

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG VÀ PHÂN LOẠI BƯU KIỆN SỬ DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN ARDUINO NANO

DESIGN AND MANUFACTURE OF A MODEL FOR A PARCEL MEASURING AND SORTING SYSTEM 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 hệ thống đo lường và phân loại bưu kiện sử dụng vi điều khiển Arduino Nano trên môi trường đồ họa, thiết kế điều khiển tự động và lắp ráp mô hình từ các linh kiện cơ khí và điện tử có sẵn trên thị trường. Kết quả cho thấy mô hình chế thử đã chạy thử tốt trong phòng thí nghiệm, góp phần làm minh chứng về tiềm năng ứng dụng của nó, đảm bảo có thể thay thế hệ thống thiết bị ngoại nhập đắt tiền tương ứng, và rất tiện lợi cho việc chế tạo hàng loạt một cách nhanh chóng với giá thành thấp.

Từ khóa: Hệ thống đo lường và phân loại bưu kiện; Vi điều khiển Arduino Nano; Cảm biến đo khối lượng; Cảm biến đo khoảng cách.

ABSTRACT

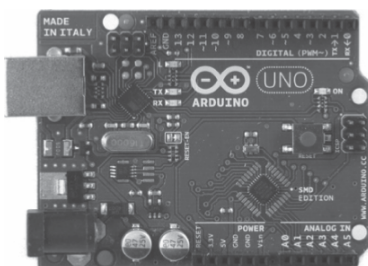
This paper presents some research results on the design and fabrication of a parcel sorting and measurement system model using an Arduino Nano microcontroller in a graphical environment, automatic control design, and model assembly from commercially available mechanical and electronic components. The results show that the prototype model performed well in laboratory testing, demonstrating its potential for application, its ability to replace expensive imported equipment, and its suitability for rapid, low-cost mass production.

Keywords: Parcel measuring and sorting system; Arduino nano microcontroller; Mass sensor; Distance sensor.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong bối cảnh thương mại điện tử ngày càng phát triển, các dịch vụ chuyển phát nhanh dần trở thành một phần không thể thiếu được trong nền kinh tế hàng hóa. Đặc thù của ngành dịch vụ này là yêu cầu thời gian phải được rút ngắn; các cải tiến trong khâu định giá và vận chuyển phải luôn được cân nhắc từng giây phút. Đặc biệt, ở khâu định giá, việc đo hình dạng và khối lượng luôn mất một khoảng thời gian tương đối nếu thực hiện riêng lẻ từng thao tác. Điều đó đặt ra yêu cầu phải có một thiết bị có thể thực hiện các thao tác đo lường đó trong khoảng thời gian ngắn nhất có thể. Chính vì thế tác giả chọn đề tài: “Thiết kế, chế tạo mô hình hệ thống đo lường và phân loại bưu kiện 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 hệ thống.



Hình 1. Bo mạch Arduino UNO R3.

Bài báo này sẽ giải quyết một hướng tiếp cận việc thiết kế, chế tạo thiết bị đo lường trên môi trường đồ họa, thiết kế điều khiển cho thiết bị và lắp ráp hệ thống từ các linh kiện có sẵn trên thị trường trong nước.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÂN ĐO THÔNG MINH

Thiết kế tổng thể của mô hình cân đo thông minh bao gồm:

- Thiết kế cụm cảm biến đo kích thước;
- Thiết kế cụm cảm biến đo khối lượng;
- Thiết kế vỏ ngoài;
- Thiết kế khung cân của hệ thống;
- Lắp ghép hoàn thiện và vận hành thiết bị cân đo thông minh.

