

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ



BÀI BÁO CÁO THỰC HÀNH MÔN CẢM BIẾN VÀ CHUYỂN NĂNG
ĐỀ TÀI: “THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÂN ĐIỆN TỬ TỪ 0=>20g HIỂN THỊ LCD”

Giáo viên hướng dẫn: Thầy Nguyễn Hữu Cường

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Hải B1609228

Châu Minh Luân B1609245

Khóa: 42

Ngành : kỹ thuật cơ điện tử

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây theo sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, công cuộc công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước đang phát triển mạnh mẽ. Trước tình hình đó đã có những yêu cầu cấp bách và cũng là những thách thức đặt ra cho giới tri thức.

Để làm quen với công việc thiết kế, chế tạo và tìm hiểu về các loại cảm biến, linh kiện điện tử nên nhóm chúng em đã chọn đề tài môn cảm biến và truyền năng là “THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÂN ĐIỆN TỬ TỪ O=>20g HIỂN THỊ LCD” nhằm củng cố kiến thức trong quá trình thực tế.

Sau khi chọn được đề tài cùng với sự hướng dẫn của thầy Nguyễn Hữu Cường, cùng với sự nỗ lực của cả nhóm tìm tòi nghiên cứu tài liệu đến nay bài báo cáo đã hoàn thành. Trong quá trình thực hiện dù đã cố gắng nhưng do thời gian và trình độ vẫn còn hạn chế nên không tránh khỏi sai sót. Vậy nên chúng em kính mong sự giúp đỡ và chỉ bảo của thầy để bài báo cáo của chúng em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn thầy và các bạn nhóm khác đã quan tâm động viên, hỗ trợ nhóm trong quá trình thực hiện đề tài này.

Mục lục

I. Giới thiệu cảm biến	3
1.1 Cấu tạo.....	3
1.1.1 Laptop.....	3
1.1.2 Cảm biến lực load cell.....	3
1.1.3 Module HX711.....	5
1.1.4 Arduino uno R3	7
1.2 Nguyên lý hoạt động của load cell.....	8
II. Khảo sát các đặc tính của cảm biến.....	8
2.1 Đo tăng:.....	8
2.2 Đo giảm:.....	9
2.3: Đặt tuyến quan hệ vào ra.....	9
2.4: Độ nhạy, độ phi tuyến, độ trễ.....	10
2.4.1: Độ nhạy (K).....	10
2.4.2: Độ phi tuyến (N).	10
2.4.3: Độ trễ (H).	10
2.5: Phương trình mô tả (P)	11
2.6 : Đồ thị hàm mật độ xác suất:.....	12
2.6.1: Độ lặp:	12
2.6.2 : Đồ thị hàm mật độ xác suất:.....	14
III. Xây dựng tính ứng dụng của hệ thống đo.....	14
3.1 Giới thiệu, mô tả hoạt động của hệ thống đo	14
3.2 Sơ đồ kết nối các thành phần trong hệ thống	15
3.3 Sơ đồ khối	16
3.4 Số liệu , hình ảnh loadcell với mô hình thực tế.....	17
3.5 Kết quả thí nghiệm	18

I. Giới thiệu cảm biến.

1.1 Cấu tạo

1.1.1 Laptop

Laptop là một thiết bị không thể thiếu trong cuộc sống hiện đại và cả trong nghiên cứu, nhất là trong ngành điện tử có lập trình.

Trong nội dung đề tài này, ta sử dụng một laptop có cấu hình trung bình có cài sẵn một số phần mềm cần thiết:

- * Phần mềm Arduino IDE dùng để rà soát lỗi và biên dịch lệnh cho arduino.
- * Phần mềm hỗ trợ lập trình giao diện.

Internet cũng là một yếu tố quan trọng hỗ trợ cho việc viết chương trình nạp cho arduino thông qua các thư viện, các đoạn code mẫu và hướng dẫn khác.

Laptop được kết nối với arduino qua cổng usb bằng cáp phụ kiện của arduino.

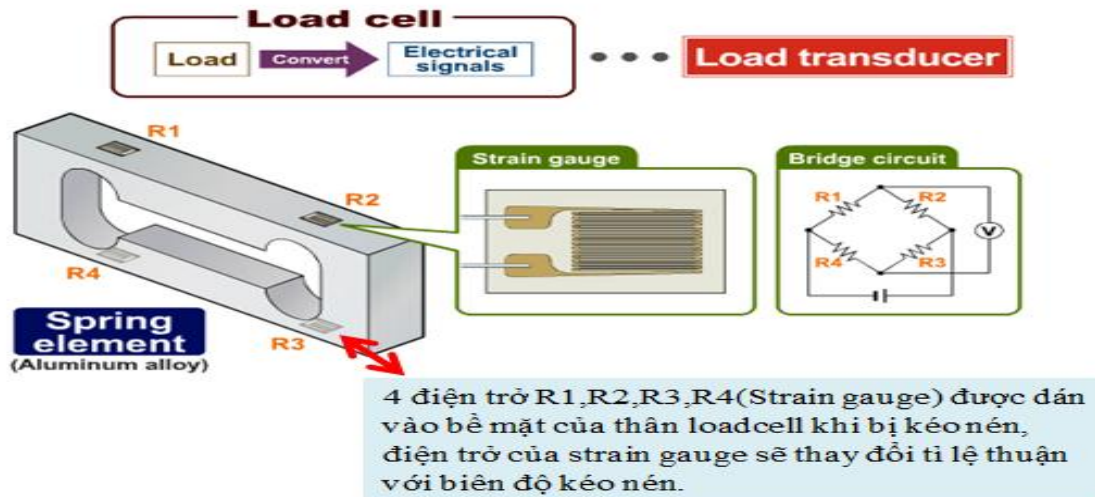
1.1.2 Cảm biến lực load cell

Load cell là thiết bị vảm biến dùng để chuyển đổi lực hoặc trọng lượng thành tín hiệu điện thường được sử dụng để cảm ứng các lực lớn, tĩnh hay các lực biến thiên chậm

