

۱. کلیات

در این پروژه به نحوه راهاندازی حسگر دما (Thermal sensor) و نحوه انجام محاسبات مربوط به تفکیک پذیری ولتاژ خروجی حسگر پرداخته می شود. حسگر دمای مورد استفاده در این پروژه از نوع LM35 می باشد. این حسگر دارای سه پایه است (شکل ۱). خروجی حسگر دما (پایه وسط) توسط یکی از پین های آنالوگ آردوینو دریافت می گردد. سپس مقدار مربوطه توسط ارتباط سریال به کامپیوتر فرستاده شده و امکان قرائت این مقادیر از طریق سربرگ Tools و گزینه Serial Monitor در نرم افزار Arduino IDE میسر می گردد. از آنجایی که ولتاژ دریافتی توسط پین های آنالوگ آردوینو بایستی به صورت دیجیتال تبدیل شود تا توسط کامپیوتر قابل نمایش باشد، بنابراین مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی برد مادر آردوینو عمل دیجیتال سازی را با عمق بیت ۱۰ انجام می دهد. پس به تعداد $2^{10} = 1024$ حالت دیجیتال می تواند ایجاد شود و اعداد در محدوده ۰ الی ۱۰۲۳ قابل نمایش خواهد بود. در صورتیکه ولتاژ مرجع حسگر، جهت تبدیل اعداد دیجیتال به ولتاژ، برابر ۵ ولت انتخاب گردد؛ تفکیک پذیری (Resolution) حسگر دما به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{5(V)}{1024} = 4.8828(mV) \quad (1)$$

با توجه به رابطه فوق و با در نظر گرفتن این نکته که خروجی حسگر LM35 به صورت خطی بوده و ۱۰ میلی ولت تغییر ولتاژ در خروجی حسگر به ازای هر یک درجه تغییر در دمای محیط بر حسب سانتی گراد به وجود می آید، می توان مقدار دما را بر حسب درجه سانتی گراد بر اساس رابطه شماره ۲ تعیین نمود.

$$T(^{\circ}C) = \frac{4.8828(mv) \times ADC\ Count}{10(mv)} \quad (2)$$

که در آن ADC Count عدد دریافت شده از طریق مبدل آنالوگ به دیجیتال مربوط به پین آنالوگی است که خروجی حسگر دما به آن متصل شده است. بنابراین بزرگترین دمایی که حسگر می تواند خوانش کند عبارت است از:

$$T(^{\circ}C) = \frac{4.8828(mv) \times 1023}{10(mv)} = 499.51$$

با توجه به مطالب ذکر شده می توان به این نتیجه رسید که با استفاده از یکی از پین های آنالوگ برد مادر آردوینو و ولتاژ مرجع آنالوگ ۵ ولت می توان مقادیر دما را در محدوده ۰ الی ۴۹۹/۵۱ درجه سانتی گراد نمایش داد. البته باید به این نکته توجه نمود که بر اساس برگه راهنمای (Datasheet) حسگر LM35، مقدار حداکثر دمای قابل خوانش توسط آن برابر ۱۵۰ درجه سانتی گراد است.

دستور پیکربندی ولتاژ مرجع آنالوگ توسط برد مادر آردوینو، بگونه ای که مقدار آن برابر با مقدار ولتاژ راهاندازی حسگر باشد، به صورت زیر است: analogReference(DEFAULT);

در صورتی که نیاز به اندازه گیری دما با میزان تفکیک پذیری دقیق تر (کوچکتر) وجود داشته باشد، بایستی ولتاژ مرجع آنالوگ حسگر دما را کوچکتر انتخاب کرد. به عنوان نمونه در صورتی که از ولتاژ ۱/۱ ولت (که برابر با ولتاژ مرجع داخلی برد مادر آردوینو است) استفاده گردد، تفکیک پذیری ولتاژ حسگر دما به صورت رابطه ۳ خواهد بود:

$$\frac{1.1(V)}{1024} = 1.0742(mV) \quad (3)$$

بنابراین بزرگترین دمایی که حسگر می تواند در این حالت خوانش کند عبارت است از:

$$T(^{\circ}C) = \frac{1.0742(mv) \times 1023}{10(mv)} = 109.89$$

پس در صورت استفاده از ولتاژ مرجع آنالوگ برابر ۱/۱ ولت می توان مقادیر دما را در محدوده ۰ الی ۱۰۹/۸۹ درجه سانتی گراد توسط حسگر LM35 نمایش داد.

