

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



BÁO CÁO MÔN ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

Đề tài:

MẠCH ĐO DUNG LƯỢNG PIN VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

Nhóm thực hiện :	ĐOÀN QUANG LỮU	20203884
	LÊ QUANG HUY	20200273
	NGUYỄN BÁ TRUNG HIẾU	20200224
Lớp:	Hệ thống Nhúng thông minh và IoT - K65	
Giảng viên hướng dẫn:	PGS. TS NGUYỄN THÚY ANH	

Hà Nội, February 10, 2023

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ	ii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	iii
TÓM TẮT BÁO CÁO	iv
CHƯƠNG 1. CHƯƠNG MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH ĐỀ TÀI	2
2.1 Linh kiện sử dụng	2
2.1.1 Kit Arduino Nano v3	2
2.1.2 LCD 16x2	4
2.1.3 Pin litium 18650	5
2.2 Xử lý sản phẩm	6
2.2.1 Bọc sản phẩm	6
2.2.2 Chỉ tiêu chức năng	6
2.2.3 Chỉ tiêu phi chức năng	7
CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ	8
3.1 Sơ đồ nguyên lý và mạch in pcb	8
3.1.1 Sơ đồ nguyên lý	8
3.1.2 Mạch in	8
3.2 Mạch thực tế	9
3.3 Lập trình với Arduino IDE	11
4 Đo đạc và xử lý số liệu	13
4.1 Quá trình đo đạc sản phẩm	13
4.2 Thống kê và xử lý số liệu	13
5 KẾT LUẬN	15

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 2.1	Kit Arduino Nano v3	2
Hình 2.2	Sơ đồ chân Arduino Nano	4
Hình 2.3	LCD 16x2	4
Hình 2.4	Sơ đồ chân LCD 16x2	5
Hình 2.5	Pin litium 18650	5
Hình 2.6	Tấm bọc formex trắng	6
Hình 3.1	Sơ đồ nguyên lý mạch đo dung lượng pin	8
Hình 3.2	Mạch in pcb vẽ bằng Altium	9
Hình 3.3	Mạch thực tế	9
Hình 3.4	Tổng quan, mặt trước và mặt sau của sản phẩm	10

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1	Linh kiện	2
Bảng 4.1	Bảng kết quả đo dung lượng	14
Bảng 4.2	Bảng sai số dư	14

TÓM TẮT BÁO CÁO

Trong cuộc sống hiện nay, một chiếc pin là không hề lạ với cuộc sống, pin có mặt trong mọi sản phẩm điện tử như: laptop, điện thoại ..., với sinh viên về Điện tử viễn thông, đặc biệt là loại pin lithium 18650, bởi với hiệu năng tuyệt vời, sự tiện dụng và bền bỉ của pin, pin được sử dụng rất nhiều bởi sinh viên. Về dung lượng pin, mặc dù chúng ta có thể xem trên thông tin về sản phẩm mình mua như một số pin có in về số Vôn tối đa và dung lượng của pin lên bề mặt pin, tuy nhiên có một số trường hợp pin không được in lên như vậy, trong trường hợp người sử dụng quên mất dung lượng pin, hay ngoài ra với mong muốn biết thực tế dung lượng pin ra sao bởi thông số cung cấp bởi nhà phát hành hầu như luôn có sai số, và ngoài ra còn rất nhiều trường hợp khác ... do đó việc đo dung lượng pin trở nên khá cần thiết với sinh viên điện tử. Vì vậy trong bài báo cáo này, nhóm bọn em xin đề xuất sản phẩm thiết kế về mạch đo dung lượng pin lithium 18650. Mạch đo sử dụng code Arduino và qua một vài thuật toán đo đạc và xử lý tín hiệu đơn giản thu được giá trị đại diện cho dung lượng pin. Bài báo cáo gồm phần mở đầu, chi tiết sản phẩm và xử lý số liệu, cuối cùng là một vài kết luận về quá trình và kết quả thu được.