- **Cấu tạo**

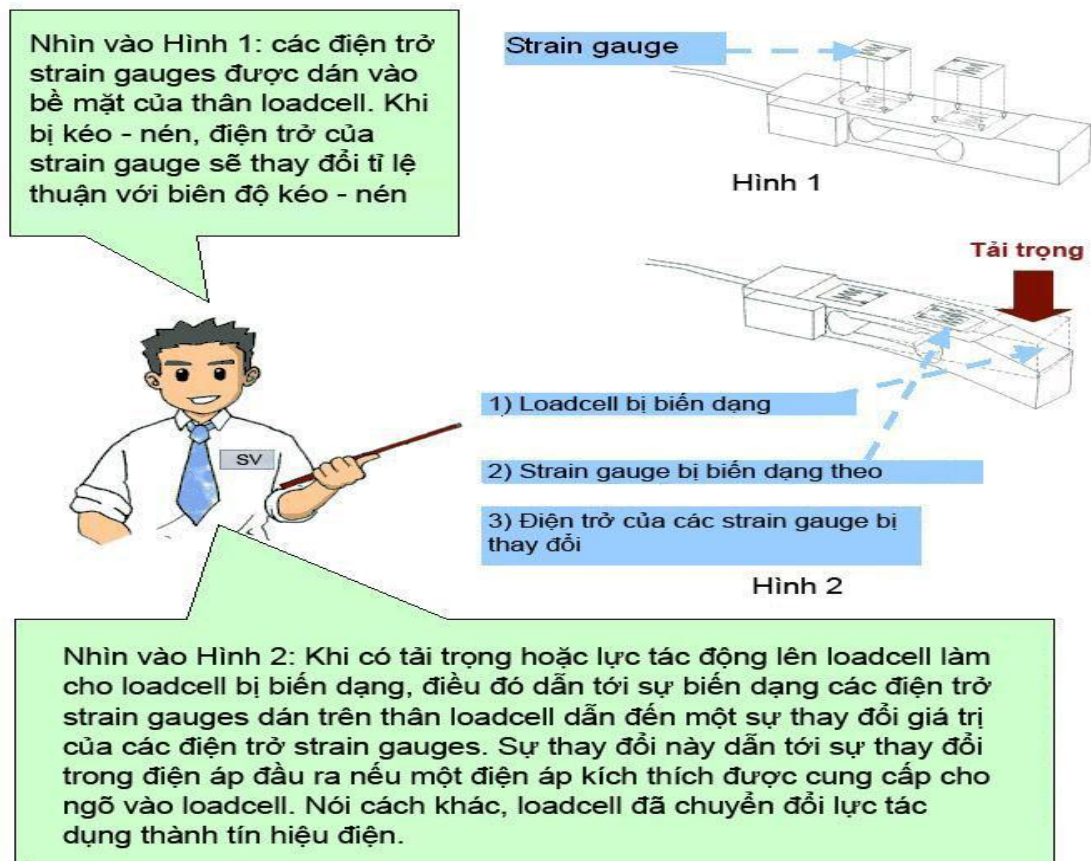
Load cell được cấu tạo bởi hai thành phần, thành phần thứ nhất là “**strain gauge**” và thành phần còn lại là “**load**”.

“**strain gauge**” là một điện trở đặt biệt chỉ nhỏ bằng ngón tay, có điện trở thay đổi khi bị nén hoặc kéo giãn được nuôi bằng một nguồn điện ổn định, được dán lên “**load**” – một thanh kim loại chịu tải có tính đàn hồi được thể hiện như hình dưới .



Cấu tạo chính của load cell gồm các điện trở “strain gauge” R1, R2, R3, R4 nối thành một cầu điện trở Wheatstone như hình 1 và được dán vào bề mặt thân của load cell. Một điện áp kích thích được cung cấp cho ngõ vào loadcell (2 góc(1) và (4) của cầu điện trở wheatstone và điện áp tín hiệu ra được đo giữa hai góc khác.

- **Nguyên lý hoạt động :** được thể hiện như hình dưới



- **Phân loại**

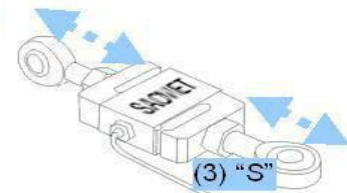
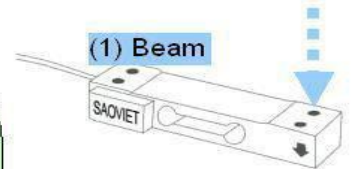
Có thể phân loại load cell như sau:

- ❖ Phân loại load cell theo lực tác động: chịu kéo (Shear Load cell), chịu nén (compression Load cell), dạng uốn (Bending), chịu xoắn (Tension Load cell)
- ❖ Phân loại theo hình dạng: dạng thanh, dạng trụ, dạng chữ “S”, dạng mỏng như hình dưới
- ❖ Phân loại theo kích thước và khả năng chịu tải: loại bé, vừa, lớn.

Loadcell được chia ra thành 4 loại chính, theo như hình bên là:

- (1) Loadcell dạng thanh (beam type loadcell)
- (2) Loadcell dạng trụ (Column type loadcell)
- (3) Loadcell dạng chữ “S” (“S” type loadcell)
- (4) Loadcell dạng mỏng (Diaphragm ltype loadcell)

↓ Chiều mũi tên màu xanh là chiều lực tác dụng lên loadcell



• Ứng dụng của load cell:

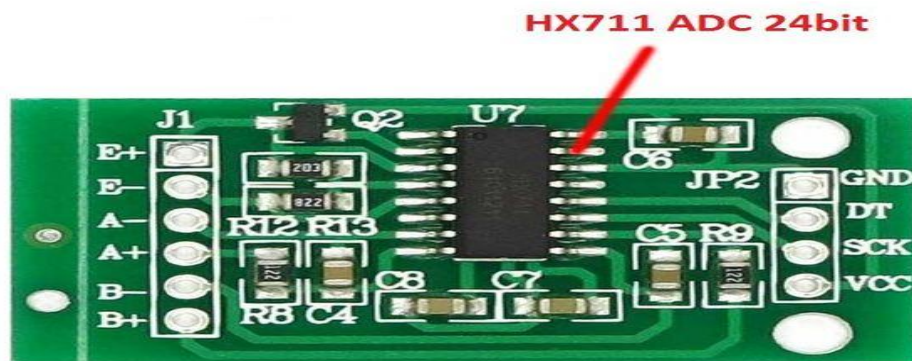
Một ứng dụng khá phổ biến thường thấy của load cell là được sử dụng trong các loại cân điện tử và chiếc cân kỹ thuật đòi hỏi độ chính xác cao cho tới những chiếc cân có trọng tải lớn trong công nghiệp.

