

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



BÁO CÁO CUỐI KÌ
HỌC PHẦN: ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ
ĐỀ TÀI:
MẠCH ĐO ĐIỆN ÁP HAI ĐẦU PIN
VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

GVHD: PGS. TS Nguyễn Thúy Anh

Nhóm thực hiện :

Bùi Thành Đạt – 20213696

Nguyễn Đức Minh Vũ – 20213739

Nguyễn Đình Minh Hiếu – 20210345

Hà Nội, 1/2024

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	3
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	Error! Bookmark not defined.
LỜI NÓI ĐẦU.....	4
PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ	5
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	6
1.1 Đối tượng của đề tài	6
1.2 Mục đích của đề tài	6
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP ĐO	7
2.1 SPEC	7
2.2 Sơ đồ khối	7
CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ DỤNG CỤ ĐO	9
3.1 Danh sách linh kiện sử dụng	9
3.1.2 Khối xử lý.....	9
3.1.3 Khối hiển thị	11
3.1.3 Pin R6P AA	12
3.1.4 Bao bì sản phẩm	14
3.2 Chỉ tiêu chức năng	16
3.3 Chỉ tiêu phi chức năng	16
3.4 Thiết kế sản phẩm	17
3.4.1 Sơ đồ nguyên lý.....	17
3.4.2 Lập trình với Arduino IDE	17
3.4.3 Mạch thực tế	20
CHƯƠNG 4: TIẾN HÀNH ĐO THỰC NGHIỆM.....	21
CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ ĐO VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU.....	25
5.1 Xử lý số liệu	25
5.1.1 Sai số của bộ chia áp	25
5.1.2 Sai số đo điện áp pin	27
5.2 Nhận xét	28
CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN.....	29
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	30

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1 Hình minh hoạ bộ chia áp.....	8
Hình 3.1 Kit Arduino Nano v3.....	9
Hình 3.2 Sơ đồ chân Arduino.....	11
Hình 3.3 LCD 16x2.....	11
Hình 3.4 Sơ đồ chân LCD 16x2.....	12
Hình 3.5 Pin AA hiệu con thỏ.....	12
Hình 3.6 khay đựng pin mà nhóm dùng để đo.....	13
Hình 3.7 Tấm bọc formex trắng.....	14
Hình 3.8 Một vài hình ảnh sau khi hoàn thiện sản phẩm.....	15
Hình 3.9 Sơ đồ nguyên lý mạch đo điện áp DC.....	17
Hình 3.10 Mạch thực tế.....	20
Hình 4.1 Hình ảnh đo R1.....	21
Hình 4.2 Hình ảnh đo R2.....	22
Hình 4.3 Một vài hình ảnh đo thử nghiệm.....	23
Hình 4.4 Hình ảnh đo bằng đồng hồ đa năng.....	24

LỜI NÓI ĐẦU

Pin (hoặc nguồn điện di động) đóng một vai trò quan trọng trong cuộc sống hiện đại và xuất hiện trong nhiều thiết bị điện tử mà chúng ta sử dụng hàng ngày

Trong các thiết bị di động như điện thoại di động, máy tính bảng, đồng hồ thông minh, pin chính là nguồn năng lượng di động giúp thiết bị hoạt động ở mọi nơi mà không cần kết nối với nguồn điện trực tiếp.

Trong lĩnh vực Điện tử - Viễn thông, pin đóng một vai trò rất quan trọng. Các thiết bị viễn thông như máy định vị GPS, máy ảnh di động, và các thiết bị đo lường cũng sử dụng pin để tăng cường khả năng di động và sử dụng ở các môi trường khác nhau.

Các thiết bị giao tiếp như radio di động, máy phát sóng và thu sóng di động sử dụng pin để cung cấp nguồn năng lượng khi di chuyển hoặc trong các tình huống di động.

Trong các mạng di động, pin cung cấp nguồn năng lượng cho thiết bị di động và cũng có thể được tích hợp trong các trạm cơ sở để duy trì kết nối trong trường hợp mất điện.

Trong môi trường Internet of Things (IoT), nơi có nhiều thiết bị kết nối với nhau qua mạng không dây, pin là nguồn năng lượng chủ yếu giúp các thiết bị này hoạt động mà không cần dây dẫn nguồn điện.

Nhận thấy tầm quan trọng và ứng dụng rộng lớn của Pin trong cuộc sống hiện nay, nhóm em nhận thấy cần có một phương pháp đo lường nhằm kiểm tra chất lượng và trạng thái của pin trong các thiết bị điện tử. Do đó, nhóm em đã quyết định lựa chọn đề tài: “Mạch đo điện áp giữa hai đầu Pin và xử lý số liệu”.

PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ

STT	Họ tên	MSSV	Nội dung công việc	Ghi chú
1	Nguyễn Đức Minh Vũ	20213739	Thiết kế mạch, thiết kế và gia công bao bì sản phẩm, làm báo cáo và slide	Nhóm trưởng
2	Nguyễn Đình Minh Hiếu	20210345	Tính toán và xử lý số liệu, thiết kế và gia công bao bì sản phẩm, làm báo cáo và slide	Thành viên
3	Bùi Thành Đạt	20213696	Lắp mạch, tiến hành đo đạc, gia công bao bì sản phẩm, làm báo cáo và slide	Thành viên

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

Trong chương này, nhóm trình bày về đối tượng và mục đích của đề tài. Điều này đảm bảo đề tài được triển khai một cách hiệu quả và đáp ứng được những yêu cầu cụ thể.

1.1 Đối tượng của đề tài

- Đối tượng nhóm dùng để đo điện áp trong đề tài này là **Pin**.
- Đơn vị đo: V.
- Dụng cụ đo: mạch đo điện áp.
- Kết quả điện áp đo được hiển thị trên màn hình LCD 16x2.