CHƯƠNG 1. CHƯƠNG MỞ ĐẦU

Có thể có nhiều lý do cho việc nghiên cứu về đề tài đo pin, trong đó có:

1. Hiểu rõ tình trạng pin: Nghiên cứu về đề tài đo điện áp pin sẽ giúp cho chúng ta có thể xác định được tình trạng pin của một thiết bị cụ thể, điều này có thể giúp chúng ta quản lý pin một cách hiệu quả hơn.
2. Đảm bảo an toàn cho sản phẩm: Khi biết được điện áp của pin, chúng ta có thể xác định được sức mạnh của pin và có thể đảm bảo an toàn cho sản phẩm sử dụng pin đó.
3. Nâng cao hiệu suất sản phẩm: Nghiên cứu về đề tài đo điện áp pin còn có thể giúp chúng ta cải thiện hiệu suất của sản phẩm sử dụng pin, điều này có thể giúp chúng ta tiết kiệm pin và tăng thời lượng sử dụng của sản phẩm.

Sản phẩm đo pin là cần thiết với thực tế : Các sản phẩm đo điện áp pin cần thiết vì nó giúp người dùng biết được tình trạng pin của thiết bị, cho phép họ điều chỉnh sử dụng và sạc để tránh tình trạng hết pin hoặc sạc quá sức. Điều này có thể giúp tiết kiệm điện năng và tăng tuổi thọ cho pin. Ngoài ra, việc đo điện áp pin còn có thể giúp kiểm tra tình trạng pin và xác định nếu có bất kỳ vấn đề gì với pin hoặc thiết bị để đưa ra giải pháp kịp thời.

Chúng em xin được gửi lời cảm ơn đến cô Nguyễn Thuý Anh vì sự tận tình và niềm nhiệt huyết trong việc dạy học. Sự giúp đỡ của cô đã giúp chúng em hiểu rõ hơn về kiến thức và có thể áp dụng nó trong thực tế, đồng thời hoàn thành được một bài tập lớn. Trong quá trình làm việc, chúng ta không tránh khỏi một số lỗi, vì vậy mong cô có thể góp ý, chỉnh sửa để nhóm em có thể cải tiến và hoàn thiện sản phẩm trong tương lai.

Nội dung của báo cáo gồm:

- Phần mở đầu giới thiệu đề tài.
- Giới thiệu về linh kiện sản phẩm sử dụng.
- Giải thích nguyên lý, thiết kế và lập trình.
- Xử lý kết quả.
- Kết luận.

CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH ĐỀ TÀI

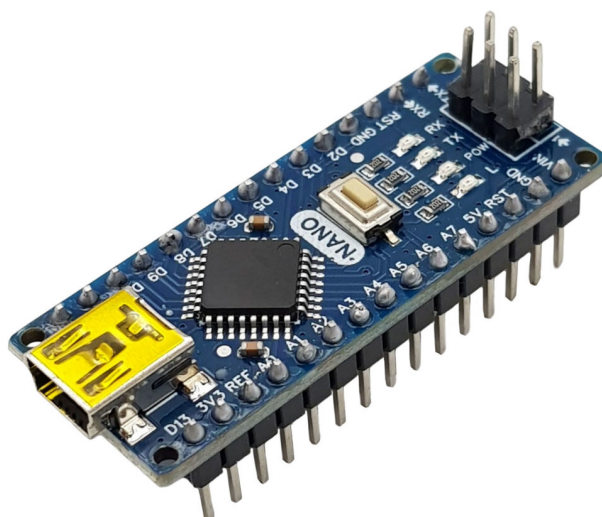
Mỗi chương sẽ bắt đầu bằng một đoạn giới thiệu các phần chính được trình bày trong chương đó, dài khoảng từ 5 đến 10 dòng và kết thúc bằng một đoạn tóm tắt các kết luận chính của chương. Chú ý phân bố chiều dài của mỗi chương cho cân đối và hợp lý [?].

