

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY IN 3D SỬ DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN ATMEGA2560

Đinh Văn Hiến

Khoa Điện - Cơ, Trường Đại học Hải Phòng

Email: hiendv@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/5/2023

Ngày PB đánh giá: 01/6/2023

Ngày duyệt đăng: 14/7/2023

TOM TẮT: In 3D là công nghệ tạo mẫu nhanh, các lớp vật liệu được gắn chồng lên nhau tạo lên sản phẩm in là đối tượng vật thể từ dữ liệu mô hình thiết kế 3D. Máy in 3D có thể tự động tạo ra sản phẩm với độ ổn định, chính xác và linh hoạt khi thay đổi, đáp ứng yêu cầu cao về năng suất và chất lượng trong đời sống và sản xuất hiện đại. Trong bài báo này, tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy in 3D sử dụng vi điều khiển ATmega2560 dùng tạo hình những sản phẩm nhựa. Các kết quả in sản phẩm với vật liệu nhựa PLA từ máy đã chứng minh được tính năng của máy thiết kế.

Từ khóa: ATmega2560, FDM, máy in 3D, nhựa PLA, thiết kế.

RESEARCHING DESIGN AND MANUFACTURING 3D PRINTERS USING ATMEGA2560 MICROCONTROLLERS

ABSTRACT: 3D printing is a rapid prototyping technology, layers of materials are superimposed to create a printed product that is an object from 3D design model data. 3D printers can automatically make products. This technical process tends to be stable, highly accurate and flexibly changing to meet high requirements of productivity and quality in daily life and modern production. In this paper, the author presents some results relating to manufacturing 3D printers which use ATmega2560 microcontrollers to make plastic products. The printing results with PLA plastic have demonstrated the essential functions of the designed machine.

Keywords: ATmega2560, FDM, 3D printers, PLA plastic, design.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ in 3D là công nghệ tạo mẫu sản phẩm (như hình 1) tiên tiến. Khả năng của máy in 3D là rất đa dạng và chúng hiện đang trở thành một công cụ phổ biến trong các lĩnh vực như kỹ thuật, thiết kế công nghiệp, sản xuất và kiến trúc với những ưu điểm như:

+ Các mô hình được cá nhân hóa (tùy chỉnh). Tạo ra các sản phẩm được cá nhân hóa hoàn toàn phù hợp với nhu

cầu của người dùng về kích thước và hình dạng.

+ Tạo mẫu nhanh.

+ In 3D cho phép nhanh chóng tạo ra một mô hình hoặc nguyên mẫu, giúp các kỹ sư, nhà thiết kế và các công ty nhận được phản hồi về dự án của họ trong thời gian ngắn.

+ Mô hình: Có thể dễ dàng tạo ra những mô hình khó tưởng tượng bằng máy in 3D.



Hình 1. Sản phẩm in 3D

Việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy in 3D hoạt động hiệu quả, giá thành thấp có thể phục vụ trong đời sống, sản xuất là cần thiết, giúp tối ưu chi phí, chủ động hơn trong việc chế tạo, sử dụng máy. Bài báo trình bày phương án thiết kế động học máy, kết cấu máy chế tạo máy và thiết lập hệ thống điều khiển cho máy in 3D sử

dụng vi điều khiển ATmega2560 ứng dụng in 3D theo công nghệ in FDM.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Các sản phẩm máy in thương mại được sản xuất không những bởi các công ty, tập đoàn như 3D system, Stratasys, Z Corporation mà còn bởi các trường đại học như Đại

học Cardiff ở nước Anh. Tại phòng thí nghiệm sản xuất phụ trợ, Đại học Cardiff, các nghiên cứu về máy in cho các sản phẩm bằng nhựa và kim loại đã được nghiên cứu từ những năm 90 của thế kỷ XX. Công nghệ in 3D đang là một trong những xu hướng phát triển mới của khoa học và kỹ thuật hiện đại. Hiện nay trên thế giới, công nghệ in 3D đã được ứng dụng trong việc tạo sản phẩm phục vụ đời sống - xã hội. Một số sản phẩm được tạo bằng công nghệ in 3D trong một số lĩnh vực như thiết kế thời trang, linh kiện thay thế, thực phẩm, công nghiệp, xây dựng và y học [1].

