

ب‌نام آنکه جان را فکرت آموزت

امیر ارسلان یاوری - ۱۴۰۳-۱۴۰۴

استاد: دکتر اجلالی

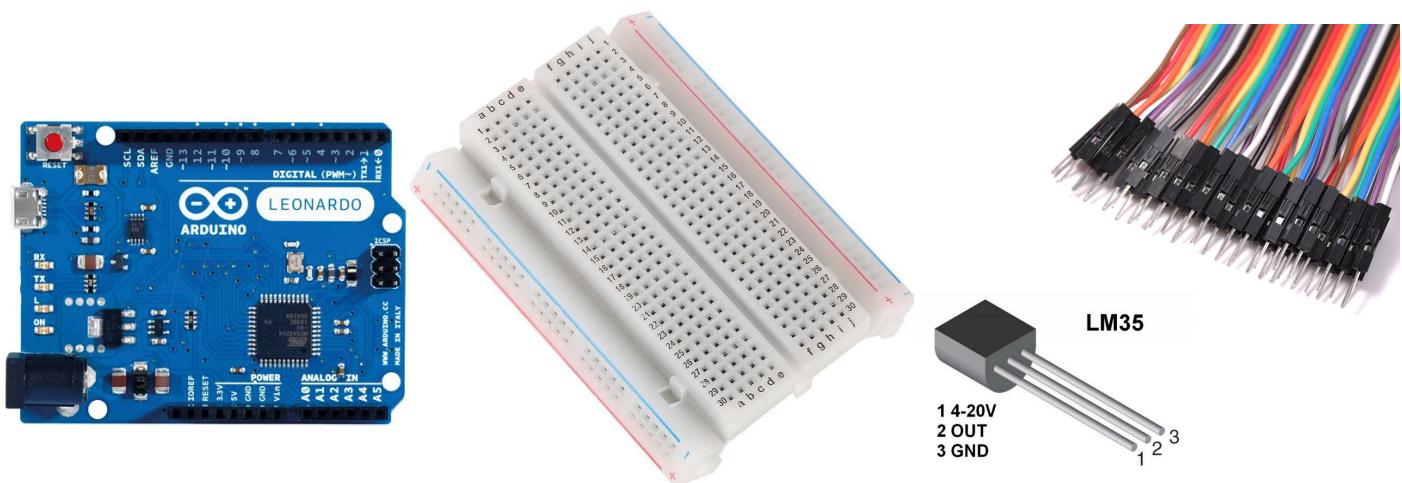
نیمسال اول ۱۴۰۴

امتحان درس سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال دانشگاه صنعتی شریف

