

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

BÁO CÁO TỔNG KẾT

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG ĐẠT HÀNG

**NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ ĐIỀU KHIỂN
MÁY IN 3D DẠNG DELTA**

Mã số: T2022-ĐH14

Chủ nhiệm đề tài: TS. Nguyễn Đăng Hào

Thái Nguyên, tháng 8 năm 2023

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

BÁO CÁO TỔNG KẾT

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG ĐẶT HÀNG

**NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ ĐIỀU KHIỂN
MÁY IN 3D DẠNG DELTA**

Mã số: T2022-DH14

Chủ nhiệm đề tài: TS. Nguyễn Đăng Hào

Thái Nguyên, tháng 8 năm 2023


ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG
NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ ĐIỀU KHIỂN
MÁY IN 3D DẠNG DELTA

Mã số: T2022-ĐH14

Xác nhận của tổ chức chủ trì

KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG



PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

Chủ nhiệm đề tài

(ký, họ tên)



TS. Nguyễn Đăng Hào

Thái Nguyên, tháng 8 năm 2023

Đơn vị: _____

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Nghiên cứu tối ưu hóa thông số điều khiển máy in 3D dạng Delta
- Mã số: **T2022-ĐH14**
- Chủ nhiệm đề tài: TS. Nguyễn Đăng Hào
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp – ĐH Thái Nguyên
- Thời gian thực hiện: 8/2022 – 8/2023

2. Mục tiêu:

Nghiên cứu ưu hóa thông số điều khiển máy in 3D có kết cấu dạng máy in Delta. Qua đó, giúp tăng năng suất và cải thiện chất lượng sản phẩm in 3D.

3. Kết quả nghiên cứu:

- Giải mã công nghệ in 3D dạng vật liệu nhựa
- Phân tích ảnh hưởng của các thông số điều khiển tối ưu

4. Sản phẩm:

- Sản phẩm đào tạo:
- Sản phẩm khoa học:
- Sản phẩm ứng dụng: 05 Máy in sử dụng công nghệ phun mẫu chảy tối ưu các thông số điều khiển.

5. Hiệu quả:

- Máy in 3D sẽ giúp hỗ trợ đào tạo các môn thiết kế chế tạo trong trường.
- Kết quả nghiên cứu đóng góp cho sự phát triển một trong những công nghệ chủ chốt trong nền công nghiệp 4.0. Cụ thể trong lĩnh vực in 3D.

6. Khả năng áp dụng và phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu:

- Ứng dụng trong giảng dạy STEM tại nhà trường
- Nâng cao được chất lượng đào tạo

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2023

Cơ quan chủ trì
KT.HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG



PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

Chủ nhiệm đề tài



TS. Nguyễn Đăng Hào

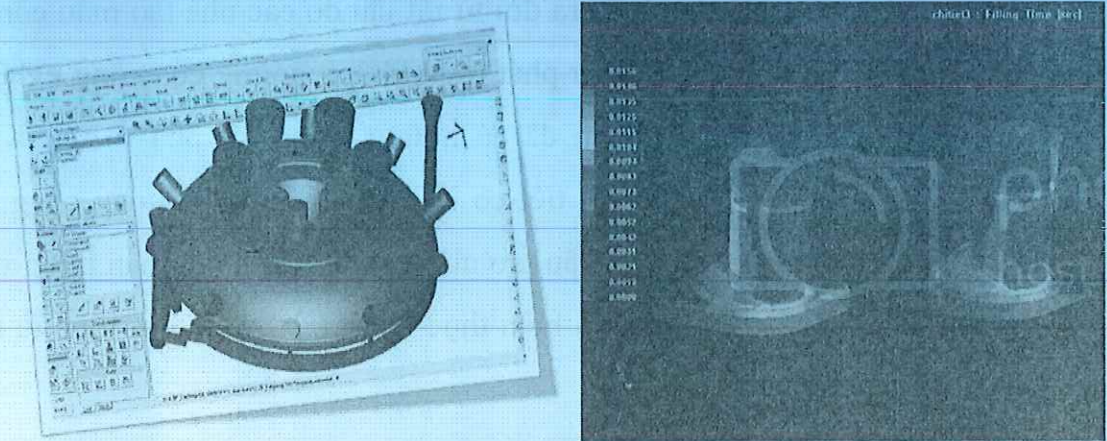
DANH SÁCH THÀNH VIÊN THAM GIA ĐỀ TÀI

1. TS. Hoàng Tiến Đạt
2. ThS. Nguyễn Thị Bích Ngọc
3. Ngô Quốc Huy
4. Trần Quế Sơn

CHƯƠNG I. MỞ ĐẦU

1.1 Tổng quan tình hình nghiên cứu

Hiện nay, trên thế giới các ngành công nghiệp sản xuất đã và đang rất phát triển với trình độ ngày càng tiên tiến. Lượng hàng hóa sản xuất ngày một tăng cao theo nhu cầu thị trường, các sản phẩm không ngừng thay đổi mẫu mã và được suất hàng loạt. Điều này làm yêu cầu tạo mẫu nhanh là một yếu tố quan trọng không kém trong sản xuất hàng hóa công nghiệp hàng loạt hiện đại. Việc tạo mẫu nhanh để nhanh chóng chuyển từ ý tưởng thiết kế ra vật thể thật là rất quan trọng. Hiện tại có rất nhiều công nghệ tạo mẫu nhanh khác nhau mỗi công nghệ đều có những ưu nhược điểm riêng [1].



Hình 1.1 Thiết kế sản phẩm đúc trên các phần mềm CAD

Phương pháp in 3 chiều vẫn là một phát kiến mới và phức tạp. Mục đích của các phương pháp tạo mẫu nhanh là tạo ra các mẫu ý tưởng, các mô hình đánh giá thử nghiệm thiết kế nhằm mô phỏng hoạt động. Cũng có thể hiểu sản phẩm tạo mẫu nhanh giống như là một bản vẽ phác thảo 3 chiều của sản phẩm. Nó sẽ là rất cần thiết để nhà sản xuất đánh giá tính thẩm mỹ, phát hiện các lỗi thiết kế...trước khi đi vào sản xuất hàng loạt để tung ra thị trường. Vượt xa những phương pháp tạo mẫu trước khi máy in 3D ra đời. Để tạo một mẫu công nghiệp máy in 3D không hao tốn quá nhiều nguyên vật liệu, máy không qua công kênh to lớn và đặc biệt có thể tạo

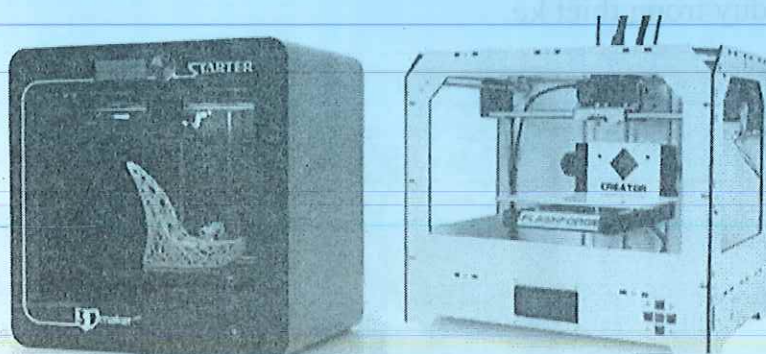
1.2 Tình hình ứng dụng trong nước

Thực tế cho thấy tạo mẫu nhanh công nghiệp vẫn chưa phát triển trong nước và đây là sản phẩm mới trong khuôn khổ đề tài khoa học, công nghệ cấp nhà nước về phát triển công nghệ phục vụ công nghiệp. Đa phần tạo mẫu từ các máy gia công cơ hoặc chỉ là bản mẫu 3D trên máy tính thông qua các phần mềm vẽ 3D DELTA.