Tại Việt Nam, nhiều tác giả, cơ sở đào tạo và cơ sở sản xuất đã đề xuất nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy in 3D. Nguyễn Hữu Thọ và các cộng sự [2], đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy in 3D chocolate để in thực phẩm. Trần Viết Thắng và các cộng sự [3], đã thiết kế, chế tạo máy in 3D khổng lồ để in sản phẩm lớn dùng nhựa PLA, ABS với bộ điều khiển ATsam4e8e làm lõi cho CPU. Nguyễn Công Minh và các cộng sự [4], nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình máy in 3D kim loại trên máy 5 trục. Trần Ngọc Hiền, Bùi Văn Hưng

[1], nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy in 3D-FDM.

Các kết quả về nghiên cứu thiết kế chế tạo máy in 3D được công bố đã đạt được các kết quả bước đầu về giải pháp công nghệ như ứng dụng công nghệ in FDM trên các vật liệu khác nhau như thực phẩm, nhựa và kim loại. Kế thừa các kết quả nghiên cứu của các nhóm nghiên cứu được trình bày ở trên, tác giả đề xuất thiết kế và chế tạo máy in 3D sử dụng vi điều khiển ATmega2560 với công nghệ in FDM (Fused Deposition modeling). Máy được thiết lập hoạt động và thử nghiệm in các sản phẩm nhỏ dùng trong đào tạo, hay trưng bày, đồ lưu niệm... từ nhựa PLA, ABS. Máy được điều khiển bởi ATmega2560 là vi điều khiển giá rẻ được dùng phổ biến trong điều khiển hiện nay nên giá thành máy thấp.

3. THIẾT KẾ KẾT CẤU MÁY IN 3D

3.1. Các bước cơ bản trong quá trình in 3D

Các công đoạn in phụ thuộc rất nhiều vào dòng máy in 3D, tuy nhiên có thể tóm tắt các bước chung như hình 2.



Hình 2. Các bước cơ bản trong quá trình in 3D

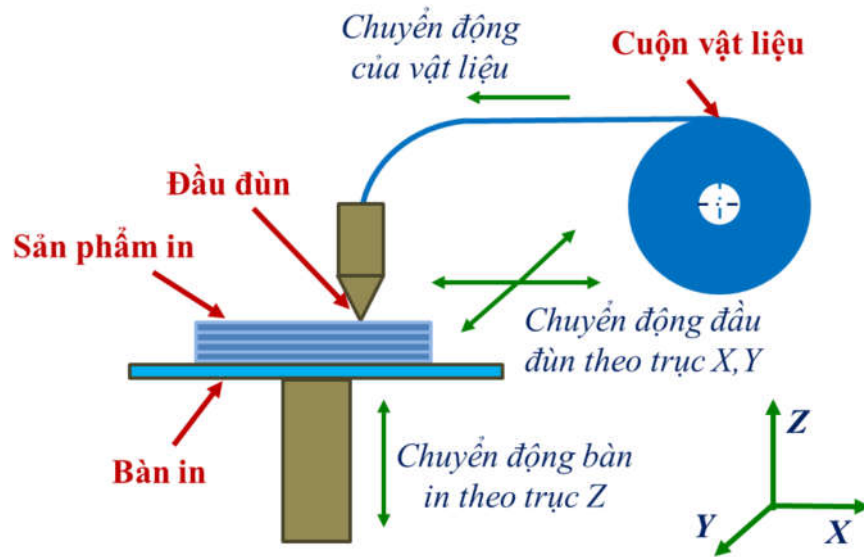
Bước đầu tiên của mọi quá trình in 3D đó là một mô hình 3D đã được số hóa. Mô hình 3D in có thể được tạo ra với một thiết kế máy tính hỗ trợ (CAD) hoặc thông qua một máy quét 3D... Các mô hình sau đó sẽ được phần mềm xử lý tạo thành một file mà máy in 3D có thể đọc được (như.skp,.dae,.3ds,.STL hoặc định dạng.obj). Sau khi đã có mô hình số 3D sẽ bắt đầu quá trình “in”. Khi tiến hành in, máy in chồng các lớp vật liệu theo thông tin được lưu trữ trong file đó, các lớp được in lần lượt chồng liên tiếp lên nhau theo từng lớp. Sau khi chồng các lớp xong, sẽ được một sản phẩm hoàn chỉnh [5].