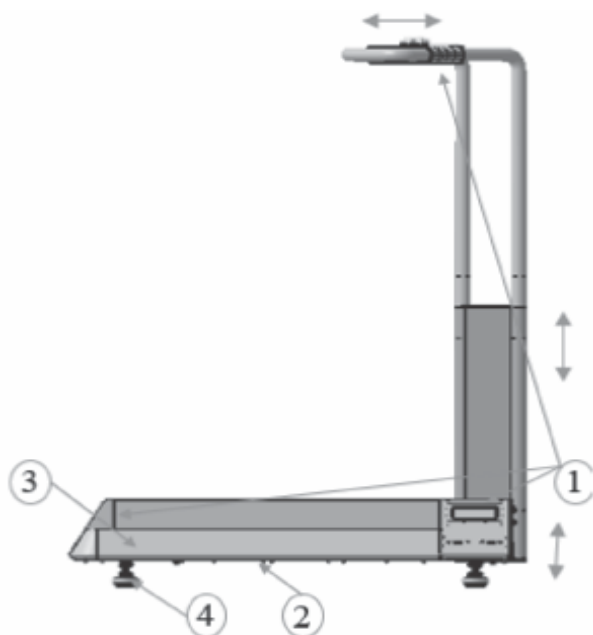
Đặc điểm làm việc của thiết bị cân đo thông minh có chức năng đo khối lượng, kích thước, mã barcode của sản phẩm, với yêu cầu là thiết bị phải đủ bền và kích thước đủ rộng sao cho thỏa mãn phạm vi cân đo lớn nhất (50 kg), và kích thước dài × rộng × cao tối đa là (65 × 65 × 90) cm. Sai số đo cân nặng lớn nhất là 50g và sai số kích thước lớn nhất là 0,3 cm. Thiết kế phù hợp với tính chất công nghiệp, dễ dàng tháo lắp, sửa chữa khi xảy ra hư hỏng, vận chuyển dễ dàng. Hình dáng thiết kế, giá thành đảm bảo phù hợp với đối tượng sử dụng sản phẩm (các công ty logistics).

Nguyên lý làm việc: Sản phẩm sau khi đặt lên mặt cân sẽ được đo khối lượng bởi 4 loadcell 50 kg kết nối thành mạch cầu, 3 cảm biến Ultrasonic để đo 3 kích thước dài, rộng, dài của sản phẩm, từ đó tính ra được thể tích và khối lượng quy đổi của sản phẩm. Kết hợp với barcode để đọc mã vạch sản phẩm. Dữ liệu gồm: khối lượng, kích thước và mã sản phẩm sẽ được truyền về máy tính và được hiển thị lên màn hình theo giao diện đã thiết kế.

Mô hình thiết bị cân đo thông minh bao gồm hai phần chính là phần cơ khí và hệ thống điều khiển.

2.1. Thiết kế kết cấu cơ khí

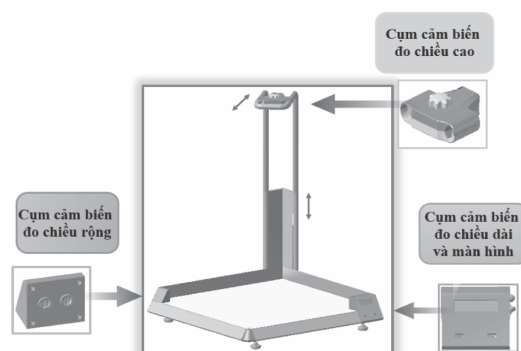
Phần cơ khí của mô hình thiết bị cân đo thông minh được thiết kế thành các bộ phận chính (hình 2 đến hình 6) dưới đây. Các mô hình 3 chiều gồm các cụm lắp đặt cảm biến đo kích thước: cụm cảm biến đo chiều cao, cụm cảm biến đo chiều rộng, cụm cảm biến đo chiều dài và màn hình; cụm lắp đặt cảm biến đo khối lượng: tấm gá đặt cảm biến, cảm biến khối lượng, ray inox, mặt cân; cụm vỏ ngoài: cánh trước, cánh sau, cánh phải; khung cân của hệ thống; gắn với nhau bằng các mối ghép bu lông, đai ốc [1].



Hình 2. Mô hình tổng thể hệ thống cân đo thông minh đã thiết kế.

