**Лабораторне заняття 7.** Створення пристрою вимірювання концентрації чадного газу у повітрі з відображенням у хмарному сервісі ThingSpeak.

***1. Завдання на виконання роботи***

Розробити програмний код для передавання вимірів концентрації чадного газу у повітрі аналоговим датчиком MQ-2 до хмарного сервісу ThingSpeak з використаннямплати NodeMCUv3 – ESP-12E***.***

**2. *Алгоритм розрахунку концентрації чадного газу***

Датчик серії MQ-2 використовує невеликий нагрівач всередині з електрохімічним датчиком для вимірювання різних видів комбінації газів. Датчик газу MQ2 змінює значення внутрішнього опору RS відповідно до концентрації газу. Схематично датчик зображено на рис. 1. Послідовно з сенсором включається змінний резистор навантаження , який забезпечує регулювання чутливості датчика, опір якого змінюється від 2кОм до 47 кОм.

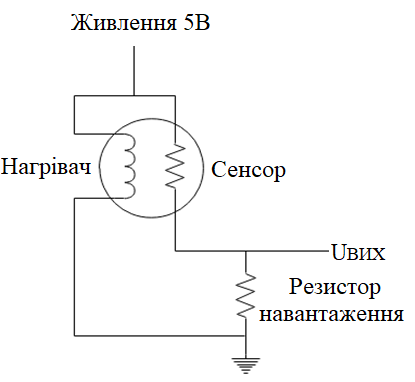


Рисунок 1 – Схема датчику MQ-2

Нагрівальний елемент всередині датчика MQ-2 потребує підключення зовнішнього джерела живлення з напругою 5 В та потужністю приблизно 1Вт. Для визначення внутрішнього опору сенсора необхідно врахувати, що вихід модуля датчика фактично являє дільник напруги джерела живлення , який створюється опором датчика та послідовним включенням резистора RL. Оскільки значення резистору навантаження RL відоме і стале, то на основі виміряного значення вихідної напруги датчика, можна розрахувати опір датчика RS:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

На рис. 2 зображено графік, що показує концентрацію газу в частці на мільйон (ppm) від відношення опорів RS/R0, де R0 – опір датчика у чистому повітрі. Отже для визначення концентрації чадного газу необхідно визначити значення опору R0 датчика у чистому повітрі.

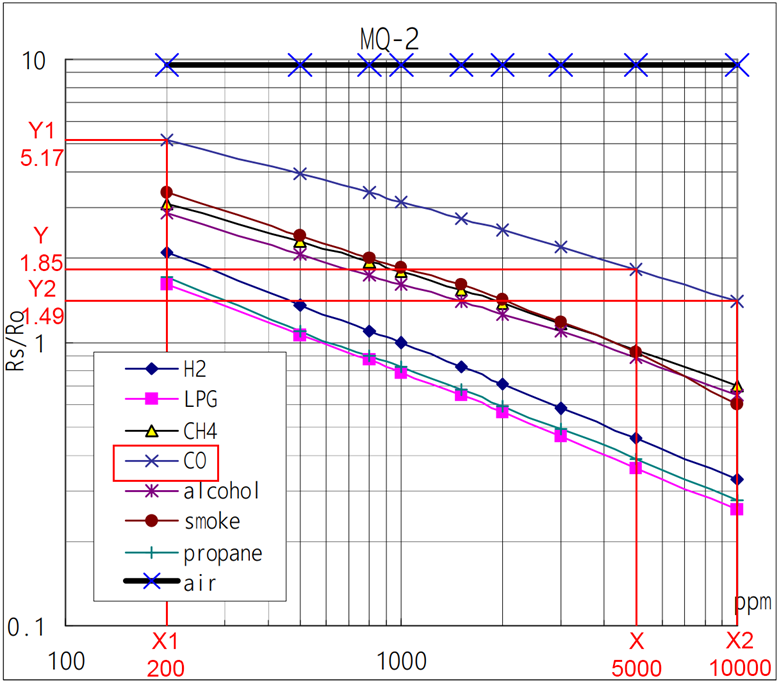


Рисунок 2 – Характеристики датчику MQ-2

Для цього за допомогою мультиметру виміряли опір резистору навантаження на платі датчика MQ-2, який становив Далі датчик було підключено до джерела живлення та залишено на прогрівання у середовищі з чистим повітрям протягом однієї години. Через одну годину було виміряно напругу на виході датчику, яка становила Далі було розраховано опір сенсора RS за виразом (1):

З рис. 2 видно, що у чистому повітрі Тоді значення опору R0 у чистому повітрі:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

При відомому значенні опору датчику R0 у чистому повітрі можна, згідно рис. 2, визначити значення концентрації газу, яке відповідає розрахованому відношенню виміряного значення внутрішнього опору датчика до опору датчика у чистому повітрі .

