

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÁY ÉP BÁNH TRUNG THU SỬ DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN ARDUINO NANO

DESIGN AND MANUFACTURE OF MOONCAKE PRESSING MACHINE MODEL
USING ARDUINO NANO MICROCONTROLLER

PGS,TS. **Phan Văn Hiếu**
Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội
Email: hieu.phanvan@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình máy ép bánh trung thu sử dụng vi điều khiển Arduino nano, cụ thể là quá trình thiết kế, chế tạo mô hình máy ép bánh trung thu trên môi trường đồ họa, thiết kế điều khiển cho máy ép bánh trung thu và lắp ráp mô hình từ các thiết bị có sẵn trên thị trường, chạy thử tốt trên điều kiện khoa học công nghệ thực tiễn. Các kết quả này góp phần làm rõ thêm tiềm năng ứng dụng các thiết bị có sẵn trên thị trường, định hướng mới về việc thiết kế chế tạo máy ép bánh trung thu với giá thành thấp, không sử dụng các hệ thống, thiết bị ngoại nhập đắt tiền, sản phẩm này rất phù hợp với không gian các phòng lab đồng thời nó cũng rất tiện lợi cho việc chế thử sản phẩm sau khi lên ý tưởng một cách nhanh chóng.

Từ khóa: Máy ép bánh trung thu; Vi điều khiển Arduino nano; Phần mềm nguồn mở GRBL; Inventor.

ABSTRACT

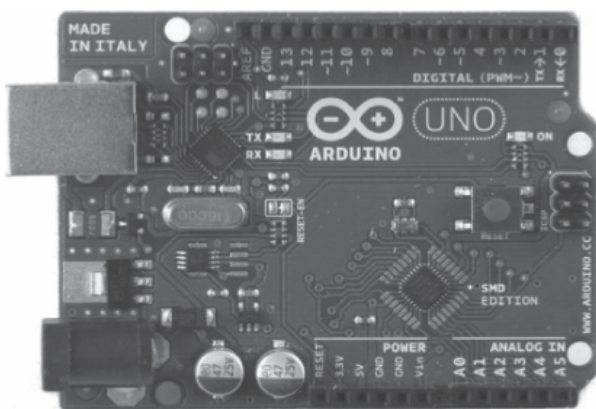
The paper presents some research results on the design and manufacture of a moon cake press model using Arduino nano microcontroller, specifically the process of designing and manufacturing a moon cake press model in a graphical environment, designing controls for the moon cake press and assembling the model from devices available on the market, running well on practical scientific and technological conditions. These results contribute to clarifying the potential application of devices available on the market, a new direction in the design and manufacture of moon cake presses at low cost, without using expensive imported systems and equipment, this product is very suitable for the space of lab, and it is also very convenient for testing products after quickly coming up with ideas.

Keywords: Moon cake press machine; Arduino nano microcontroller; GRBL open-source software; Inventor.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong nhiều nhà máy và doanh nghiệp sản xuất việc chế tạo máy ép bánh vẫn còn áp dụng công nghệ sản xuất tương đối lạc hậu, chưa theo kịp với xu thế phát triển và đáp ứng được nhu cầu sản xuất trong nước và trên thị trường quốc tế. Chính vì thế, tác giả chọn đề tài: “Thiết kế, chế tạo mô hình máy ép bánh trung thu sử dụng vi điều khiển Arduino nano” với mong muốn đưa ra giải pháp nhằm cải thiện quá trình sản xuất sao cho giảm được chi phí nhân công, tăng năng suất mà vẫn đảm bảo được chất lượng sản phẩm, giảm giá thành sản phẩm để có thể cạnh tranh trên thị trường.

Như chúng ta đã biết, cốt lõi của hệ thống điều khiển điện tử hoặc cơ điện tử là việc nhận các tín hiệu điện tử, xử lý tín hiệu rồi xuất các tín hiệu điện tử theo kịch bản được thiết lập. Bo mạch Arduino UNO R3 là một trong các bo mạch được dùng để thực hiện các công việc xử lý tín hiệu kiểu trên; là một nền tảng thiết bị điện tử mã nguồn mở (GRBL) dựa trên sự giản tiện của phần cứng và phần mềm, vì thế chọn board mạch này làm bộ điều khiển cho máy ép.