3.2. Nguyên lý hoạt động của máy in 3D công nghệ in FDM

Máy in 3D hoạt động theo nguyên lý điều khiển tự động, trong đó các bộ phận chuyển động được lập trình để tự động hoạt động theo các sự kiện tiếp nối nhau với tốc độ được xác

định trước để có thể đưa đầu in tạo ra mẫu vật với hình dạng và kích thước yêu cầu.

Máy in 3D dùng công nghệ FDM xây dựng mẫu bằng cách đun nhựa nóng chảy rồi hoá rắn từng lớp tạo nên cấu trúc chi tiết dạng khối như hình 3. Vật liệu sử dụng ở dạng sợi được dẫn từ một cuộn vật liệu tới đầu đùn mà chuyển động điều khiển bằng động cơ bước. Khi sợi được cấp tới đầu đùn nó được làm nóng sau đó nó được đẩy ra qua vòi đùn lên mặt phẳng bàn in. Đầu đùn sẽ di chuyển một biên dạng 2D. Độ rộng của đường đùn có thể thay đổi và được xác định bằng kích thước của miệng đùn. Lớp vật liệu nóng chảy được đùn ra nó nguội nhanh trong khoảng 1/10(s) và đông cứng lại. Khi một lớp được phủ hoàn thành trên mặt phẳng thì sẽ di chuyển sang một lớp khác mỏng và quá trình được lặp lại cho đến khi tạo xong sản phẩm.

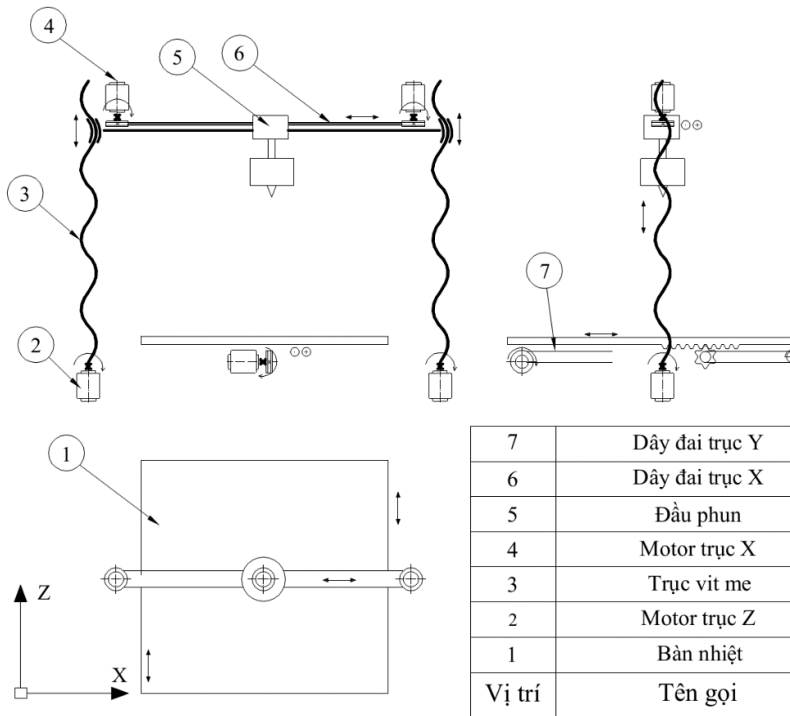


Hình 3. Sơ đồ nguyên lý máy in 3D công nghệ FDM

3.3. Thiết kế kết cấu máy in 3D

Trên cơ sở phân tích các thiết kế hiện có như máy FlashForge,

Ultimaker, DeltaRostock và RerapPrusa, tác giả xác định phương án thiết kế động học như hình 4.