2.1 Linh kiện sử dụng

Bảng 2.1 Linh kiện sử dụng trong sản phẩm

Linh kiện	Số lượng
Arduino nano v3	1
LCD 16x2	1
Trở công suất $1\Omega 10W$	1
Trở công suất $10\Omega 10W$	1
Led đục trắng phi	1
Trở $100\Omega 1/4W$	1
Trở $330\Omega 1/4W$	2
Trở $10k\Omega 1/4W$	1
Pin lithium 18650 3,7V 1500mAh	1

2.1.1 Kit Arduino Nano v3



Hình 2.1 Kit Arduino Nano v3

- *Một số thông tin cơ bản:*

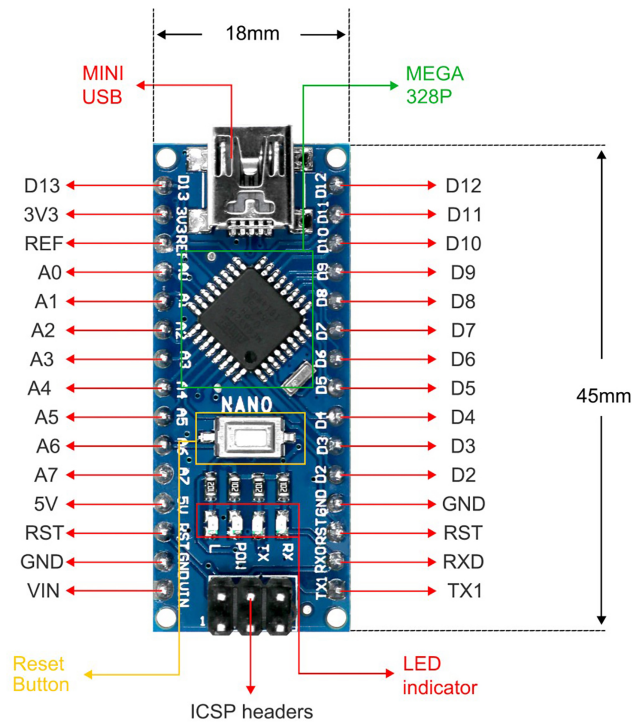
- Mạch Arduino Nano CH340 có kích thước nhỏ gọn, có thiết kế và chuẩn chân giao tiếp tương đương với Arduino Nano chính hãng, tuy nhiên mạch sử dụng chip nạp chương trình và giao tiếp UART CH340 giá rẻ để tiết kiệm chi phí.
- Arduino Nano là phiên bản nhỏ gọn của Arduino Uno R3 , mọi tính năng hay chương trình chạy trên Arduino Uno đều có thể sử dụng trên Arduino Nano, một ưu điểm của Arduino Nano là Arduino Nano có thêm 2 chân Analog so với Arduino Uno.

- *Thông số kỹ thuật của Arduino Nano v3:*

- Vi điều khiển: ATmega328P (họ 8 bit)
- Điện áp hoạt động: 5VDC
- Điện áp khuyến dùng: 7 - 12 VDC
- Điện áp giới hạn: 6 - 20 VDC
- Tần số hoạt động: 16MHz
- Dòng tiêu thụ: 30mA
- Số chân Digital I/O: 14 chân (6 chân PWM)
- Số chân analog: 8 chân (độ phân giải 10 bit)
- Dòng tối đa trên mỗi chân I/O: 40mA
- Dòng ra tối đa (5V): 500mA
- Dòng ra tối đa (3.3V): 50mA
- Kích thước: 1.85cm x 4.3cm

- *Khi kết nối với Arduino Nano:*

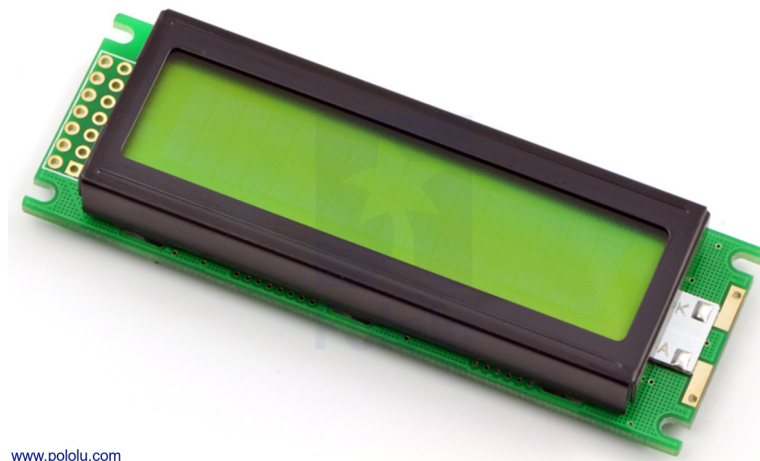
- Không nối trực tiếp dòng 5v vào GND;
- Không cấp nguồn lớn hơn 5V cho bất cứ chân I/O nào;
- Dòng sử dụng trên pin I/O tối đa 40mA, khuyến cáo sử dụng ở 20mA;
- Tổng cường độ dòng điện cấp cho các I/O pin tối đa là 200mA;