1.1.3 MODULE HX711

Hx711 là một modul chuyển đổi tín hiệu analog sang digital (hay analog to digital converter “ADC”) 24-bit. Dùng để chuyển đổi một đại lượng vật lý tương tự sang tín hiệu điện khi giao tiếp trực tiếp với cảm biến load cell. Có khả năng chống nhiễu và độ tin cậy cao.

module Hx711 thực tế

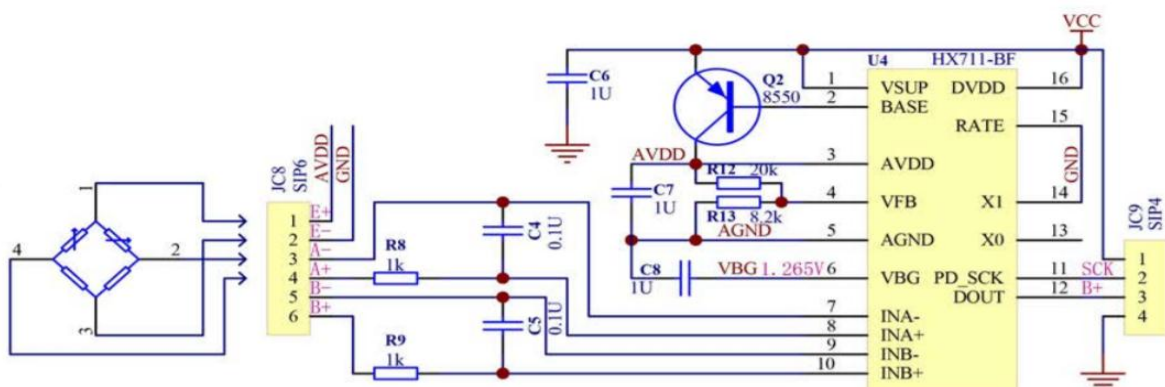
Cấu tạo được thể hiện như hình dưới



- **Nguyên lý hoạt động**

Với cấu tạo chính là con Hx711 đọc tín hiệu analog của load cell qua kênh gồm 4 dây: VCC(E+), GND(E-), INA+ và INA- rồi chuyển đổi sang tín hiệu digital và chuyển sang vi điều khiển có xung CK

Module HX711



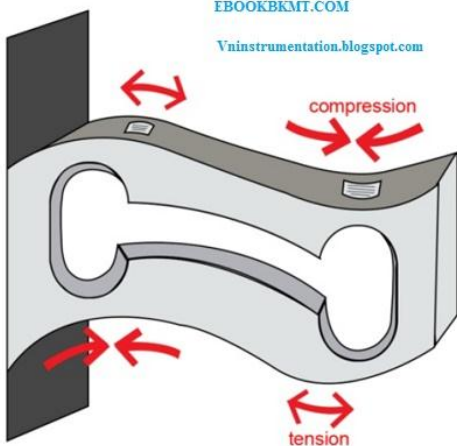
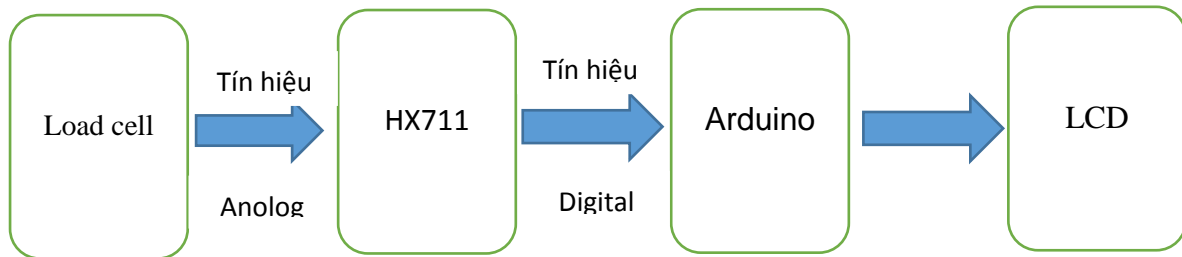
1.1.4 Arduino Uno R3



Arduino là sử dụng chip Atmega 328. Nó có 14 chân digital I/O, 6 chân đầu vào (input) analog, thạch anh giao động 16 Mhz. một thông số kỹ thuật như sau:

Vi điều khiển	ATmega328P
Điện áp hoạt động	5V
Điện áp vào khuyến dùng	7-12V
Điện áp vào giới hạn	6-20V
Digital I/O pin	14 (trong đó 6 pin có khả năng băm xung)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
Cường độ dòng điện trên mỗi I/O pin	20 mA
Cường độ dòng điện trên mỗi 3.3V pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) 0.5 KB được sử dụng bởi bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Tốc độ	16 MHz
Chiều dài	68.6 mm
Chiều rộng	53.4 mm
Trọng lượng	25 g

1.2 Nguyên lý hoạt động của load cell



Khi có vật nặng đặt lên cảm biến load cell thì tín hiệu analog sẽ truyền về Hx711 và chuyển đổi thành tín hiệu digital và truyền về Arduino xử lý là xuất ra giá trị khối lượng ra màn hình LCD 16x12.

Khi có tải trọng hoặc lực tác động lên thân loadcell làm cho thân loadcell bị biến dạng (giãn hoặc nén), Kết quả là, hai trong số 4 điện trở strain gauges là trong nén, trong khi hai strain gauges đang bị căng ra (như thể hiện trong hình ảnh dưới đây). Điều đó

dẫn tới sự thay đổi chiều dài và tiết diện của các sợi kim loại của điện trở strain gauges dán trên thân loadcell dẫn đến một sự thay đổi giá trị của các điện trở strain gauges. Chúng ta sử dụng mạch cầu Wheatstone để chuyển đổi sự thay đổi tỉ lệ giữa lực căng và trở kháng thành điện áp tỷ lệ với tải. Sự thay đổi điện áp này là rất nhỏ, do đó nó chỉ có thể được đo và chuyển thành số sau khi đi qua bộ khuếch đại của các bộ chỉ thị cân điện tử (đầu cân).

II. Khảo sát các đặc tính của cảm biến.

Bảng thực nghiệm:

2.1 Đo tăng:

STT	Giá trị thật (g)	Giá trị đo (g) (Lấy trung bình của 10 lần đo)
1	5g	5g
2	20g	16.05g
3	25g	20.65g
4	110g	106.1g
5	128g	120.1g

6	130g	122.41g
7	138g	123.68g
8	152g	136.96g
9	157g	142.95g
10	168g	161.43g

2.2 Đo giảm :

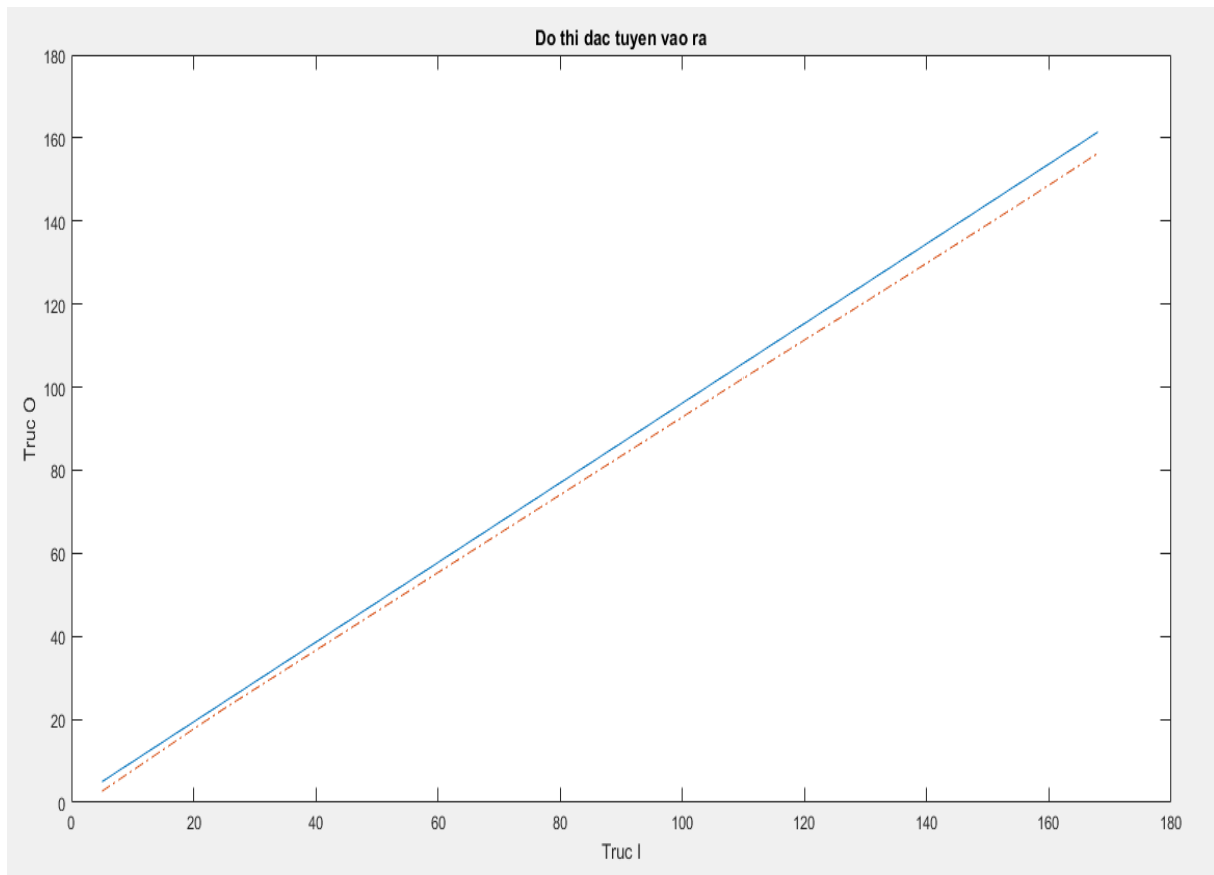
STT	Giá trị thật (g)	Giá trị đo (g) (Lấy trung bình của 10 lần đo)
1	168g	162g
2	157g	143.2g
3	152g	137.4g
4	138g	123.7g
5	130g	120.6g
6	128g	119g
7	110g	100.5g
8	25g	20.9g
9	20g	15.7g
10	5g	4.8g

2.3: Đặt tuyến quan hệ vào ra.

Code:

```
I1=[5 20 25 110 128 130 138 152 157 168];
O1=[5 16.05 20.65 106.1 120.41 122.41 123.68 136.96 142.95 161.43];
I2=[168 157 152 138 130 128 110 25 20 5];
O2=[162 143.2 137.4 123.7 120.6 119 100.5 20.9 15.7 4.8 ];
P=polyfit(I1,O1,3);
I1min = I1(1);
I1max = I1(end);
O1min = O1(1);
O1max = O1(end);
plot([I1min I1max],[O1min O1max]);
hold on;
xlabel('Truc I')
ylabel('Truc O')
title('Do thi dac tuyen vao ra')
O3 = polyval(P,I1);
plot(I1,O3, '-.');
```

Hình ảnh vẽ trên Matlab:



2.4: Độ nhạy, độ phi tuyến, độ trễ.

2.4.1: Độ nhạy (K).

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} = \frac{161.43 - 5}{168 - 5} = 0.9597$$

2.4.2: Độ phi tuyến (N) sai lệch giữa đường thực tế và đường lý tưởng.

$$a = O_{min} - K * I_{min} = 4.8 - 0.9597 * 5 = 1.5 * 10^{-3}$$

lấy giá trị của bảng đo giảm:

$$N(I_3) = O(I_3) - (K * I_3 + a) = 137.4 - (0.9597 * 152 + 1.5 * 10^{-3}) = -8.4759$$

2.4.3: Độ trễ (H).

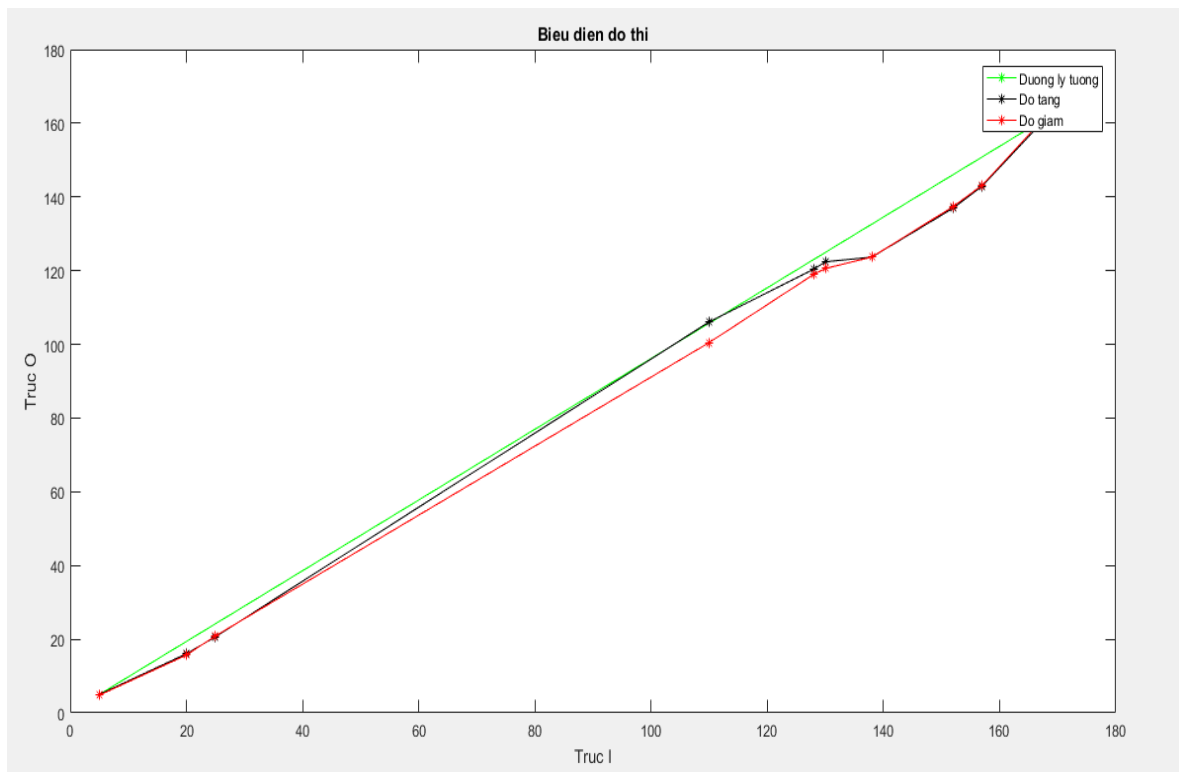
$$H(I) = O(\uparrow) - O(\downarrow) = 137.4 - 136.96 = 0.44g$$

Code:

```
I1=[5 20 25 110 128 130 138 152 157 168];
O1=[5 16.05 20.65 106.1 120.41 122.41 123.68 136.96 142.95 161.43];
I2=[168 157 152 138 130 128 110 25 20 5];
O2=[162 143.2 137.4 123.7 120.6 119 100.5 20.9 15.7 4.8];
```

```
P=polyfit(I1,O1,3);  
I1min = I1(1);  
I1max = I1(end);  
O1min = O1(1);  
O1max = O1(end);  
plot([I1min I1max],[O1min O1max], '*-g');  
hold on;  
plot(I1,O1, '*-k')  
hold on;  
plot(I2,O2, '*-r')  
xlabel('Truc I')  
ylabel('Truc O')  
title('Bieu dien do thi')  
legend('Duong ly tuong','Do tang','Do giam')
```

Hình ảnh trên matlab:



2.5: Phương trình mô tả (P)

Code :

Phương trình mô tả:

Dùng polyfit để tìm các giá trị P(1), P(2), P(3), P(4) để thế vào phương trình:

```
I1=[5 20 25 110 128 130 138 152 157 168];
```

```
O1=[5 16.05 20.65 106.1 120.41 122.41 123.68 136.96 142.95 161.43];
```

```
P=polyfit(I1,O1,3)
```

P =

0.0000 -0.0010 1.0242 -2.4241

>> P(1)

ans =

3.3643e-06

>> P(2)

ans =

-0.0010

>> P(3)

ans =

1.0242

>> P(4)

ans =

-2.4241

$$O=P_{(1)} I^3 + P_{(2)} I^2 + P_{(3)} I + P_{(4)} = 3.3643.10^{-6} I^3 - 0.001 I^2 + 1.0242 I - 2.4241$$

2.6: kiểm tra độ lặp và đồ thị hàm mật độ xác suất

2.6.1 : độ lặp

- Kiểm tra này phải được thực hiện trong môi trường làm việc bình thường của phần tử, chẳng hạn bên ngoài nhà máy, hay trong một phòng điều khiển, nơi mà các ngõ vào môi trường I_M và I_I thay đổi ngẫu nhiên. Tín hiệu ngõ vào I phải được giữ không đổi ở giá trị trung bình và ngõ ra O được đo trong một khoảng thời gian dài, nhiều ngày, thu được một tập giá trị O_k .

Vật nặng chuẩn = 20 g

Số lần đo (N)	Giá trị đo (O_k)
1	16,6
2	16
3	16,3
4	16,7
5	16,9
6	16,1

7	15,9
8	16,4
9	16
10	16,3
11	15,9
12	16
13	16,1
14	15,8
15	16,2
16	16,1
17	15,9
18	16
19	16,1
20	15,7
21	16
22	16,5
23	16,3
24	16,1
25	16,1
26	15,8
27	16,4
28	16,1
29	16,3
30	15,7
31	16,2
32	16,3
33	15,9
34	16,2
35	16
36	16,1
37	16,1
38	15,9
39	16
40	15,9
41	16,4
42	16,3
43	16,1
44	16
45	16,5
46	16
47	16,2
48	16,3
49	15,9
50	16,1

Giá trị trung bình của tập dữ liệu được xác định bởi.

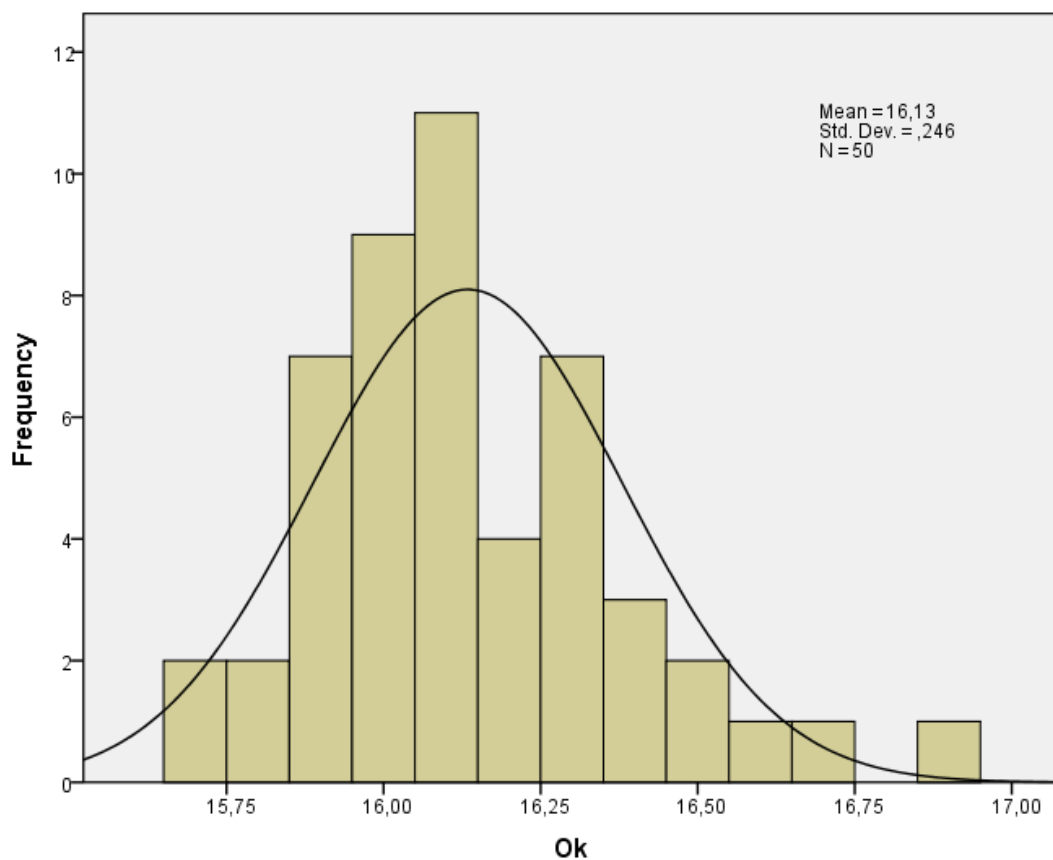
$$\bar{O} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N O_K = 16,13 \text{ g}$$

- Độ lệch chuẩn được xác định bởi.

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{K=1}^N (O_K - \bar{O})^2} = 0,246 \text{ g}$$

2.6.2 : Đồ thị hàm mật độ xác suất:

- vẽ histogram của giá trị O_k để ước lượng hàm mật độ xác suất $p(O)$



III. Xây dựng tính ứng dụng của hệ thống đo

3.1 Giới thiệu mô tả hoạt động của hệ thống đo

Cấu trúc tín hiệu của load cell vẫn bao gồm 2 loại, loại 5 dây và loại 7 dây trong đó có một dây tín hiệu chống nhiễu cho load cell

ở đây cảm biến được sử dụng là loại 5 dây gồm một dây chống nhiễu, ExC+ (màu đỏ), ExC- (màu đen), Sig-(trắng).

cảm biến không có ký hiệu màu dây ta có thể dùng đồng hồ đo VOM để xác định. Ta chọn thang đo điện trở từ 2k đo điện trở từng cặp dây ta sẽ có 6 kết quả đo trong đó có 2 giá trị đo là lớn hơn so với 4 giá trị còn lại. và lúc đó ta có thể xác định được một cặp dây tín hiệu có kết quả lớn nhất giá trị lớn hơn là hai điện trở giữa hai dây +Exc và -Exc còn giá trị nhỏ hơn là điện trở giữa hai dây +Sig và -Sig. ta nối load cell với bộ chỉ thị để xác định chính xác màu dây load cell. Nếu càng đặt tải lên load cell mà số lại càng giảm đi thì có một trong 2 cặp dây (+Exc và -Exc) và cặp dây (+Sig và -Sig) bị quy định ngược, ta chỉ cần đảo một trong hai cặp dây là xong.

Trường hợp 2 đối với load cell 6 tín hiệu

Cấu trúc của load cell 7 dây chính là ngoài các dây đã nêu còn có thêm hai dây tín hiệu dùng để bù tín hiệu điện áp và có tác dụng chống nhiễu cao. Về cơ bản thì cũng tương tự như load cell 4 dây vì trong load cell 6 dây, dây +Exc nối tắt với dây +Sen và dây -Exc nối tắt với dây -Sen. Xác định lúc này cũng tương tự như load cell 5 dây. Do đó dùng đồng hồ đo ohm ở thang đo 2k.

Khi xác định được hai cặp dây ta cũng lắp load cell vào đầu cân và kiểm tra lại trình tự như load cell 4 dây.

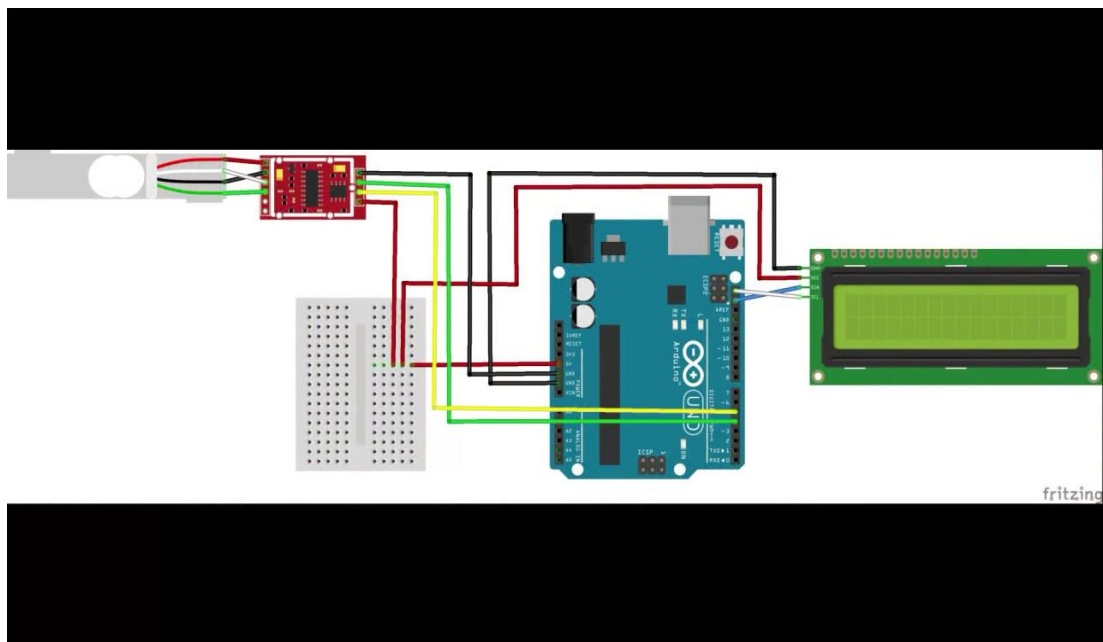
Lập trình chuẩn (scale) cho cảm biến và hiển thị ra màn hình

Lập trình trên Arduino ta sử dụng thư viện Hx711 để lập trình đọc tín hiệu cảm biến. trong thư viện có bộ đọc tín hiệu chuyển đổi từ analog sang digital sau đó nhân với tỷ lệ thiết lập sẽ ra khối lượng. các bước thiết lập tỷ lệ chuẩn như sau:

1. Gọi hàm set_Scale không thông số
2. Dung tiếp hàm tare() không thông số
3. Đặt vật nặng có giá trị chuẩn lên cảm biến lực và dùng hàm get_units(10)(đọc giá trị trung bình 10 lần) để đọc tín hiệu
4. Chia giá trị tín hiệu đọc được ở bước 3 cho giá trị chuẩn
5. Nhập kết quả ở bước 4 vào bước 1
6. Điều chỉnh giá trị thông số cho tới khi đọc được giá trị chính xác
Thử nghiệm độ chính xác với các vật nặng khác nhau.
Sau khi thiết lập giá trị chuẩn xong ta cho thử nghiệm các vật nặng khác nhau để kiểm tra và thiết lập giá trị chuẩn với độ sai tối thiểu.

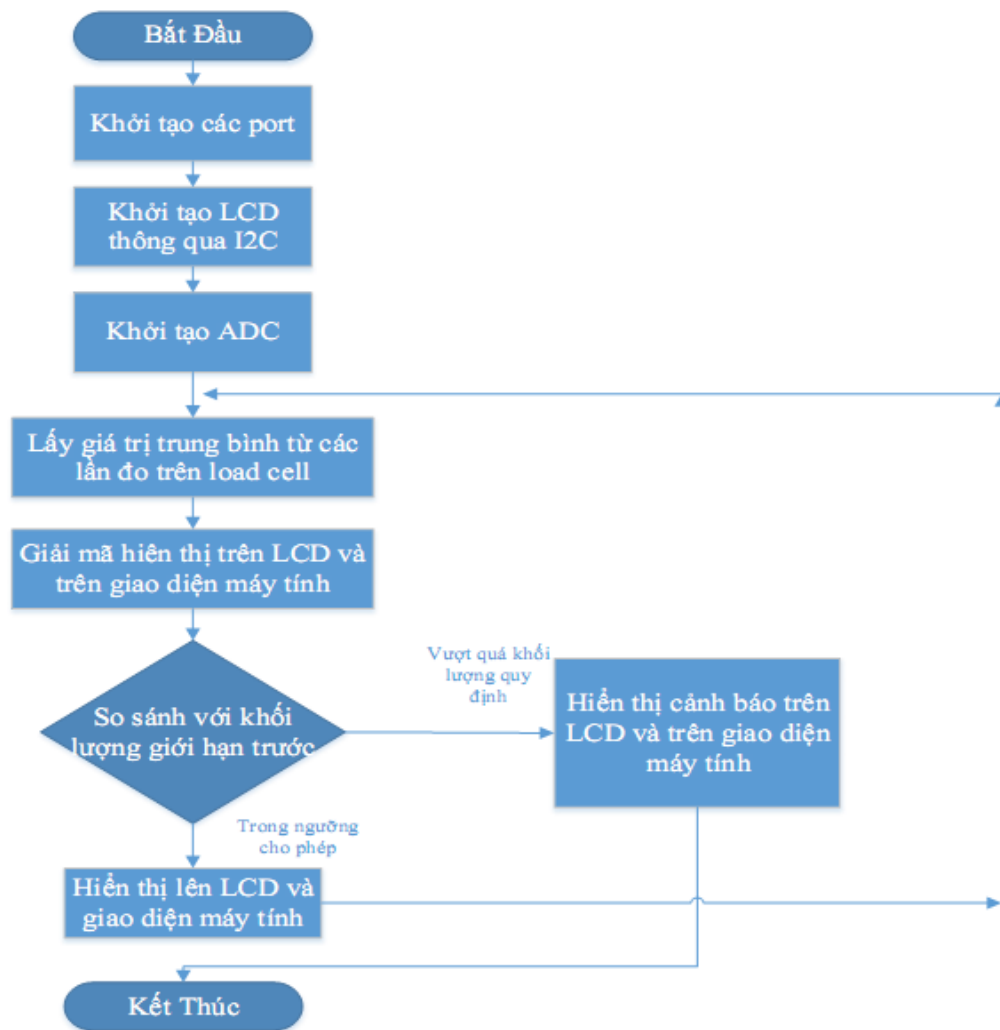
3.2 Sơ đồ kết nối các thành phần trong hệ thống