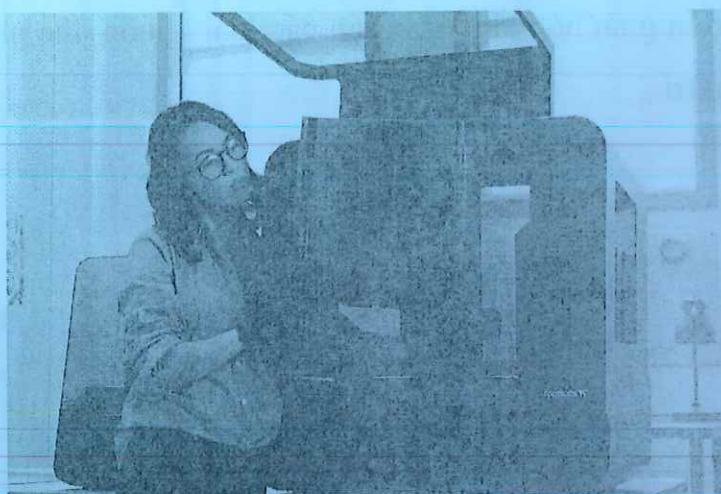
Đã xuất hiện nhiều doanh nghiệp có động thái kinh doanh mặt hàng công nghệ mới này. Nhưng với giá thành tương đối cao và nhiều chi phí vận chuyển. Bên cạnh đây là một khía cạnh khoa học mới chưa được nghiên cứu và phát triển phổ biến hay gần như là hoàn toàn mới lạ.

1.3 Tình hình ứng dụng trên thế giới

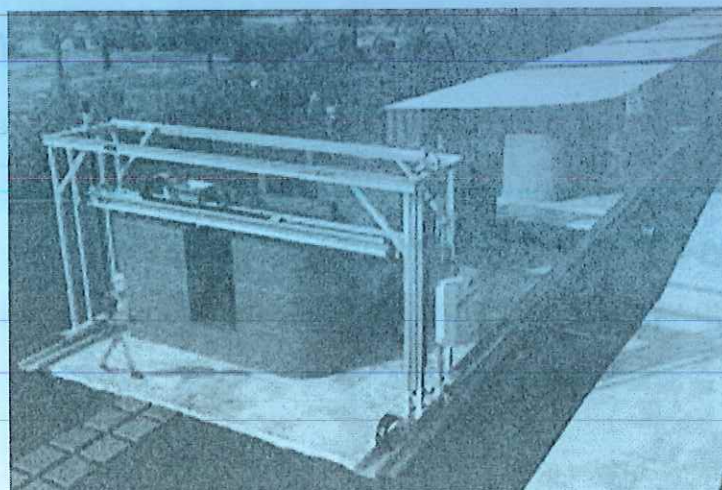
Công nghệ tạo mẫu nhanh đã và đang phát triển không ngừng trên thế giới với hàng loạt các sản phẩm được nâng cấp và cải tiến từng ngày. Hàng loạt các tên tuổi các dòng sản phẩm 3D printer ra đời như Reprap, Ultimaker, MakerBot, Cubify Cube.....



Hình 1.4 Sản phẩm máy in 3D bán trên thị trường



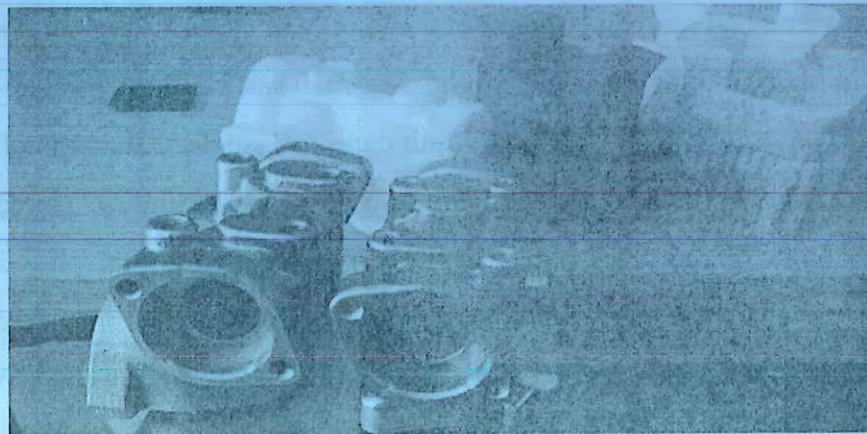
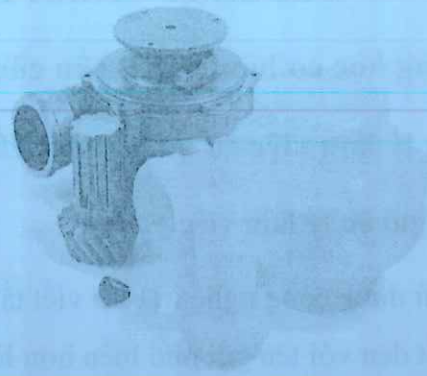
Hình 1. 7 In 3D trong lĩnh vực sản xuất



Hình 1. 8 In 3D trong lĩnh vực kiến trúc xây dựng

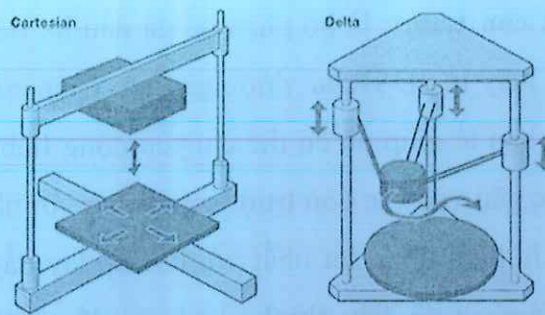
Sử dụng thiết kế mô hình cho kiến trúc xây dựng. Không chỉ dừng lại ở những bản vẽ với tiêu chuẩn tỷ lệ trên giấy, với sự hỗ trợ của máy in 3D những bản vẽ đã được 3 chiều hóa đưa ra một cái nhìn bao quát, tổng thể các công trình kiến trúc đòi hỏi tính thẩm mỹ cho các kiến trúc sư trước khi tiến hành thi công và dễ dàng trình bày ý tưởng với đối tác.

Lĩnh vực công nghiệp Giải trí: Từ lâu đúc nhựa đã là cốt lõi của việc tạo hình các sản phẩm đồ chơi, vật dụng giải trí. Tuy nhiên những không đúc mẫu với các chi tiết phức tạp luôn là khó khăn trong ngành công nghiệp này. 3D printer ra đời nhanh



Hình 1.10 Các sản phẩm đúc sử dụng in 3D chế tạo mẫu nhanh

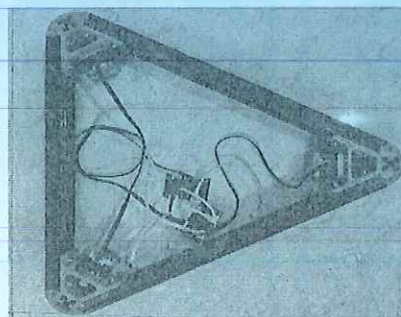
Thách thức đặt ra là công nghệ in 3 chiều vẫn là một phát kiến khá mới mẻ và phức tạp. Làm sao để tạo mẫu đúc nhanh một cách hiệu quả, thân thiện với người dùng, phù hợp với thị hiếu, nhu cầu và giá thành hợp lý. Từ những thực tiễn công nghiệp khả quan đó, nhóm nghiên cứu đã chọn đề tài :” Nghiên cứu, ứng dụng in 3D trong chế tạo nhanh mẫu vật đúc”.



