|  |
| --- |
| **TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  **TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  **\*\*\*\*\* □&□ \*\*\*\*\***  Káº¿t quáº£ hÃ¬nh áº£nh cho HUST LOGO  **BÁO CÁO**  ***BÀI TẬP LỚN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG***  ***Đo độ rọi sử dụng quang trở***  Giảng viên hướng dẫn: Nguyễn Thúy Anh  Sinh viên thực hiện: Đào Bích Thương 20210830  Trần Bá Thành 20213731  Lớp: Hệ thống nhúng và IOT-K66  Mã lớp: xxxx  *Hà Nội, tháng 12 năm 2023* |

# LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là ngành Điện tử - viễn thông. Đời sống xã hội ngày càng phát triển cao dựa trên những ứng dụng của khoa học vào đời sống. Kỹ thuật đo lường có vai trò quan trọng trong đời sống, kinh tế, kỹ thuật và công nghệ. Sự cần thiết của đo lường là rất lớn, hầu như chúng ta phải sử dụng ở mọi lúc, mọi chỗ. Kết quả của việc đo lường có chính xác hay không là còn tùy thuộc nhiều vào chủ quan người đo. Muốn kết quả đo chinh xác, phải chọn được phép đo đúng với nhiệm vụ đặt ra, thích hợp với đối tượng cần đo. Và quan trọng hơn cả là phải biết xử lý kết quả của phép đo

Sau thời gian học tập rèn luyện tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội, nhóm chúng em tiến hành thực hiện: “Đo khối lượng sử dụng cảm biến loadcell”, với mong muốn bước đầu tiếp cận và tìm hiểu những nguyên tắc cơ bản trong việc đo lường điện tử. Từ đó, nhóm chúng em có thể nắm bắt được những kiến thức và hiểu biết cần thiết về việc đo lường và xử lý sai số.

**MỤC LỤC**

[LỜI NÓI ĐẦU 1](#_Toc127180494)

[DANH MỤC HÌNH ẢNH 3](#_Toc127180495)

[DANH MỤC BẢNG BIỂU 3](#_Toc127180496)

[CHƯƠNG 1. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG 4](#_Toc127180497)

[1.1 Load cell: 4](#_Toc127180498)

[1.1.1 Khái niệm: 4](#_Toc127180499)

[1.1.2 Các thông số kỹ thuật: 4](#_Toc127180500)

[1.1.3 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: 5](#_Toc127180501)

[1.2 Hx711: 6](#_Toc127180502)

[1.2.1 Khái niệm: 6](#_Toc127180503)

[1.2.2 Thông số kĩ thuật: 7](#_Toc127180504)

[1.3 Arduino UNO R3: 7](#_Toc127180505)

[1.3.1 Khái niệm: 7](#_Toc127180506)

[1.3.2 Thông số kĩ thuật: 7](#_Toc127180507)

[CHƯƠNG 2. LẮP MẠCH VÀ HIỆU CHỈNH: 8](#_Toc127180508)

[2.1 Sơ đồ nguyên lý: 8](#_Toc127180509)

[2.2 Lập trình cho Arduno: 8](#_Toc127180510)

[2.3 Lắp mạch và hiển thị: 10](#_Toc127180511)

[CHƯƠNG 3. ĐO LƯỜNG VÀ XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO 11](#_Toc127180512)

[3.1 Kết quả đo: 11](#_Toc127180513)

[3.2 Xử lý sai số đo theo tính toán: 11](#_Toc127180514)

[3.3 Nguyên nhân sai số và cách hạn chế sai số: 12](#_Toc127180515)

[3.3.1 Sai số hệ thống 12](#_Toc127180516)

[3.3.2 Sai số ngẫu nhiên 12](#_Toc127180517)

[3.3.3 Phương hướng khắc phục 12](#_Toc127180518)

[KẾT LUẬN 13](#_Toc127180519)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 14](#_Toc127180520)

DANH MỤC HÌNH ẢNH

[*Hình 1: Cảm biến Loadcell 5kg* 4](#_Toc127177250)

[*Hình 2: Cấu tạo của Loadcell* 5](https://husteduvn-my.sharepoint.com/personal/hien_tt200207_sis_hust_edu_vn/Documents/BTL-CSKTĐL.docx#_Toc127177251)

[*Hình 3: Mạch cầu điện trở Wheatstone* 6](#_Toc127177252)

[*Hình 4: Mạch chuyển đổi ADC 24bit Loadcell HX711* 6](#_Toc127177253)

[*Hình 5: Arduino UNO R3 - DIPP IC* 7](#_Toc127177254)

[Hình 6: *Sơ đồ nguyên lý đo bằng cảm biến Loadcell* 8](#_Toc127177255)

[*Hình 7: Mạch đo thực tế* 10](https://husteduvn-my.sharepoint.com/personal/hien_tt200207_sis_hust_edu_vn/Documents/BTL-CSKTĐL.docx#_Toc127177256)

# DANH MỤC BẢNG BIỂU

[*Bảng 1: Bảng kết quả đo* 11](#_Toc127177257)

[*Bảng 2: Bảng sai số dư* 11](#_Toc127177258)

# NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

## Load cell:

### Khái niệm:



*Hình 1: Cảm biến Loadcell 5kg*

**Cảm biến Loadcell**là thiết bị cảm biến dùng để chuyển đổi lực hoặc trọng lượng thành tín hiệu điện. Khái niệm “strain gage”: cấu trúc có thể biến dạng đàn hồi khi chịu tác động của lực tạo ra một tín hiệu điện tỷ lệ với sự biến dạng này.

Mỗi **cảm biến Loadcell** một đầu ra độc lập, thường 1 đến 3 mV/V. Đầu ra kết hợp được tổng hợp dựa trên kết quả của đầu ra từng cảm biến tải – load cell. Các thiết bị đo lường hoặc bộ hiển thị khuyếch đại tín hiệu điện đưa về, qua chuyển đổi ADC, vi xử lý với phần mềm tích hợp sẵn thực hiện tính toán chỉnh định và đưa kết quả đọc được lên màn hình.

### Các thông số kỹ thuật:

Tải trọng: 1Kg, 5Kg, 10Kg, 20Kg

Điện áp điều khiển: 5-10V

Rated Output (mV/V): 1.0 +- 0,15

Trở kháng đầu vào (Ω): 1066 +-20

Trở kháng ngõ ra (Ω):1000+-20

Nhiệt độ hoạt động: -20 - 65°C

### Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:

Loadcell được cấu tạo bởi hai thành phần là: Strain gage và Load. Một loadcell thường bao gồm các strain gage được dán vào bề mặt của thân loadcell. Thân loadcell là một khối kim loại đàn hồi và tùy theo từng loại loadcell và mục đích sử dụng loadcell, thân loadcell được thiết kế nhiều hình dạng khác nhau, chế tạo bằng nhiều vật liệu khác nhau (nhôm hợp kim, thép không gỉ…)

Strain gage là một điện trở đặc biệt, có điện trở thay đổi khi bị nén hay kéo dãn và được nuôi bằng một nguồn ổn định.

Load là một thanh kim loại có tính đàn hồi.

*Hình 2: Cấu tạo của Loadcell*

R: Điện trở strain gauge (Ohm)  
L: Chiều dài của sợi kim loại strain gauge (m)  
A: Tiết diện của sợi kim loại strain gauge (m2)  
*ρ*:  Điện trở suất vật liệu của sợi kim loại strain gauge

Khi dây kim loại bị lực tác động sẽ thay đổi điện trở   
Khi dây bị lực nén, chiều dài strain gauge giảm, điện trở sẽ giảm xuống.  
Khi dây bi kéo dãn, chiều dài strain gauge tăng, điện trở sẽ tăng lên  
Điện trở thay đổi tỷ lệ với lực tác động.