Hình 1. Bo mạch Arduino UNO R3

Bài báo này sẽ giải quyết một hướng tiếp cận việc thiết kế, chế tạo máy ép bánh trên

môi trường đồ họa, thiết kế điều khiển cho máy và lắp ráp máy từ các thiết bị có sẵn trên thị trường, chạy thử tốt trên điều kiện khoa học công nghệ thực tiễn.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH MÁY ÉP BÁNH TRUNG THU

Thiết kế các chi tiết trong khối khung máy ép bánh.

Thiết kế các chi tiết trong khối xi lanh ép.

Thiết kế các chi tiết trong khối xi lanh đẩy bánh.

Lắp ghép hoàn thiện máy và vận hành máy.

Đặc điểm làm việc của máy ép bánh với yêu cầu là máy phải cứng vững, các thao tác có tốc độ chậm, không tạo gia tốc lớn và làm việc êm; kết cấu mô hình máy thuận tiện cho điều khiển; hệ thống điều khiển làm việc tin cậy, khả năng kháng nhiễu tốt.

*Nguyên lý làm việc:

Công nghệ máy ép bánh dùng các xy lanh khí nén: xi lanh 1 thực hiện nhiệm vụ ép phôi bánh để tạo biên dạng, xi lanh 2 thực hiện nhiệm vụ tách phôi bánh ra khỏi khuôn bánh.

Để thực hiện được hai công đoạn đó, ở đây tác giả dùng bộ điều khiển sử dụng nút bấm vai trò xuất tín hiệu (start).

1 chu trình hoạt động.

Hành trình: xi lanh 1A+, 1A-, 2A+, 2A-

Hành trình xi lanh được điều khiển bằng hàm delay; giá trị hàm delay được điều khiển

bảng 2 biến trở trong mạch điều khiển (biến trở xuất giá trị analog từ 0 đến 1023 tương ứng từ 0V đến 5V); thời gian delay bằng 5 lần A1 hoặc A2.

Mô hình máy ép bánh bao gồm 3 phần chính: Phần cơ khí, hệ thống khí nén, hệ thống điều khiển.

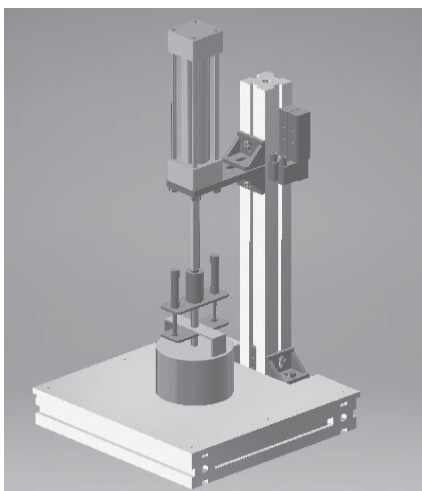
2.1. Thiết kế kết cấu cơ khí

Phần cơ khí của mô hình máy ép được thiết kế thành các bộ phận:

- Phần khung mô hình: Khung bàn máy được làm bằng các thanh nhôm định hình; mặt bàn mica; gắn với nhau bằng các mối ghép bu lông, đai ốc.

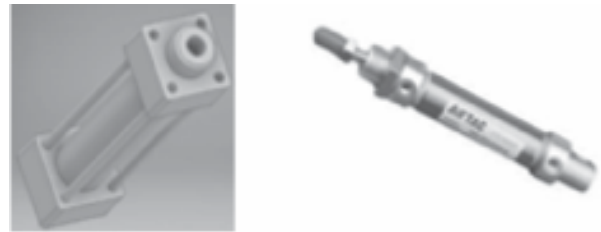
- Phần khối xi lanh ép bánh, tách bánh: Xi lanh ép bánh; cặp xi lanh tách bánh, tấm gá xi lanh ép bánh, cắt nổi; ke chìm; ke nổi; khuôn bánh [1].