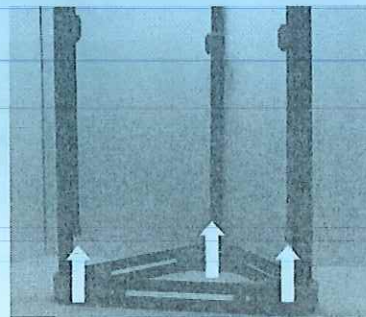
Hình 0.1. Sự khác nhau về cách hoạt động của máy in kiểu Descartes và kiểu Delta.

Bộ khung chính của máy bao gồm những phần sau:

- **Khung dưới:** là bộ đỡ chính của máy, thường có dạng hình tròn hoặc tam giác đều, có tác dụng giữ vững những thanh trụ đứng, giữ vững bàn in cùng với board mạch điều khiển đồng thời nơi gá các động cơ và cơ cấu chuyển động chính của máy. Với các công dụng trên nên yêu cầu khi thiết kế phần khung dưới phải vững chắc để giữ máy ổn định khi hoạt động, kích thước phải đủ lớn để có thể gắn các bộ phận bên cạnh đó phần kích thước cũng phải thật chính xác để đảm bảo chất lượng sản phẩm in. Dưới đây là hình ảnh tham khảo cho phần khung dưới .



(a)

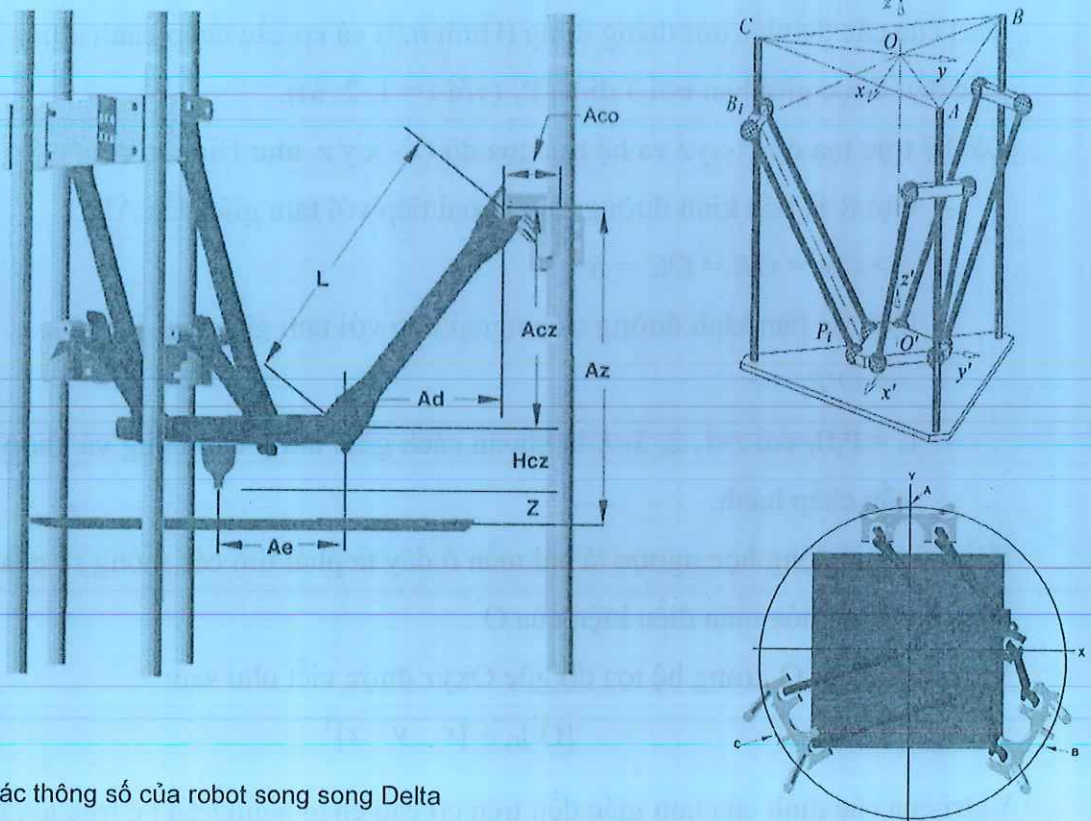


(b)

Hình 0.2. (a). Phần khung dưới của máy in 3D Delta gắn các động cơ.(b).

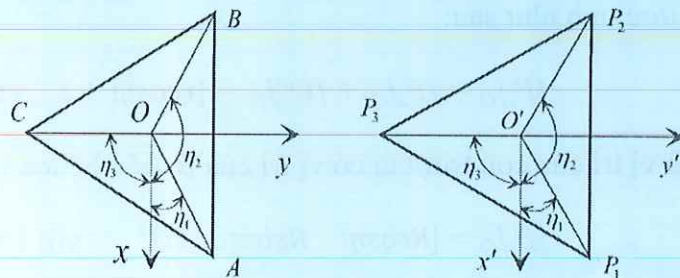
Khung giữa gắn cố định khung dưới.

- **Khung giữa:** Gồm các thanh nhôm hoặc thanh trụ dọc có chiều dài bằng nhau, có tác dụng liên kết khung trên và khung dưới của máy. Là nơi gá của con lăn hoặc thanh trượt di chuyển lên xuống giúp cụm đầu in chuyển động. Yêu cầu của khung giữa phải chắc chắn và độ cao giữa các thanh phải bằng nhau.



Hình 0.4. Các thông số của robot song song Delta

Cơ cấu chấp hành của tay máy được gắn trên tấm đế di động và được liên kết với cơ cấu chấp hành bằng các khớp bị động. Ở đây mỗi liên kết giữa gốc tọa độ $Oxyz$ và cơ cấu chấp hành $O'x'y'z'$ được xác định bởi OB_iP_iO' (với $i = 1, 2, 3$). Điều đặc biệt ở đây là mỗi cơ cấu chấp hành được nối với cơ cấu chấp hành bởi hai thanh thẳng bằng nhau và 4 khớp bị động có 3 bậc tự do xoay nên cơ cấu chấp hành luôn song song với mặt phẳng tọa độ.



Hình 0.5. Hệ tọa độ gốc và hệ tọa độ trên cơ cấu chấp hành

Có nghĩa là: $(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + (z-z_i)^2 = L^2$ với $i = 1, 2, 3$

(7)

Trong đó: $x_i = (R-r)\cos\eta_i$, $y_i = (R-r)\sin\eta_i$ và z_i là thông số mà ta cần tìm:

Từ (7) ta có: $z_i = z \pm \sqrt{L^2 - (x - x_i)^2 - (y - y_i)^2}$ với $i = 1, 2, 3$ (8)

Phương trình (8) là phương trình động học ngược cần tìm của robot song song Delta.

