

Організація введення інформації з аналогового датчика температури LM35

Мета: ознайомитися з принципами роботи датчика LM35. Отримати практичні навички по підключенню датчика до мікроконтролера, ознайомитись з роботою датчика та організації отримання значень з датчика.

Теоретичні відомості

Вхідні сигнали бувають аналогові і цифрові. Аналоговий сигнал – це сигнал, величина якого безперервно змінюється в часі. Аналогові сигнали природним чином передають мову, музику і зображення. Для обробки аналогових сигналів в МПС здійснюється перетворення сигналу в цифрову форму.

Більшість датчиків є аналоговими, тому необхідно сигнал перетворити в цифрову форму за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП). АЦП може бути як вбудований у датчик, так і бути зовнішнім.

У даній роботі розглянемо роботу аналогового датчика LM35 (рисунок 3.1). Основне призначення пропонованого датчика – вимірювання температури.

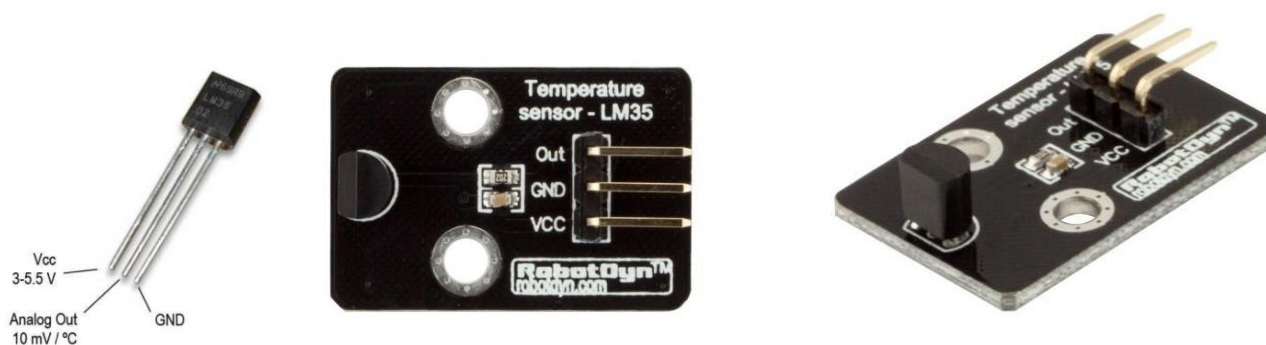


Рисунок 3.1 –Зовнішній вигляд датчика та модуля LM35

Основні характеристики датчика:

- Вимірювання температури в діапазоні від -55 до 150 градусів;
- Похибка вимірювання температури становить до $\pm 0,5$ градусів (при 25 °C);
- Лінійне значення напруги на виході з коефіцієнтом 10 мВ/°C;
- Нелінійність до ± 0.25 °C
- Струм споживання до 60 мкА;
- Джерело живлення – від 4 до 30 Вольт;

Для перетворення будь-якого аналогового сигналу (звуку, зображення тощо) в цифрову форму необхідно виконати три основні операції (рисунок 3.2): дискретизацію за часом, квантування за рівнями і кодування.

Дискретизація - представлення безперервного сигналу послідовністю його значень (відліків). Ці відліки беруться в моменти часу, відокремлені один від одного інтервалом, який називається інтервалом дискретизації (Тд). Величину, зворотну інтервалу між відліками, називають частотою дискретизації (Fd).

Частота дискретизації вибирається з теореми Котельникова (Найквіста). У ній стверджується, що для того щоб по відліках сигналу можна було б точно відновити безперервний сигнал, необхідно щоб частота дискретизації не менше ніж в два рази перевершувала верхню частоту спектра дискретізованого сигналу.