- Thiết kế các chi tiết trong khối khung máy ép bánh



Hình 2. Mô hình 3D của khung máy ép

- Thiết kế các chi tiết trong khối xi lanh ép và đẩy bánh



Hình 3. Mô hình 3D của xi lanh ép và đẩy

Trình tự thiết kế: Từ một bản vẽ phác, tác giả phân tích, bóc tách thành từng cụm, từng chi tiết riêng rẽ, các mối liên hệ giữa chúng, dùng phần mềm Inventor để thực hiện việc xây dựng các vật thể trong không gian 3 chiều và xuất thành bản vẽ kỹ thuật.

Các mô hình 3 chiều gồm các chi tiết hình khối thể đặc và các hình tạo ra từ tấm kim loại hoặc các tấm vật liệu khác được thực hiện theo các bước sau:



Hình 4. Trình tự thiết kế máy ép bánh

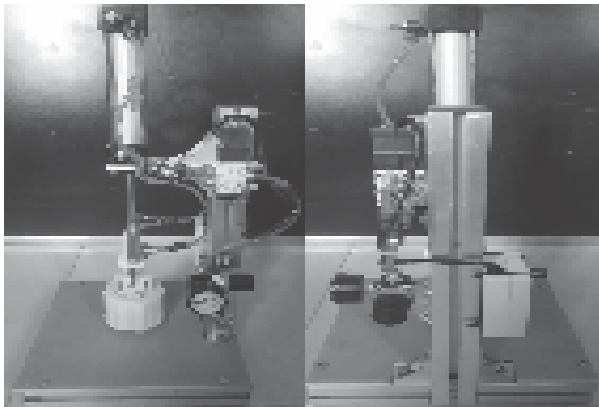
Thiết kế chi tiết đơn lẻ: Tập tin chứa chi tiết chỉ quản lý việc tạo ra một chi tiết hình khối thể đặc hoặc hình tấm. Tất cả các hình khối tạo ra trong tập tin này được hiểu là một chi tiết để sử dụng cho lắp ghép. Do đó khi thiết kế, trong một tập tin chỉ nên xây dựng một chi tiết duy nhất. Dùng chi tiết của tập tin này để lắp ghép với các chi tiết trong các tập tin khác. Tạo hàng loạt các chi tiết cùng chủng loại bằng bảng các tham số.

Lắp ráp các chi tiết thành cụm: Tập tin chứa cụm các chi tiết đã lắp ghép, tập tin này chứa các chi tiết có thể lắp ghép với nhau. Tại

tập tin này có thể tạo ra các cụm chi tiết hoặc các cụm chi tiết con. Lấy các chi tiết từ các tập tin đơn lẻ để ghép với nhau.

Tạo các bản vẽ kỹ thuật: Tập tin này chứa các bản vẽ phẳng có đầy đủ các hình chiếu của chi tiết hoặc cụm chi tiết 3D, kích thước của các chi tiết hoặc cụm chi tiết. Chúng ta cần phân biệt bản vẽ phác và bản vẽ xuất ra giấy vì theo quan điểm lập trình của phần mềm Inventor, bản vẽ phác là các bước thiết kế mô hình 2D hoặc 3D, còn bản vẽ kỹ thuật là kết xuất ra giấy của mô hình đã được thiết kế hoàn chỉnh dùng cho gia công. Đối với Drawing chúng tôi gọi là Bản vẽ kỹ thuật [2].

- Lắp ghép máy ép bánh



Hình 5. Mô hình máy ép bánh đã thiết kế

2.2. Thiết kế hệ thống điều khiển

Khi thiết kế hệ thống điều khiển cần đáp ứng một số yêu cầu sau: hệ thống điều khiển hoạt động tự động từ khâu ép bánh đến khâu tách bánh đưa vào thùng chứa, bộ điều khiển; hệ thống 2 xilanh ép và đẩy bánh; hệ thống điện khí nén phải hoạt động nhịp nhàng; độ an toàn lao động phải được đảm bảo.

Bộ điều khiển được thiết kế với trung tâm là board Arduino Nano, thực hiện phân tích

dữ liệu đầu vào được cài đặt và thực hiện bởi người dùng. Từ đó, thực hiện phân tích, xử lý và xuất tín hiệu đầu ra điều khiển các cơ cấu cơ khí.