دستور پیکربندی ولتاژ مرجع آنالوگ ۱/۱ ولت توسط برد مادر آردوینو به صورت زیر است:

analogReference (INTERNAL);

اهداف زیر از انجام این پروژه مدنظر است:

- آشنایی با نحوه راهاندازی حسگر دما و نحوه انجام محاسبات مربوط به تفکیک پذیری ولتاژ حسگر
- آشنایی با نحوه پیکربندی ولتاژ مرجع آنالوگ
- افزایش مهارت در کار با قطعات الکترونیک و بستن مدار

جلسه ۶ بخش عملی: راهاندازی حسگر دما و آشنایی با نحوه انجام محاسبات مربوط به تفکیک پذیری ولتاژ خروجی حسگر



شکل ۱. ساختمان یک حسگر دما LM35

۲. مباحث تکمیلی

از ویژگی‌های حسگر LM35 می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- خروجی حسگر بر اساس دما و بر حسب درجه سانتی‌گراد کالیبره شده است.
- حسگر دارای خروجی خطی بوده و به ازای هر یک درجه تغییر در دمای محیط بر حسب سانتی‌گراد، ۱۰ میلی‌ولت تغییر ولتاژ در خروجی حسگر به وجود می‌آید.
- صحت کارکرد حسگر ۰/۵ درجه سانتی‌گراد است (این میزان صحت در دمای کاری ۲۵ درجه سانتی‌گراد توسط شرکت سازنده تضمین شده است).
- محدوده کاری حسگر مابین ۵۵- الی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد است (محدوده قابل نمایش به نحوه اتصال حسگر در مدار بستگی دارد).
- ولتاژ کاری جهت راهاندازی حسگر در بازه ۴ الی ۳۰ ولت می‌تواند انتخاب گردد.
- نشتی شدت جریان در حسگر بسیار پایین و در حدود ۶۰ میکرو آمپر می‌باشد. بنابراین خود گرمایی (Self-heating) حسگر در محیط بدون گردش هوا (Still air) بسیار اندک و در حدود ۰/۱ درجه سانتی‌گراد است.
- جهت دریافت اطلاعات تکمیلی در زمینه سایر مشخصات حسگر و کاربردهای آن به برگه راهنمای حسگر مراجعه شود.