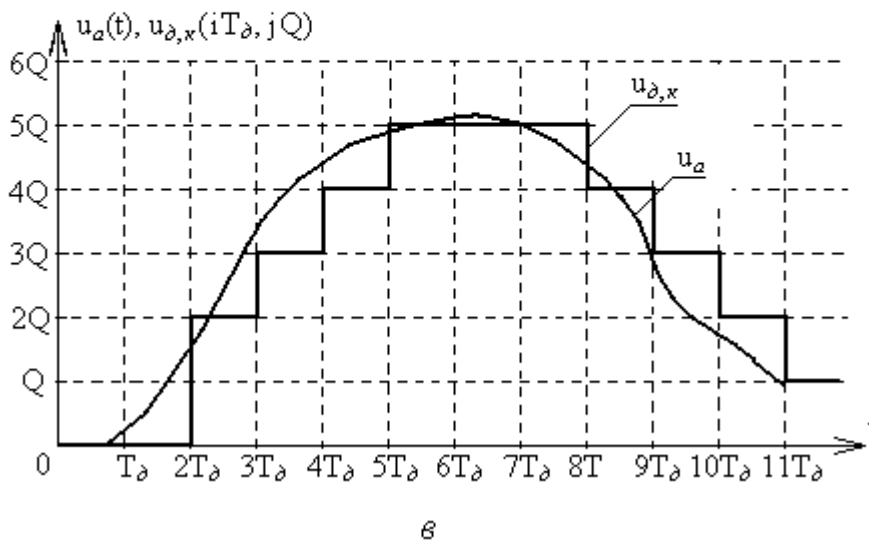
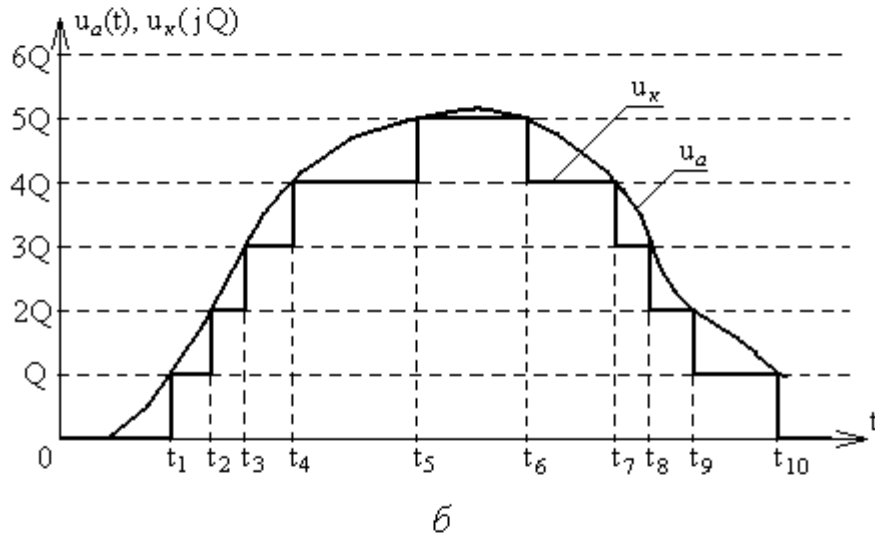
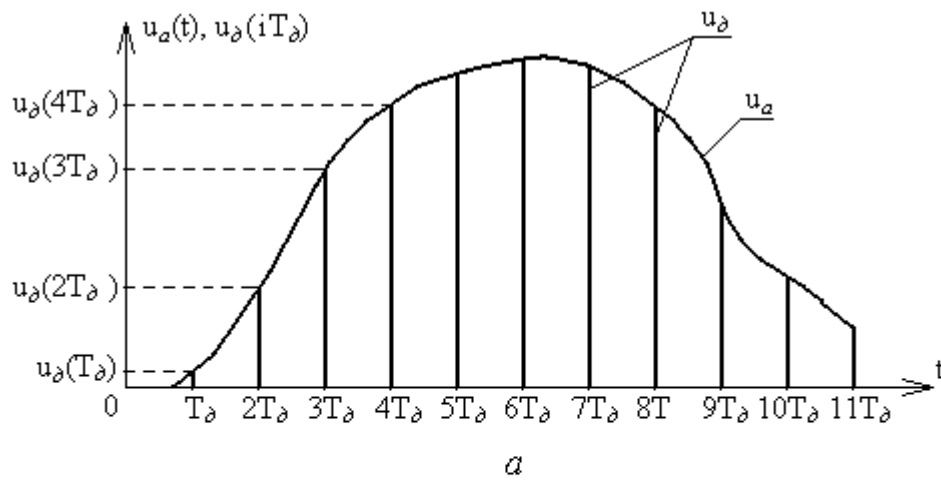


Рисунок 3.2 - Дискретизація аналогового сигналу за часом (а), квантування за рівнем (б), цифровий сигнал (в)

Квантування є заміною величини відліку сигналу найближчим значенням з набору фіксованих величин - рівнів квантування (jQ). Іншими словами, квантування - це округлення величини відліку. Рівні квантування ділять весь діапазон можливих значень сигналу на кінцеве число інтервалів - кроків квантування. Розташування рівнів квантування обумовлено шкалою квантування. Використовуються як рівномірні, так і нерівномірні шкали.