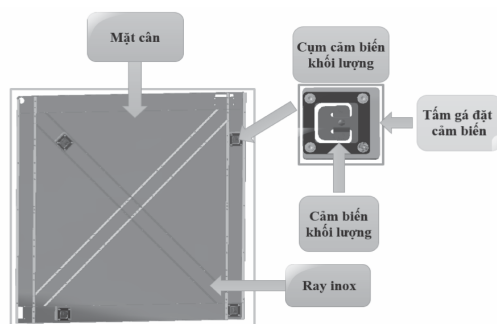
Các cụm chính bao gồm:

1) Cụm lắp đặt cảm biến đo kích thước (hình 3):



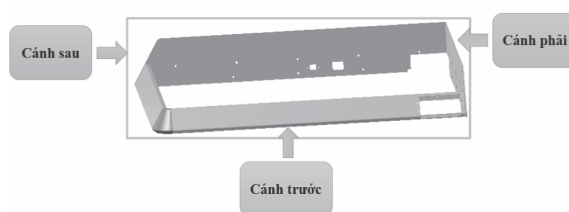
Hình 3. Cụm lắp đặt cảm biến đo kích thước.

2) Cụm lắp đặt cảm biến đo khối lượng ở dưới mặt cân (hình 4):

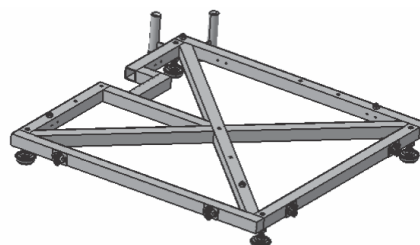


Hình 4. Cụm lắp đặt cảm biến đo khối lượng.

3) Cụm vỏ ngoài (hình 5):



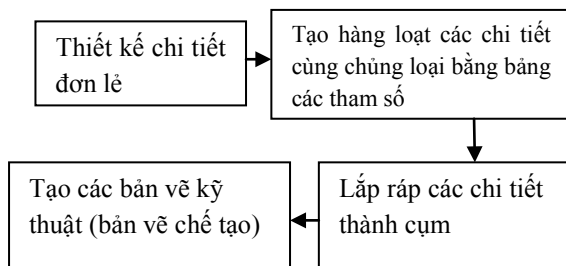
Hình 5. Cụm vỏ ngoài khung cân của hệ thống.



Hình 6. Khung cân của hệ thống.

Trình tự thiết kế:

Từ một bản vẽ phác thảo, cần phân tích, bóc 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 7):



Hình 7. Trình tự thiết kế thiết bị cân đo.

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 được 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 chúng lại.

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 CAD 3D 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, được gọi là bản vẽ kỹ thuật [2].

2.2. Thiết kế hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển được thiết kế như sau:

Đầu tiên, khi nguồn được bật, vi điều khiển sẽ khởi tạo các biến nhớ và biến lưu trữ, cài đặt timer để đo khoảng cách, sau đó đo các giá trị tham chiếu của cân (được nói rõ trong hàm setup). Khi người dùng bấm barcode thì có 3 trường hợp xảy ra.

Nếu bấm vào mã reset “SMES-RESET” thì cân sẽ khởi tạo lại các giá trị tham chiếu ban đầu, giúp cân có thể đo đúng các giá trị chuẩn ban đầu.

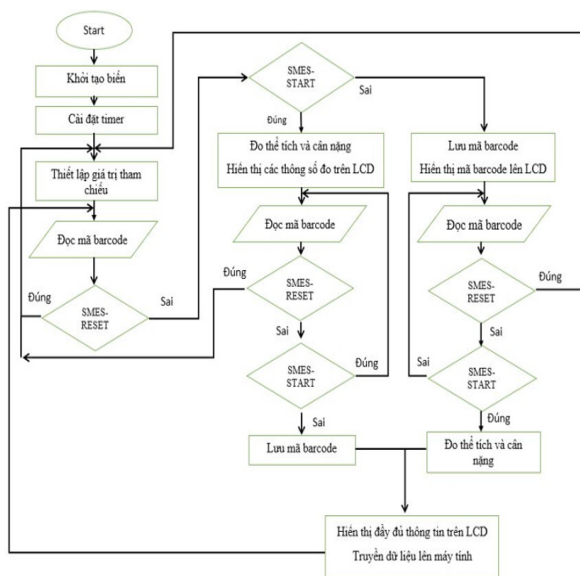
Nếu bấm mã start “SMES-START” trước thì cân sẽ tiến hành đo lấy mẫu, tìm ra các giá trị lặp lại nhiều nhất của từng thông số, sau đó tính toán với các giá trị tham chiếu và xử lý qua các hàm xử lý số liệu. Kết quả sẽ là các đại lượng chiều dài, chiều rộng, chiều cao và khối lượng. Các thông số này sẽ được hiển thị lên LCD nhưng chưa có mã barcode. Tiếp tục bấm barcode. Nếu bấm vào mã “SMES-RESET”, thì chương trình sẽ chuyển về hàm cài đặt các giá trị tham chiếu, bắt đầu khởi tạo lại các giá trị tham chiếu. Nếu người dùng bấm vào mã start thì sẽ lặp lại đến lúc người dùng bấm vào mã barcode của sản phẩm. Như vậy là cân đã đo đủ thông số và hiển thị toàn bộ lên màn hình LCD, sau đó truyền dữ liệu lên máy tính và hiển thị trên phần mềm.