1.2 Mục đích của đề tài

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

- **Quản lý pin hiệu quả:** Đo điện áp pin giúp hiểu rõ tình trạng pin từ đó quản lý pin một cách hiệu quả hơn, đảm bảo rằng chúng ta không sử dụng pin khi nó gần hết hoặc lúc đang quá sạc.
- **An toàn sản phẩm:** Hiểu biết về điện áp pin giúp đảm bảo an toàn cho sản phẩm, tránh việc sử dụng pin quá mức, làm tăng nguy cơ nổ hoặc gây hỏng cho thiết bị.
- **Cải thiện hiệu suất:** Nghiên cứu về đo điện áp pin có thể dẫn đến việc cải thiện hiệu suất của sản phẩm sử dụng pin, giúp tiết kiệm năng lượng và tăng thời lượng sử dụng pin.
- **Cung cấp sản phẩm đo pin cần thiết:** Các sản phẩm đo điện áp pin cần thiết để người dùng có thể biết tình trạng pin của thiết bị, từ đó điều chỉnh việc sử dụng và sạc pin một cách hợp lý, tiết kiệm năng lượng và tăng tuổi thọ cho pin.
- **Kiểm tra và giải quyết sự cố:** Việc đo điện áp pin giúp kiểm tra tình trạng pin và xác định sự cố có thể xảy ra, từ đó đưa ra giải pháp kịp thời, tránh hỏng hóc hoặc sự cố do pin gây ra.

Sản phẩm đo điện áp pin là cần thiết với thực 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.

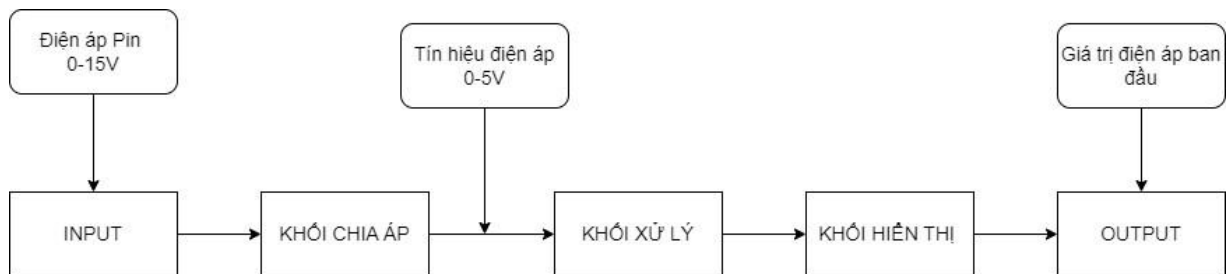
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP ĐO

Nhóm lựa chọn phương pháp đo điện áp sử dụng mạch vận kế điện tử. Trong chương này, nhóm sẽ trình bày về SPEC, sơ đồ khối, nguyên lý hoạt động của phương pháp nói trên.

2.1 SPEC

- Input: Điện áp một chiều 0 - 15V (Pin)
- Output: Giá trị điện áp đo được (V)

2.2 Sơ đồ khối

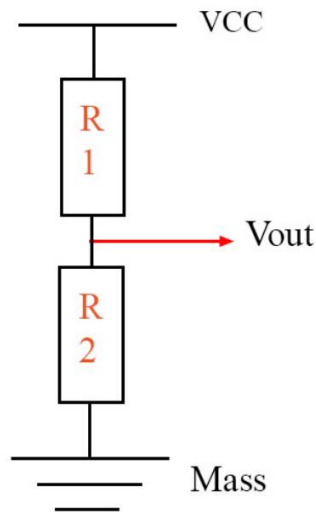


2.3 Nguyên lý hoạt động

2.3.1 Khối chia áp

- Input: Điện áp một chiều 0 - 15V (Pin)
- Output: Điện áp một chiều 0-5V (Mức điện áp mà Khối xử lý có thể đo được)
- Nhiệm vụ: sử dụng bộ chia áp dựa trên nguyên tắc chia áp của mạch điện. Mục tiêu chính là giảm điện áp đầu vào xuống mức mà Khối xử lý có thể đo được bằng cách sử dụng một bộ chia áp (voltage divider) được tạo ra từ các thành phần điện trở.
- Nguyên lý chia áp:
 - + Theo nguyên tắc chia áp, điện áp giữa hai đầu điện trở của một chuỗi các điện trở mắc nối tiếp với nhau sẽ phụ thuộc vào tỉ lệ giữa điện trở cụ thể và tổng điện trở cả mạch
 - + Giả sử chúng ta có một bộ chia áp với hai điện trở R1 và R2 được ghép nối tiếp. Điện áp xuất hiện giữa hai đầu R2 sẽ được xác định bằng công thức:

$$V_{out} = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$



Hình 2.1 Hình minh hoạ bộ chia áp

+ Trong đó:

- Vcc là điện áp đầu vào.
- R1 là giá trị của điện trở R1.
- R2 là giá trị của điện trở của R2
- Vout là điện áp giữa hai đầu điện trở R2 đồng thời đây cũng sẽ là tín hiệu đầu vào của Khối xử lý

+ Ứng dụng trong đo điện áp:

Trong ứng dụng đo điện áp, một trong những điểm quan trọng là phải giữ cho R1 và R2 ở mức độ chính xác và ổn định để đảm bảo độ chính xác của đo lường. Một số cảm biến và linh kiện đo lường sử dụng nguyên lý này để chuyển đổi mức điện áp cao xuống mức đo được.

2.3.2 Khối xử lý

- Input: tín hiệu điện áp một chiều 0-5V (Mức điện áp sau khi đi qua bộ chia áp)

- Output: tín hiệu điện áp ban đầu hiển thị trên màn hình LCD.

- Nhiệm vụ:

+ Đo điện áp sau khi đã đi qua bộ chia áp

+ Sử dụng công thức công thức phân áp để tính giá trị ban đầu trước khi đi qua bộ chia áp:

$$V_{out} = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

+ Hiển thị giá trị điện áp ban đầu lên màn hình LCD

CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ DỰNG CỤ ĐO

Nhóm lựa chọn xây dựng và thiết kế mạch đo điện áp sử dụng Kit Arduino và kết quả điện áp đo được hiện thị trên màn hình LCD 16x2. Chương 3 sẽ trình bày danh sách các linh kiện nhóm sử dụng, quá trình thiết kế sản phẩm, chỉ tiêu chức năng và chỉ tiêu phi chức năng.