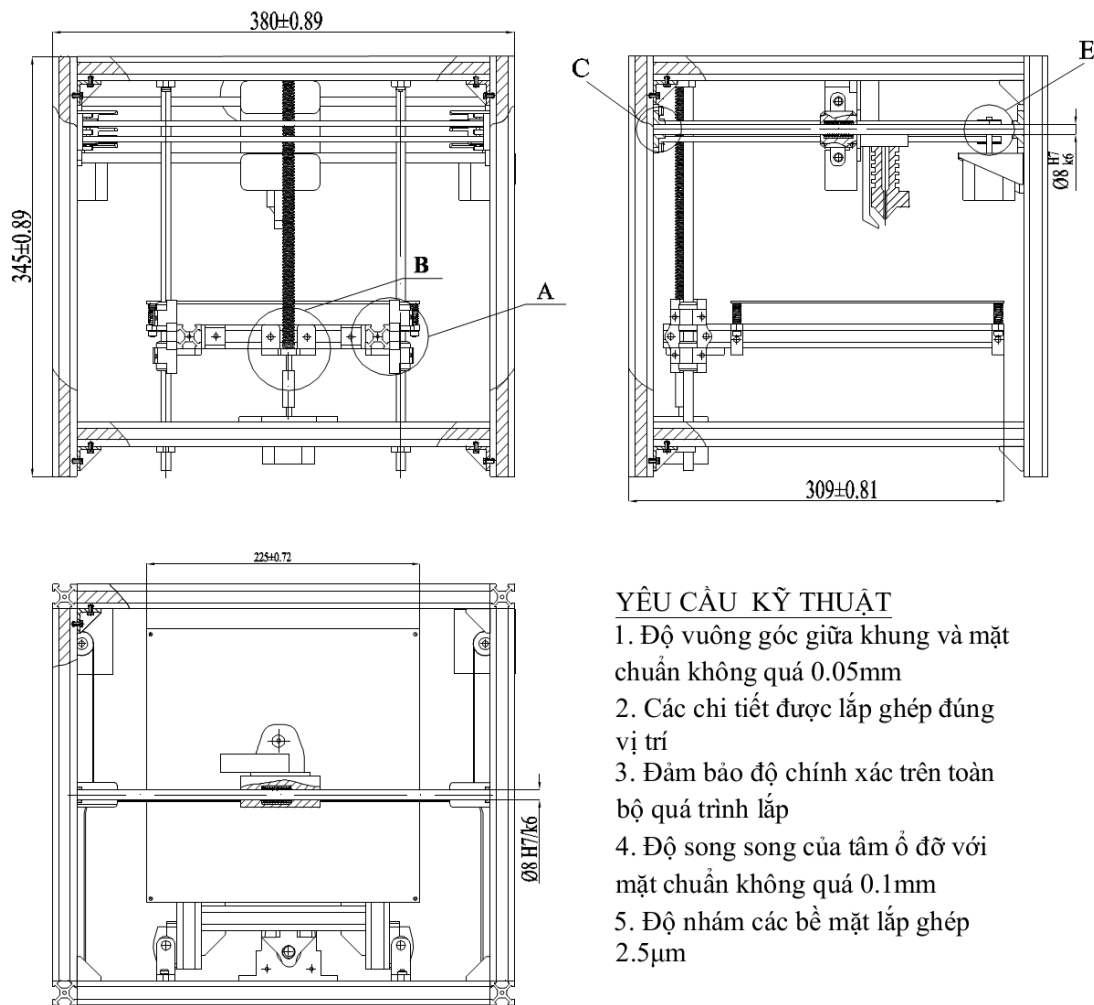


Hình 4. Sơ đồ động học của máy in 3D thiết kế

Trong máy, bàn nhiệt 1 chuyển động tịnh tiến lên, xuống dọc trục z nhờ motor 2 quay làm quay trục vít me 3. Motor 4 quay thì đầu in 5 tịnh tiến theo các phương x,y bởi sự truyền dẫn của các dây đai 6,7. Đầu in được truyền động bằng cơ chế dây đai ăn khớp với puli răng gắn với trục của động cơ bước. Mỗi khi động cơ bước quay thì chuyển động qua dây đai tác

dụng với trục và chuyển động tịnh tiến trên trục ổ bi, trong đó tiến hoặc lùi tùy thuộc vào động cơ quay thuận hay ngược. Để đầu in chạy chính xác theo biên dạng của vật thể ta cần điều khiển động cơ bước ở mỗi trục phối hợp chính xác với nhau.

Từ sơ đồ động học máy đã xác định, tác giả thiết kế kết cấu máy in 3D như hình 5, hình 6.