Yêu cầu chung khi thiết kế

Những bộ phận cơ khí của phải có kích thước phù hợp với mục tiêu chế tạo, lựa chọn linh kiện phải đảm bảo đủ cả số lượng và chất lượng yêu cầu, phần khung máy phải vững chắc và chính xác. Các bộ phận chuyển động phải được căn chỉnh sao cho giảm tối đa độ rơ khi máy vận hành nhằm giảm sự rung lắc, đảm bảo máy có thể in được sản phẩm có chất lượng cao. Kết cấu chung của máy phải hài hòa về các yếu tố như tính thẩm mỹ, sự bền bỉ cũng như dễ dàng lắp ráp hoặc bảo dưỡng. Những linh kiện điện tử phải đảm bảo thông số, công suất để máy có thể vận hành an toàn và bền bỉ. Bên cạnh đó, những linh kiện của máy có thể dễ dàng thay thế và tìm kiếm trên thị trường khi có sự cố xảy ra.

Mục tiêu thiết kế:

- Kiểu: Máy in Delta.
- Vật liệu in: PLA, PETG, ABS, ...
- Tốc độ in tối đa: 300 mm/s .
- Độ phân giải : Tối thiểu 0.1 mm cho cả 3 trục.
- Sai số khi in: Nhỏ hơn 0.3 mm.
- Thể tích in: Dài x Rộng x Cao 200x200x300.
- Kết cấu và bề rộng tổng thể: Tam giác đều, rộng 300mm hoặc hơn.
- Chiều cao tổng thể máy: 700 mm hoặc hơn.
- Bề mặt in: Bàn gia nhiệt cố định.
- Khối lượng của đầu in: nhỏ hơn 50 gram.

Hình 0.11. Ảnh của chi tiết được vẽ trên phần mềm Inventor và ảnh thực tế của sản phẩm.

Đây là bộ phận quan trọng, quyết định sự chính xác của sản phẩm khi in. Trong khi các bộ phận khác có thể chọn lựa kích thước theo yêu cầu thì độ dài cánh tay đẩy phải được tính toán chính xác dựa trên các kích thước đã chọn trước đó. Nếu độ dài quá cao sẽ làm giảm độ phân giải lớp in của sản phẩm. Nếu quá ngắn thì vùng in sẽ bị giới hạn lại. Phải đảm bảo độ dài của các thanh đẩy là bằng nhau để tránh sai lệch kích thước vật thể khi in.

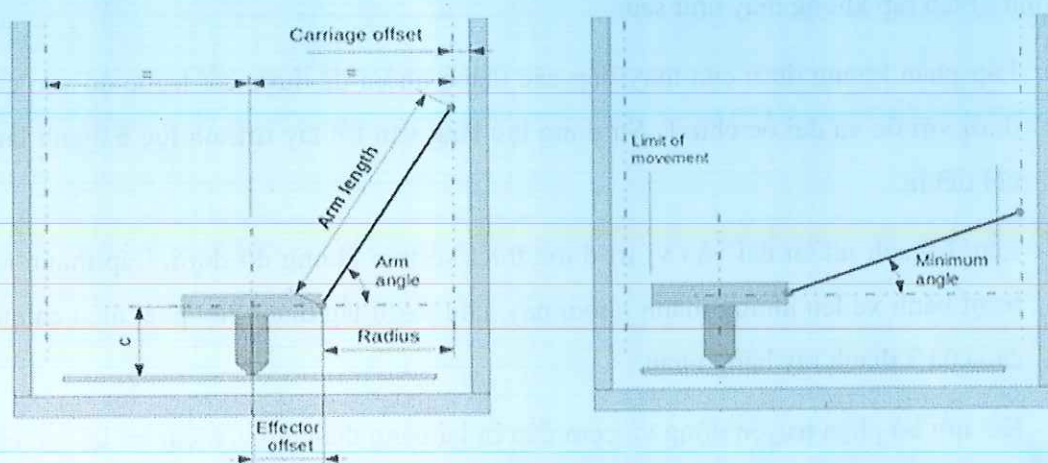
Arm length: độ dài thanh đẩy tính từ tâm của hai vị trí bắt ốc.

Arm angle: góc tạo bởi thanh đẩy và mặt phẳng in.

Carriage offset: khoảng cách từ vị trí bắt ốc của bộ phận gá đến thanh dẫn.

Effector offset: khoảng cách từ đầu in đến vị trí bắt vít thanh đẩy.

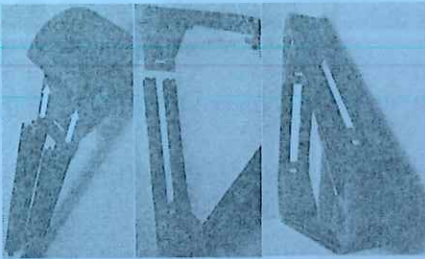
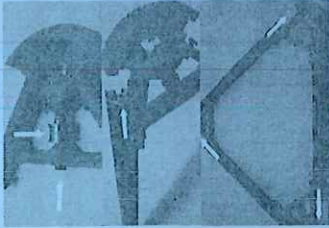
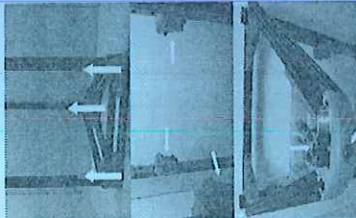
Khi đầu in ở vị trí xa nhất tính từ tâm góc arm length nhỏ nhất, khi góc này càng nhỏ sự ổn định của bộ phận gá đầu in càng giảm(bộ phận này có thể bị rung lắc tại các khớp xoay) và tốc độ in cũng bị giảm từ tâm đến vùng in được xa nhất(tốc độ của bộ gá có thể phải tăng đến 3 lần để duy trì tốc độ đầu in điều này có thể gây nên hiện tượng mất bước của động cơ khiến việc in bị sai lệch). Theo các tài liệu mà nhóm tìm hiểu thì giá trị nhỏ nhất được khuyến nghị là khoảng 20° . Với đường kính bàn in = 200 mm, vùng giới hạn di chuyển và effector offset lần lượt là 40mm và 30mm ta có độ dài tối thiểu của thanh đẩy là $\frac{(200-30+40)}{\cos(20^\circ)} \approx 223.5$ (mm).



Hình 0.12. Mô phỏng vị trí làm việc của bộ phận.

Gá đầu in là bộ phận có nhiệm vụ giữ cho đầu in chắc chắn khi máy in vận hành. Kích thước thiết kế của bộ phận này phụ thuộc vào loại đầu in được chọn ngoài ra, gá đầu in còn được

Bảng 0.1. Trình tự lắp ráp khung

Lắp ráp khung dưới	
Lắp ráp khung trên	
Lắp ráp khung đúng vào các khung trên dưới	

b. Lựa chọn động cơ

Chọn sử dụng động cơ NEMA 17.

Thông số kỹ thuật:

Động cơ bước NEMA 17 HS3001-20.

- Kích thước động cơ: 42x42x40mm .

- Trục 5mm.

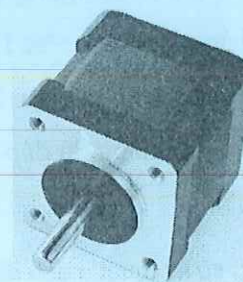
- Dạng động cơ 2 phase 6 dây.

- Phân giải: 1.8 độ/ step.

- Dòng: 1.2 A.

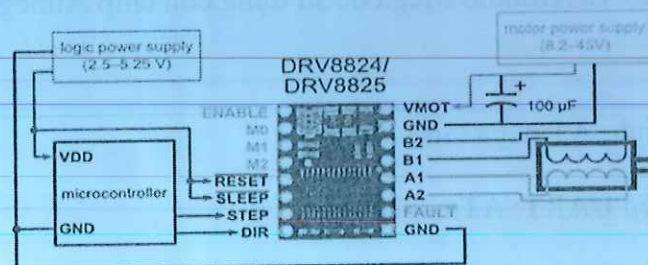
- Trở cuộn dây: 2.8 Ohm/1phase.