Lắp và cố định load cell vào cân điện tử kết nối load cell với modul Hx711 và Arduino theo sơ đồ sau

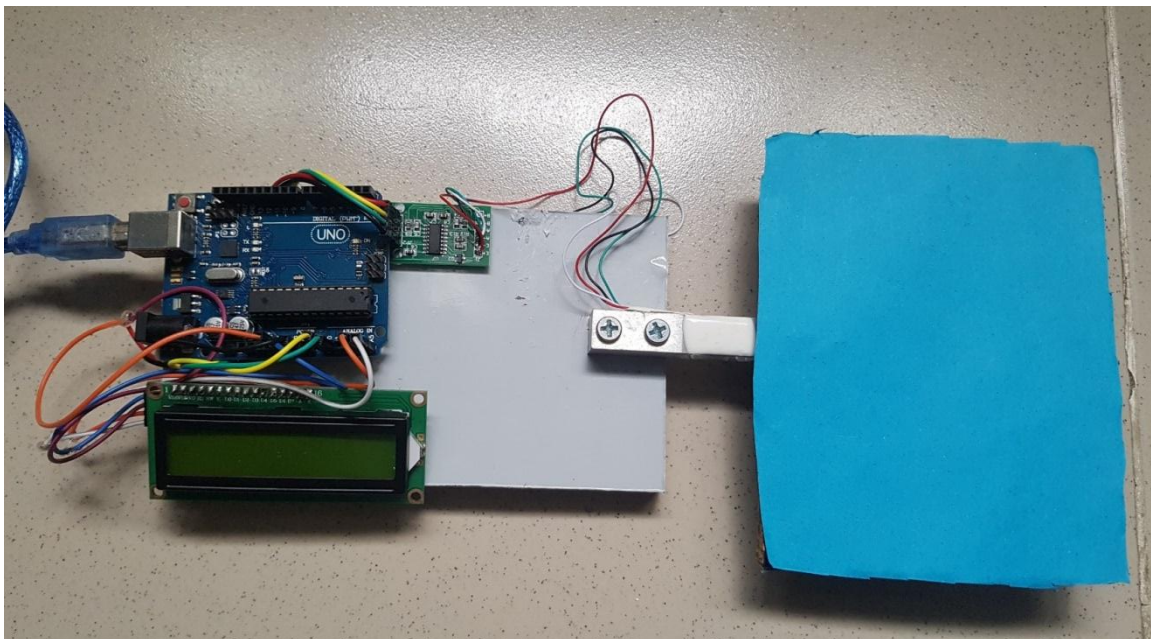


Sơ đồ kết nối arduino nối Hx711 và cảm biến load cell

3.3 sơ đồ khối



3.4: Hình ảnh load cell với mô hình thực tế



Lập trình thiết lập thông số

Xác định thông số sau khi đã lắp và cố định giá cân với load cell. Các bước thực hiện tương tự như thí nghiệm 1 như sau

1. Gọi hàm set_Scale không thông số
2. Dùng tiếp hàm tare() không thông số
3. Đặt vật nặng có giá trị chuẩn lên cảm biến lực và dùng hàm get_units(10)(đọc giá trị trung bình 10 lần) để đọc tín hiệu
4. Chia giá trị tín hiệu đọc được ở bước 3 cho giá trị chuẩn
5. Nhập kết quả ở bước 4 vào bước 1
6. Điều chỉnh giá trị thông số cho tới khi đọc được giá trị chính xác

Thử nghiệm độ chính xác với các vật nặng khác nhau.

Sau khi thiết lập giá trị chuẩn thì ta nhận được kết quả với sai số 1,86 g

3.5 Kết quả thí nghiệm

Bảng giá trị thực sau 3 lần đo

Khối lượng vật chuẩn	Cân lần 1	Cân lần 2	Cân lần 3
5g	5,2g	2,5 g	5,2 g
20g	16,4g	16,5g	16,4g
25g	21,5g	21,4g	21,5g

Tài liệu tham khảo

<http://www.luanvan.co/luan-van/do-an-can-dien-tu-su-dung-mach-arduino-co-ket-noi-voi-giao-dien-may-tinh-63261/>

<https://gist.github.com/matt448/14d118e2fc5b6217da11>

<https://m.123doc.org/document/4096697-thiet-ke-mo-hinh-can-dien-tu-tu-0kg-den-2kg-hien-thi-lcd.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=d75rmSpXqM4&app=desktop>

Đồ án môn cảm biến truyền năng