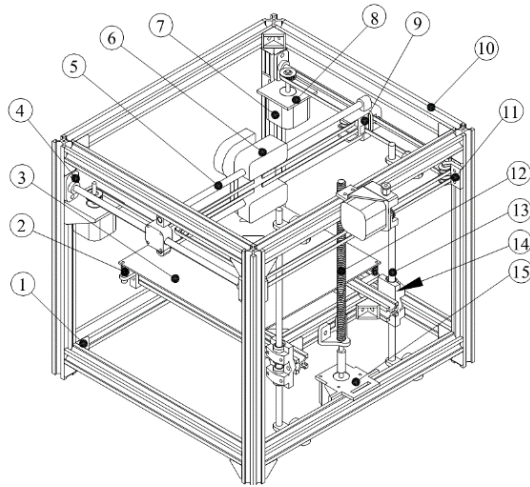


YÊU CẦU KỸ THUẬT

1. Độ vuông góc giữa khung và mặt chuẩn không quá 0.05mm
2. Các chi tiết được lắp ghép đúng vị trí
3. Đảm bảo độ chính xác trên toàn bộ quá trình lắp
4. Độ song song của tâm ổ đỡ với mặt chuẩn không quá 0.1mm
5. Độ nhám các bề mặt lắp ghép 2.5µm

Hình 5. Kết cấu máy in 3D

Máy được thiết kế có đầu in chuyển động tịnh tiến theo các trục X, Y. Bàn đỡ có gắn bàn gia nhiệt chuyển động lên xuống theo trục Z.



15	Ke motor trục Z	1	Nhựa
14	Cụm trượt theo Z	2	
13	Dẫn hướng trục Z	2	C45
12	Trục vít me	1	C45
11	Ke đỡ vòng bi	2	Nhựa
10	Khung máy	15	Nhôm
9	Cụm trượt theo X	2	
8	Ke cố định motor X,Y	2	C45
7	Motor	4	
6	Cụm đầu phun	1	SS400
5	Thanh dẫn hướng	4	CT45
4	Ke cố định thanh dẫn hướng	2	Nhựa
3	Bàn nhiệt	1	Nhôm
2	Lò xo cân bàn máy	4	CT45
1	Ke góc	24	Gang
Vị trí	Tên gọi	Số lượng	Vật liệu

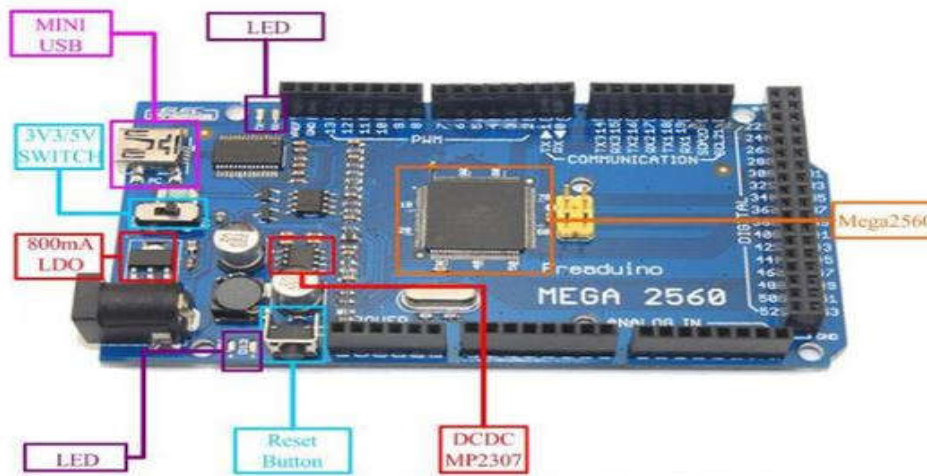
Hình 6. Các chi tiết, cụm chi tiết trên máy in 3D

4. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MÁY IN 3D

4.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển máy in 3D

Tác giả lựa chọn bo mạch Arduino Mega2560 như hình 7, để

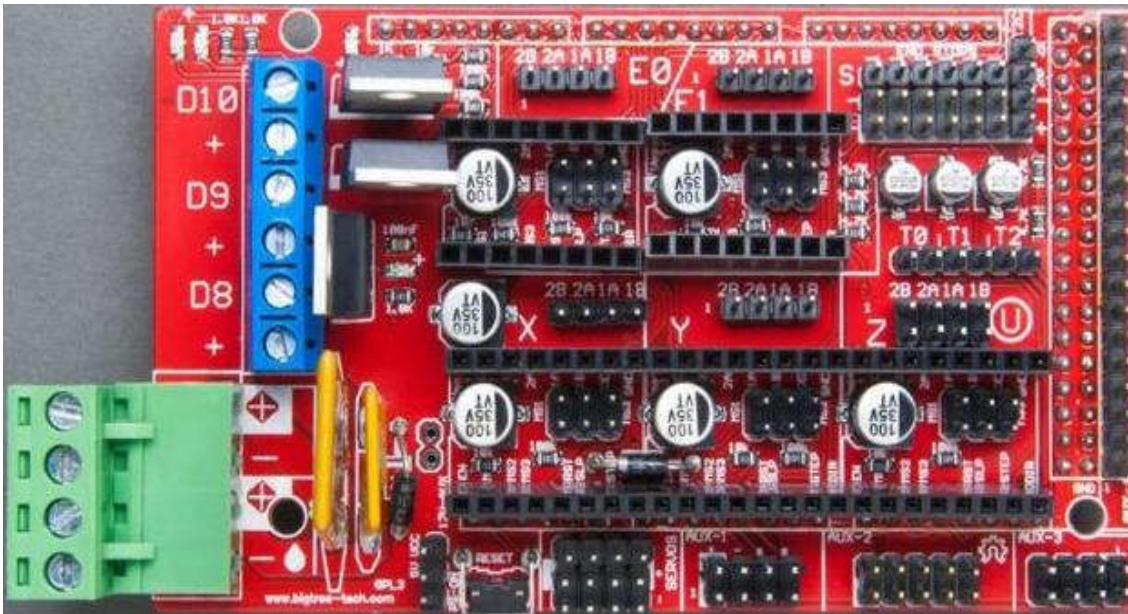
kết nối điều khiển máy in. Đó là một vi điều khiển sử dụng chip ATmega2560 lập trình như là một công cụ chuyển đổi tín hiệu từ USB với số lượng chân kết nối và nhiều tính năng mạnh mẽ hơn.



Hình 7. Bo mạch Arduino Mega2560 [6]

Bo mạch Arduino Mega2560 xử lý sử dụng điện thế, công suất rất nhỏ nên không thể sử dụng để điều khiển trực tiếp các động cơ bước vì vậy cần sử dụng board chuyển tiếp để bộ khuếch đại tín hiệu điều khiển thành tín hiệu điện có công suất lớn hơn rất nhiều để điều khiển. Trong máy in 3D để kết nối điều khiển giữa động cơ bước đầu nóng đầu phun, cảm biến nhiệt, công

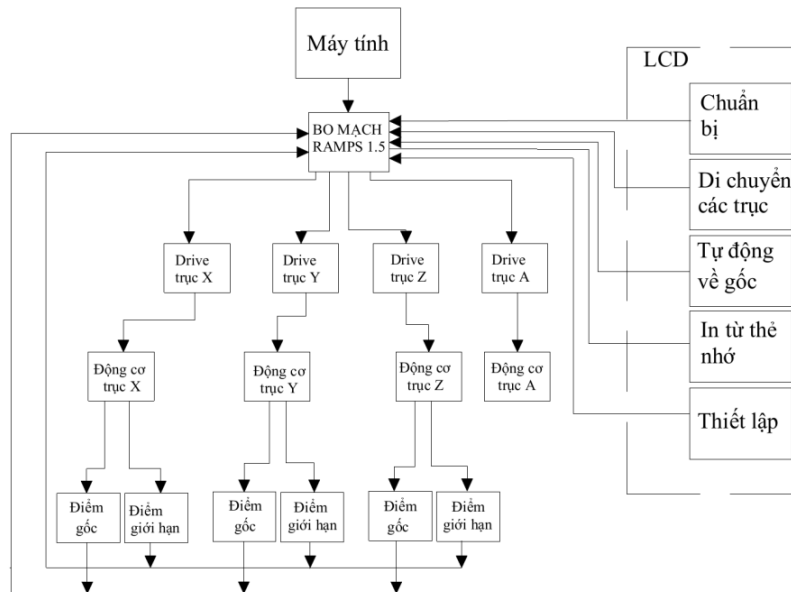
tắc hành trình (endstop), bàn nhiệt, LCD... với bo mạch Arduino Mega2560 thì chúng ta cần một bo mạch đó là Ramps 1.5, được cắm chõng lên trên nó. Board mạch chuyển tiếp Ramps như hình 8, ngoài việc kết nối giữa Arduino Mega2560 và các thành phần khác còn ngăn ngừa ngắn mạch dây nguồn bảo vệ tất cả linh kiện điện tử.



