

### Практична робота 3. Програмування Arduino. Дослідження роботи датчика температури LM35

**Мета:** ознайомитись з принципом роботи та зчитуванням даних датчика температури LM35; закріпити навички виведення інформації на семисегментний індикатор з використанням регістру зсуву 74HC595 та LCD-індикатор.

**Завдання:** написати програму для зчитування та передачі значення температури до LED або LCD індикатора.

**Обладнання:** лабораторний макет/віртуальний стенд «Arduino Learner Kit»; USB – кабель; провідники-з'єднувачі.

#### Загальні відомості

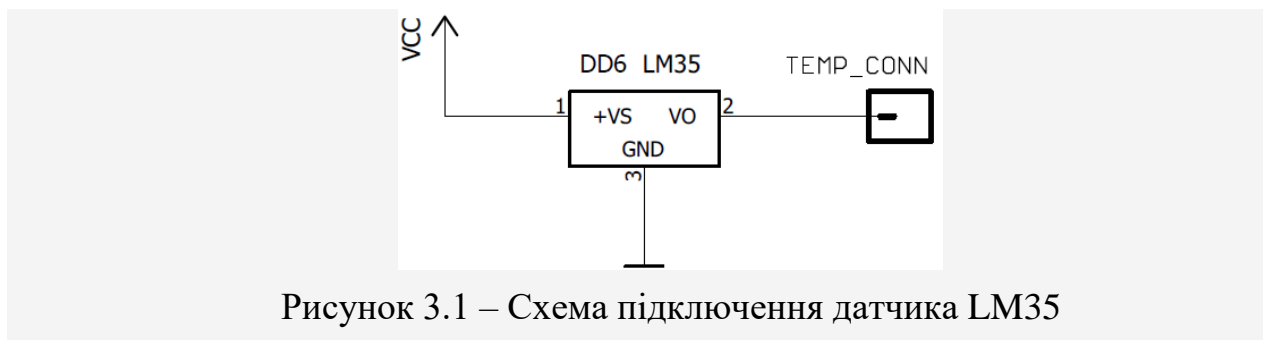
LM35 - Прецизійний аналоговий датчик температури, на виході якого формується напруга пропорційно температурі за шкалою Цельсія.

Характеристики датчика:

- діапазон температур:  $-55^{\circ}\text{C} \dots 150^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ;
- дозвіл:  $10.0\text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$ ;
- напруга на виході при  $25^{\circ}\text{C}$ : 250мВ;
- напруга живлення: від 2,7 до 5,5 В.

На виході датчика формується напруга пропорційно температурі за шкалою Цельсія, величина напруги 10.0 мВ на  $1^{\circ}\text{C}$ , тобто, якщо температура датчика  $25^{\circ}\text{C}$  на виході датчика буде 250 мВ.

Датчик LM35 має три виводи: плюс живлення (+2.7 - 5.5В), вихід, земля (рис. 3.1).



Додаткові бібліотеки для Arduino не потрібні. Приклад програми роботи з датчиком LM35:

```
int raw = 0;
float temp = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void loop() {
  raw = analogRead(A0);
  temp = (raw/1023.0)*5.0*1000/10;
  Serial.println(temp);
  delay(1000);
}
```

У програмі можна помітити вираз:

$$\text{temp} = (\text{raw} / 1023.0) * 5.0 * 1000/10;$$

Усі аналогові датчики мають важливу характеристику – відношення кількості вольт до одиниці вимірюваної величини. У датчика LM35 кожен градус вимірюваної температури, відповідає 10 мВ напруги на виході. Тому значення, що зчитано за допомогою `analogRead`, необхідно перетворити у вольти:

$$\text{вольти} = (\text{значення АЦП} / 1023) * 5$$

Така процедура називається нормуванням: 1023 – максимальне значення, яке може повернути 10-бітний АЦП, вбудований в Arduino; 5 – опорна напруга АЦП.

Далі перетворимо вольти в градуси Цельсія:

$$\text{градуси} = (\text{вольти} * 1000) / 10$$

Перетворюємо вольти в мілівольтах (\* 1000), і ділимо на 10.

