

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЧАДНОГО ТА ПРИРОДНОГО (МЕТАНУ) ГАЗІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто побудову інформаційно-вимірювальної системи для виявлення чадного газу (CO) та метану (CH₄) із використанням сенсорів MQ-7B та MQ-5. Сенсор MQ-7B базується на напівпровідниковому матеріалі SnO₂ і характеризується високою селективністю до чадного газу, тоді як MQ-5 забезпечує ефективне виявлення метану, зрідженого газу (LPG) та водню. Описано принцип дії сенсорів, їхні технічні характеристики та схеми підключення. Запропонована система реалізована на основі мікроконтролера Arduino або ESP32, який здійснює зчитування аналогових сигналів, аналого-цифрове перетворення, обробку даних і формування попереджувальних сигналів при перевищенні гранично допустимих концентрацій газів. Передбачено відображення результатів на дисплеї та можливість бездротової передачі даних через Wi-Fi або Bluetooth для дистанційного моніторингу. Система може бути використана у побутових і промислових умовах для підвищення рівня безпеки та контролю якості повітря.

Ключові слова: чадний газ, метан, сенсор MQ-7B, сенсор MQ-5, інформаційно-вимірювальна система, SnO₂, Arduino, ESP32, газова сигналізація, контроль повітря, бездротовий моніторинг, безпека.

Вступ

Контроль концентрації метану (CH₄) та чадного (CO) газів є важливою задачею для забезпечення гарантії безпеки житлових, промислових та лабораторних приміщень. Надлишок цих газів становить небезпеку для здоров'я людини та може призвести до аварійних ситуацій. Чадний газ (оксид вуглецю, CO) – це безбарвний, без запаху, отруйний газ. Він утворюється при неповному згорянні газу. Максимально допустима концентрація чадного газу в повітрі приміщень становить 0,005%. При концентрації чадного газу в повітрі 0,01% людина втрачає здатність орієнтуватися в просторі та втрачає свідомість. Отруєння чадним газом може призвести до смерті. Лікування людей, які отруїлися продуктами горіння, дуже важке і тривале. Витік природного газу (метану, CH₄) також є дуже небезпечним. Максимально допустима концентрація метану в повітрі приміщень становить 1,2%. При концентрації метану в повітрі 5% може статися вибух. Наслідки вибуху газу можуть бути дуже важкими, аж до загибелі людей [1]. Створення інформаційно-вимірювальної системи для автоматичного моніторингу рівня CH₄ та CO у повітрі з можливістю візуалізації даних та подачею сигналу тривоги при перевищенні допустимих норм дозволить своєчасно виявляти небезпечні концентрації шкідливих газів і запобігати отруєнню людей.

Результати дослідження

Для виявлення чадного газу використовують сенсор MQ-7B. Він характеризується чутливим елементом виконаним на основі напівпровідникового матеріалу — діоксиду олова (SnO₂), опір якого змінюється під дією концентрації газу. Для підвищення точності вимірювання використовується циклічний режим нагріву: періодичне перемикавання між високою (5 В) і низькою (1.5 В) температурами.

Основні технічні характеристики сенсора складають: діапазон вимірювання: 10–10 000 ppm (CO); напруга живлення: 5 В; споживаний струм: до 150 мА; час відгуку: ≤10 с; час відновлення: ≤30 с; робоча температура: від -10 до +50 °C[2].

Сенсор має аналоговий (АО) та цифровий (DO) виходи, що дозволяє використовувати його у системах контролю безпеки. MQ-7B відзначається високою селективністю саме до чадного газу, що робить його придатним для побутових та промислових сигналізацій, схема підключення вказана на (Рисунок 1).

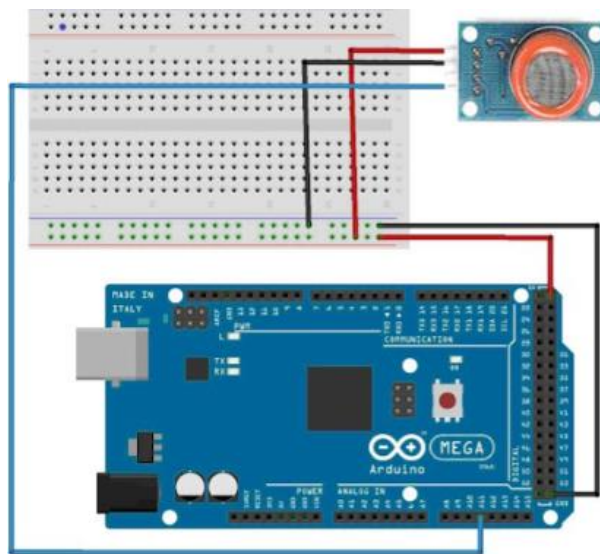


Рисунок 1 – Схема підключення сенсора MQ-7B

Для виявлення метану в повітрі застосовують сенсор MQ-5 (визначення природного газу – метану CH_4 , LPG, водню). Сенсор MQ-5 має чутливий елемент також виготовлений із діоксиду олова (SnO_2), який змінює свій опір у присутності горючих газів. Сенсор характеризується стабільністю показників і хорошою чутливістю до метану (CH_4).

Основні технічні характеристики: діапазон вимірювання: 200–10 000 ppm (CH_4 , LPG, H_2); напруга живлення: 5 В; споживаний струм: ≤ 150 мА; час відгуку: ≤ 10 с; час відновлення: ≤ 30 с; робоча температура: від -10 до $+50$ °C[3].

Сенсор має два виходи: аналоговий (для зчитування концентрації) та цифровий (для подачі сигналу при перевищенні порогового рівня). MQ-5 широко застосовується у побутових системах безпеки, контролерах газу, вентиляційних установках і лабораторних вимірювальних комплексах, схема підключення продемонстрована на (Рисунку 2).

