vì vậy, máy cắt CNC này có thể mang trưng bày và phục vụ giảng dạy.

**Từ khóa:** CAD/CAM/CNC, máy cắt Plasma, Mach3, vít me, mô phỏng.

**Abstract**

The plasma cutting machine was designed and manufactured using a plasma beam for cutting. The machine can cut on different types of materials such as sheet iron, pipes and tubes. This study presented three design options such as Option 1 (Stepper motor and normal screw), Option 2 (Servo motor+ball and roller screw) and Option 3 (Stepper motor+ ball and roller screw). Based on the advantages and disadvantages of these options, Option 2 was chosen because it was the most optimal for the existing budget and equipment conditions. According to Option 2, the technical drawings for CNC machining were designed using Autodesk Inventor 2020 software with the dimensions and technical requirements to be able to build the CNC plasma cutter completely. The simulation test results on Mach3 software showed that this machine with a working area 1000 x 800mm ensured safe operating conditions and met technical requirements. Therefore, this CNC plasma cutting machine can be used for display and teaching purposes.

**Keywords:** CAD/CAM/CNC, Plasma cutting machine, Mach3, vitme, assembly

<sup>1,2</sup> Sinh viên lớp Cơ khí khóa 19, Khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường Đại học Cửu Long

<sup>3</sup> Phó trưởng Khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường Đại học Cửu Long

## 1. Giới thiệu

### 1.1. Mục đích thiết kế và chế tạo máy cắt plasma

Hiện nay máy cắt plasma CNC được sử dụng phổ biến trong lĩnh vực cơ khí chế tạo. Máy cắt Plasma CNC là thiết bị hoạt động dựa trên quá trình số hóa, hệ thống điều khiển tự động sẽ di chuyển mỏ cắt theo bản vẽ mẫu đã được cài đặt sẵn trên máy tính. Nhờ đó, loại máy cắt này có thể giúp quá trình cắt khắc kim loại trở nên nhanh chóng hơn nhưng vẫn đảm bảo được độ chính xác của sản phẩm cuối cùng. Máy cắt plasma CNC có thể thay thế con người cắt ra nhiều hình dạng phức tạp. Tuy nhiên các máy cắt plasma CNC công nghiệp có giá thành rất đắt, các cơ sở đào tạo và các xưởng gia công nhỏ khó có điều kiện kinh phí để trang bị.

Đối với quá trình cắt Plasma thì việc tiếp xúc trực tiếp với vùng gia công là cực kỳ nguy hiểm, mất an toàn và ảnh hưởng tới sức khỏe vì môi trường bị ô nhiễm nặng (khói độc, bức xạ hồ quang, bức xạ điện từ,...), nguy hiểm cho mắt, da, phổi..., tai nạn về phỏng do kim loại nóng chảy văng ra, điện giật. Nên điều khiển gián tiếp là biện pháp hiệu quả nhất. Máy sẽ được đặt trong môi trường kín để đảm bảo vệ sinh môi trường làm việc cho công nhân.

### 1.2. Mục tiêu và cách tiếp cận

- Máy được chế tạo nhằm phục vụ việc giảng dạy học phần “Các phương pháp gia công đặc biệt” của chuyên ngành Công nghệ kỹ thuật cơ khí.

- Máy được sử dụng để phục vụ công tác quảng bá tuyển sinh của Trường và trưng bày tại các Hội nghị triển lãm theo công nghệ 4.0.

Máy cũng được sử dụng để cắt các mẫu trưng bày và quà lưu niệm.

- Cấu tạo của máy không quá phức tạp, người sử dụng dễ vận hành và quá trình bảo trì bảo dưỡng cũng thuận lợi.

- Tuy máy là mô hình nhưng nó có đầy đủ tính năng gia công như máy công nghiệp tạo nhiều mẫu mã đa dạng.

- Giao diện phần mềm sử dụng thân thiện, dễ hiểu và dễ thao tác.

## 2. Phương tiện và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Phương tiện nghiên cứu

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát, tham quan các máy hiện có trên thị trường và trên internet. Dựa vào những đặc điểm plasma, yêu cầu kích thước khổ khắc, cắt plasma. Kế thừa các nguyên lý, lý thuyết tính toán của máy. Dựa vào điều kiện, cơ sở vật chất hiện có của trường Đại học Cửu Long.

- Về phương pháp, chúng tôi tham khảo và tổng hợp tài liệu từ các nguồn khác nhau có liên quan đến máy cắt bằng tia plasma. Tính toán, thiết kế các chi tiết hoặc cụm chi tiết theo nguyên lý và các thông số cơ bản. Lựa chọn mô hình thiết kế và sơ đồ động học. Mô phỏng và đánh giá thiết bị trên máy tính.

- Phạm vi nghiên cứu, thiết kế và chế tạo được máy cắt bằng tia plasma CNC với kích thước gia công 1000 x 800 (mm).

### 2.2. Phương án nghiên cứu

Trên cơ sở phân tích nguyên lý hoạt động cắt bằng tia plasma, tham khảo các loại máy cắt plasma hiện có trên thị trường, chúng tôi đã đưa ra ba phương án thiết kế máy cắt bằng tia plasma.

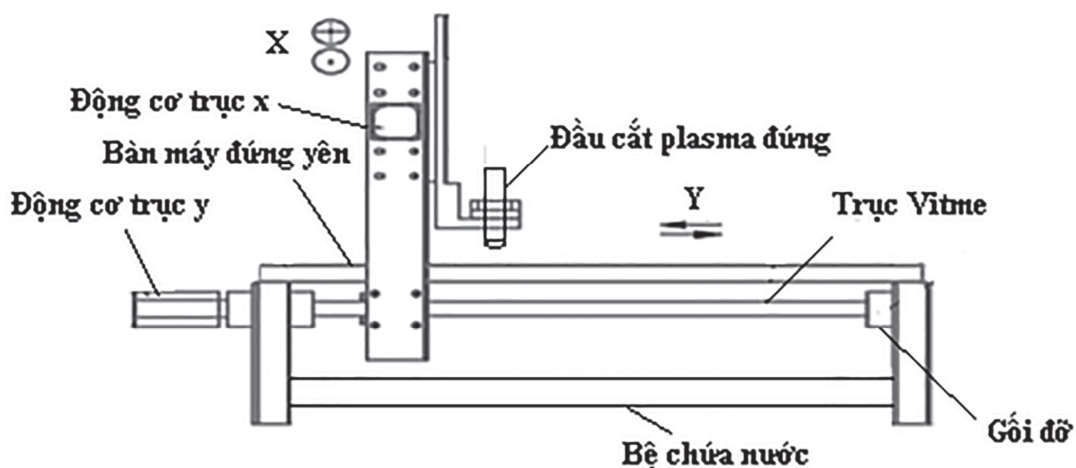


**Bảng 1: So sánh ưu và nhược điểm giữa các phương án thiết kế**

Phương án	Động cơ dẫn động	Bộ truyền	Ưu và nhược điểm
Phương án 1	Động cơ bước	Trục vít me đai ốc thường	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ưu điểm:</b> Là cấu tạo máy đơn giản hơn, gia công lắp ghép các chi tiết của máy dễ dàng hơn, độ cứng vững cao hơn.</li> <li>- <b>Nhược điểm:</b> Không gian làm việc của đầu plasma bị giới hạn, nếu theo phương án này thì khi bàn máy dịch chuyển sẽ chiếm một diện tích lớn.</li> </ul>
Phương án 2	Động cơ servo	Trục vít me đai ốc bi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ưu điểm:</b> có tính đa năng, không gian làm việc của đầu cắt plasma lớn, có thể thiết kế cải tiến thêm đầu phay, cắt plasma đặt cố định trên bệ máy để có thể tiện phay kết hợp, do đó có thể nâng cấp lên thành một trung tâm CNC nhiều trục, nhiều tính năng, chi phí chế tạo thấp, lắp ráp dễ dàng.</li> <li>- <b>Nhược điểm:</b> khi trục Y di chuyển có sự rung lắc.</li> </ul>
Phương án 3	Động cơ bước	Trục vít me đai ốc bi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ưu điểm:</b> Cho kết cấu máy nhỏ gọn và mang tính công nghệ cao hơn so với phương án phi di chuyển theo một phương.</li> <li>- <b>Nhược điểm:</b> Phương án này có thể gặp khó khăn trong khâu chế tạo vì kết cấu rất phức tạp.</li> </ul>

Từ những phương án thiết kế trên chúng tôi quyết định chọn phương án thiết kế thứ hai vì phù hợp với điều kiện hiện có.

**Hình 1. Sơ đồ kết cấu của phương án thiết kế.**

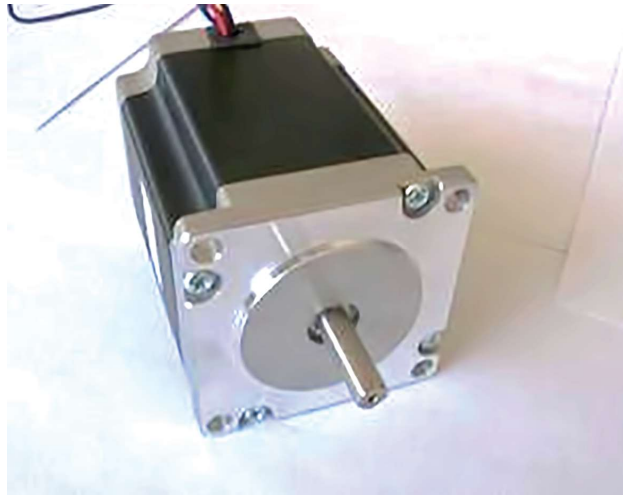


### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả tính toán thiết kế và chế tạo

- Động cơ dẫn động trên máy CNC cho

các trục trong thực tế là động cơ servo với khả năng điều khiển chính xác, đồng thời có một bộ phận phản hồi và bù sai số. Vì cần độ chính xác và hiệu suất làm việc cao và phải dẫn động tốt để điều khiển.



**Hình 2. Động cơ servo**

- Truyền động máy cắt plasma đa số sử dụng phương pháp truyền động trực vít me đai ốc bi để làm cơ cấu truyền động chính của máy đảm bảo được các yêu cầu một máy CNC ở mức độ mô hình ứng dụng học tập và làm việc.

- Vít me được gắn đồng trục với động cơ thông qua khớp nối, khi động cơ quay, vít me quay. Động cơ và vít me gắn cố định làm cho đai ốc di chuyển dọc trục vít me. Đai ốc

thì được gắn chặt vào bộ phận cần chuyển động, (trục X, Y) tốc độ di chuyển phụ thuộc vào tốc độ động cơ và bước ren của trục vít, một vòng quay của động cơ sẽ làm cho đai ốc dịch chuyển một đoạn bằng bước ren trục vít me, vì vậy tốc độ di chuyển của bộ phận trượt ở phương án này là chậm và có độ chính xác khi chuyển động không cao vì có độ rơ của đai ốc. Dùng động cơ có bước góc càng nhỏ thì độ chính xác di chuyển càng cao.



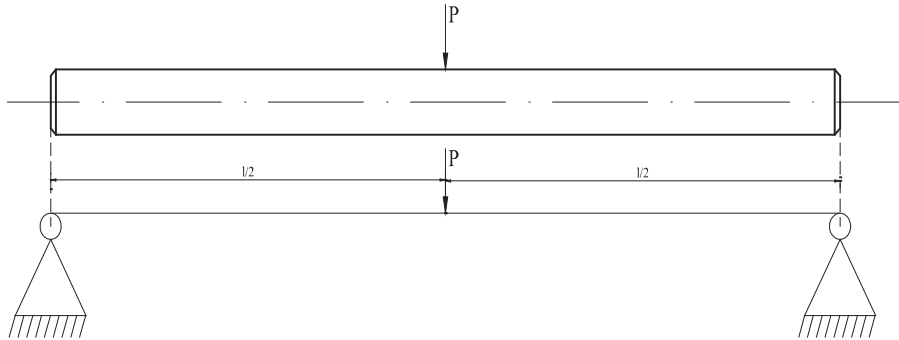
**Hình 3. Trục vít me - đai ốc bi**



Hệ thống dẫn động:

Do máy cắt Plasma có công suất cắt cao, lực cắt sinh ra trong quá trình gia công lớn nên

phương án cho hệ thống dẫn hướng nhóm thiết kế lựa chọn ở đây là hệ thống thanh trượt tròn kết hợp với gối trượt bi.

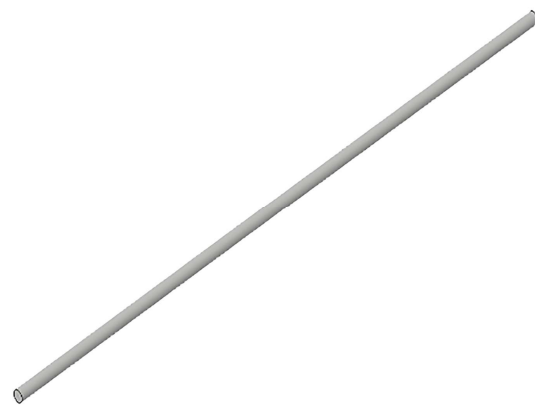


**Hình 4. Sơ đồ lực tác dụng lên trục trượt**

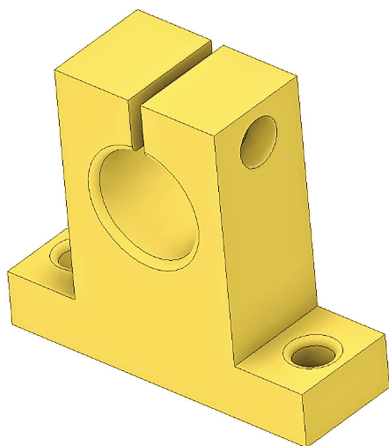
- Các chi tiết khác của máy cắt plasma



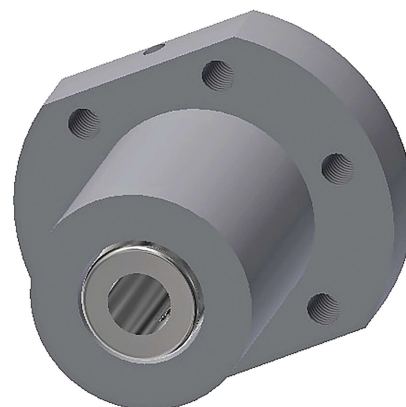
**Hình 5. Gối trượt bi.**



**Hình 6. Thanh trượt tròn có vật liệu thép C45.**



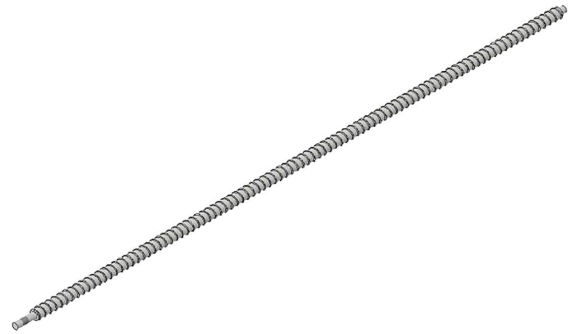
**Hình 7. Gối đỡ thanh trượt**



**Hình 8. Đai ốc bi**



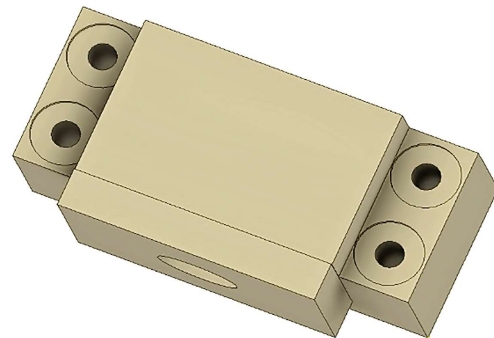
Hình 9. Khớp nối động cơ



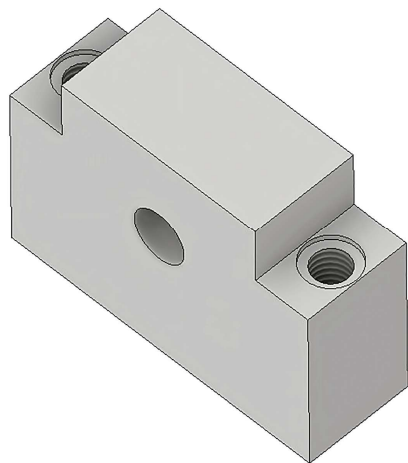
Hình 10. Trục vít me



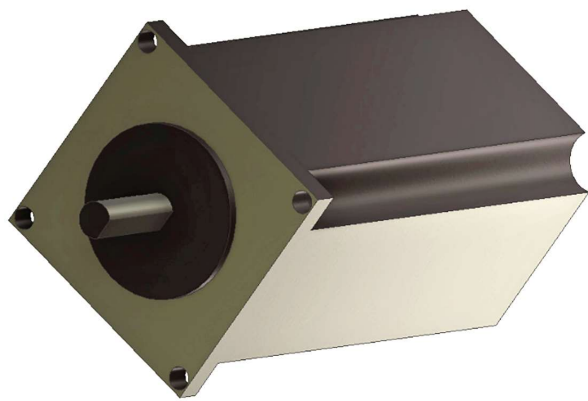
Hình 11. Vỏ nhôm



Hình 12. Gối BK12



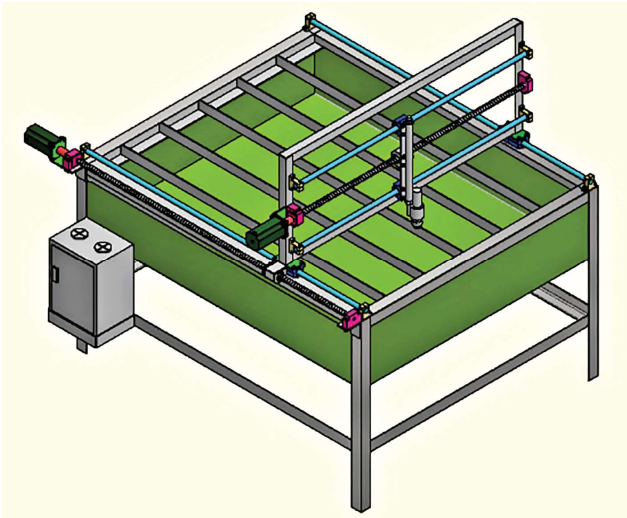
Hình 13. Gối BF12