Згідно (1) для розрахунку виміряного значення внутрішнього опору датчика RS необхідно виміряти поточне значення напруги на виході датчика. Для вимірювання напруги підключимо аналоговий вихід датчика газу MQ-2 до входу A0 вбудованого 10-ти бітного АЦП плати NodeMCUv3 – ESP-12E. Тоді поточне значення вихідної напруги датчика можна розрахувати за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

де – цифровий код на виході АЦП;

– опорна напруга АЦП, яка дорівнює напрузі ;

– розрядність АЦП.

Графік залежності концентрації газу від відношення на рис. 2 подано у логарифмічному масштабі, тобто :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

де – відношення опорів *RS*/*R0*;

– значення концентрації газу в ppm;

– нахил лінії;

– точка, де графік функції перетинає вісь Y.

Нахил лінії розраховується за виразом:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

де *x1* – Х координата точки початку лінії на графіку;

*y1* –Y координата точки початку лінії на графіку;

*x2* –Х координата точки кінця лінії на графіку;

*у2* –Y координата точки кінця лінії на графіку.

Згідно рис. 2 початкова точка (*x1,y1*) має координати (200; 5,17), а координати кінцевої точки (*x2,y2*) становлять (10000;1,49). Тоді, згідно (4):

Після розрахунку нахилу лінії можна визначити з виразу (3) значення :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

де – координати точки, що відповідає середині графіку.

Координати точки, що відповідає середині графіку (рис. 2), становлять (5000; 1,85). Тоді згідно (5):

Отже, як передує з виразу (3), а виміряне значення концентрації газу у ppm може бути визначено згідно виразу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

1. ***Порядок виконання роботи***
2. Налаштуйте програмне середовище Arduino IDE на роботу с платою ESP8266. Завантажте програмний код «ThingSpeak\_temp\_hum.ino», який був раніше розроблений для передачі даних вимірів датчика DHT11 у хмарний сервіс ThingSpeak. Зайдіть у свій акаунт та створіть новий канал для виведення вимірів СО у ppm. Змініть у коді ID каналу.
3. Додайте до коду рядки, що визначають аналоговий вхід, до якого підключено датчик MQ-2 та типи змінних, що використовуються у розрахунках концентрації газу, наприклад:

#define adcPin A0 // Пін входу АЦП

float VCC = 5; // Напруга живлення датчику, В

float Vref = 5; // Опорна напруга АЦП, В

float RL = 2; // Номінал резистору RL, кОм

float RO = 7.2; // Відкаліброване значення R0

float curve[2] = { -0.32, 1.44}; // Розраховані значення функції для CO

int ppm; // Змінна для зберігання значень у ppm.

1. У **void loop()** додайте рядки, які дозволяють читати дані аналогового входу A0 та визначати значення виміряної напруги на виході датчика згідно виразу (2):

float = 0; // Змінна для зберігання значень

= analogRead(adcPin)\*Vref / 1024; // Розрахунок напруги на виході датчику.

На основі виміряного значення вихідної напруги датчика розрахуйте опір датчика RS згідно виразу (1) та відношення RS/RO. Використовуючи отримане значення RS/RO, розрахуйте виміряне значення концентрації газу CO у ppm згідно виразу (6). Зауважимо, що для обчислення значення виразу (6) зручно використовувати функцію pow:

ppm = pow(10, (log10(ratio) - curve[1]) / curve[0]);

якщо отримане значення більше ніж 10000, його доцільно обмежити максимальним значенням, а саме:

if (ppm > 10000) { // Якщо розраховане ppm більше ніж 10000

ppm = 10000; // Обмежити до 10000 згідно даташиту

1. Додайте рядок для виведення розрахованого значення концентрації газу CO у створений канал хмарного сервісу ThingSpeak.
2. Проведіть компіляцію створеного скетчу, та після успішної компіляції перешліть його на електронну пошту викладача для завантаження у контролер та перевірку працездатності розробленого проекту.