Hình 2.2 Sơ đồ chân Arduino Nano

2.1.2 LCD 16x2

Màn hình LCD 2 xanh lá sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 2 dòng với mỗi dòng 16 ký tự, màn hình có độ bền cao, rất phổ biến và dễ dàng để sử dụng.

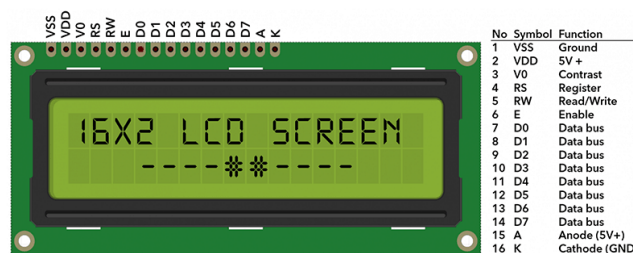


Hình 2.3 LCD 16x2

- Thông số kỹ thuật của LED :

- Điện áp hoạt động là 5V.

- Kích thước: 80 x 36 x 12.5mm
- Chữ trắng, nền xanh dương
- Khoảng cách giữa hai chân kết nối là 0.1 inch tiện dụng khi kết nối với Breadboard.
- Tên các chân được ghi ở mặt sau của màn hình LCD hỗ trợ việc kết nối, đi dây điện.
- Có thể được điều khiển với 6 dây tín hiệu
- Có bộ ký tự được xây dựng hỗ trợ tiếng Anh và tiếng Nhật, xem thêm HD44780 datasheet để biết thêm chi tiết.



Hình 2.4 Sơ đồ chân LCD 16x2

2.1.3 Pin lithium 18650

Pin có hiệu suất ổn định , tuổi thọ dài. Pin chính hãng có khả năng chống cháy nổ, hiệu suất an toàn cao, chịu được nhiệt độ cao, hiệu suất tốt, chống quá tải. pin có thời gian sử dụng lâu, tuổi thọ cao, có thể sạc lại khi pin đã cạn giúp bạn tiết kiệm được chi phí và thời gian.



Hình 2.5 Pin lithium 18650

- Giới thiệu về pin lithium 18650:

- Loại pin: lithium
- Size : 18650 - Dài 6,5 x 1,8cm
- Volts : 3.7V
- Điện áp trung bình: 3.6V
- Điện áp sạc : 4,5v
- Điện áp sạc đầy : 4.2V
- Điện áp ngắt nạp: 2.5V
- Nội trở pin: 20
- Dòng xả: 15C

2.2 Xử lý sản phẩm

2.2.1 Bọc sản phẩm

Sản phẩm sử dụng 1 tấm bọc formex để bọc mạch điện , sau đó dán màu sắc , trang trí , cuối cùng tấm formex được cắt thành các góc để ghép thành 1 hình hộp.



Hình 2.6 Tấm bọc formex trắng

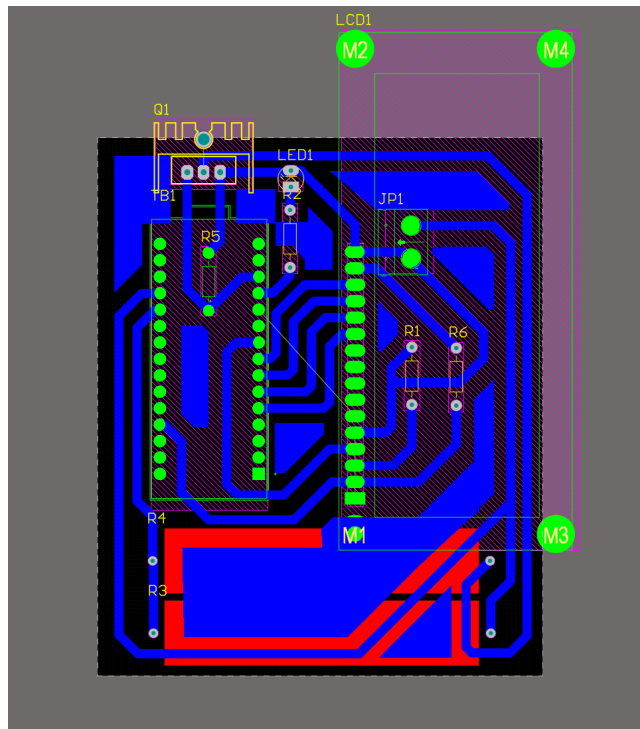
2.2.2 Chỉ tiêu chức năng

- Nguồn: Mạch sử dụng đầu ra của laptop làm nguồn nuôi cho Arduino, và sử dụng Arduino để đo dung lượng của pin lithium. Đầu ra jack của laptop rơi vào khoảng 4-5V 1A

- Sản phẩm yêu cầu sử dụng 1 dây nối sử dụng để nối giữa Arduino và jack ra của laptop Ổn định, tiêu thụ điện năng thấp.
- Hiển thị: Mạch hiển thị số liệu qua LED 16x2 về điện áp của pin, dòng điện qua trở công suất, và dung lượng của pin sau khi pin xả hết.

2.2.3 Chỉ tiêu phi chức năng

- Giá thành rẻ, dễ dàng sử dụng, phù hợp với việc thực hành của sinh viên.
- Kích thước sản phẩm: Dài 143mm - Rộng 90mm - Cao 43mm
- Màu sắc chủ đạo: đỏ