Hình 14. Động cơ servo



Sau khi tính toán và chọn các chi tiết, chúng tôi đã tiến hành mô hình hóa máy cắt trên phần mềm Inventor 2020 và máy đã được chế tạo.

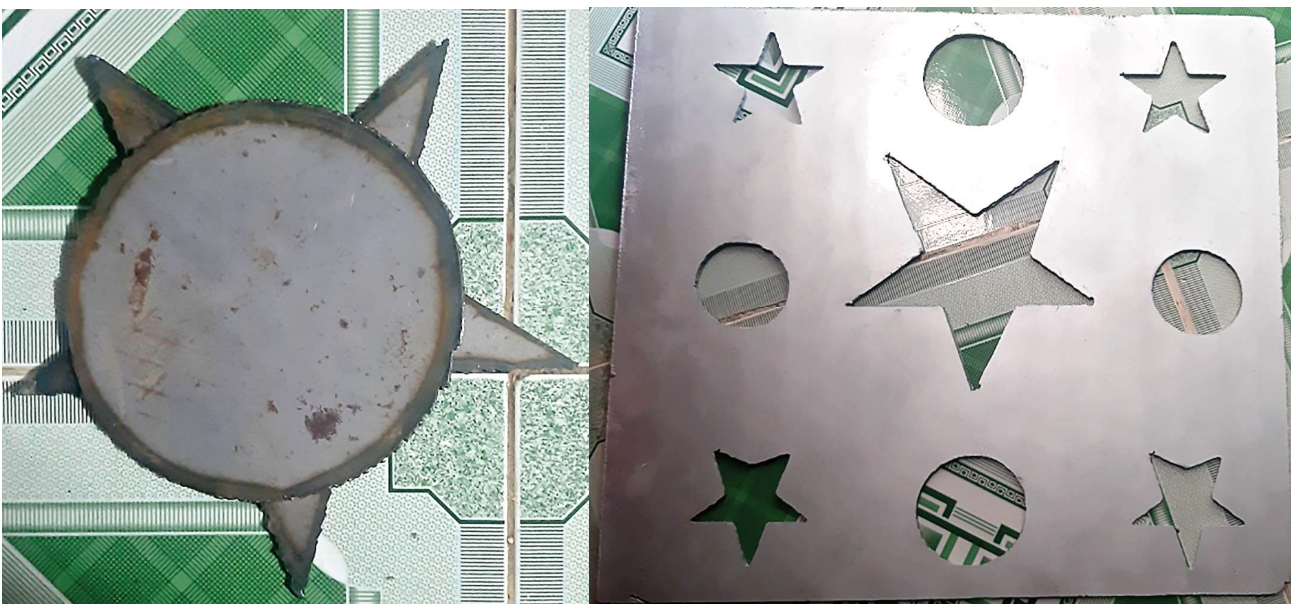


Hình 15. Mô hình hóa trên Inventor



Hình 16. Máy cắt plasma hoàn thiện

- Kiểm tra hoạt động của máy
- Thử nghiệm cắt một số sản phẩm



Hình 17. Cắt sản phẩm hoa văn trên thép tấm

### 3.2. Thảo luận

Từ những lần khảo nghiệm, chúng tôi có một số nhận xét như sau:

- Cắt trên tấm kim loại từ 1-2 mm chọn công suất plasma khoảng 20% đến 30%, tốc độ từ 500mm/p đến 1000mm/p tùy theo chúng ta muốn cắt nhanh hoặc chậm và nét cắt có cần mịn hay thô.

- Cắt trên tấm kim loại từ 5-10 mm chọn công suất plasma khoảng 30% đến 100%, tốc độ từ 1500mm/p đến 2000mm/p tùy theo chúng ta muốn cắt nhanh hoặc chậm và nét cắt có cần mịn hay thô.

- Trong quá trình cắt plasma chúng ta phải đeo mắt kính bảo hộ.

Từ kết quả thực nghiệm chúng tôi đưa ra bảng thông số hoạt động của máy:

Loại plasma	Không khí
Công suất đầu plasma	7.9 KVA, (tùy thuộc vào nguồn cắt)
Làm mát	Bằng nước
Kích thước máy	1200 x 1000 x 700 mm
Phạm vi làm việc	1000 x 800 mm
Hệ thống điều khiển	Phần mềm Mach3, máy tính
Tốc độ cắt	0-2000mm/ph
Độ dày vật liệu cắt được	5-10mm
Độ chính xác	0.2mm
Điện áp	220v-50hz
Các định dạng hỗ trợ	DXF, BMP, JPG
Trọng lượng máy	125 kg (cả động cơ)

#### 4. Kết luận và đề nghị

##### 4.1. Kết luận

- Sau hơn sáu tháng thực hiện với sự hỗ trợ của phần mềm Autodesk Inventor 2020, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo thành công máy cắt bằng tia plasma.

- Quá trình khảo nghiệm cho thấy máy hoạt động tốt và đạt các yêu cầu kỹ thuật đã đặt ra. Máy chạy ổn định, làm việc êm và ít tiếng ồn, máy gia công được trên các vật liệu sắt, thép và inox.

- Chiếc máy này đủ điều kiện để làm phương tiện giảng dạy.

- Chiếc máy này có thể triển lãm theo công nghệ 4.0.

- Có thể chuyển giao chiếc máy này đến

các cơ sở gia công cơ khí.

- Có thể cắt ra được sản phẩm với nhiều hình dạng khác nhau.

- Sản phẩm có thể đem đi trưng bày và sử dụng trong cuộc sống hàng ngày.

- Hiệu quả kinh tế: Việc áp dụng máy móc thiết bị dây chuyền vào quá trình sản xuất giúp tiết kiệm được thời gian, giảm số lượng nhân công góp phần tiết kiệm được chi phí, hạ giá thành sản phẩm. Giúp các xưởng cơ khí bên ngoài gia công đồ mỹ nghệ tiết kiệm được khoảng tiền rất lớn khi phải đầu tư máy cắt plasma CNC từ nước ngoài.

- Do máy có kích thước nhỏ dễ lắp ráp giá thành thấp nên có thể đáp ứng được nhu cầu sử dụng của các cơ sở gia công cơ khí nhỏ.





- Hiệu quả kỹ thuật: cải tiến kích thước, chi phí chế tạo thấp, năng suất cao và dễ sử dụng phù hợp với tất cả mọi người và có đầy đủ các chức năng của một máy cắt CNC.

#### 4.2. Đề nghị

- Nghiên cứu thiết kế thêm phần nhận tín hiệu Bluetooth, WIFI để máy không cần dây tín hiệu.

- Nghiên cứu thêm phần mạch điều khiển các trục để có thể chế tạo các máy cắt CNC 4 trục, 5 trục nhằm gia công được trên các bề mặt 4D, 5D.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <https://cncviethan.com/May-cat-plasma-cnc-mini-gia-bao-nhieu;>

[2] Kiều Anh Dũng, *Nghiên cứu công nghệ cắt trên máy cắt Plasma;*

[3] <https://cncviethan.vn/vi/may-cat-plasma-cnc-2060a-kingcut.>

[4] Nguyễn Ngọc Đào (2003), *Giáo trình CAD-CAM-CN*, NXB Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP HCM;

[5] Đỗ Xuân Thụ (2003), *Giáo trình kỹ thuật điện tử*, NXB giáo dục;

[6] Tài liệu động cơ server, website thế giới CNC biên dịch.

*Ngày nhận bài: 25/07/2021*

*Ngày gửi phản biện: 26/07/2021*

*Ngày duyệt đăng: 18/08/2021*