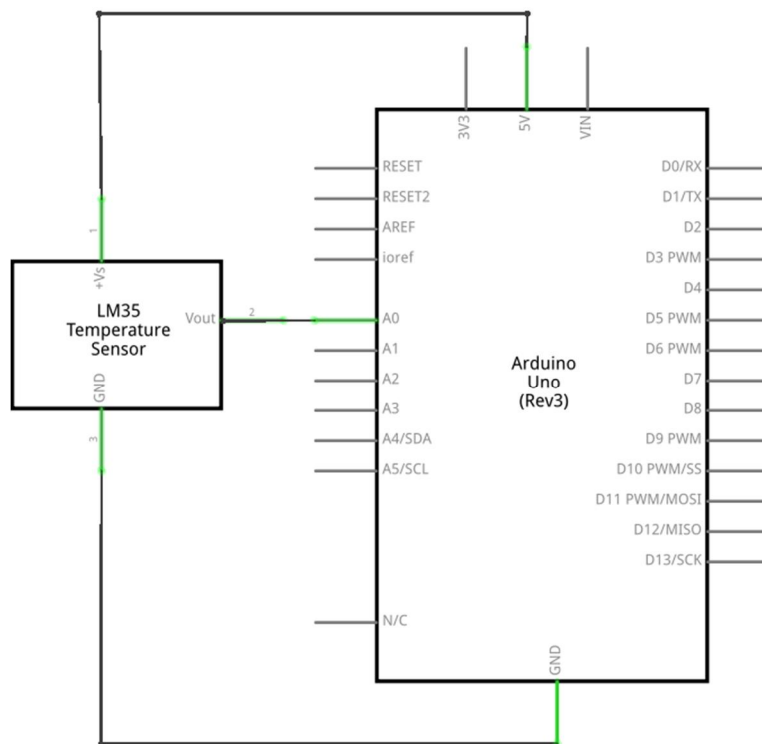
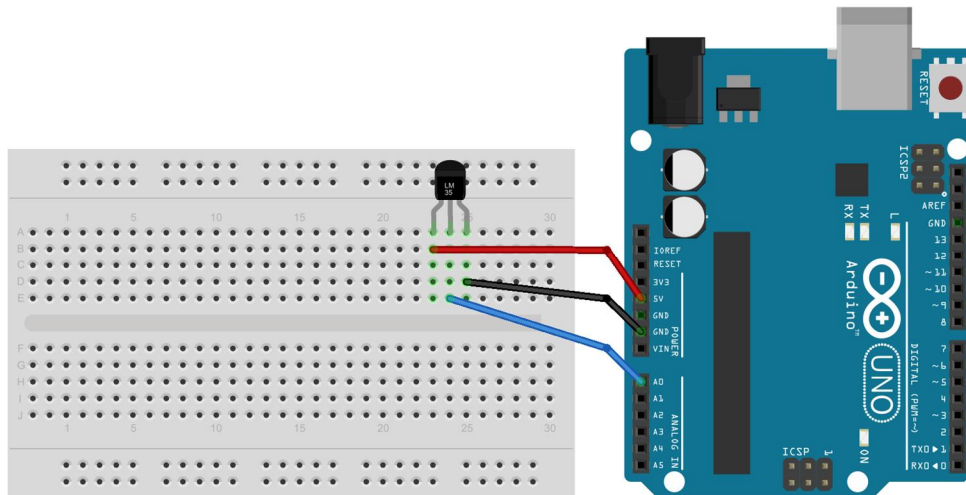
۳. قطعات و لوازم مورد نیاز

- برد بورد (۱ عدد)
- حسگر LM35 (۱ عدد)
- سیم Jumper (۳ عدد)
- برد آردوینو Uno (۱ عدد)

۴. پیاده‌سازی مدار و برنامه‌نویسی

مدار پروژه حسگر دما بر اساس آنچه در شکل ۲ آمده است قابل پیاده‌سازی است. پس از بستن مدار، برنامه مدنظر بر اساس آنچه در شکل ۳ آمده است جهت پروگرام کردن برد آردوینو استفاده می‌شود.

جلسه ۶ بخش عملی: راه اندازی حسگر دما و آشنایی با نحوه انجام محاسبات مربوط به تفکیک پذیری ولتاژ خروجی حسگر



شکل ۲. نحوه پیاده سازی مدار پروژه حسگر دما

```
int ThermalSensorPin=A0; //Define the thermal sensor PIN (A0)
float ThermalSensorReading; //This variable will contain the raw value read from thermal sensor
float Thermperture; //This variable will contain the environment temperature in degree Celsius

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Configure serial communication and define baud rate
  analogReference(INTERNAL); //Configure 1.1 V as internal analogue reference voltage
}

void loop() {
  ThermalSensorReading = analogRead(ThermalSensorPin); //Read the value from thermal sensor
  Thermperture = (1.0742 * ThermalSensorReading) / 10; //Compute temperature in degree Celsius
  Serial.print("Temperature (C)= "); //Send "Temperature (C)= " to serial port
  Serial.println(Thermperture); //Send temperature value to serial port then go to next line
  delay(250);
}
```

شکل ۳. برنامه پروژه حسگر دما