Неможливо здійснити вимірювання негативних температур, 0 °C це 0В на виході датчика. Щоб вимірювати весь діапазон потрібно подавати негативну напругу, але навіть якщо вона буде подана, вбудований АЦП в Arduino не може вимірювати негативну напругу. Низький дозвіл вбудованого АЦП Arduino та нестабільність опорної напруги у випадку якої

використовується напруга живлення 5В. Вирішується використанням вбудованого в Arduino джерела опорного напруги 1,1В. У цьому випадку верхня межа температур, яку можна виміряти, буде 110 °С.

Датчик аналоговий і відповідно підключати його потрібно на аналоговий вхід Arduino. У прикладі коду, що наведений нижче, датчик контактом TEMP\_CONN (рис.3.1) підключений до входу А0.

```
float tempC;
int reading;

void setup () {
    analogReference (INTERNAL);
    // включаємо внутрішнє джерело опорної напруги 1,1В
    Serial.begin (9600);
}

void loop () {
    reading = analogRead(A0);
    tempC = reading / 9.31; // переводимо градуси Цельсія
    Serial.print (tempC);
    Serial.println ("C");
    delay (1000);
}
```

### **Хід виконання роботи**

1. Підключити схему до комп'ютера через USB порт плати Arduino та/або запустити віртуальний стенд у середовищі Proteus 8.
2. Завантажити програму LM35\_SEG (додаток II) до лабораторного макета / віртуального стенду, попередньо виконати з'єднання датчика LM35, семисегментного індикатора та Arduino у відповідності до програми. Дослідити роботу програми.
3. Завантажити програму LM35\_Shift (додаток II) до лабораторного макета / віртуального стенду, попередньо виконати з'єднання датчика LM35, семисегментного індикатора, регістру зсуву 74HC595 та Arduino у відповідності до програми. Дослідити роботу програми.
4. Завантажити програму LM35\_LCD (додаток II) до лабораторного макета / віртуального стенду, попередньо виконати з'єднання датчика LM35,

LCD-індикатора та Arduino у відповідності до програми. Дослідити роботу програми.

### **Завдання**

1. Реалізувати програму, яка виводить на LCD-індикатор значення температури з датчика LM35 та керує RGB світлодіодом. Якщо  $t > 18^{\circ}\text{C}$ , то світиться синій світлодіод; якщо  $t \geq 25^{\circ}\text{C}$ , то світиться зелений світлодіод; якщо  $t \geq 33^{\circ}\text{C}$ , то світиться червоний світлодіод; якщо  $t \leq 18^{\circ}\text{C}$ , то RGB світлодіод не світиться.

2. Реалізувати програму, яка виводить на семисегментний індикатор значення температури з датчика LM35 та керує RGB світлодіодом. Якщо  $t > 18^{\circ}\text{C}$ , то світиться синій світлодіод; якщо  $t \geq 25^{\circ}\text{C}$ , то світиться зелений світлодіод; якщо  $t \geq 33^{\circ}\text{C}$ , то світиться червоний світлодіод; якщо  $t \leq 18^{\circ}\text{C}$ , то RGB світлодіод не світиться.

3. Реалізувати програму, яка виводить на семисегментний індикатор з використанням регістру зсуву 74HC595 значення температури з датчика LM35 та керує RGB світлодіодом. Якщо  $t > 18^{\circ}\text{C}$ , то світиться синій світлодіод; якщо  $t \geq 25^{\circ}\text{C}$ , то світиться зелений світлодіод; якщо  $t \geq 33^{\circ}\text{C}$ , то світиться червоний світлодіод; якщо  $t \leq 18^{\circ}\text{C}$ , то RGB світлодіод не світиться..

**Підготувати звіт згідно ДСТУ 3008-95 (лістинг програми, висновки, перелік посилань)**

### **Контрольні питання**

1. Поясніть термін нормування?
2. Як виміряти від'ємну температуру датчиком LM35?
3. Що виконує команда `analogReference (INTERNAL)`?
4. Чому використовують опорну напругу 1,1В, а не 5В для АЦП Arduino?
5. Які є аналоги датчика LM35?
6. Які є рекомендації до застосуванню датчика LM35?