Hình 8. Bo mạch chuyển tiếp Ramps [7]

Hệ thống điều khiển máy in như hình 9. Chương trình điều khiển từ máy tính được chuyển tới vi điều khiển

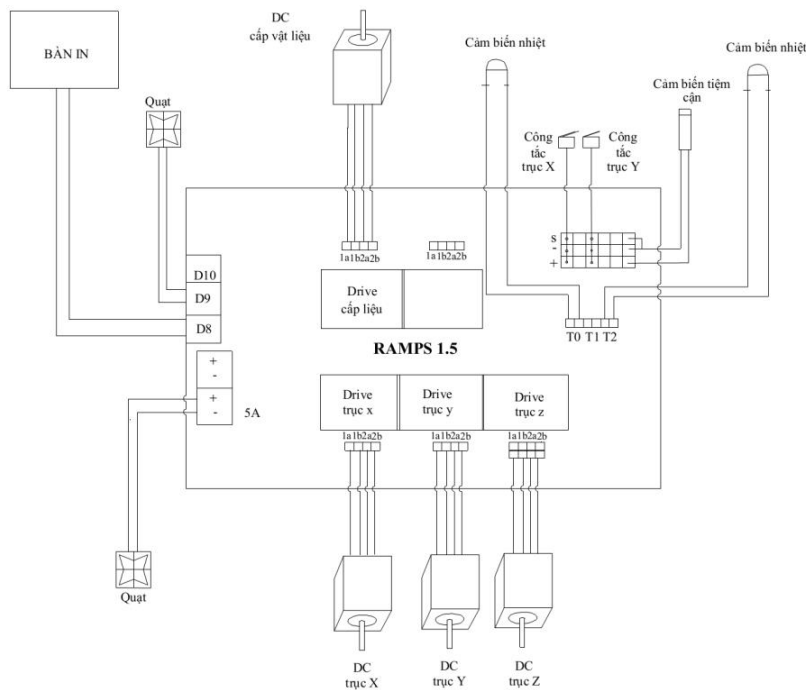
Arduino Mega2560 thông qua cổng USB. Mạch điều khiển RAMPS 1.4 được kết nối với vi điều khiển Arduino Mega2560.



Hình 9. Sơ đồ hệ thống điều khiển máy in

4.2. Sơ đồ cấu trúc điều khiển của máy

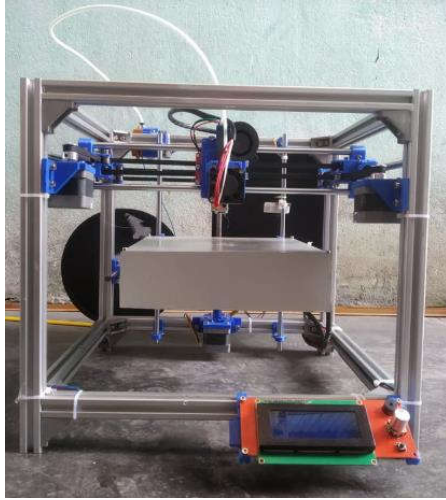
Các động cơ dẫn động các trục X,Y,Z, các cảm biến vị trí, nhiệt độ, màn hình hiển thị được kết nối với mạch điều khiển Ramps 1.5 như hình 10.



Hình 10. Sơ đồ kết nối mạch chuyển tiếp đến các thiết bị điều khiển

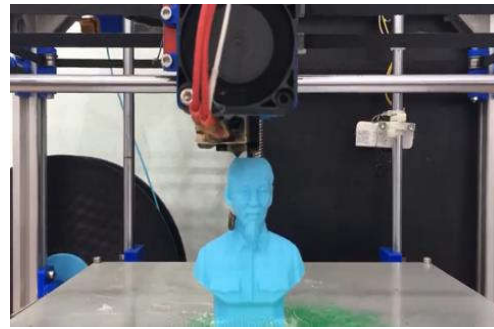
5. CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM MÁY

Máy in 3D được tiến hành chế tạo các chi tiết, lắp ráp tại xưởng thực hành Trường Đại học Hải Phòng và hoàn thành máy như hình 11.