- Mô men xoắn giữ : 46 N.cm.



Hình 0.14. Động cơ bước NEMA 17 42x42x40.

<ul style="list-style-type: none"> • Điện áp cung cấp: 8.2~45VDC • Dòng trung bình (RMS) : 1.5A , dòng đỉnh (Peak) lên đến 2.5A. • Vi bước: full, half step, 1/4, 1/8 , 1/16 , 1/32 • Điện áp điều khiển : 3.3V và 5V. • Tự động shutdown khi quá nhiệt, quá dòng • Bảo vệ ngắn mạch và bảo vệ quá tải. Mạch 4 lớp, 2 lớp phủ đồng giúp cải thiện khả năng tản nhiệt . 	<ul style="list-style-type: none"> • Điện áp cấp tối thiểu: 8-35VDC • Dòng cấp liên tục cho mỗi pha: 1A (không cần tản nhiệt, làm mát) Dòng cấp liên tục cho mỗi pha: 2A (khi có làm mát, tản nhiệt) • Điện áp điều khiển : 3.3V và 5V. • Độ phân giải: full, 1/2, 1/4, 1/8, và 1/16
---	--



Hình 0.15.. Sơ đồ chân nối của driver DRV8825

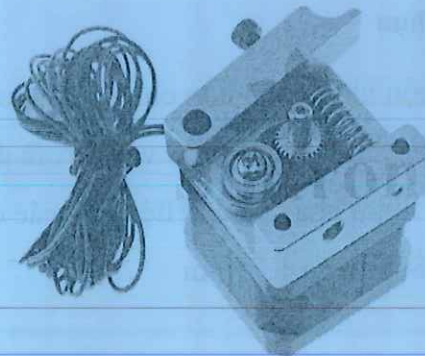
Các chân trên driver đều được đánh chữ kí hiệu nhằm tránh việc cắm sai gây hỏng toàn bộ mạch điều khiển(xem hình dưới). Các driver đều dùng số vi bước nhỏ nhất của mình.

d. Board mạch điều khiển chính

Lựa chọn sử dụng 2 loại board mạch điều khiển chính: Arduino mega+Ramp shield và MKS GenL v1.1 về bản chất board Arduino sẽ là board điều khiển chính, Ramp là board mạch mở rộng giúp việc kết nối với các phần cứng khác dễ dàng hơn còn board MKS GenL v1.1 chính là kết hợp của cả Arduino và Ramp trên cùng 1 mạch với những linh kiện được tối ưu nhằm tích kiệm không gian và đảm bảo sự ổn định khi hoạt động. Nhóm cũng đang thử nghiệm board mạch SKR v1.3 với con chip 32 bit hứa hẹn đem lại nhiều tính năng và hiệu suất cao hơn nhiều lần so với các board mạch nói trên .

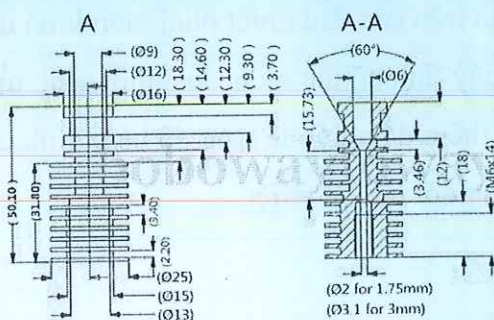
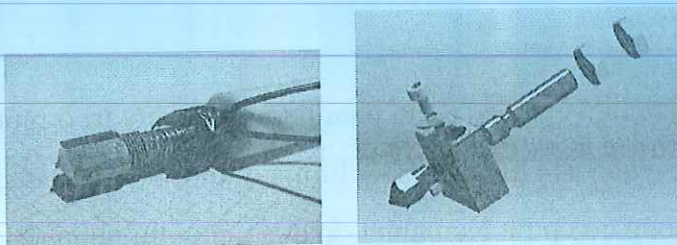
khớp với nhau đặc biệt là các khớp nối trực tiếp vào động cơ và thành phần dẫn động của bộ phận đẩy nhựa. Ngoài ra các khớp phải có tăng đũa để phù hợp với từng loại nhựa với nhiều đường kính khác nhau. Và để đảm bảo nhựa đùn ra được liên tục trong suốt quá trình in và giảm lực ma sát khi đẩy nhựa nhóm quyết định thiết kế thêm ổ bi để giảm ma sát, tăng hiệu suất của máy.

Nozzle	0.4mm
Voltage	12V
Motor Model	SL42STH40-1204A
Nozzle flow rate	24cc/h
Thermistor Type	NTC 100K 3950
Sports shaft speed	10-100mm
The extrude is with thermistor sensor	
Compatible with ABS and PLA 1.75mm	



Hình 0.17. Đầu đùn nhựa

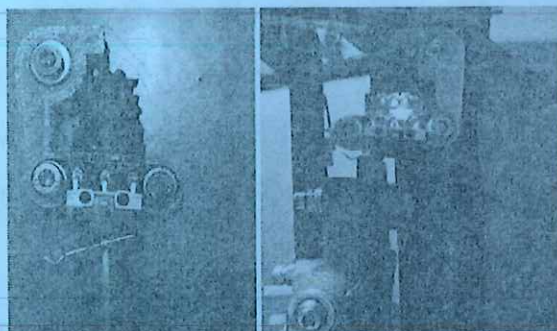
Đầu nhiệt phải được gia công chính xác và đảm bảo chịu được nhiệt độ cao, đặc biệt phải có tính dẫn nhiệt tốt, đầu nhiệt thường sử dụng chất liệu là đồng.



Hình 0.18. Một dạng đầu nhiệt

Bề mặt gia công của chi tiết phụ thuộc vào đầu phun rất nhiều, đầu phun không tốt sẽ dẫn đến nhựa phun không đều làm cho bề mặt của chi tiết gia công không được tron

đổi trạng thái của tiếp điểm bên trong. Công tắc hành trình là loại không duy trì trạng thái, khi không còn tác động sẽ trở về vị trí ban đầu.



Hình 0.20. Công tắc hành trình ở vị trí kích hoạt.

- **Cảm biến nhiệt độ:** (thực chất đây là điện trở nhiệt có điện trở dựa trên nhiệt độ) dùng để kiểm tra nhiệt độ các bộ phận như đầu in, bàn nhiệt và gửi dữ liệu về vi xử lý để chúng có thể kiểm soát nhiệt độ các bộ phận trên. Cảm biến nhiệt độ được lắp ở phần đầu in và bàn nhiệt. Nhiệt độ hoạt động tối đa của chúng có thể lên tới 300°C .

- **Đầu nung:** Đây là bộ phận có nhiệm vụ gia nhiệt cho đầu in làm sợi nhựa nóng chảy bao gồm một lõi gốm được bọc thép, công suất tối đa 50W.

- **Quạt tản nhiệt:** Có tác dụng tản nhiệt các linh kiện điện và phần ống dẫn nhựa.

- **Nguồn:** Cung cấp năng lượng cho toàn bộ các thiết bị trên máy in hoạt động . lựa chọn nguồn điện tốt giúp máy in hoạt động bền và ít gặp các sự cố. Nhóm lựa chọn sử dụng nguồn 12VDC-30A với công suất tối đa 360W đủ để cho máy hoạt động tốt và ổn định.

Đấu nối các linh kiện và lập trình điều khiển.