Nếu người dùng bấm mã barcode của sản phẩm trước thì sẽ lưu lại mã, hiển thị lên

LCD mã barcode của sản phẩm, còn các thông số còn lại để trống. Sau đó, người dùng tiếp tục bấm barcode, nếu người dùng bấm vào mã reset sẽ khởi tạo lại các giá trị tham chiếu, nếu người dùng bấm vào mã barcode của sản phẩm thì vòng lặp sẽ dừng khi bấm vào mã start. Các giá trị đo và tính toán với các giá trị tham chiếu tương ứng đã đo lúc ban đầu sẽ được dùng để đo các thông số cần đo của sản phẩm. Hiện thị lên màn hình LCD, sau đó truyền dữ liệu lên máy tính và hiển thị lên phần mềm [3], [4], [5], [6].

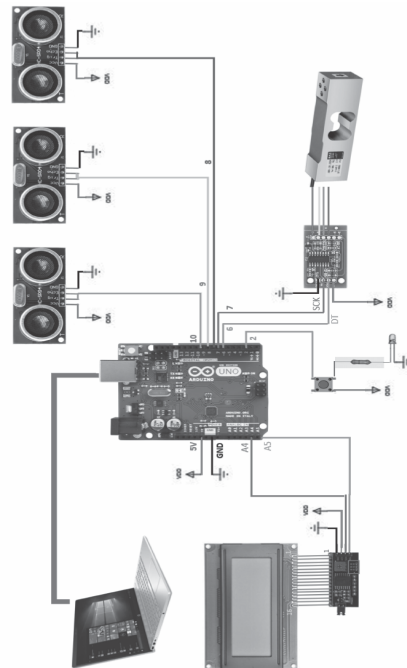
* Lưu đồ thuật toán

Lưu đồ này trình bày thuật toán tổng quát của mô hình thiết bị cân đo thông minh từ lúc khởi động hệ thống.



Hình 8. Lưu đồ thuật toán cân đo sản phẩm.

* Hệ thống mạch điện



Hình 9. Sơ đồ kết nối mạch điện.

* Chương trình điều khiển

Code 01: Chương trình đọc giá trị cảm biến đo khối lượng.

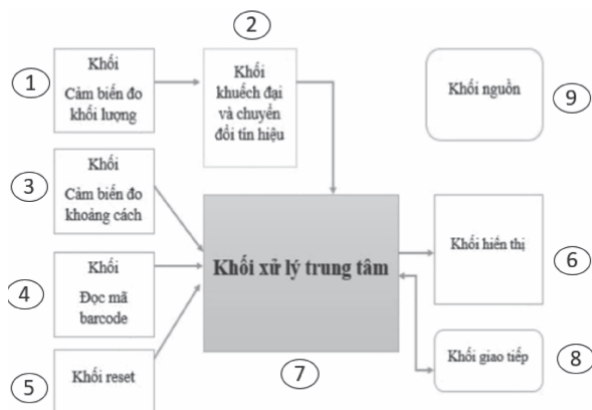
```
#include <Wire.h>
#include "HX711.h"
HX711 scale(6, 7); // chân DOUT, chân SCK
float K = -73816,a; // -73750 Hệ số tỉ lệ của loadcell
float weight; // giá trị cân
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.set_scale(K); // Set hệ số tỉ lệ cho loadcell
  scale.tare(10); // Set khối lượng bì cho cân
  a=scale.get_units(10); // Giá trị cân lúc đầu
}
void loop() {
  weight=scale.get_units(5)-a; // Giá trị cân của vật
  Serial.println(weight);
}
```