Dữ liệu đầu vào cho bộ điều khiển bao gồm:

Tín hiệu từ nút bấm Start cho phép bắt đầu một chu trình ép bánh.

Tín hiệu Analog được đọc từ biến trở, được bộ điều khiển sử dụng làm dữ liệu để điều khiển thời gian ép bánh cho mỗi chu trình làm việc => giá trị Analog càng lớn, thời gian ép bột bánh càng lâu, khi đó sẽ tạo được biên dạng mịn, đẹp cho bánh. Nhưng nếu thời gian ép bánh quá lâu sẽ ảnh hưởng đến bài toán năng suất, do vậy, cần phải cân đối trong việc điều chỉnh giá trị Analog để đảm bảo các yêu cầu về chất lượng, thẩm mỹ và kinh tế.

Tín hiệu đầu ra bao gồm:

Tín hiệu cho phép đóng ngắt relay 1, từ đó, đóng ngắt cuộn hút van điều khiển xi lanh ép bánh => điều khiển hành trình ra, vào của xi lanh ép bánh, từ đó, bột bánh được hình thành biên dạng sau quá trình xi lanh ép xuống.

Tín hiệu cho phép đóng ngắt relay 2, từ đó, đóng ngắt cuộn hút van điều khiển 2 xi lanh kéo khuôn bánh => điều khiển hành trình vào, ra của 2 xi lanh kéo khuôn bánh, giúp tách rời bột bánh sau ép ra khỏi khuôn bánh.

Cơ cấu chấp hành, bao gồm 3 xi lanh, trong đó, có 1 xi lanh vuông hành trình 10 cm, thực hiện nhiệm vụ ép bột bánh để tạo biên dạng (ban đầu, xi lanh ở trạng thái thu về), 2 xi lanh nhỏ hành trình 3.5cm thực hiện nhiệm vụ tách bột bánh ra khỏi khuôn bánh. 2 xi lanh



nhỏ được nối chung đầu vào và đầu ra để đảm bảo đồng tốc 2 xilanh (ban đầu, 2 xilanh ở hành trình đi ra).

Để điều khiển 2 cụm xilanh này, ta sử dụng 2 van 5/2 1 cuộn dây, tín hiệu đóng ngắt 2 van được gửi ra từ bộ điều khiển.

Điện khí nén:

Xilanh 1A ép bánh; Xilanh 2A tách bánh; Nút ấn phát tín hiệu đưa vào bộ điều khiển.

⇒ 1 chu trình hoạt động.

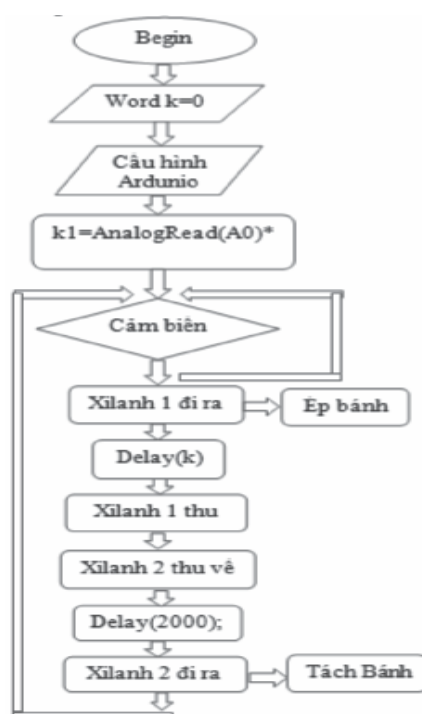
Hành trình: 1A+, 1A-, 2A+, 2A-;

Hành trình được điều khiển bằng hàm delay, giá trị hàm delay được điều khiển bằng 2 biến trở trong mạch điều khiển (biến trở xuất giá trị analog từ 0 đến 1023 tương ứng từ 0V đến 5V); thời gian delay bằng 5 lần A1 hoặc A2; Điều khiển nhanh, chậm ép bánh: bằng biến trở (thời gian cấp khí) [3],[4],[5].

• Thiết kế điều khiển mô hình

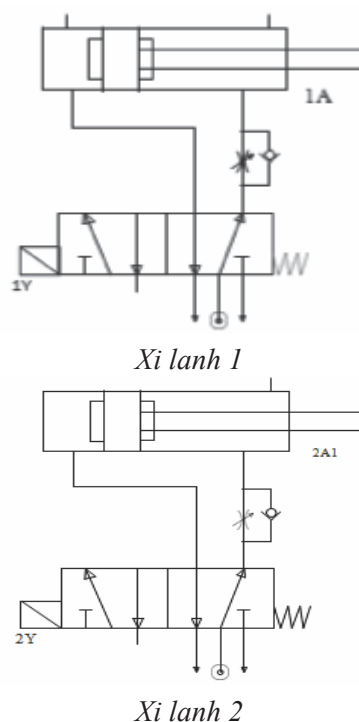
*Lưu đồ thuật toán

Lưu đồ này trình bày thuật toán tổng quát của mô hình máy ép bánh từ lúc khởi động hệ thống.



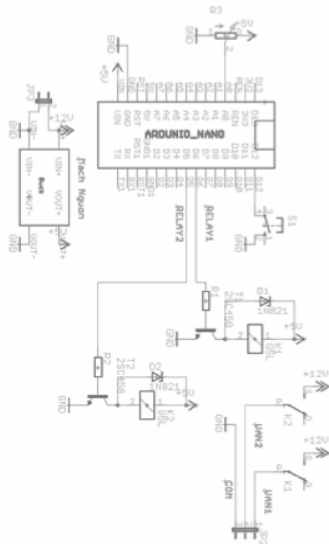
Hình 6. Lưu đồ thuật toán

• Hệ thống xy lanh điện khí nén



Hình 7. Sơ đồ điện khí nén của xi lanh 1 và 2.

- Hệ thống mạch điều khiển



Hình 8. Sơ đồ mạch điều khiển

- Chương trình điều khiển

```
#define sensorPin A0//định nghĩa chân đọc
analog là chân A0
#define button 12 //chân kết nối nút bấm là
chân 12
#define relay1 5 // chân xuất tín hiệu đóng
relay1 là chân 5
#define relay2 6
word k;
int sensorValue = 0; // variable to store the value
coming from the sensor void setup() {
pinMode(relay1,OUTPUT); //chọn chế độ cho
chân relay1 là chân OUTPUT
pinMode (relay2, OUTPUT); //chọn chế độ
cho chân relay2 là chân OUTPUT
pinMode(button,INPUT_PULLUP); //chọn
chế độ cho chân button là chân INPUT có trở
kéo lên dương nguồn
}
void loop() {
sensorValue = analogRead(sensorPin);//đọc giá
trị Analog k=5*sensorValue; //gán hệ số k= giá
```

```
trị analog* 5 lần
while(digitalRead(button)==HIGH);//chờ ấn
phím để hoạt động
if(digitalRead(button)==LOW){
digitalWrite(relay1,HIGH); //bật van1 để
xilanh to đi ra
delay(k); //delay (chờ)
digitalWrite(relay1,LOW); //cho xilanh To đi
về
digitalWrite(relay2,HIGH); //cho 2 xi lanh Con
đi về delay(2000); //chờ 2s
digitalWrite(relay2,LOW); //cho 2 xilanh con
đi ra
}
delay(1000); //chờ 1000ms
}
```

3. CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÁY ÉP BÁNH

Phần khung mô hình: Khung được lắp ghép từ những thanh nhôm định hình 40x40mm có độ cứng và thẩm mỹ cao; mặt khung; mặt bàn mica; cần gạt xi lanh ép, xilanh tách bánh, gắn với nhau bằng các mối ghép bu lông, đai ốc. Trên các mặt của thanh nhôm đều có các rãnh vuông nên rất dễ lắp ghép, đồ gá các chi tiết lên một cách đơn giản.

Phần khối xi lanh ép bánh, tách bánh: Xi lanh ép bánh; cặp xi lanh tách bánh, tấm gạt xi lanh ép bánh, cắt nối; ke chìm; ke nổi; khuôn bánh.