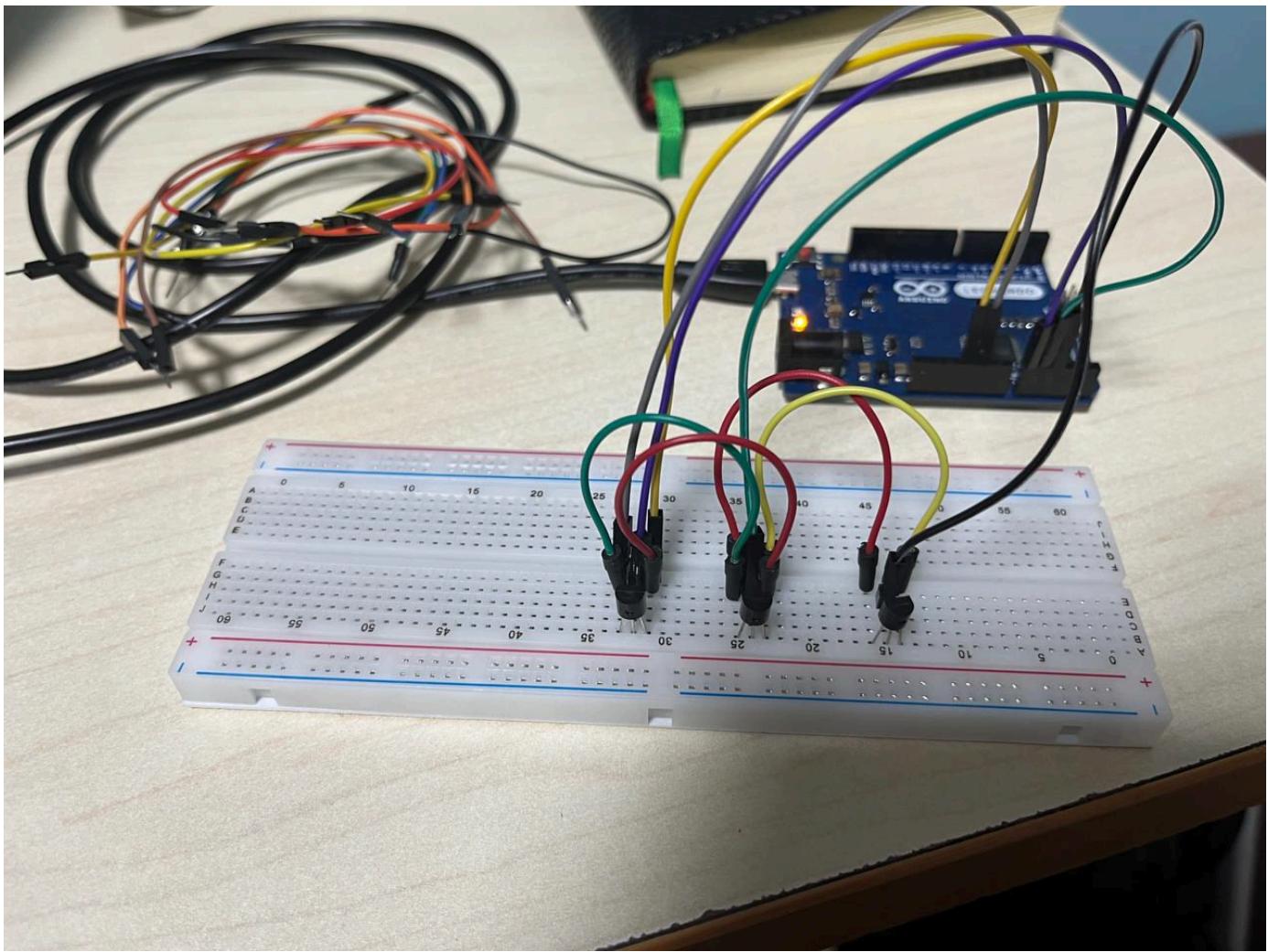
پاسخ سوال پنجم

(۵) برای یک حسگر آنالوگ (حسگر را به دلخواه خود انتخاب کنید) واحد TMR را به شکل عملی و با استفاده از یک بورد نهفته (مانند بورد آردینو) پیاده‌سازی کنید. بورد نهفته باید خود عمل رأی‌گیری را برای حسگرها انجام دهد. پیاده‌سازی باید عملی و کامل باشد و شبیه‌سازی مورد قبول نیست. همچنین باید در عمل نشان دهید که با قطع کردن ارتباط یکی از حسگرها با بورد نهفته کماکان مقدار صحیح توسط بورد نهفته به دست می‌آید. در این پیاده‌سازی از دو لایه TMR استفاده می‌شود. از یک سو سه عدد حسگر وجود دارد که بین مقادیری که آن‌ها ارائه می‌کنند رأی‌گیری می‌شود و از سوی دیگر مقدار هر حسگر نیز سه بار خوانده می‌شود و بین آن‌ها رأی‌گیری می‌شود.