Diagram

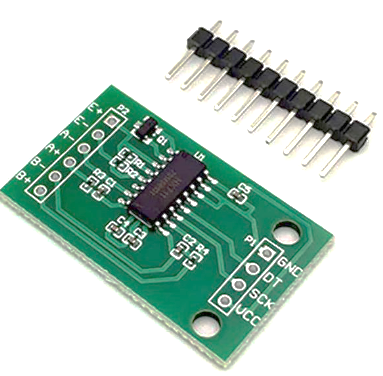
Description automatically generated

*Hình 3: Mạch cầu điện trở Wheatstone*

Công thức tính :

## Hx711:

### Khái niệm:



*Hình 4: Mạch chuyển đổi ADC 24bit Loadcell HX711*

Hx711 là module chuyển đổi ADC (Analog to digital converter) với độ phân giải 24bit HX711 được sử dụng để đọc giá trị điện trở thay đổi từ cảm biến Loadcell Hx711 đóng vai trò chuyển đổi tín hiệu tương tự từ loadcell sang tín hiệu số sẽ được đọc bởi vi xử lí.

### Thông số kĩ thuật:

Điện áp hoạt động: 2.7-5.5V

Nhiệt độ hoạt động: -40 ~ +85℃

Dòng tiêu thụ: < 1.5 mA

Kích thước: 38 \* 21 \* 10 mm

Độ phân giải: 24bit ADC

## Arduino UNO R3:

### Khái niệm:



*Hình 5: Arduino UNO R3 - DIPP IC*

Là một vi xử lí rất thông dụng hiện nay có tác dụng đọc và xử lí dữ liệu từ Hx711 đưa kết quả ra màn hình Lcd

### Thông số kĩ thuật:

Số chân Digital I/O: 14 (trong đó 6 chân có khả năng xuất xung PWM).

Số chân PWM Digital I/O: 6

Số chân Analog Input: 6

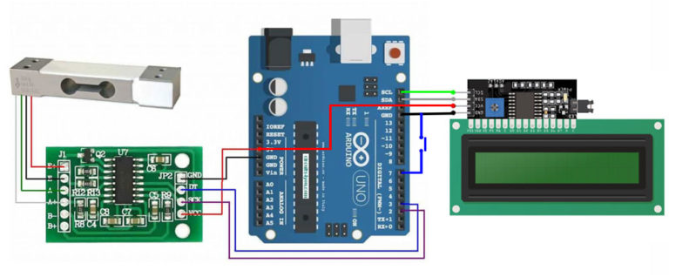
Dòng điện DC Current trên mỗi chân I/O: 20 mA

Dòng điện DC Current chân 3.3V: 50 mA

Nguồn nuôi mạch: 5VDC từ cổng USB hoặc nguồn ngoài cắm từ giắc tròn DC

# LẮP MẠCH VÀ HIỆU CHỈNH:

## Sơ đồ nguyên lý:



*Hình 6: Sơ đồ nguyên lý đo bằng cảm biến Loadcell*

Khi có áp lực đè lên loadcell sẽ làm thay đổi điện áp Hx711 sẽ đọc điện áp đó và gửi về vi xử lí cuối cùng hiện kết quả ra LCD.

## Lập trình cho Arduno:

Muốn có kết quả chính xác trước hết chúng ta cần hiệu chỉnh cân:

B1: Đọc giá trị đầu ra của Hx711 khi cân không chịu áp lực:

B2: Đặt một vật đã biết trước khối lượng m (càng chính xác càng tốt) lên cân rồi đọc giá trị đầu ra của Hx711, gọi k là hệ số hiệu chỉnh.

B3: sau khi tính ra hệ số hiệu chỉnh, khối lượng của vật bất kì đặt lên cân sẽ được tính bằng biểu thức: với là giá trị đọc từ Hx711 khi đặt vật bất kì lên.

Muốn đọc giá trị đầu ra của Hx711, ta dùng thư viện HX711.h:

|  |
| --- |
| #define DOUT 3  #define CLK 2    HX711 scale;  void setup() {  scale.begin(DOUT,CLK);  Serial.begin(9600);  Serial.println("HX711 Calibration");  Serial.println("Remove all weight from scale");  scale.set\_scale();  scale.tare();  long zero\_factor = scale.read\_average(); ///đọc đầu ra của hx711  Serial.print("Zero factor: ");  Serial.println(zero\_factor);  } |

**Code hiển thị giá trị cân nặng lên LCD**:

|  |
| --- |
| #include "HX711.h"  #include <Wire.h>  #include <LiquidCrystal\_I2C.h>  LiquidCrystal\_I2C lcd(0x27, 16, 2);  #define DOUT 3  #define CLK 2  HX711 scale;  float weight;  float calibration\_factor = -103515; // giá trị này lấy từ code hiệu chỉnh  void setup() {  scale.begin(DOUT,CLK);  Serial.begin(9600);  scale.set\_scale();  scale.tare(); //Reset giá trị về 0  long zero\_factor = scale.read\_average(); //đọc thông tin  }  void loop() {  scale.set\_scale(calibration\_factor);  weight = scale.get\_units(5);  if(weight<0){  weight=-1\*weight;}  lcd.init();  lcd.backlight();  lcd.setCursor(0, 0);  lcd.print("Trong luong:");  lcd.setCursor(0, 1);  lcd.print(weight,5);  lcd.print(" KG ");  Serial.print("Weight: ");  Serial.print(weight,5);  Serial.println(" KG");  Serial.println();  delay(2000);} |

## Lắp mạch và hiển thị:



*Hình 7: Mạch đo thực tế*

# 

# ĐO LƯỜNG VÀ XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO

## Kết quả đo và xử lý sai số với trường hợp ánh sáng tự nhiên:

Đo độ rọi của ánh sáng trong phòng có ánh sáng tự nhiên , ta có kết quả đo 30 lần:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lần đo | Kết quả đo (lux) |  | Lần đo | Kết quả đo (lux) |
| 1 | 1343.58 |  | 16 | 1353.06 |
| 2 | 1353.06 |  | 17 | 1362.67 |
| 3 | 1343.58 |  | 18 | 1343.58 |
| 4 | 1353.06 |  | 19 | 1343.58 |
| 5 | 1353.06 |  | 20 | 1343.58 |
| 6 | 1343.58 |  | 21 | 1353.06 |
| 7 | 1362.67 |  | 22 | 1362.67 |
| 8 | 1362.67 |  | 23 | 1343.58 |
| 9 | 1353.06 |  | 24 | 1353.06 |
| 10 | 1353.06 |  | 25 | 1353.06 |
| 11 | 1343.58 |  | 26 | 1362.67 |
| 12 | 1362.67 |  | 27 | 1353.06 |
| 13 | 1362.67 |  | 28 | 1362.67 |
| 14 | 1353.06 |  | 29 | 1353.06 |
| 15 | 1353.06 |  | 30 | 1362.67 |

*Bảng 1: Bảng kết quả đo phòng có ánh sáng tự nhiên*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lần đo | Kết quả đo |  |  |
| 1 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 2 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 3 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 4 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 5 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 6 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 7 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 8 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 9 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 10 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 11 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 12 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 13 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 14 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 15 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 16 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 17 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 18 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 19 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 20 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 21 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 22 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 23 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 24 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 25 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 26 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 27 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 28 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 29 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 30 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
|  |  |  | 1548.018 |

*Bảng 2: Bảng sai số dư*

Sai số trung bình:

Ta thấy: < 6\*d => không có phép đo sai.

Sai số trung bình bình phương:

Giá trị trung bình bình phương của các là:

Ta có n=30 => t=3

Suy ra kết quả:

## Kết quả đo và xử lý sai số với trường hợp phòng kéo rèm:

Đo độ rọi của ánh sáng trong phòng có ánh sáng tự nhiên , ta có kết quả đo 30 lần:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lần đo | Kết quả đo (lux) |  | Lần đo | Kết quả đo (lux) |
| 1 | 1343.58 |  | 16 | 1353.06 |
| 2 | 1353.06 |  | 17 | 1362.67 |
| 3 | 1343.58 |  | 18 | 1343.58 |
| 4 | 1353.06 |  | 19 | 1343.58 |
| 5 | 1353.06 |  | 20 | 1343.58 |
| 6 | 1343.58 |  | 21 | 1353.06 |
| 7 | 1362.67 |  | 22 | 1362.67 |
| 8 | 1362.67 |  | 23 | 1343.58 |
| 9 | 1353.06 |  | 24 | 1353.06 |
| 10 | 1353.06 |  | 25 | 1353.06 |
| 11 | 1343.58 |  | 26 | 1362.67 |
| 12 | 1362.67 |  | 27 | 1353.06 |
| 13 | 1362.67 |  | 28 | 1362.67 |
| 14 | 1353.06 |  | 29 | 1353.06 |
| 15 | 1353.06 |  | 30 | 1362.67 |

*Bảng 1: Bảng kết quả đo phòng có ánh sáng tự nhiên*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lần đo | Kết quả đo |  |  |
| 1 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 2 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 3 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 4 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 5 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 6 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 7 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 8 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 9 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 10 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 11 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 12 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 13 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 14 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 15 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 16 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 17 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 18 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 19 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 20 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 21 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 22 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 23 | 1343.58 | -9.84 | 96.8256 |
| 24 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 25 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 26 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 27 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 28 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
| 29 | 1353.06 | -0.36 | 0.1296 |
| 30 | 1362.67 | 9.26 | 85.7476 |
|  |  |  | 1548.018 |

*Bảng 2: Bảng sai số dư*

Sai số trung bình:

Ta thấy: < 6\*d => không có phép đo sai.

Sai số trung bình bình phương:

Giá trị trung bình bình phương của các là:

Ta có n=30 => t=3

Suy ra kết quả:

## Kết quả đo và xử lý sai số với trường hợp phòng kéo rèm bật đèn:

## Nguyên nhân sai số và cách hạn chế sai số:

### Sai số hệ thống

* Cảm biến loadcell, Hx711 có sai số.

### Sai số ngẫu nhiên

* Do ảnh hưởng của môi trường bên ngoài tác động tại mỗi lần đo là khác nhau dẫn đến sự sai khác.
* Sai số do điện áp cung cấp không ổn định.
* Mặt phẳng dặt cân không nằm ngang.

### Phương hướng khắc phục

* Đo nhiều lần, tìm mặt phẳng thích hợp để đặt cân
* Sử dụng mối nối cẩn thận
* Sử dụng điện áp với đầu ra ổn định

# KẾT LUẬN

Sau khi hoàn thành bài tập lớn môn cơ sở kĩ thuật đo lường đề tài “Đo khối lượng sử dụng cảm biến loadcell” nhóm em đã có thêm nhiều kiến thức về arduino và nguyên lí hoạt động của loadcell cũng như cách xử lí sai số trong một bài toán đo lường. Đó là những kiến thức quan trọng giúp chúng em tiếp tục phát triển và tự tin hơn trong những công việc cần đến đo lường. Để bản báo cáo được hoàn thiện hơn, chúng em xin tiếp thu mọi ý kiến nhận xét và đánh giá của cô.

Cuối cùng, chúng em xin gửi lời cám ơn chân thành tới cô!

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://nshopvn.com/blog/nguyen-ly-hoat-dong-cua-cam-bien-can-nang-loadcell-cach-su-dung-cam-bien-voi-arduino-de-lam-mot-can-dien-tu-don-gian/>
2. <https://kyoritsuvietnam.net/tin-tuc/load-cell-la-gi-cau-tao-nguyen-ly-lam-viec-va-cach-kiem-tra-loadcell-2076.html>
3. <https://mctt.com.vn/loadcell-la-gi/>