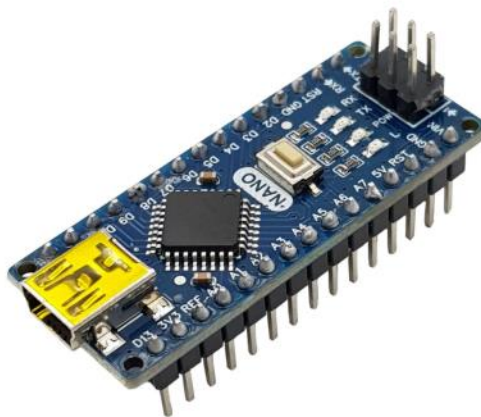
3.1 Danh sách linh kiện sử dụng

STT	Linh kiện	Số lượng
1	Arduino Nano CH340	1
2	Điện trở 220 Ω	1
3	Điện trở 100k Ω	1
4	Điện trở 4.7k Ω	1
5	Chiết áp 10k Ω	2
6	Màn LCD 16x2 5V	1
7	Dây cáp mini USB	1
8	Pin R6P AA 1,5V 2A	4
9	Hộp đế 4 pin AA vuông	1

3.1.1 Khối chia áp

3.1.2 Khối xử lý

- Sử dụng **Kit Arduino Nano CH340**



Hình 3.1 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.

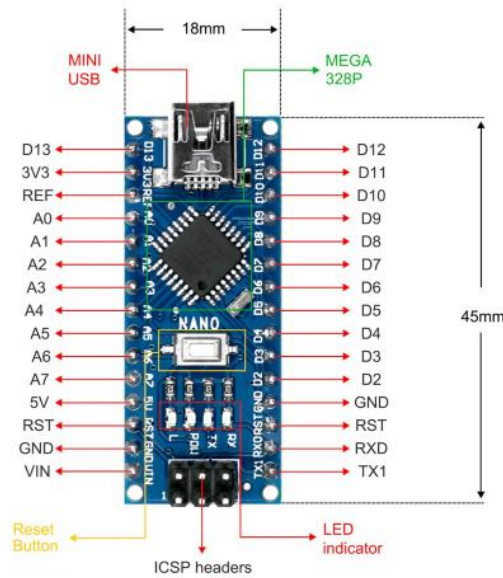
- Arduino Nano là phiên bản nhỏ gọn của Arduino Uno R3 , mọi tính năng hay chương trình chạy trên Arduino Uno đều có thể sử dụng trên Arduino Nano, một ưu điểm của Arduino Nano là Arduino Nano có thêm 2 chân Analog so với Arduino Uno.

- *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 3.2 Sơ đồ chân Arduino

3.1.3 Khôi hiển thị

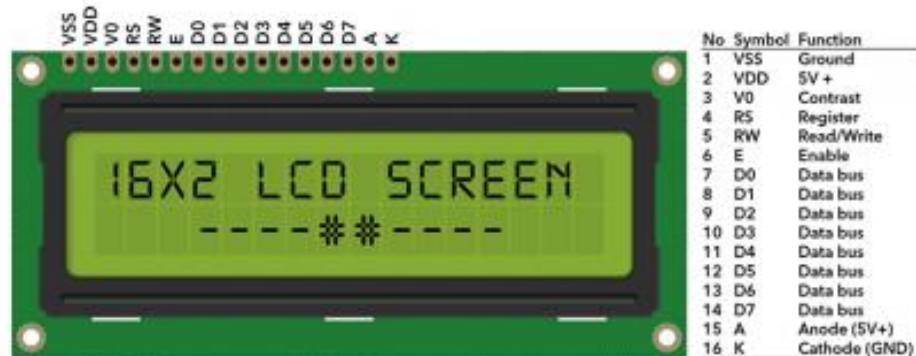
- Sử dụng màn hình **LCD 16X2**
- Màn hình LCD 2 xanh lá sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 2 dòng với mỗi dòng 16 ký tự, màn hình có độ bền cao, rất phổ biến và dễ dàng để sử dụng.



Hình 3.3 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



Hình 3.4 Sơ đồ chân LCD 16x2

3.1.3 Pin R6P AA

Pin AA là một loại **pin khô** có *hình trụ* có kích thước được tiêu chuẩn hoá. Hệ thống IEC 60086 đặt cho nó có kích thước **R6**, và ANSI C18 đặt cho nó kích thước **15**.

Pin AA rất phổ biến trong các thiết bị điện tử di động. 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.



Hình 3.5 Pin AA hiệu con thỏ



Hình 3.6 Khay đựng pin mà nhóm dùng để đo

- Giới thiệu về pin R6P AA:

- Kích thước: Kích thước chuẩn cho pin R6P là 14.5-14.7 mm (đường kính) và 49.2-50.5 mm (chiều cao).
- Loại pin: R6P thường là loại pin carbon-zinc, một loại pin kiềm.
- Điện áp: Điện áp tiêu chuẩn của pin R6P là 1.5 volt.
- Dung lượng: Thường có dung lượng từ 400 mAh đến 1200 mAh tùy thuộc vào loại pin cụ thể và nhà sản xuất.