Code 2: Đọc giá trị cảm biến khoảng cách.

```
#include "NewPing.h"
#define trigger_d 10
#define echo_d 10
#define MAX 400
int iterations = 5;
NewPing tinh_d (trigger_d, echo_d, MAX);
float d_raw, d; // Tín hiệu raw, Khoảng cách
void setup() {
  Serial.begin (9600);
}
void loop() {
  d_raw = tinh_d.ping_median(iterations);
  d = d_raw/58; // Giá trị khoảng cách }
```

3. CHẾ TẠO MÔ HÌNH THIẾT BỊ CÂN ĐO THÔNG MINH

Các tính năng yêu cầu của sản phẩm cân đo thông minh đó là đo được khối lượng của sản phẩm, đo được thể tích của sản phẩm, đọc được mã barcode, tính ra được số cân nặng quy đổi từ thể tích, hiển thị và truyền nhận dữ liệu về hệ thống. Thiết bị sẽ có những khối chức năng để có thể đáp ứng những yêu cầu.



Hình 10. Các khối chức năng: 1) Khối cảm biến đo khối lượng; 2) Khối khuếch đại và chuyển đổi tín hiệu; 3) Khối cảm biến đo khoảng cách; 4) Khối đọc mã barcode; 5) Khối reset; 6) Khối hiển thị; 7) Khối xử lý trung tâm; 8) Khối giao tiếp; 9) Khối nguồn.

Mô hình tổng thể thiết bị cân đo thông minh là thiết bị có thể đo khối lượng, chiều dài, chiều rộng, chiều cao của bưu phẩm để tính ra khối lượng quy đổi. Kết hợp sử dụng barcode quét mã vạch, và truyền dữ liệu lên máy tính. Hoàn thiện lắp ghép mô hình và bố trí thiết bị trên mô hình, chạy thử mô hình ổn định. Thiết bị này có thể linh động đặt ở các vị trí thuận tiện cho việc sử dụng.



Hình 11. Mô hình tổng thể thiết bị cân đo thông minh.

Quy trình thao tác đo thiết bị cân đo thông minh:

Bước 1: Bật nút nguồn và chờ 5 giây để cân đo các giá trị ban đầu.

Bước 2: Bấm barcode vào mã của sản phẩm đo.

Bước 3: Đặt sản phẩm đo sát vào góc của cân và bấm barcode vào mã start.

Bước 4: Nhấc vật ra và đọc kết quả.

4. KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu xây dựng các chức năng quan trọng và cơ bản nhất của hệ thống cân đo thông minh sử dụng vi điều khiển Arduino nano là đo khối lượng, đo kích thước

và nhận diện mã sản phẩm đã bước đầu được hoàn thiện giúp cho việc thao tác nhanh hơn và không bị nhầm lẫn, giải quyết được những khó khăn, hạn chế của phiên bản thiết bị cân đo thông minh trước.

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. Với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế CAD 3D, mô hình thiết bị cân đo thông minh 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 nguyên lý. Mạch điện không quá phức tạp, bảo đảm sự an toàn khi 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. ❖

Ngày nhận bài: **25/03/2026**

Ngày phản biện: **01/04/2026**

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]. Phạm Đắc, Trần Xuân Tuy, “*Điều khiển tự động trong các lĩnh vực cơ khí*”. NXB. Giáo dục, 1998.
- [3]. Nguyễn Doãn Phước, “*Lý thuyết điều khiển tuyến tính*”. NXB. Khoa học Kỹ thuật, 2002.
- [4]. Trần Doãn Tiến, “*Tự động điều khiển các quá trình công nghệ*”. NXB. Giáo dục, 1998.
- [5]. 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.
- [6]. Phan Văn Hiếu, “*Thiết kế, chế tạo mô hình máy ép bánh trung thu sử dụng vi điều khiển Arduino Nano*”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 329, tháng 6 năm 2025.