Кількість рівнів квантування визначається за формулою $N = 2^n$, де n - кількість розрядів.

Вибір кількості рівнів квантування сигналів проводиться на основі компромісного підходу, що враховує з одного боку необхідність досить точного представлення сигналу, що вимагає великої кількості рівнів квантування, а з іншого боку кількість рівнів квантування має бути менше, щоб розрядність коду була мінімальною. Спотворення сигналу, що виникають в процесі квантування, називають шумом квантування.

Для того, щоб проведення перетворення стало аналого-цифровим, у відповідність значенням кожного рівня jQ необхідно присвоїти цифровий код, в більшості випадків двійковий. Такий процес називається кодуванням. Зазвичай цифровий код вибирається рівним десятковому еквіваленту номера j квантованого рівня. В цьому випадку максимальне значення коду відповідає значенню максимально можливій вхідній напрузі АЦП за вирахуванням одного кванта (Q). Пояснюється це тим, що одна кодова комбінація відповідає нульовому значенню вхідної напруги АЦП.

Розглянемо основні характеристики пристроїв аналого-цифрового перетворення.

Розрядність n вихідного коду для АЦП – характеризує кількість розрядів для відображення аналогової величини.

Діапазон вхідної $U_{вх.}$ напруги АЦП – характеризує повний діапазон вхідної напруги, яку перетворювач в змозі відобразити вихідним кодом. Діапазон напруги може бути як однополярним, так і біполярним в залежності від типу перетворювача.

Роздільна здатність (чутливість) – значення мінімальної зміни вхідного сигналу АЦП, яке викликає зміну цифрового коду на одиницю. Ця характеристика визначається величиною кванта Q , а також називається величиною молодшого розряду (МЗР або LSB в англійській термінології). Через наявність невизначеності (похибки) величиною $\pm Q/2$ зазвичай приймається, що зміна цифрового коду на одиницю відбувається в середній точці діапазону даного квантованого.

Абсолютна похибка перетворення в кінцевій точці шкали – характеризує відхилення реальної максимальної вхідної напруги для АЦП від ідеального значення напруги.

Час перетворення для АЦП – характеризує часовий інтервал з моменту подачі керуючого сигналу «початок перетворення» і до моменту отримання на виході остаточного цифрового коду.

Максимальна частота перетворення – визначає максимальне значення числа відліків вхідного сигналу, виконаних перетворювачем в одиницю часу при збереженні повної точності.

Аналоговий вхід мікроконтролера – це вхід, на який можна подавати аналоговий сигнал, тобто певний вивід на корпусі мікроконтролера, до якого можна підключити датчик з використанням узгоджувального пристрою.

В якості найпростішого такого датчика може виступати звичайний резистивний дільник напруги змінного резистора (рисунок 3.3):

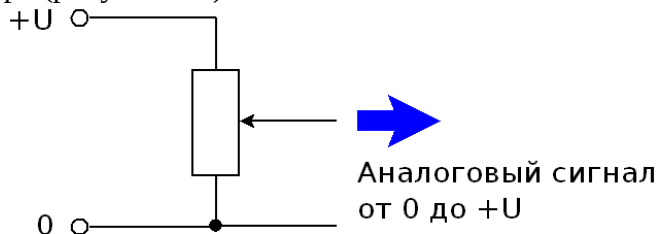


Рисунок 3.3 – Підключення змінного резистора

У цьому прикладі на виході резистора буде аналоговий сигнал у вигляді напруги, що плавно змінюється в діапазоні від 0 до $+U$.

Якщо вказану схему підключити до Arduino Leonardo, то за замовченням в якості джерела опорної напруги ($U_{дон}$) буде використано джерело живлення, яке дорівнює 5 В. Тому рівень кванту буде дорівнювати:

$Q = U_{дон} / N = 5/1024 = 0.0048828125$ В (розрядність АЦП в Arduino дорівнює 10, тому $N = 1024$).

Вихідну величину напруги на виході змінного резистора можна розрахувати як:

$U_{вих} = jQ$, де j – код, що отриманий з АЦП.

Подібні резистивні датчики можна використовувати, наприклад, як датчики положення засувки або датчик положення джойстика, представленого на рисунку 3.3 (необхідно 2 змінних резистора для кожної координати).

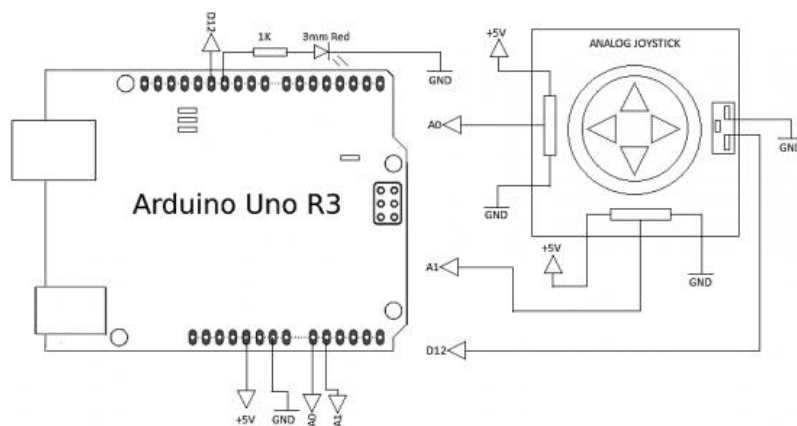


Рисунок 3.4

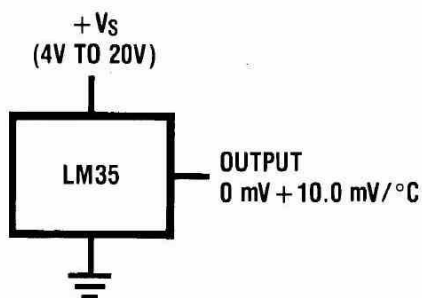
Для наочності наведемо приклад програми для середовища Arduino IDE (рисунок 3.5), яка оцифровує аналоговий сигнал на вході A0.

```

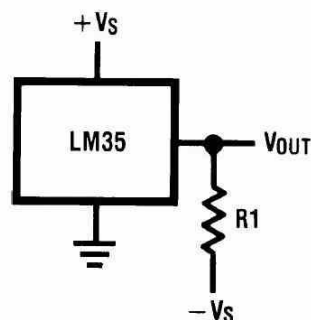
1 int sensorPin = A0;    // задание аналогового входа A0
2 int sensorValue = 0;
3
4 void setup() {
5     Serial.begin(9600); //инициализация последовательного порта
6 }
7
8 void loop() {
9     // чтение значения АЦП (состояния датчика)
10    sensorValue = analogRead(sensorPin);
11    // вивод значення в порт (монитор порта)
12    Serial.println(sensorValue); //Serial.print(sensorValue);
13    delay(500);           // задержка на считыванием следующего состояния АЦП
14 }

```

Рисунок 3.5 - Тестовий приклад



а) діапазон від +2 до +150 °C



б) діапазон від -55 до +150 °C

Рисунок 3.6 - Базова схема підключення датчика температури LM35

Модуль, що показаний на рисунку 3.1 відповідає схемі підключення, що показана рисунку 3.6а.

Зміст роботи

Завдання 1: Ввести приклад, що представлено на рисунку 3.5. Перевірити роботу додатка за допомогою монітору середовища розробника. Розібратися з роботою функції отримання інформації зі змінного резистора. В якості змінного резистору використати резистор, що розташований на багатофункціональному модулі. Розрахувати чому дорівнює квант опору та вихідний опір. Розрахунки виконати для 5-ти значень. Результати розрахунків представити у

вигляді таблиці з наступними заголовками стовпців: код АЦП, напруга на виході змінного резистору, опір на виході змінного резистору, квант опору.

Завдання 2: Реалізувати функцію для отримання значення температури з датчика LM35. Розрахувати чому дорівнює квант температури. Перевірити роботу функції за допомогою монітору середовища розробника.