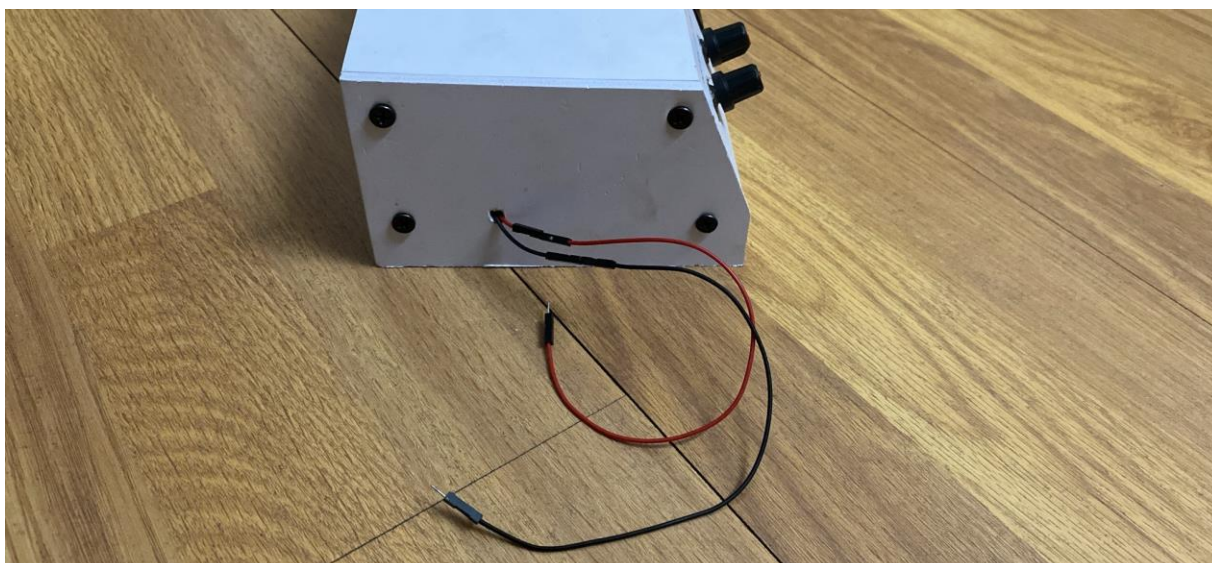
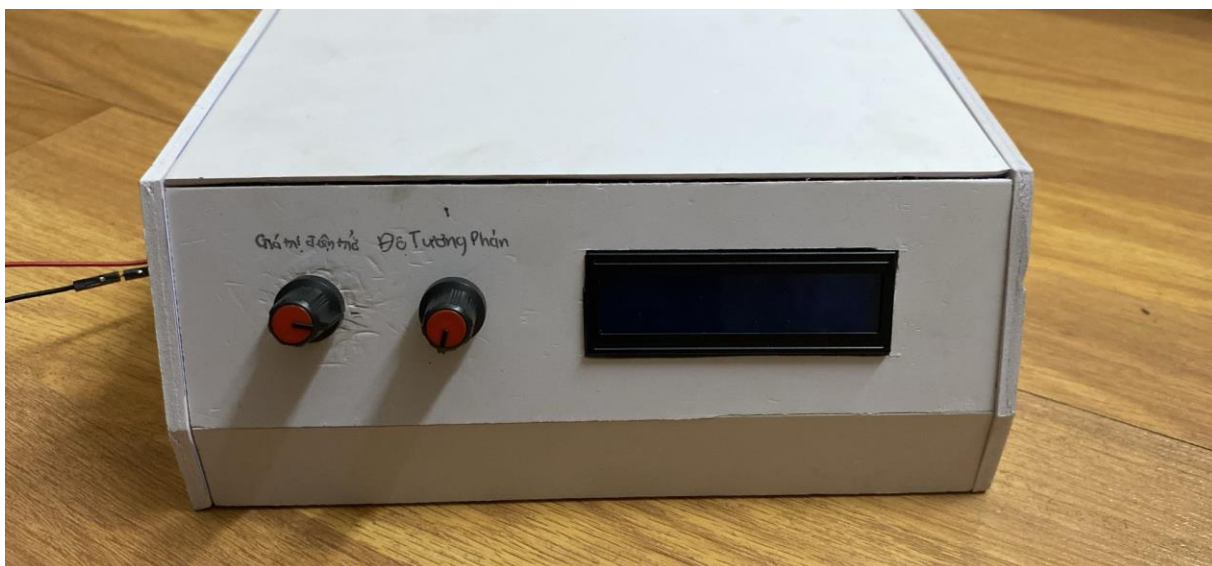
- Số lần sạc lại: Pin R6P thường không thể sạc lại (non-rechargeable), vì vậy sau khi hết pin, bạn cần thay pin mới.

3.1.4 Bao bì sản phẩm

Sản phẩm sử dụng một tấm formex để bọc mạch điện. Tấm formex được cắt ra thành các miếng sau đó được đục lỗ để cố định các nút điều chỉnh và màn hình hiển thị và có thể nhìn và điều chỉnh từ bên ngoài. Cuối cùng, các miếng formex được dán lại bằng keo 502 và cố định bằng ốc vít.



Hình 3.7 Tấm bọc formex trắng



Hình 3.8 Một vài hình ảnh sau khi hoàn thiện sản phẩm

3.2 Chỉ tiêu chức năng

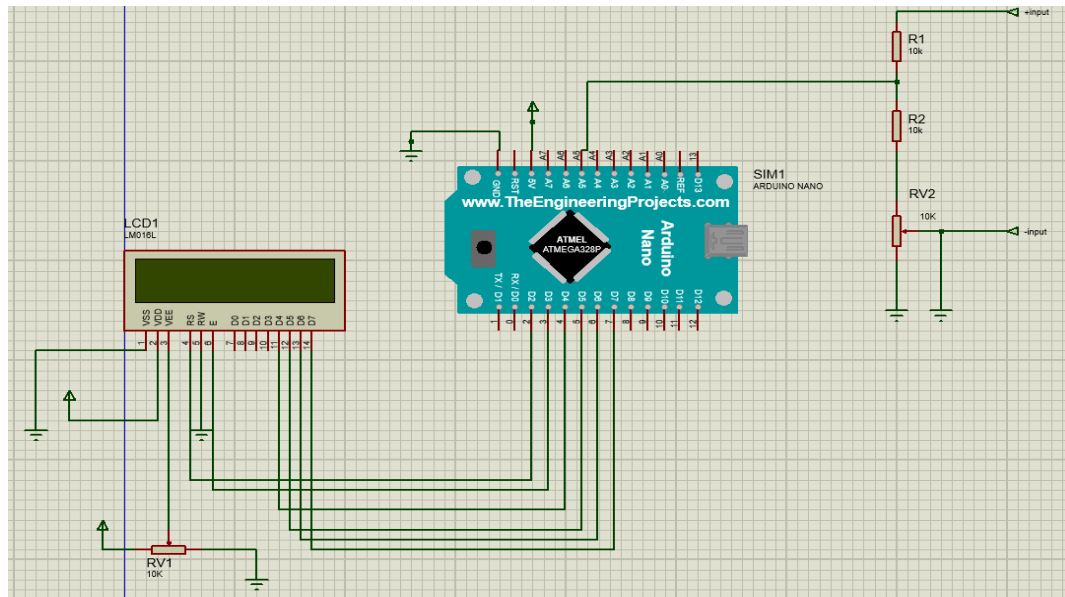
- Nguồn: Mạch sử dụng đầu ra của laptop làm nguồn nuôi cho Arduino, và sử dụng Arduino để đo điện áp của pin lithium. Đầu ra jack của laptop rơi vào khoảng 4-5V 1A
- Sản phẩm yêu cầu sử dụng 1 dây nối sử dụng để nối giữa Arduino và jack ra của laptop
- Ổn định, tiêu thụ điện năng thấp.
- Hiển thị: Mạch hiển thị số liệu qua LED 16x2 về điện áp của pin.
- Đầu vào: Điện áp 0-15 (V)
- Đầu ra: Giá trị điện áp của pin (V)

3.3 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 19.5cm - Rộng 13cm - Cao 7.5cm
- Trọng lượng: 200gr
- Vật liệu: Nhựa formex, có khả năng chịu được va đập nhẹ
- Màu sắc chủ đạo: Trắng
- Năng lượng tiêu thụ: Khoảng 5W/ngày
- Tốc độ, hiệu năng: có thể đo được điện áp gần như ngay lập tức với độ chính xác cao (sai số chưa đến 1%)

3.4 Thiết kế sản phẩm

3.4.1 Sơ đồ nguyên lý



Hình 3.9 Sơ đồ nguyên lý mạch đo điện áp DC

3.4.2 Lập trình với Arduino IDE

- Thư viện sử dụng: LiquidCrystal.h dùng để thực hiện với LCD
- Chân đọc giá trị đầu vào là chân A5
- 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.
- Giá trị của hàm analogRead() sẽ được lưu vào biến value
- Công thức dùng để xác định giá trị thực là $V_{out} = \frac{(value \cdot 5)}{1023}$

Trong đó:

- 5 là điện áp tham chiếu đặc trưng cho khoảng cách mà ADC có thể chuyển đổi. Ở đây, nhóm chọn phạm vi chuyển đổi ADC 0-5V.
- Arduino NANO CH340 sử dụng ADC – 10 bit có nghĩa là quá trình chuyển đổi tín hiệu analog thành số sử dụng 10 bit để biểu diễn giá trị. Trong hệ thống này, 10 bit sẽ tạo ra $2^{10} = 1024$ mức khác nhau. Điều này có thể

hiệu như việc phân chia khoảng giá trị tín hiệu analog thành 1024 phần bằng nhau. Mỗi phần trong phạm vi chuyển đổi sẽ được đại diện bằng một giá trị số, bắt đầu từ 0 đến 1023.

- Ví dụ: Nếu tín hiệu analog là $1/4$ của phạm vi chuyển đổi, giá trị số tương ứng sẽ là $1/4$ của 1023, tức là khoảng 256 (vì $1023/4 = 255.75$).

- Như vậy, ta có giá trị điện áp giữa hai đầu R2 sẽ là biến Vout, từ đó ta sẽ tính được điện áp đầu vào dựa trên công thức (1). Giá trị tìm được sẽ được lưu ở biến Vin.
- Ta có $R1=100k$, $R2=10k$ tương ứng với giá trị của điện trở trong mạch.

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);

int analogInput=A5;
float vout;
float vin;
float R1 = 100000.0;
float R2 = 10000.0;
int value;

void setup() {

    pinMode(analogInput, INPUT);
    lcd.begin(16, 2);

    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("Initializing");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("EE Wave");

    delay(1500);
    lcd.clear();

}
void loop() {
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("DC Voltmeter");

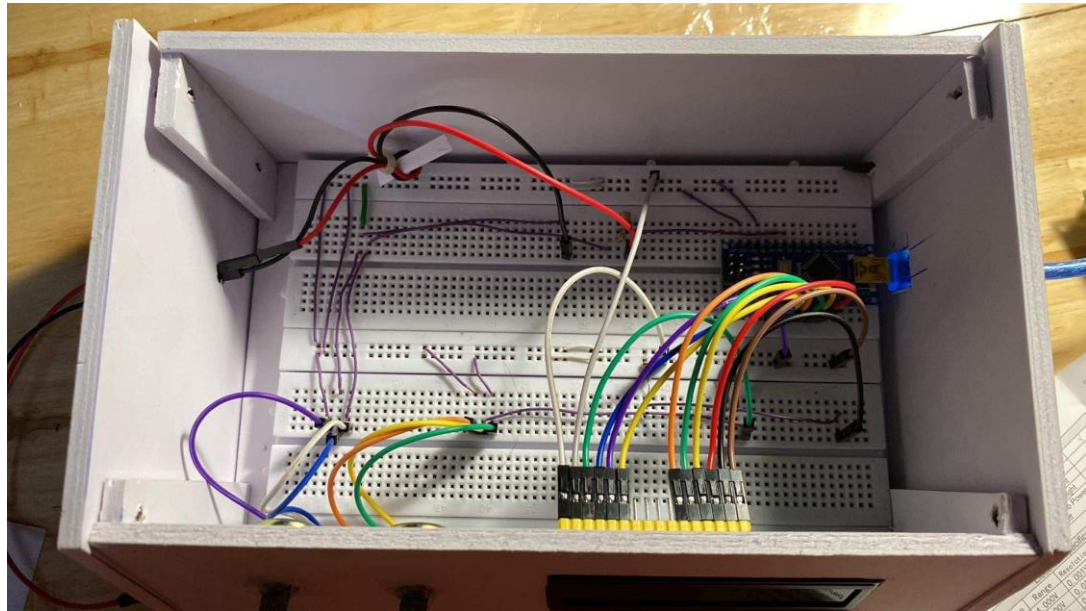
    value = analogRead(analogInput);
    vout = (value * 5) / 1023.0;
    vin = vout / (R2 / (R1 + R2));

    if (vin < 0.09)
    {
        vin = 0.0;

        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print("Input :");
        lcd.print(vin);
        delay(300);
        lcd.clear();
    }
}
```

3.4.3 Mạch thực tế

Sau khi lắp mạch trên board trắng theo mạch nguyên lý, nhóm đã có được sản phẩm:

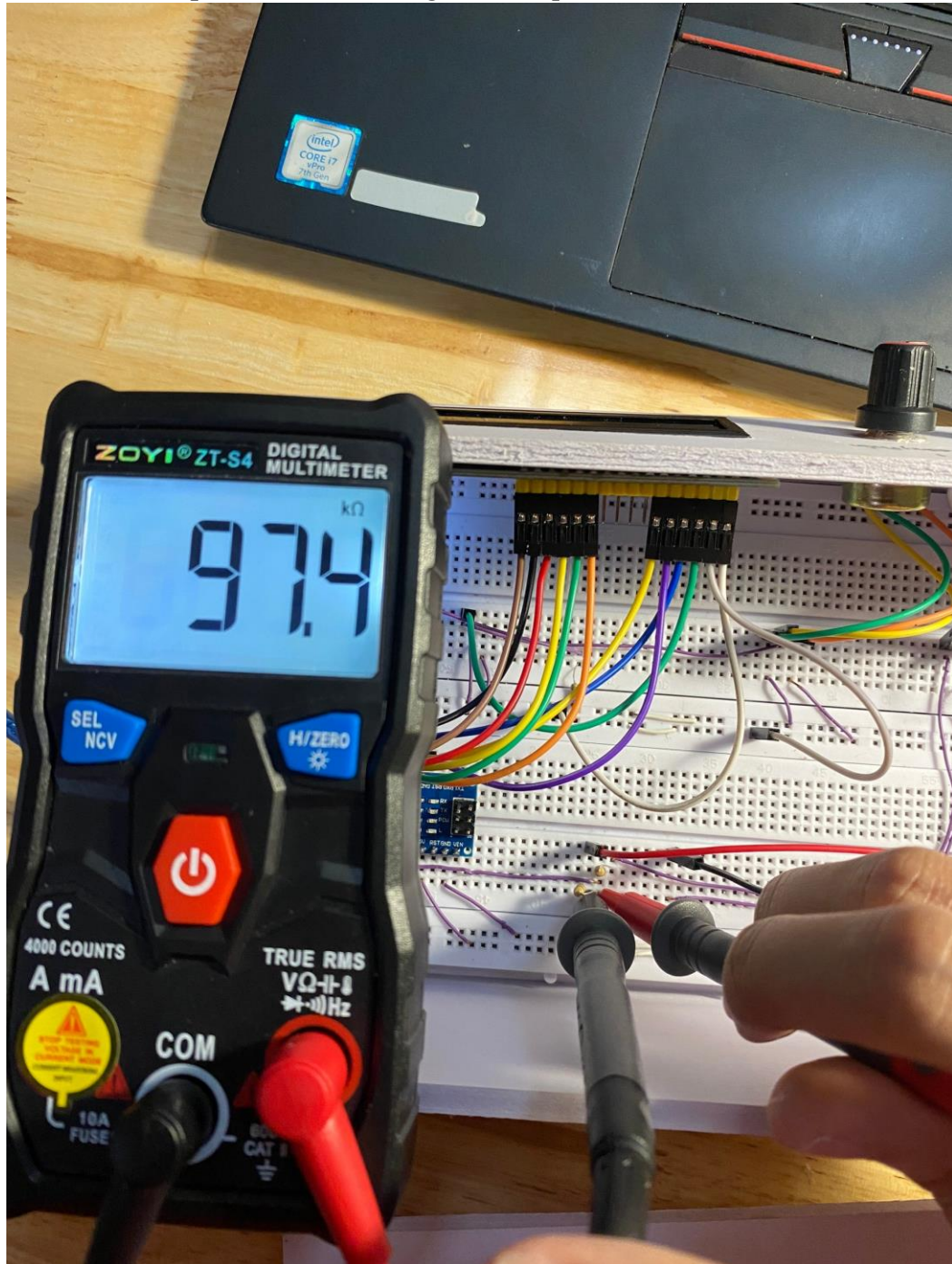


Hình 3.10 Mạch thực tế

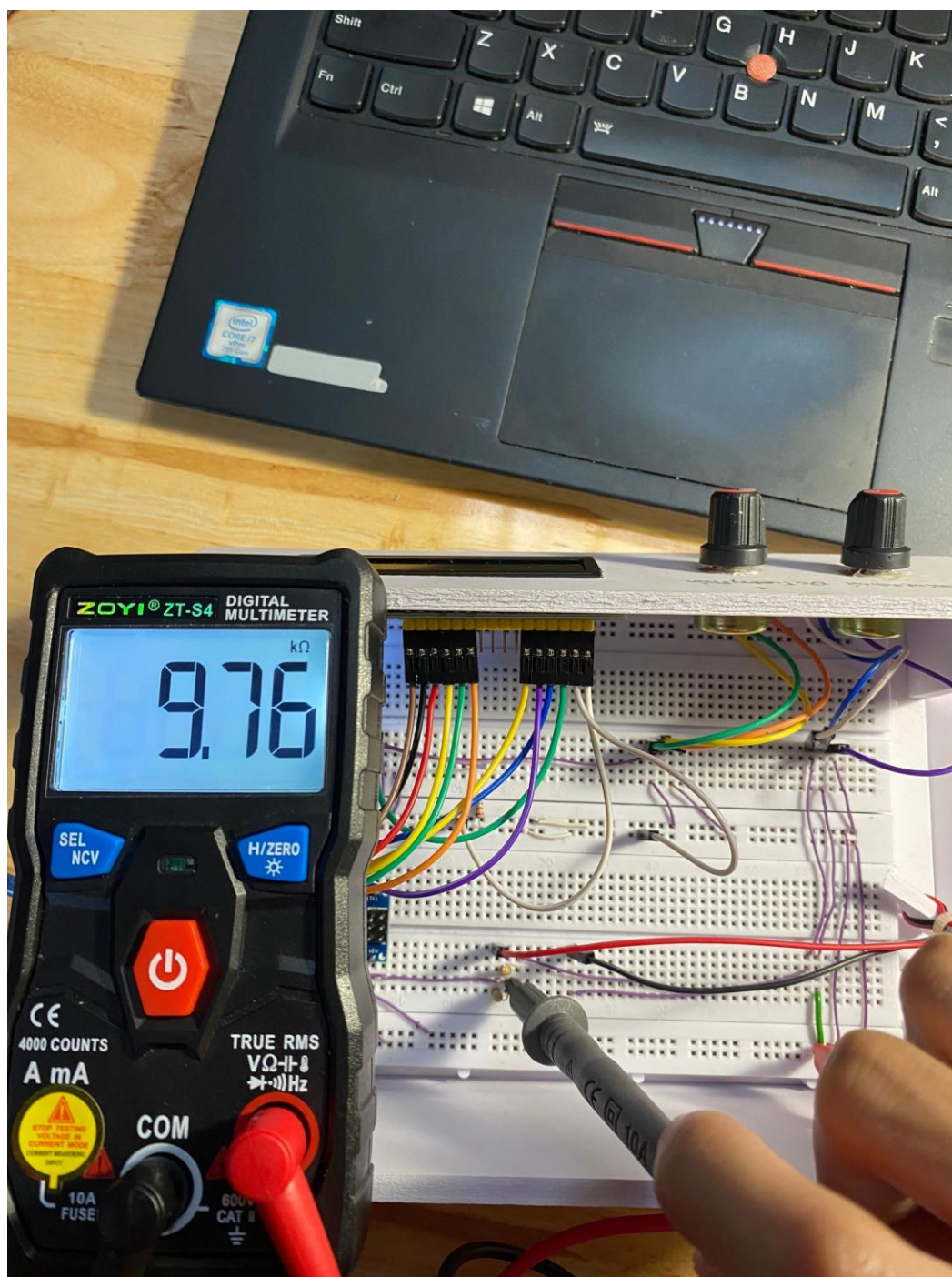
CHƯƠNG 4: TIẾN HÀNH ĐO THỰC NGHIỆM

Ban đầu, sản phẩm được đo thử vài lần để thử độ ổn định của kết quả đầu ra. Sau khi đo, nhóm nhận thấy giá trị điện áp mà sản phẩm đo được có giá trị trung bình gần đúng so với điện áp đồng hồ đa năng đo được (lệch khoảng 0.05V).

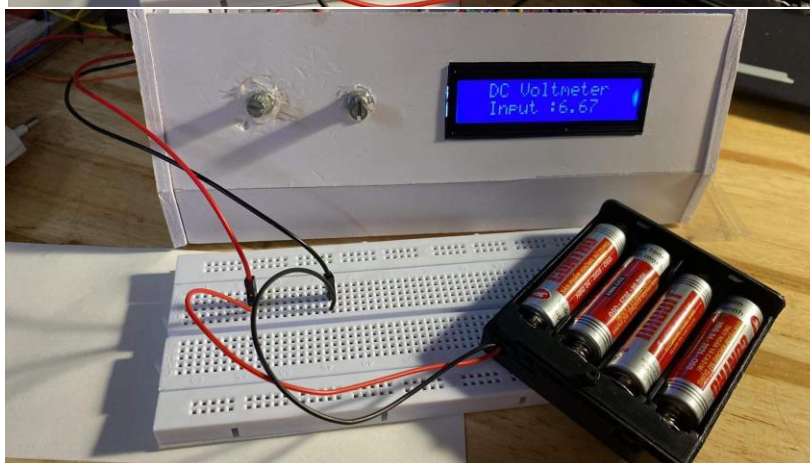
⇒ **Kết luận:** Sản phẩm có chất lượng tốt, kết quả đo ổn định



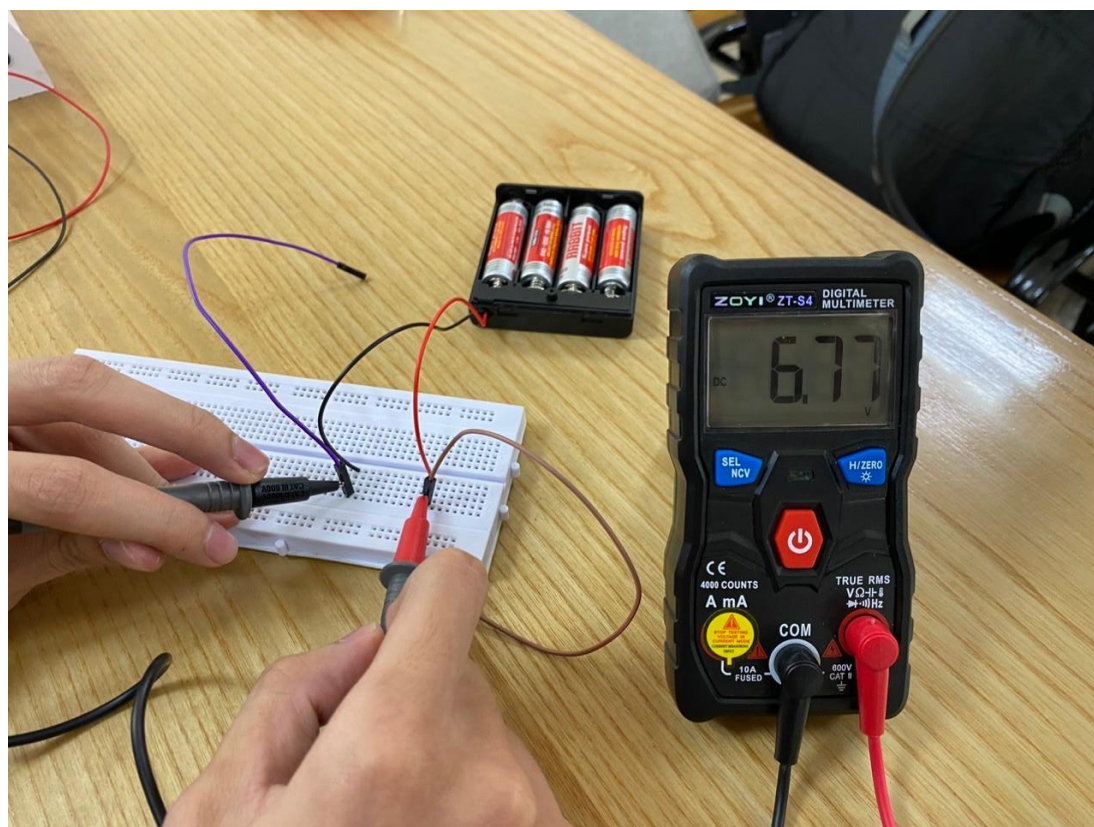
Hình 4.1 Hình ảnh đo R1



Hình 4.2 Hình ảnh đo R2



Hình 4.3 Một vài hình ảnh đo thử nghiệm



Hình 4.4 Hình ảnh đo bằng đồng hồ đa năng

CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ ĐO VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

5.1 Xử lý số liệu

5.1.1 Sai số của bộ chia áp

Bảng giá trị $R1(k\Omega)$ với 30 lần đo:

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Giá trị(k Ω)	97.7	97.4	97.3	97.4	97.5	97.4	97.5	97.4	97.6	97.3
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Giá trị(k Ω)	97.4	97.3	97.3	97.4	97.5	97.4	97.3	97.4	97.4	97.3
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Giá trị(k Ω)	97.1	97.4	97.2	97.4	97.4	97.4	97.5	97.4	97.4	97.3

- Xử lý số liệu:**

- Số lần đo: 30

- **Trị số trung bình cộng của n lần đo:** $a_{tb} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n} = \sum_{i=1}^{30} \frac{a_i}{30} = 97.39$

- Sai số trung bình: $d = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}} \sum_{i=1}^n |\varepsilon_i| \Rightarrow 6d = 0.45$

Bảng sai số dư

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε_i	0.31	0.01	-0.09	0.01	0.11	0.01	0.11	0.01	0.21	-0.09
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ε_i	0.01	-0.09	-0.09	0.01	0.11	0.01	-0.09	0.01	0.01	-0.09
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ε_i	-0.29	0.01	-0.19	0.01	0.01	0.01	0.11	0.01	0.01	-0.09

- Sai số trung bình bình phương: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n-1}} = 0.112$

- **Giá trị trung bình bình phương:** $\sigma_{atb} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.021$

- $t = 3$

• **Kết quả thu được:** $X = a_{tb} \pm t \cdot \sigma_{a_{tb}} = 97.39 \pm 0.063$

Bảng giá trị $R2(k\Omega)$ với 30 lần đo:

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Giá trị($k\Omega$)	9.76	9.76	9.77	9.76	9.76	9.77	9.76	9.75	9.75	9.76
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Giá trị($k\Omega$)	9.78	9.8	9.77	9.77	9.76	9.77	9.75	9.76	9.78	9.78
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Giá trị($k\Omega$)	9.79	9.77	9.76	9.79	9.77	9.76	9.77	9.77	9.77	9.76

• **Xử lý số liệu:**

- Số lần đo: 30

- **Trị số trung bình cộng của n lần đo:** $a_{tb} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n} = \sum_{i=1}^{30} \frac{a_i}{30} = 9.77$

- Sai số trung bình: $d = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}} \sum_{i=1}^n |\varepsilon_i| = 0.0093 \Rightarrow 6d = 0.0558$

Bảng sai số dư

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε_i	-0.008	-0.008	0.002	-0.008	-0.008	0.002	-0.008	-0.018	-0.018	-0.008
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ε_i	0.012	0.032	0.002	0.002	-0.008	0.002	-0.018	-0.008	0.012	0.012
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ε_i	0.022	0.068	-0.008	0.022	0.002	-0.008	0.002	0.002	0.002	-0.008

- Sai số trung bình bình phương: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-1}} = 0.012$

- **Giá trị trung bình bình phương:** $\sigma_{a_{tb}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.0022$

- $t = 3$

• **Kết quả thu được:** $X = a_{tb} \pm t \cdot \sigma_{a_{tb}} = 9.77 \pm 0.0066$

5.1.2 Sai số đo điện áp pin

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

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Điện áp (V)	6.77	6.88	6.67	6.72	6.67	6.77	6.61	6.72	6.67	6.72
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Điện áp (V)	6.77	6.72	6.67	6.77	6.72	6.72	6.67	6.77	6.72	6.77
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Điện áp (V)	6.78	6.80	6.73	6.72	6.77	6.77	6.68	6.72	6.77	6.72

- Xử lý số liệu:**

- Số lần đo: 30

- **Trị số trung bình cộng của n lần đo:** $a_{tb} = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n} = \sum_{i=1}^{30} \frac{a_i}{30} = 6.732$