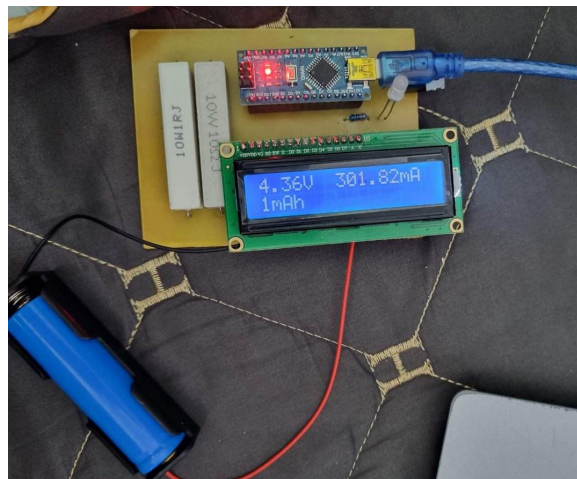


Hình 3.2 Mạch in pcb vẽ bằng Altium

3.2 Mạch thực tế

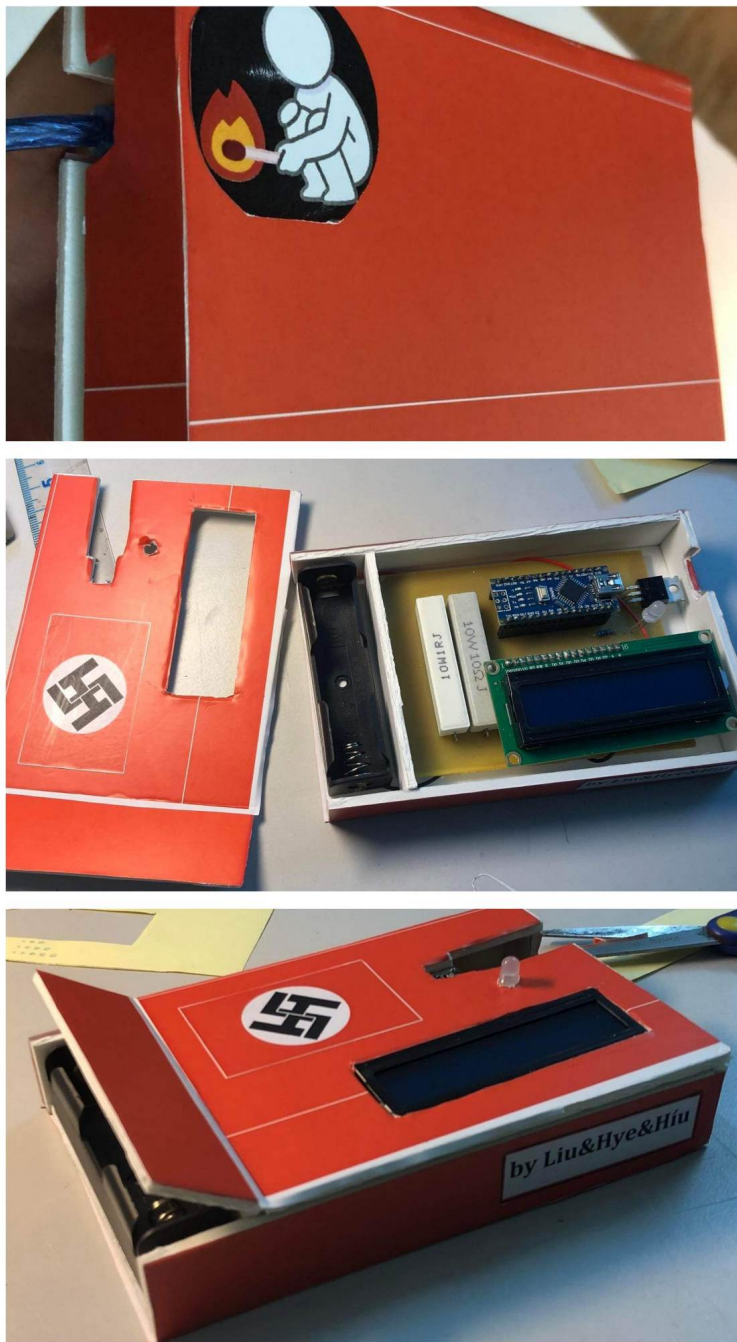
Hoàn thành việc thiết kế pcb, nhóm tiến hành in lên phíp đồng thủy tinh 1 mặt với phương pháp ủ bàn là sau đó cho ăn mòn bằng muối FeCl_3

Sau khi hàn và cắt phíp đồng, ta có sản phẩm:



Hình 3.3 Mạch thực tế

Qua quá trình đo đạc, và ổn định số liệu, cuối cùng nhóm thực hiện bọc sản phẩm, trên các mặt sản phẩm có logo thiết kế của nhóm, tên từng thành viên, và một số trang trí cho sản phẩm.:



Hình 3.4 Tổng quan, mặt trước và mặt sau của sản phẩm

3.3 Lập trình với Arduino IDE

[1] Thư viện sử dụng : LiquidCrystal.h dùng để thực hiện với LCD

- Ý tưởng chính của việc đo pin là đo điện áp giữa 2 đầu trở công suất R4 và thông qua công thức $I=U/R$, ta thu được giá trị dòng điện qua trở, tiến hành đo dòng điện trong mỗi chu kỳ đo và nhân với thời gian để ra được dung lượng pin.

- Lý do pin ngừng xả tại 2,95V bởi một cell pin ở mức 3V là mức điện áp chết của pin, ở mức điện áp này, cell pin sẽ giảm tuổi thọ đáng kể hoặc nặng hơn là sẽ hỏng không thể phục hồi lại điện áp 4.2V . Do đó có thể coi dung lượng của pin là lượng dòng điện pin xả được kể từ khi pin đầy cho đến khi pin còn khoảng 3V

- Nhiệm vụ của analogRead() là đọc giá trị điện áp từ một chân Analog (ADC). Hàm analogRead() luôn trả về 1 số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 1023 tương ứng với thang điện áp (mặc định) từ 0 đến 5V. Hàm analogRead() cần 100 micro giây để thực hiện.

Công thức chuẩn được xác định ở các link [2] và [3] và [4] - Việc hiển giá trị Vôn của pin lên màn hình có thể coi như 1 cách để đo điện áp hiện tại của pin, ngoài ra cũng giúp xác định dự đoán khoảng thời gian quá trình đo đạc có thể sắp kết thúc.


```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(6, 8, 2, 3, 4, 5); //LCD

#define pinBat    A0 // Shunt resistor pin voltage (higher V ref. to GND)
#define pinShunt  A1 // Shunt resistor other pin voltage (lower V ref. to GND)
#define pinMosfet 10 // Digital pin 10 connected to mosfet
#define pinLED    9  // Digital pin 9 connected to LED

void setup() {
  // LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("TEAM 7 WORK");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Batt. mAh Tester");
  //lcd.clear();

  // Pin Configure
  pinMode(pinMosfet, OUTPUT);
  digitalWrite(pinMosfet, LOW);

  pinMode(pinLED, OUTPUT);
  digitalWrite(pinLED, LOW);
}

int    freq    = 1000; // Every 1 second (1000 milliseconds) mAh will be calculated

float  rShunt   = 1.00; // Shunt resistor resistance (if possible instead of marked value on resistor, use multimeter to get a accurate value)
float  vArd     = 4;    // Use a multimeter and check the voltage accros arduino +5V & GND pins
float  vMin     = 2.95; // Minimum battery voltage (Use 2.9 to 3.0V) - discharge will be stopped at this voltage

float  iShunt   = 0.0;  // Current through the shunt resistor (1 ohm)
float  vBat     = 0.0;  // Battery voltage
float  vShunt   = 0.0;  // Voltage accros the shunt resistor
float  mAh      = 0.0;
boolean stop_cal = false;

unsigned long  tPrv = 0;
unsigned long  tPas = 0;

void loop() {

  vBat = analogRead(pinBat) * (vArd / 1023);

  if(stop_cal==false){
    if (vBat < vMin){
      lcd.clear() ;
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Low Battery...");
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print(vBat);
      lcd.print("V");
      delay(500);
    }
    else{
      lcd.clear() ;
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Battery Voltage:");
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print(vBat);
      lcd.print("V");
      delay(500);
    }
  }

  while(vBat >= vMin && stop_cal==false ){
    stop_cal==false;
    digitalWrite(pinMosfet, HIGH);

    stop_cal==false;
    digitalWrite(pinMosfet, HIGH);

    vBat = analogRead(pinBat) * (vArd / 1023);
    vShunt = analogRead(pinShunt) * (vArd / 1023);

    tPas = millis() - tPrv;
    iShunt = (vBat - vShunt) / rShunt;
    mAh = mAh + (iShunt * tPas / 3600.0);
    tPrv = millis();

    lcd.clear() ;
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(vBat);
    lcd.print("V");
    lcd.print(" ");
    lcd.print(iShunt*1000);
    lcd.print("mA");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print((int)mAh);
    lcd.print("mAh");

    digitalWrite(pinLED, HIGH); //LED will blink while discharging
    delay(5);
    digitalWrite(pinLED, LOW);

    if(vBat < vMin){
      digitalWrite(pinLED, HIGH); // LED will continuously lightup after done discharging up to given min. voltage
    }

    delay(freq);
  }
}

```

4 Đo đặc và xử lý số liệu

4.1 Quá trình đo đặc sản phẩm

Ban đầu, sản phẩm được đo khoảng vài lần để xác định số liệu có ổn định. Qua quá trình đo, nhận thấy điện áp của pin Arduino đo được có giá trị gần đúng so với giá trị điện áp đồng hồ đo được (lệch khoảng 0.2V), dung lượng pin đo xung quanh khoảng 1200 mAh.

Vì vậy có thể kết luận sản phẩm đo ổn định và phù hợp với pin litium.



Bắt đầu và kết thúc quá trình đo lần 1

Bắt đầu và kết thúc quá trình đo lần 2

4.2 Thông kê và xử lý số liệu

Nhóm tiến hành đo 30 lần và thu được kết quả:

Bảng 4.1 Bảng kết quả đo dung lượng

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dung lượng(mAh)	1263	1205	1212	1250	1231	1190	1270	1239	1250	1221
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Dung lượng(mAh)	1233	1215	1242	1253	1233	1122	1219	1213	1215	1208
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dung lượng(mAh)	1203	1197	1266	1280	1274	1193	1286	1130	1180	1120

Xử lý số liệu :

Số lần đo: 30

Dung lượng trung bình: $\overline{mAh} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} mAh_i = 1220.433mAh$

Sai số dư : $\varepsilon_i = mAh_i - \overline{mAh}$:

Bảng 4.2 Bảng sai số kết quả đo dung lượng

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ε_i	42.567	-15.433	-8.433	29.567	10.567	-30.433	49.567	18.567	29.567
Lần đo	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ε_i	0.567	12.567	-5.433	21.567	32.567	12.567	-98.433	-1.433	-7.433
Lần đo	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ε_i	-5.433	-12.433	-17.433	-23.433	45.567	59.567	53.567	-27.433	65.567
Lần đo	28	29	30						
ε_i	-90.433	-40.433	-100.433						

Sai số trung bình: $d = \frac{\sum_{i=1}^{30} |\varepsilon_i|}{\sqrt{n(n-1)}} = 32.852177$

Có $6d = 197.113062$

=> Tất cả các sai số dư đều có giá trị nhỏ hơn 6 lần sai số trung bình ($|\varepsilon_i| < 6d$) nên các lần đo trên không có phép đo sai.

Sai số trung bình của bình phương trị số trung bình cộng: $\sigma_{tb} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} \varepsilon_i^2}{n(n-1)}} = 7.864467$

Vậy kết quả dung lượng đo được có dạng: $mAh = \overline{mAh} \pm t\sigma_{tb}$ Chọn $t=3$ Như vậy, xác định được kết quả phép đo:

$X = mAh \pm t\sigma_{tb} = 1220.433 \pm 23.59$

5 KẾT LUẬN

Nhóm chúng em đã hoàn thành bài tập lớn theo đề tài: Đo dung lượng pin lithium 18650 và Xử lý sai số của môn học này với một sản phẩm nhỏ gọn, hiệu quả và khá cần thiết với sinh viên. Qua bài tập lớn lần này, chúng em đã cải thiện thêm cả năng lực làm việc nhóm của mình, đồng thời thành thạo hơn trong việc tìm hiểu linh kiện, tìm hiểu nguyên lý sản phẩm, và lập trình cho Arduino cũng như việc xử lý số liệu cho sản phẩm này và các sản phẩm về sau.

Chúng em xin chân thành cảm ơn cô Nguyễn Thúy Anh đã tận tình giảng dạy và củng cố các kiến thức của môn học để chúng em có thể hoàn thành bài tập lớn này. Trong quá trình làm Bài tập lớn chắc chắn chúng em sẽ gặp phải các sai sót, kính mong cô có thể góp ý, chỉnh sửa để nhóm hoàn thiện bài tập và có thêm kinh nghiệm trong các sản phẩm về sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Works, “Diy easy accurate lithium battery capacity tester using arduino by joule works,” *[Online]* . Available : <https://www.youtube.com/watch?v=zgrMHbX9UC8>, 2022.
- [2] A. forum, “Analog input reads incorrect voltages,” *[Online]*. Available: <https://forum.arduino.cc/t/analog-input-reads-incorrect-voltages/884797/1>.
- [3] J. Errington, “Precise voltage measurement with the arduino microcontroller,” *[Online]*. Available: <https://skillbank.co.uk/arduino/measure.htmfbclid=IwAR2h6SJnllP3DMVeWlnNEFnT>
- [4] J. Errington, “How the arduino adc measures an input voltage,” *[Online]* . Available : <https://skillbank.co.uk/arduino/measure.htmfbclid=IwAR2h6SJnllP3DMVeWlnNEFnTWODAp2jvtj>