Lắp ghép các chi tiết đã chế tạo và chạy thử mô hình máy ép bánh: Lắp ghép các khối của mô hình; Sau khi lắp ghép hoàn thiện các khối của mô hình. Khi đó, các khối này được ghép lại với nhau để có thể thực hiện được yêu cầu công việc của mô hình; Thực hiện điều chỉnh biến trở để điều khiển thời gian ép bánh phù hợp với điều kiện thực tế và đảm bảo các yêu cầu về thẩm mỹ, chất lượng và kinh tế.

Sau khi cài đặt xong, ấn nút Start, khi đó hệ thống thực hiện một chu trình làm việc mới với các bước:

- Xilanh 1A (xilanh ép bánh) đi ra thực hiện ép phôi bánh;
- Thực hiện delay để đảm bảo các yêu cầu cho quá trình tạo biên dạng bánh;
- Xilanh 1A đi về;
- Xilanh 2A (xilanh tách phôi) thu về, để tách phôi ra khỏi khuôn bánh;
- Delay để đảm bảo hoàn thành quá trình tách phôi;
- Xilanh 2A đi ra, bắt đầu 1 chu trình mới bằng việc chờ tín hiệu đầu vào từ nút start;
- Hoàn thiện lắp ghép mô hình và bố trí thiết bị trên mô hình, chạy thử mô hình ổn định.

4. KẾT LUẬN

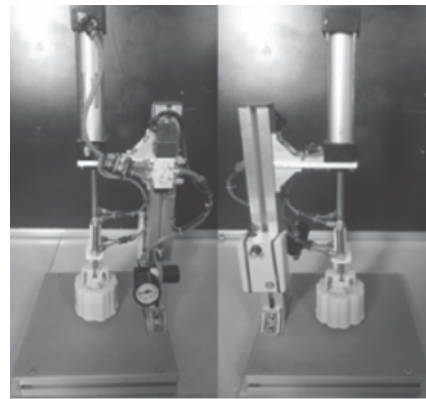
Từ những khả năng cùng với những tiện ích, hiệu quả của vi điều khiển và yêu cầu bài toán của đề tài, tác giả chọn Arduino nano R3 để điều khiển thực nghiệm. Giải quyết bài toán lập trình điều khiển và mô phỏng hoạt động của mô hình máy ép bánh. Với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế Inventor mô hình máy ép bánh trung thu dùng vi điều khiển đã được tác giả thiết kế hoàn chỉnh và tiến hành chế tạo thành công.

Khảo sát thực nghiệm các thông số hoạt động của sản phẩm.

Đánh giá các kết quả khảo sát thực tế với mô hình trên phòng thí nghiệm. Mạch chạy

ổn định, chạy đúng theo sơ đồ nguyên lý. Mạch điện không quá phức tạp, bảo đảm sự an toàn sử dụng. Giá thành rẻ.

Mô hình này đáp ứng được những yêu cầu thực tiễn, có thể ứng dụng trong đào tạo sinh viên hệ đại học chính quy thuộc các chuyên ngành chế tạo máy, cơ điện tử và các chuyên ngành liên quan.



Hình 9. Mô hình tổng thể máy ép bánh trung thu

Ngày nhận bài: 10/5/2025

Ngày phản biện: 15/5/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, “*Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí – Tập I*”. NXB. Giáo dục, 2000.
- [2]. Trương Minh Trí, Phạm Quang Huy, “*Thiết kế cơ khí với Autodesk Inventor*”. NXB. Giáo dục, 2000.
- [3]. Phạm Đắc, Trần Xuân Tuy, “*Điều khiển tự động trong các lĩnh vực cơ khí*”. NXB. Giáo dục, 1998.
- [4]. Nguyễn Doãn Phước, “*Lý thuyết điều khiển tuyến tính*”. NXB. Khoa học Kỹ thuật, 2002.
- [5]. Trần Doãn Tiến, “*Tự động điều khiển các quá trình công nghệ*”. NXB. Giáo Dục, 1998.
- [6]. Phan Văn Hiếu, “*Thiết kế, chế tạo mô hình máy đóng dấu dùng vi điều khiển Arduino nano*”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 1+2 năm 2020.