Các vị trí cắm linh kiện đều đã được sắp xếp và đánh dấu một cách khoa học trên các board mạch chủ tuy nhiên khi kết nối chúng với nhau vẫn phải kiểm tra thật kỹ để tránh sự cố xảy ra. Dưới đây là các bước hướng dẫn đi dây.

- **Kết nối Motor:** Sử dụng dây nối 4 chân nối để nối với động cơ bước với bo mạch tại chân cắm sát với driver tương ứng với vị trí của motor X, Y, Z và motor đùn E0 (motor đùn 1), E1 (motor đùn 2). Chú ý cắm đúng chiều của driver, nếu cắm sai có thể gây cháy mạch.

CHƯƠNG 3: PHƯƠNG HƯỚNG VÀ CÁC GIẢI PHÁP TỐI ƯU

3.1 Những yêu cầu cơ bản của đề tài

Để sử dụng mô hình vào trong thực tế, máy cần có những yêu cầu cơ bản

sau:

- Máy phải có độ an toàn cao.
- Độ ổn định cao .
- Tốc độ di chuyển nhanh.
- Đáp ứng được nhu cầu cần sử dụng trong cuộc sống.
- Sản phẩm in chính xác.
- Các bộ phận cơ khí hoạt động chính xác.
- Thao tác sử chữa dễ dàng, điều khiển đơn giản.

b. Phương án các cơ cấu truyền động

Bảng 2: Ưu điểm và nhược điểm của các bộ truyền

Cơ cấu truyền động	Bộ truyền đai răng	Bộ truyền vít me – đai ốc	Cần gạt	Trục vít – bánh vít kết hợp thanh răng – bánh răng
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Truyền động giữa các trục cách xa nhau - Làm việc êm, không gây ồn nhờ vào độ dẻo của đai nên có thể truyền động với vận tốc lớn - Nhờ vào sự trượt trơn của đai nên đề phòng sự quá tải xảy ra trên động cơ - Kết cấu và vận hành đơn giản - Giá thành rẻ 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấu tạo đơn giản, thẳng lực lớn, dịch chuyển chậm - Kích thước nhỏ gọn, chịu lực lớn - Dịch chuyển với độ chính xác cao 	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển đơn giản - Tốc độ di chuyển nhanh - Dễ lắp đặt, cấu tạo đơn giản - Giá thành rẻ 	<ul style="list-style-type: none"> - Tỷ số truyền lớn - Làm việc êm, không ồn - Có khả năng tự hãm
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Kích thước bộ truyền đai lớn so với các bộ truyền khác - Tải trọng tác dụng lên trục và ổ lớn, do phải có lực căng ban đầu - Tuổi thọ của bộ truyền thấp 	<ul style="list-style-type: none"> - Hiệu suất thấp do ma sát trong ren - Mòn nhanh 	<ul style="list-style-type: none"> - Khoảng cách di chuyển ngắn - Đòi hỏi lực để gạt 	<ul style="list-style-type: none"> - Hiệu suất thấp - Sinh nhiệt nhiều do có vận tốc trượt lớn - Đòi hỏi độ chính xác lắp ghép cao - Giá thành cao

Phần điện

Mạch điều khiển

Bảng 6: Ưu điểm và nhược điểm của ARDUINO, MKS, SKR

Mạch điều khiển	MKS	SKR	ARDUINO
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none">- Tiêu hao năng lượng thấp, đáp ứng nhanh- Giá thành rẻ, có sẵn trên thị trường- Dễ lập trình- Mạch nhỏ gọn	<ul style="list-style-type: none">- Cung cấp các giải pháp cho thiết kế, có khả năng tích hợp cao- Công suất tiêu thụ thấp, ổn định- Cung cấp các công cụ hỗ trợ phần cứng lẫn phần mềm- Hỗ trợ phát triển ứng dụng trong các hệ điều hành	<ul style="list-style-type: none">- Mạch có sẵn, nhỏ gọn, dễ sử dụng- Hỗ trợ nhiều thư viện- Giá thành thấp, tính chất nguồn mở từ phần cứng tới phần mềm- Đơn giản cho người mới bắt đầu
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none">- Chỉ sử dụng nền 8 bit- Dung lượng bộ nhớ giới hạn nhỏ	<ul style="list-style-type: none">- Mạch phức tạp, khó lập trình- Giá thành đắt	<ul style="list-style-type: none">- Bị bó buộc trong các loại chip mà nó sử dụng- Không đạt được sự tối ưu trong thiết kế

Lựa chọn giải pháp

Phần cơ khí

a. Động cơ

Sau khi tìm hiểu rõ về từng loại động cơ, nhóm quyết định chọn động cơ bước để dẫn động cho trục x, y, z. Vì động cơ bước có giá thành rẻ, mạch driver điều khiển đơn giản, điều chỉnh góc quay chính xác. Đối với máy in 3D, động cơ dẫn động trên trục x, y, z không cần chịu tải lớn, nên động cơ bước rất thích hợp.

b. Cơ cấu truyền động

Sau khi xem xét, phân tích các phương án để xem bộ truyền nào thích hợp cho việc truyền động. Nhóm nhận thấy bộ truyền đai răng cho trục x, y và bộ truyền trục vít cho trục z là khả thi nhất. Vì máy không chịu tải lớn, tốc độ di chuyển trên trục x, y nhanh nên bộ truyền vít me – đai ốc và thanh răng – bánh răng không thích hợp, còn trục z nâng đỡ cả cụm trục x nên cần sự cứng vững và chính xác cao để các lớp



Hình 2 Ke góc nhôm định hình

Vì khung máy sử dụng nhôm định hình 2020, nên nhóm thiết kế quyết định sử dụng ke góc nhôm định hình 2020 làm chân máy. Vì ke góc nhôm có sẵn trên thị trường với giá thành rẻ, lắp đặt đồng bộ cùng khung máy khiến máy vững chắc, có tính thẩm mỹ cao.

d.2. Các chi tiết còn lại

Những bộ phận cũng như các chi tiết còn lại nhóm thiết kế đều chọn nhôm định hình và in 3D.

e. Cơ cấu di chuyển

Hiện nay, các máy in 3D được chế tạo theo nguyên lý máy 3 trục hoặc theo cơ cấu delta. Nó có tốc độ di chuyển nhanh, chính xác và cơ cấu đơn giản, cứng, vững. Cũng chính vì thế mà nhóm đã lựa chọn cơ cấu tương tự cơ cấu máy CNC 3 trục cho máy in 3D. Do đó quyết định chọn cơ cấu 3 trục x, y, z.

Phần điện

Mạch điều khiển

Nhóm thiết kế chọn mạch điều khiển là mạch MKS Gen L V2.1 dựa trên nguyên lý của mạch Arduino, đặc điểm nổi bật của mạch này là môi trường phát triển ứng dụng cực kỳ dễ sử dụng, với một ngôn ngữ lập trình có thể học một cách nhanh chóng ngay cả với người ít am hiểu về điện tử và lập trình. Mức giá rất thấp

CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÁY

4.1 Tính toán tốc độ quay của động cơ

Cũng như các thiết bị khác, động cơ bước cũng có những đặc tính thông số đặc trưng riêng của các loại khác nhau và các thông số đó được các nhà sản xuất chú thích hướng dẫn thông qua một bản datasheet đi kèm với loại động cơ đó. Ở đây loại động cơ được chọn cho máy là động cơ bước KH56KM2-912 và dưới đây là bảng thông số của động cơ.

Bảng 7: Thông số động cơ bước KH56KM2- 912[5]

Product Type	Hybric Stepping Motor
Series	KH56
Motor Frame Size	Nema 23
Drive Method	Unipolar
Step Angle	1.8 deg./step
Shaft Specification	Double shaft
No. of Phases	2
Current per Phaese	2.0 A
Winding Resistance per Phases	1.79 Ω
Inductance per Phases	3.0 mH
Holding Toque	118 oz-in 834 mN-m
Detent Toque	5.2 oz-in 37 mN-m
Rotor Inertia	1.0 oz-in ² 118 g-cm ²
Voltage	3.6 V
Weight	650g 1.4 lb
Insulation Class	JIS Class E(120°C/248°F) UL Value : Class B(130°C/266°F)
Insulation Resistance	500 VDC, 100 M Ω min
Dielectric Strength	500 VAC, 50 Hz, 1 min
Operating Temperature Range	0 to 50 °c
Allowable Temperature Range	70 °K

$$m = k^3 \sqrt{\frac{P_2 C_r}{n_2}} \quad (1)$$

Số răng z1 cho phép nhỏ nhất	13	10	15	18
Số răng z2 lớn nhất	110	115	120	85

Theo công thức(1), với $m = 5$, $C_r = 2,4$ tính được $P_2 = 6,68(W)$,

$h_1 = 6(mm)$, $b = 25(mm)$

4.3 Thiết kế cơ khí

Mô hình tổng thể

Cơ cấu truyền động của trục y cũng là cơ cấu con lăn đai là trục y được nối với bàn in và được đặt hoàn toàn dưới

Trục z sử dụng cơ cấu vít me để truyền chuyển động. Trục x và chất lượng sản phẩm in dựa trên độ dày của trục z. Từ đó nhóm thiết kế lựa chọn cơ cấu vít me để thực hiện đơn giản để thực hiện, có độ tin cậy cao, nâng cao.

Trong hộp, hai bên được siết chặt bởi ốc vít nhằm cố định trục in được gắn chắc chắn có độ chính xác cao.

Trục in trên miếng giá in 3D bằng nhựa PLA bởi 4 bu lông ở phải đồng trục với thanh truyền và cố định không di

chuyển trên miếng giá bởi 4 bu lông ở 4 góc. Trục của động cơ thanh truyền và đồng thời phải di chuyển song song với

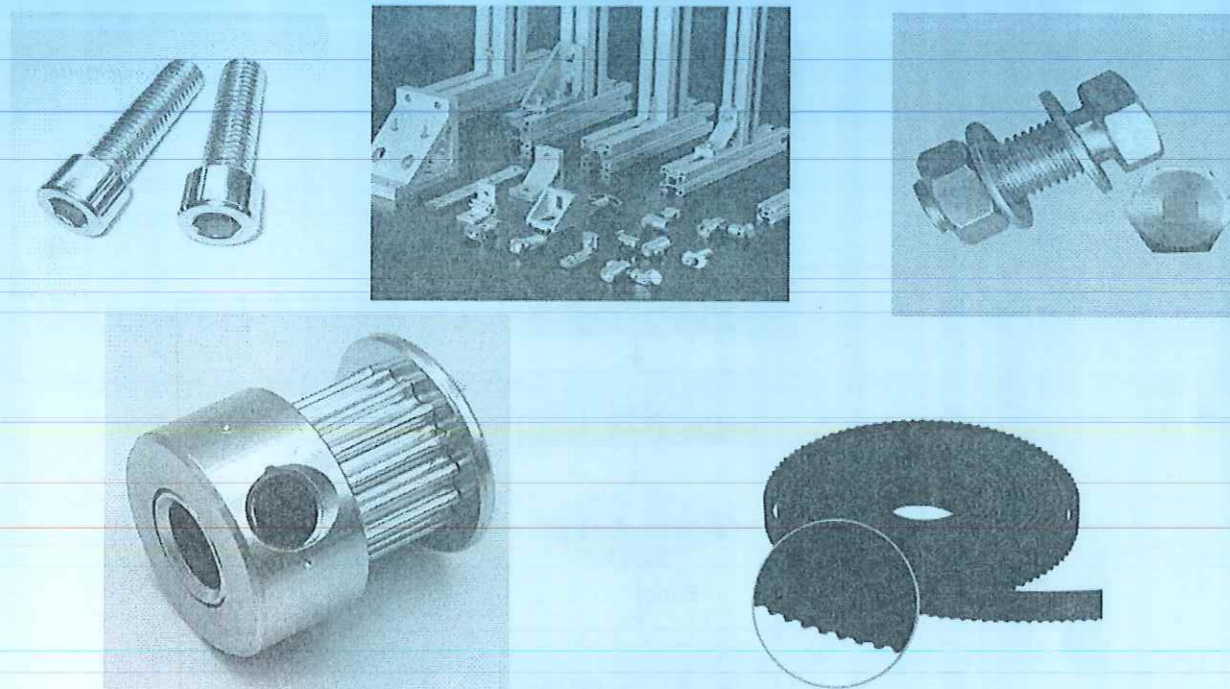
trục truyền trong không gian 3 chiều, thông qua sự di chuyển

Sơ đồ 1: Hệ thống điều khiển của máy

Mạch trung tâm điều khiển các và nhận tín hiệu phản hồi về từ cảm biến thông qua phần mềm được sử dụng trên máy tính. Với nguồn vào được cấp 12V cho Driver 8825 điều khiển các động cơ trên các trục của máy và 12V cấp cho gia nhiệt dầu in và bàn nhiệt. Các tín hiệu xuất từ trung tâm điều khiển.

4.5 Các bộ phận và cấu trúc cơ khí

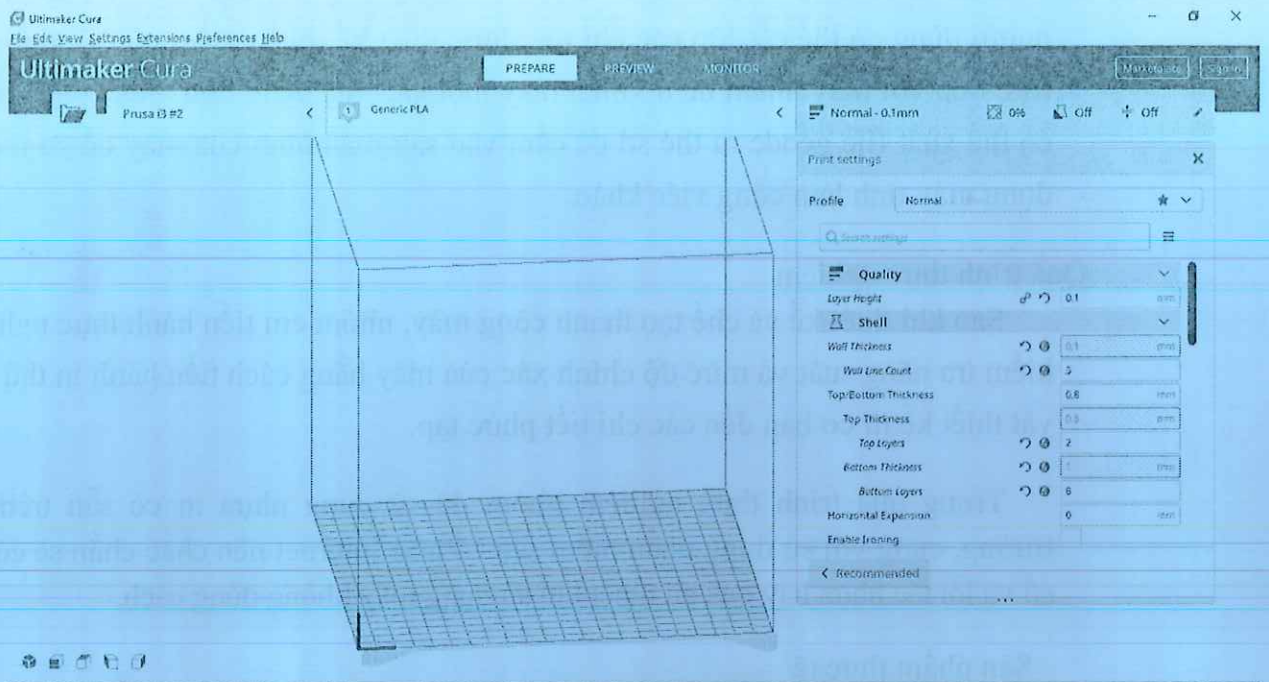
Các chi tiết bộ phận kết cấu cơ khí sau quá trình thiết kế từng chi tiết riêng biệt theo một số chi tiết, bộ phận được sản xuất theo tiêu chuẩn như ốc lục giác, đai ốc, puly, con lăn, dây đai,... Đồng thời dựa vào những cơ cấu nhóm em đã có sẵn nhằm giảm thiểu chi phí. Nhóm em đã thiết kế, bố trí được các chi tiết bộ phận cơ khí chính của máy một cách thích hợp như những hình sau đây.



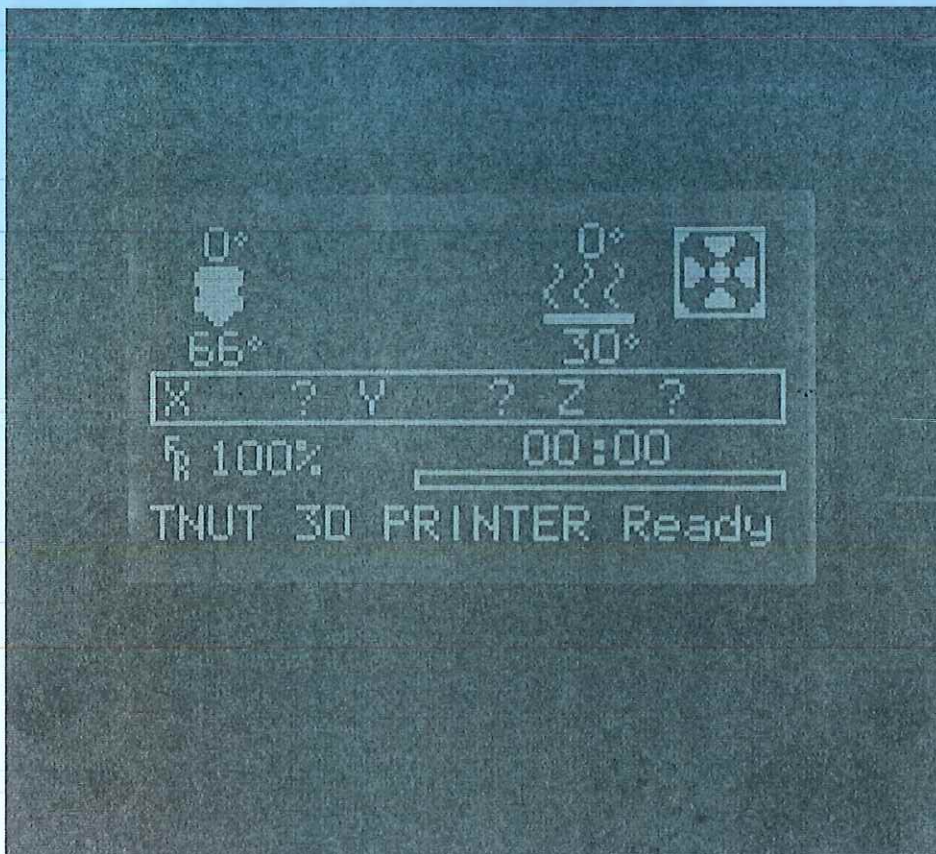
Hình 4: Các bộ phận cơ khí chính của máy

điện tử.

Sơ đồ 2: Lưu đồ điều khiển hệ thống

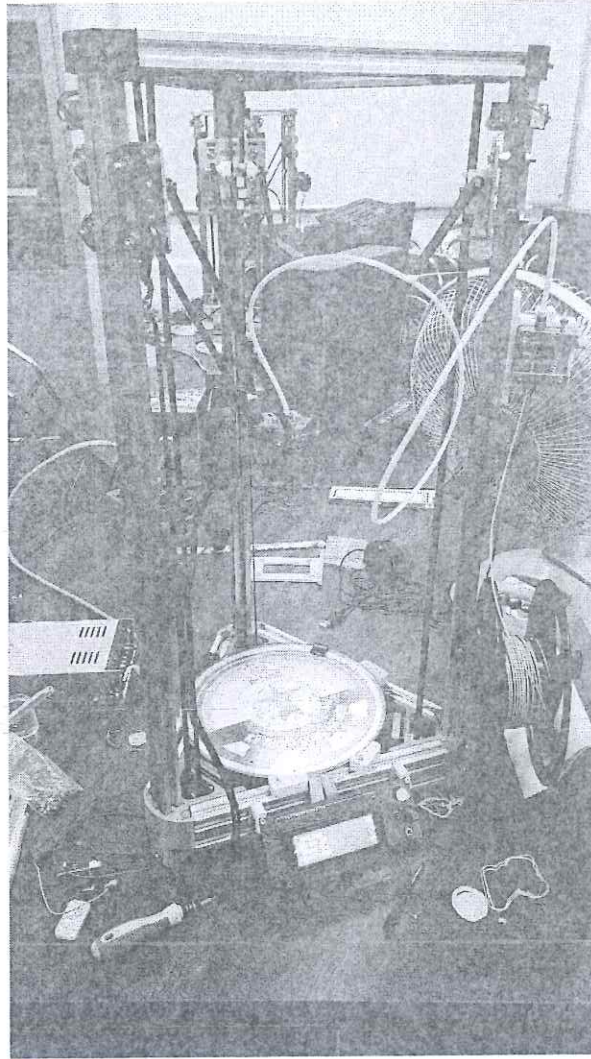


Hình 5 Giao diện phần mềm cắt lớp Cura



Hình 6 Giao diện màn hình chính của máy

Phần mềm Cura có khả năng hỗ trợ người dùng giao tiếp với máy thông qua máy tính để điều khiển dễ dàng hơn.



Hình 8 Hình ảnh thực tế của máy

Chương 6: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Kết luận

Cơ cấu máy được thiết kế và chế tạo một cách gọn gàng, di chuyển linh hoạt. Dễ dàng chỉnh sửa khi cần thiết đảm bảo cho máy hoạt động tốt. Và hoạt động của các chi tiết trên máy được thiết kế đúng như bản vẽ, như yêu cầu đặt ra là chuyển động theo 3 trục x, y, z và có phạm vi hoạt động đúng với phạm vi mục tiêu đặt ra ban đầu.

Các chi tiết con lăn, đai răng... được thiết kế đúng với chuẩn có sẵn trên thị trường

Các thiết bị và các mạch điện được lắp ráp hoạt động đúng như sơ đồ và nguyên lý hoạt động được nêu ra ở những phần trước.

Công việc điều khiển của máy cũng hoạt động ổn định và theo chu trình làm việc của máy. Việc điều khiển cũng trở nên dễ dàng hơn khi có giao diện điều khiển của máy thông qua phần mềm đơn giản.