Hình 11. Máy in 3D được thiết kế, chế tạo

Máy in được cài đặt, lập trình, thiết lập các thông số như nhiệt độ tối đa cho phép của đầu đùn, tốc độ di chuyển của đầu đùn và bàn in, thiết lập ngăn chặn sự cố nhiệt độ cho máy in, thiết lập kích thước vùng in và hiển thị trên LCD. Máy đã hoạt động, in được những sản phẩm từ nhựa PLA, ABS như hình 12.



Hình 12. Mô hình đang được in trên máy.

Các thông số kỹ thuật chính của máy in đã chế tạo như bảng 1:

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy

Đặc tính kỹ thuật	Thông số
Nguồn điện	220 (V)
Vật liệu in	nhựa PLA, ABS

Kích thước sản phẩm lớn nhất	180x180x130mm.
Nhiệt độ tối đa đầu in	200°C
Hệ số đùn nhựa	1
Chiều dày lớp in	0,1 ÷ 0,4 mm
Sai lệch kích thước khi in	± 0,2 mm

Giá thành máy thấp, độ chính xác cũng như độ mịn bề mặt của sản phẩm in ở mức trung bình. Qua một thời gian sử dụng máy hiện vẫn hoạt động tốt. Dùng in các sản phẩm mô hình dùng trong học tập như bánh răng, gối đỡ hay đồ lưu niệm... như hình 13.



Hình 13. Sản phẩm được in trên máy in 3D

6. KẾT LUẬN

Tác giả đã trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy in 3D sử dụng vi điều khiển ATmega2560. Máy đã được chế tạo và hiện vẫn hoạt động tốt:

- Dễ vận hành, thuận lợi trong di chuyển, dễ bảo trì và bảo dưỡng.

- In được các vật phẩm trung bày, đồ lưu niệm... trên các vật liệu nhựa PLA, ABS đạt yêu cầu.

- Có thể ứng dụng trong sản xuất.

Việc tối ưu chế độ in để đảm bảo chất lượng cao hơn của sản phẩm cần được nghiên cứu tiếp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Ngọc Hiền, Bùi Văn Hưng (2017), 'Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy in 3D-FDM', Tạp chí khoa học Kỹ thuật và Công nghệ, số 12(1), trang 32-36.

2. Nguyễn Trần Phong, Võ Phúc Việt, Lê Duy Trọng, Nguyễn Huy Hoàng, Phạm Văn Toàn, Nguyễn Hữu Thọ (2021), 'Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy in 3d chocolate', Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm, số 21 (1), trang 86-97.

3. Trần Văn Thắng, Phạm Quốc Phương, Nguyễn Ngọc Lâm (2021), '*Thiết kế, chế tạo máy in 3D khổng lồ*', Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 3, trang 190-198.
4. Nguyễn Công Minh, Đinh Quang Ân, Bùi Đình Vinh, Nguyễn Việt Anh, Phạm Thị Thiều Thoa (2019), '*Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình máy in 3d kim loại trên máy 5 trục*', Tập san Sinh viên nghiên cứu khoa học, số 9, trang 116 - 119.
5. Hội khoa học kỹ thuật đúc - luyện kim TP.HCM, '*In 3D và những ứng dụng trong ngành đúc*', truy cập ngày 18/5/2023, từ <<https://duclk-hcm.org.vn/ho-tro/in-3d-va-nhung-ung-dung-trong-nganh-duc-1>>.
6. Cộng đồng Arduino Việt Nam (2015), '*Giới thiệu Arduino Mega2560*', truy cập ngày 18/5/2023, từ <<http://arduino.vn/bai-viet/542-gioi-thieu-arduino-mega2560>>.
7. Trung tâm CAD/CAM (2020), '*Phần mềm điều khiển máy CNC sử dụng board Arduino*', truy cập ngày 18/5/2023, từ <https://trungtamcadcam.com/phan-mem-dieu-khien-may-cnc-su-dung-board-arduino/>>.