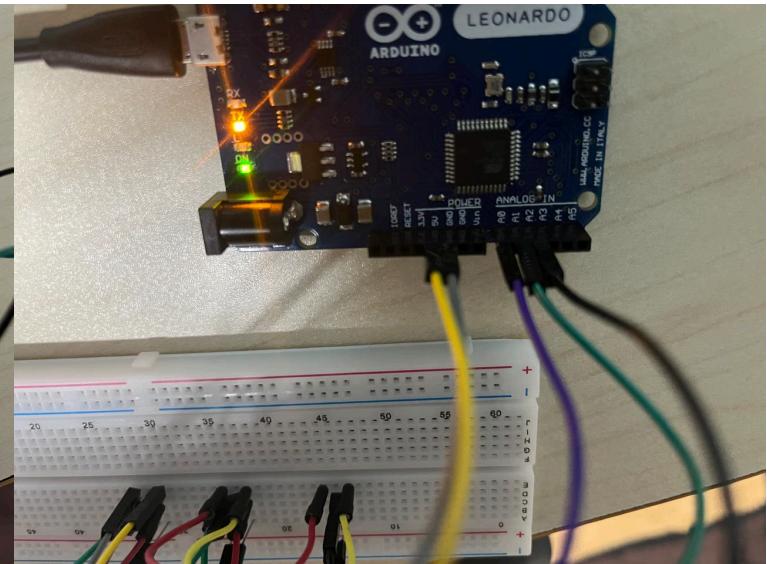
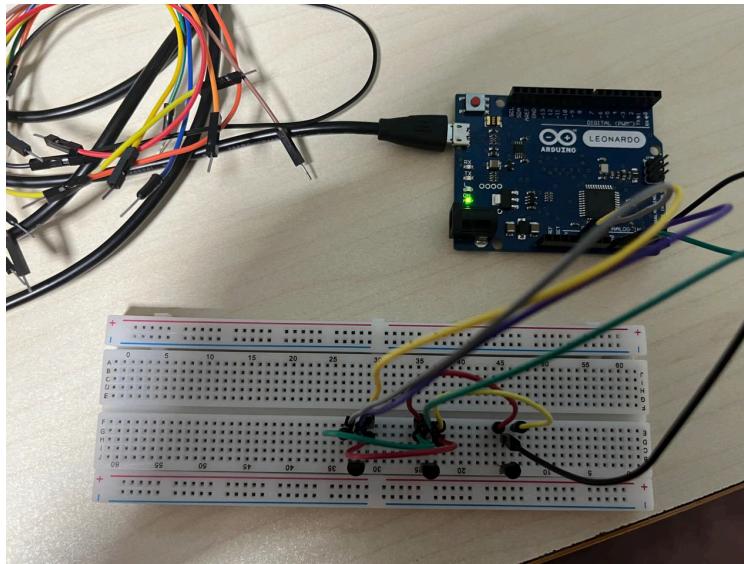
برای پاسخ به این سوال من یک Bread Board مدل LEONARDO که دارای ۶ پین آنالوگ بود، یک سیم و سه سنسور LM35 که توانایی اندازه‌گیری دما را دارند استفاده کردم.



برای انجام این سوال نیاز بود تا TMR دو لایه پیاده‌سازی بشود به همین منظور باید یکبار برای گرفتن مقادیر از سوی سنسورها (برای هر سنسور) TMR زده شود و یکبار هم میان مقادیر بدست آمده TMR زد. به دلیل محدودیت سخت‌افزاری (عدم وجود ۹ پین ((در نسخه MEGA به تعداد ۱۶ پین آنالوگ وجود دارد)) که نسخه LEONARDO دارای ۶ پین است) من مجبور شدم TMR لایه‌ی اولم را بجای اینکه برای هر سنسور از ۳ پین مقدار بگیرم از یک پین اما در فاصله‌ی زمانی متفاوت بگیرم و بین سه مقدار مذکور یک عمل median انجام دهم تا TMR اولیه صورت بگیرد که در کد هم جلوتر مفصلات توضیح خواهم داد. پس من سنسور اول را به پین ۰، سنسور دوم را به پین ۱ و سنسور سوم را به پین ۲ متصل کردم. با توجه به تصویر قرار داده شده، پایه‌ی یک سنسور باید به پین ولتاژ بورد، پایه‌ی دو سنسور به پین‌های یاد شده، و پایه‌ی سوم هم به پین GND بورد متصل شود. مطابق با توضیحات عنوان شده مدار را متصل کردم که به صورت زیر است:



همانطور که تصویر بالا مشخص است سه سنسور را در برد-بورد قرار دادم؛ سنسور سمت چپ، پایه‌ی‌های یاد شده را با سیم به بورد آردوینو وصل کردم (سیم بنفسج به پایه‌ی A0 متصل است، سیم خاکستری به GND و سیم زرد به 5V) و یک انشعاب از GND آن (معادل سیم خاکستری که سیم کوچک سبز می‌شود) برای GND سنسور دوم و از 5V آن (معادل سیم زرد که سیم کوچک قرمز می‌شود) به 5V سنسور دوم متصل کردم. همچنین سیم سبز بلند از پایه‌ی خروجی سنسور دوم هم به A1 بورد متصل شده. مجدداً سیم‌های قرمز کوچک و زرد کوچک GND و 5V را اتصال به پایه‌های سنسور سوم هم کرده‌اند. و سیم مشکی بلند هم خروجی سنسور سوم (سنسور سمت راست تصویر) به پین A2 را برقرار کرده‌است. شما از بالا و همینطور از طرف بورد در تصاویر زیر آمده است.



در خطوط اولیه کد متغیرهای مورد نیاز را تعریف کردم به طوری که SENSOR_1 و 2 و 3 به ترتیب پینهای A0، A1 و A2 بورد هستند.

ADC_TO_VOLTAGE_CONVERTOR

برای تبدیل ADC به ولتاژ است و از VOLTAGE_STEP برای تبدیل ولتاژ خوانده شده به مقیاس عددی مناسب استفاده می‌کنم. READ_DELAY نیز تاخیر بین خواندن‌های

```

1 const int SENSOR_1 = A0;
2 const int SENSOR_2 = A1;
3 const int SENSOR_3 = A2;
4 const float ADC_TO_VOLTAGE_CONVERTOR = 4.88;
5 const float VOLTAGE_STEP = 10.0;
6 const int READ_DELAY = 100;
7 const int PROCESS_DELAY = 2000;
8
9

```

متوالی از یک پین برای هر سنسور است که و PROCESS_DELAY یک تاخیر مفروض برای هر بار انجام عملیات Serial Monitor است که هر ۲ ثانیه یک بار یک عمل TMR دو لایه صورت می‌گیرد و نتایج آن بر روی نمایش داده می‌شود.

در خطوط ۱۲ تا ۲۶ کد که در تصویر زیر مشخص است،تابع محاسبه‌ی میانه پیاده‌سازی شده است به صورتی که سه عدد اعشار در ورودی خوانده و میانه‌ی آن سه را به عنوان یک عدد اعشار در خروجی تابع باز می‌گرداند.

```

12 float calculateMedian(float value1, float value2, float value3)
13 {
14     if ((value1 >= value2 && value1 <= value3) || (value1 <= value2 && value1 >= value3))
15     {
16         return value1;
17     }
18     else if ((value2 >= value1 && value2 <= value3) || (value2 <= value1 && value2 >= value3))
19     {
20         return value2;
21     }
22     else
23     {
24         return value3;
25     }
26 }