- Sai số trung bình: $d = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}} \sum_{i=1}^n |\varepsilon_i| = 0.041 \Rightarrow 6d = 0.246$

Bảng sai số dư

Lần đo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε_i	0.38	0.148	-0.062	-0.012	-0.062	0.038	-0.122	-0.012	-0.062	-0.012
Lần đo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ε_i	0.38	-0.012	-0.062	0.038	-0.012	-0.012	-0.062	0.038	-0.012	0.038
Lần đo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ε_i	0.048	0.068	-0.002	-0.012	0.038	0.038	-0.052	-0.012	0.038	-0.012

- Sai số trung bình bình phương: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-1}} = 0.053$

- Giá trị trung bình bình phương: $\sigma_{a_{tb}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.0096$

- $t = 3$

- **Kết quả thu được: $X = a_{tb} \pm t \cdot \sigma_{a_{tb}} = 6.732 \pm 0.0288$**

5.2 Nhận xét

So với mức sai số mà nhà sản xuất đã đưa ra ở đặc tính kỹ thuật của các linh kiện, mức sai số trên là chấp nhận được

- ***Nguyên nhân sai số:***

Sai số hệ thống:

- Do các linh kiện bên trong không hoạt động chính xác, dẫn đến kết quả đo được có sai sót
- Do trong quá trình gửi tin về vi điều khiển, đường truyền gặp vấn đề dẫn đến tin nhận được bị sai

Sai số ngẫu nhiên:

- Do nguồn cung cấp không ổn định
- Do ảnh hưởng từ môi trường làm cho đầu đo bị nhiễu
- ***Hạn chế sai số***
 - Đo nhiều lần để xác định rõ sai số
 - Tạo môi trường đo ổn định, hạn chế tối đa các ảnh hưởng từ bên ngoài lên thiết bị
 - Kiểm tra khả năng hoạt động của các linh kiện trước khi tiến hành đo đạc

CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN

Nhóm chúng em đã hoàn thành bài tập lớn theo đề tài: Đo điện áp hai đầu pin 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 khả năng 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] K. HAREENDRAN, "DIY Arduino Voltmeter and Voltage Divider,"
<https://www.electroschematics.com/arduino-digital-voltmeter/?fbclid=IwAR0amLFn9IkjEZTkQGOdGI3OCLTYjfVBEwQN1rn1jgIRc5fEnJ7Mn35pj9w>.
- [2] J. Errington, "Precise voltage measurement with the arduino microcontroller,"
<https://skillbank.co.uk/arduino/measure.htfbclid=IwAR2h6SJnllP3DMVeWlnNEFnT>.
- [3] "Analog input reads incorrect voltages," *<https://forum.arduino.cc/t/analog-input-reads-incorrectvoltages/884797/1>*.