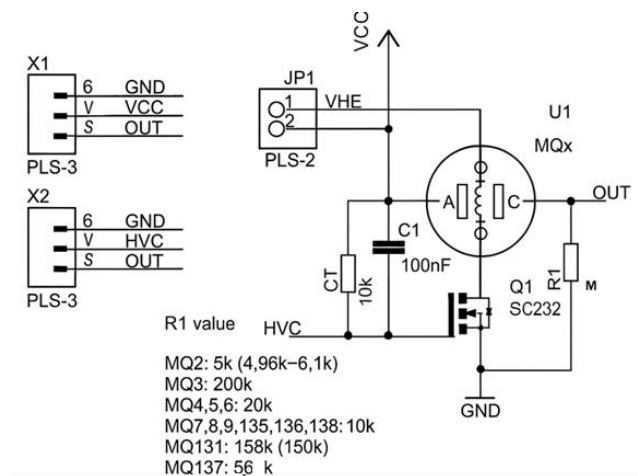


Рисунок 2 – Схема підключення сенсора MQ-5

Інформаційно-вимірювальна система — сукупність функціонально об'єднаних вимірювальних, обчислювальних та інших допоміжних технічних засобів для отримання вимірювальної інформації, її перетворення, обробки з метою представлення споживачу (в тому числі введення в АСУ) в

необхідному вигляді або автоматичного здійснення логічних функцій контролю, діагностування, ідентифікації[4].

Інформаційно-вимірювальна система з сенсорами MQ-5 та MQ-7B базується на мікроконтролері (наприклад, Arduino або ESP32), який зчитує аналогові сигнали із сенсорів MQ-7B та MQ-5. Дані перетворюються в цифрову форму за допомогою вбудованого АЦП. На основі цих даних контролер визначає поточну концентрацію газів у повітрі та порівнює її з гранично допустимими рівнями. Якщо норми перевищено — активується звукова та світлова сигналізація, а також може подаватися повідомлення на дисплей або через бездротовий канал зв'язку.

Результати вимірювань виводяться на рідкокристалічний або сенсорний дисплей у зручній для користувача формі. Система може бути розширена додатковими модулями — Wi-Fi або Bluetooth для дистанційного моніторингу через смартфон або комп'ютер. Завдяки цьому можна відстежувати показники навіть у віддалених приміщеннях.

Висновок

Отже, така система забезпечить постійний контроль повітря, що є особливо важливим у побутових, промислових та начальних приміщеннях. Завдяки автоматичному збору та аналізу даних користувач зможе оперативно реагувати на зміни стану повітря, вмикати вентиляцію або евакуацію при критичних показниках. Крім того, впровадження подібних інформаційно-вимірювальних систем сприятиме підвищенню рівня безпеки, енергоефективності та екологічної свідомості, а також може стати основою для створення “розумних” систем моніторингу довкілля та управління мікрокліматом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна інспекція енергетичного нагляду України .Офіційний сайт - [Електронний ресурс], Київ, 2025 р. – Електрон. текст. дані. Режим доступу: <https://sies.gov.ua/zvernennya-gromadyan/najbilsh-zapituvana-informaciya/syhnalizator-kontroliu-kontsentratsii-hazu-vstanovlennia-oboviazkove>
2. Третьяков Д.Г., Шумакова Н.І., Проценко І.Ю. Фізичні принципи функціонування газових датчиків [Електронний ресурс] Суми 2019 р. - Електрон. текст. дані. - 2019. - Режим доступу <https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/53b5700a-58ba-45ac-b741-054b24e7b000/content>
3. MiniTech Сенсор MQ-5 - [Електронний ресурс], Київ, 2025 р - Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/datchik-gaza-mq-5>
4. Галь А.Ф., Гайдай Г.Ю., Грешнов А.Ю. Інформаційно-вимірювальна система обробки даних експерименту [Електронний ресурс] Миколаїв 2020 р. - Електрон. текст. дані. - 2020. - Режим доступу: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/1_2020/part_1/13.pdf

Бровченко Вікторія Валентинівна – студентка групи КІВТ-22Б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gjfka1240@gmail.com

Дудатьєв Ігор Андрійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, Україна, email: dudatiev.igor@gmail.com

Припула Максим Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, Україна, email: prytula@vntu.edu.ua

INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR CARBON MONOXIDE AND NATURAL (METHANE) GASES

Abstract

The paper presents the development of an information-measurement system for detecting carbon monoxide (CO) and methane (CH₄) using MQ-7B and MQ-5 sensors. The MQ-7B sensor is based on the semiconductor material SnO₂ and features high selectivity to carbon monoxide, while the MQ-5 sensor effectively detects methane, liquefied petroleum gas (LPG), and hydrogen. The principles of operation, technical characteristics, and connection schemes of the sensors are described. The proposed system is implemented using an Arduino or ESP32 microcontroller, which reads analog signals, performs analog-to-digital conversion, processes data, and generates warning signals when gas concentrations exceed permissible limits. Measurement results are displayed on a screen, and wireless data transmission via Wi-Fi or Bluetooth is provided for remote monitoring. The system can be used in domestic and industrial environments to enhance safety and monitor air quality.

Keywords: carbon monoxide, methane, MQ-7B sensor, MQ-5 sensor, information-measurement system, SnO₂, Arduino, ESP32, gas alarm, air control, wireless monitoring, safety.

Brovchenko Viktoriia Valentynivna – student of the group KIVT-22B, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gjfka1240@gmail.com

Dudatiev Ihor Andriyovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of IRTS, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, Ukraine, email: dudatiev.igor@gmail.com

Prytula Maksym Oleksandrovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of IRTS, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, Ukraine, email: prytula@vntu.edu.ua