```

در خطوط ۲۸ تا ۴۶ هم تابع خواندن مقدار از پورتی که در ورودی تابع فرستاده می‌شود پیاده‌سازی شده است. در این تابع یک آرایه‌ی سه تایی برای مقادیر در نظر گرفته شده و در یک حلقه‌ای که سه بار تکرار می‌شود، سه بار مقدار پین مشخص شده در ورودی تابع خوانده می‌شود و ولتاژ عددی آن محاسبه می‌شود و در خانه‌های آرایه‌ی آرایه‌ی یاد شده به ترتیب قرار می‌گیرند. بین هر بار انجام این عمل، به میزان READ_DELAY تاخیر زمانی وجود دارد که در خط ۳۹ مشخص شده است. پس از پایان حلقه و ذخیره‌ی ۳ مقدار، تابع اندازه‌گیری میانه که در قسمت قبل توضیح آن داده شد برای ۳ مقدار مذکور صدا زده می‌شود و نتیجه‌ی آن به عنوان خروجی تابع بازگردانده می‌شود. دقت فرمایید در این مرحله TMR لایه‌ی اول برای مقدار هر سنسور انجام شده که یک TMR زمانی است. تصویر کد مربوط به این تابع در عکس زیر مشخص است.

```

27 float readValue(int pin)
28 {
29     float Values[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
30     float value = 0.0;
31
32     for (int i = 0; i < 3; i++)
33     {
34         int inputValue = analogRead(pin);
35         float voltage = (inputValue * ADC_TO_VOLTAGE_CONVERTOR);
36         value = voltage / VOLTAGE_STEP;
37         Values[i] = value;
38         Serial.println("Read " + String(i) + " value: " + String(value));
39         delay(READ_DELAY);
40     }
41
42     float TMR_values = calculateMedian(Values[0], Values[1], Values[2]);
43     Serial.println("The result of the first layer TMR: " + String(TMR_values) + "\n");
44     return TMR_values;
45 }

```

پس از آن تابع `setup` را داریم که بر روی فرکانس 9600 قرار دادم و اما در تابع `loop` که کد اصلی در آن قرار می‌گیرد پایه‌های یاد شده را می‌خوانم (مقادیر TMR لایه‌ی اول) و آنها را در آرایه `temprature` ذخیره می‌کنم. سپس تابع `median` را برای سه مقدار مذکور صدای زده و خروجی آن همان خواسته‌ی مسئله است. در این قسمت TMR لایه‌ی دو پیاده‌سازی شده است. در نهایت تمامی موارد گفته شده بر روی سریال چاپ شده‌اند.

```

47 void setup() {
48     // put your setup code here, to run once:
49
50     Serial.begin(9600);
51 }
52
53 void loop() {
54     // put your main code here, to run repeatedly:
55
56     float temperature[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
57
58     temperature[0] = readValue(SENSOR_1);
59     temperature[1] = readValue(SENSOR_2);
60     temperature[2] = readValue(SENSOR_3);
61
62     float finalTemperature = calculateMedian(temperature[0], temperature[1], temperature[2]);
63
64     Serial.println("**** The result of the second layer's TMR (Final Temperature): " + String(finalTemperature) + " °C ****\n");
65
66     delay(PROCESS_DELAY);
67 }

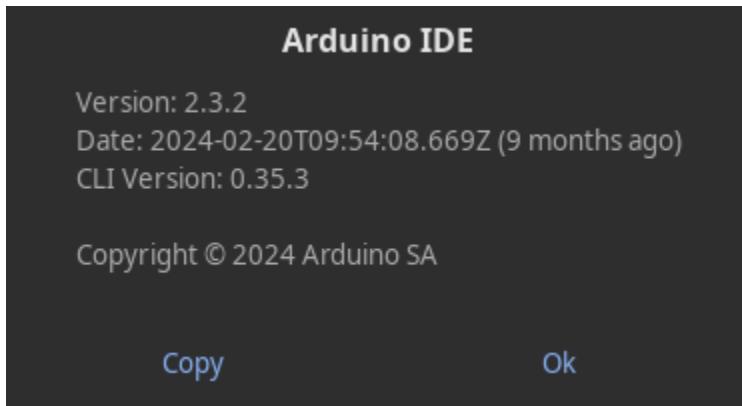
```

همچنین جناب بحرینی فرمودند که برای حالتی که محدودیت پایه نداریم (برای مثال arduino MEGA) داشته باشیم نیز کدش را قرار دهیم که من کد آن را هم در کنار فایل‌های این سوال قرار داده‌ام.

رفرنس مورد استفاده برای انجام این سوال نیز سایت زیر بود.

<https://www.electronicwings.com/arduino/lm35-interfacing-with-arduino-uno>

لازم به ذکر است برای انجام پروژه از IDE با مشخصات زیر استفاده کردم بر روی یک سیستم لینوکس X64 دیبان استفاده کردم.



با تشکر (: