Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

Факультет: компьютерных систем и сетей

Кафедра: электронных вычислительных машин

Дисциплина: схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ

КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА

БГУИР КП 1-40 02 01 109 ПЗ

Студент: гр. 150501 Кардаш С.П.

Руководитель: Селезнев И.Л.

Минск 2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение………………………………………………………………………….3

1 Обзор литературы……………………………………………………………...4

   1.1 Требования к проектируемому устройству….……………………...……4

   1.2 Микроконтроллер…………………………………………………………..4

   1.3 Датчик метана………………………………………………………………5

   1.4 Датчик температуры и влажности………………………………………...6

   1.5 Жидкокристаллический дисплей………………………………………….7

   1.6 Датчик углекислого газа…………………………………………………...7

2 Разработка структуры устройства…………………….…………………….....9

   2.1 Компоненты проектируемого устройства……………………………..….9

   2.2 Описание взаимодействия модулей ……………………………................9

Список используемых источников……………………………………………….

Приложение А (обязательное) Схема структурная……………………………...

**ВВЕДЕНИЕ**

Природный газ - это смесь газов, основную часть которой составляет метан. Как известно, метан не имеет ни цвета, ни запаха, поэтому при использовании в быту, промышленности в него обычно добавляют одоранты.

Сам по себе метан является наиболее взрывоопасным газом из углеводородов (CxHy).

Природный газ нашёл широкое применение в качестве горючего в жилых частных и многоквартирных домах для отопления, подогрева воды и приготовления пищи; как топливо для автомобилей, котельных, агрегатов, ТЭЦ и других объектов.

Поскольку метан используется практически во всех сферах жизни человека, а также является взрывоопасным газом, очень важно непрерывно отслеживать его предельные концентрации. Так как органы человека не позволяют точно определять концентрации газов, нужно прибегать к использованию электронных устройств.

Устройства, которые определяют концентрации газов в воздухе, называются газоанализаторы. Газоанализаторы могут быть стационарными и переносными, а также различаться по типу подачи пробы диффузионная или принудительная. Однако основной задачей газоанализаторов является сигнализирование или выполнение каких-либо действий при выходе за допустимые границы концентрации газов. **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**1.1 Требования к проектируемому устройству**

Основной функцией проектируемого устройства является измерение концентрации метана(пропана) в помещениях. При выходе измеряемых значений за пределы нормы устройство должно каким-либо образом оповестить пользователя об опасности взрыва. Помимо измерения концентрации метана в помещении, проектируемый прибор будет измерять температуру и относительную влажность воздуха, а также концентрацию углекислого газа.

Для реализации заданных функций устройство должно включать в свой состав следующие компоненты:

– микроконтроллер;

– датчик метана(пропана);

– датчик температуры;

– датчик влажности;

– датчик углекислого газа;

– жидкокристаллический дисплей;

– спикер;

– светодиоды;

– кнопки.

**1.2 Микроконтроллер**

Основой проектируемого устройства является микроконтроллер.

На рынке представлено большое количество микроконтроллеров. Для реализации устройства были рассмотрены такие платы как Arduino UNO, Teensy 3.6, Iskra Neo.

Основные характеристики упомянутых контроллеров приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнительная таблица микроконтроллеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Плата | Arduino UNO | Teensy 3.6 | Iskra Neo |
| Микроконтроллер | ATmega328P | MK66FX1M0VMD18 | ATmega32U4 |
| Тактовая частота | 16 МГц | 180 МГц | 16 МГц |
| ОЗУ | 2 КБ | 256 КБ | 2.5 КБ |
| Флэш-память | 32 КБ | 1 МБ | 32 КБ |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Плата | Arduino UNO | Teensy 3.6 | Iskra Neo |
| EEPROM | 1 КБ | 4 КБ | 1 КБ |
| Цифровые входы/выходы | 14 Шт | 62 Шт | 20 Шт |
| Аналоговые входы/выходы | 6 Шт | 25 Шт | 12 Шт |
| Аппаратные интерфейсы | I²C, SPI, UART | **I²C, SPI, Serial/UART, CAN** | I²C, UART, SPI |
| Напряжение питания | 7-12 В | 3.6-6 В | 7 – 12 В |
| Рабочее напряжение | 5 В | 3.3 - 3.6 В | 3.3 В |
| Максимальный выходной ток пина 3.3 В | 150 мА | 250 мА | 800 мА |
| Максимальный выходной ток пина 5 В | 1 А | — | 1 А |
| Разрядность АЦП | 10 бит | 16 бит | 10 бит |
| Габариты | 69×53 мм | 62×18 мм | 69×53 мм |

Более подробную информацию о рассмотренных микроконтроллерах можно найти в источниках [1, 2, 3].

**1.3 Датчик метана**

Датчик метана является основным датчиком проектируемого устройства. Существует несколько типов датчиков для измерения концентрации метана, которые могут быть использованы:

– Электрохимические датчики используют электрохимический процесс для определения концентрации метана в воздухе. Эти датчики имеют высокую точность и надежность, но требуют периодической калибровки и замены сенсора.

– Инфракрасные датчики используются для измерения концентрации метана в воздухе на основе поглощения инфракрасного излучения. Они имеют высокую точность и не требуют периодической калибровки, но могут быть более дорогими, чем электрохимические датчики.

– Каталитические датчики используются для измерения концентрации метана на основе его окисления на катализаторе. Они имеют высокую точность и надежность, но могут быть менее стабильными при высоких температурах.

В таблице 1.2 представлены несколько датчиков с их характеристиками.

Таблица 1.2 – Сравнительная таблица датчиков газа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Датчик | MQ-4 | [**SGAS711**](https://www.idt.com/eu/en/products/sensor-products/gas-sensors/sgas711-flammable-gas-sensor-methane-propane-hydrogen-lpg) | MQ-9 |
| Напряжение питания нагревателя | 5.0 В | 7.0 В | 1.4 - 5.0 В |
| Напряжение питания датчика | 3.3 – 5.0 В | 2.5 – 5.0 В | 5.0 В |
| Потребляемая мощность | 750 мВт | 900 мВт | 340 мВт |
| Диапазон рабочих температур | -10°C…+50°C | -20°C…+50°C | -20℃…+50℃ |
| Диапазон измерений | 200 – 10000 ppm | 10 – 1000 ppm | 500 – 10000 ppm |

Сравнение основных параметров датчиков выполнено на основе источников [4, 5, 6].

**1.4 Датчик температуры и влажности**

На рынке распространены устройства, которые совмещают в себе датчик температуры и датчик влажности. Одним из таких решений являются датчики серии DHT.

Сравнение датчиков серии DHT приведено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Сравнительная таблица датчиков температуры, влажности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Датчик | DHT11 | DHT22 |
| Напряжение питания | 3.5 – 5.5 В | 3.5 – 5.5 В |
| Диапазон измерения температуры | 0°C …+50°C | -40°C …+80°C |
| Точность измерения температуры | ±2 | ±0.5 |
| Диапазон измерения относительной влажности воздуха | 20%…90% | 0%…100% |

Продолжение таблицы 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Датчик | DHT11 | DHT22 |
| Точность измерения относительной влажности воздуха | ±4 | ±2 |
| Частота опроса сенсоров | 0.5 Гц | 0,5 Гц |

Информация для составления сравнительной таблицы была взята с источников [7, 8].

**1.5 Жидкокристаллический дисплей**

Для реализации вывода информации с датчиков в понятной для человека форме в проекте необходим дисплей. Наиболее удобными и простыми в использовании для таких задач являются знакосинтезирующие жидкокристаллические дисплеи. Такие экраны могут одновременно отображать ограниченное количество символов.

В таблице 1.4 представлено два дисплея для сравнения.

Таблица 1.4 – Сравнительная таблица жидкокристаллических дисплеев

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дисплей | LCD1602 | LCD2004 |
| Символов в строке | 16 | 20 |
| Количество строк | 2 | 4 |
| Размер экрана | 64.5×16.0 мм | 76.0×25.2 мм |
| Напряжение питания | 5 В | 5 В |
| Максимальный потребляемый ток | 120 мА | 180 мА |

Сравнение было произведено на основе источников [9, 10].

**1.6 Датчик углекислого газа**

Основными характеристиками для датчика углекислого газа является диапазон и точность измерений, потребляемая мощность и интерфейс подключения. Точность измерений зависит от качества сенсора и может быть выражена в процентах или ppm (частей на миллион). Интерфейс подключения может быть аналоговым или цифровым.

В таблице 1.5 представлено сравнение нескольких датчиков углекислого газа.

Таблица 1.5 – Сравнительная таблица датчиков углекислого газа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Датчик | MH-Z19 | SenseAir S8 | MQ-135 |
| Рабочие напряжение | 3.6 – 5.5 В | 4.5 – 5.25 В | 5.0 В |
| Диапазон измерения | 0 – 5000 ppm | 400 – 2000 ppm | 0 – 15000  ppm |
| Точность измерения | ±50 ppm | ± 40 ppm | нет данных |
| Максимальный потребляемый ток | 150 мА | 300 мА | 150 мА |

Сравнение основных параметров датчиков выполнено на основе источников [11, 12, 13].

**2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА**

**2.1 Компоненты проектируемого устройства**

Проектируемое устройство должно выполнять такие функции, как измерение количества метана и углекислого газа в воздухе, определение температуры и влажности окружающей среды. Помимо измерений прибор должен сигнализировать о превышении норм, выводить актуальную информацию с датчиков и обладать возможностью настройки.

Исходя из изложенных функций можно выделить основные модули устройства:

– микроконтроллер;

– датчик метана;

– датчик температуры;

– датчик влажности;

– датчик углекислого газа;

– информационная панель;

– органы индикации;

– исполнительное устройство;

– органы управления;

– блок питания.

Структурная схема, построенная на основании выделенных блоков, представлена в приложении А.

**2.2 Описание взаимодействия модулей**

Модуль микроконтроллера является основным модулем так как он взаимодействует со всеми модулями.

Все датчики устройства, собрав информацию о параметрах окружающей среды, отправляют ее на микроконтроллер, который обрабатывает ее и в зависимости от указанных настроек выполняет какие-либо действия.

Информационная панель выводит на экран данные, обработанные микроконтроллером, в удобной для понимания человеком форме.

Органы индикации также взаимодействуют с микроконтроллером. Но их основной задачей является привлечения внимания пользователя при нестандартных ситуациях.

Исполнительное устройство, как и органы индикации выполняет какие-либо действия, например запуск вытяжки, при отклонении от установленных норм.

Органы управления предоставляют возможность настройки параметров работы устройства.

Блок питания обеспечивает все устройство энергией.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>

[2] Документация Teensy 3.6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/TEENSY-3.6-Development-Board-Datasheet.pdf>

[3] Документация Iskra Neo [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://amperka.ru/product/iskra-neo

[4] Документация MQ-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf

[5] Документация SGAS711 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.renesas.com/us/en/document/dst/sgas711-datasheet

[6] Документация MQ-9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-9_Hanwei.pdf>

[7] Документация DHT11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

https://image.dfrobot.com/image/data/KIT0003/DHT11%20datasheet.pdf

[8] Документация DHT22 [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

[9] Документация LCD1602 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.mouser.com/pdfdocs/DFR0464Datasheet.pdf

[10] Документация LCD2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TC2004A-01.pdf>

[11] Документация LCD2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.neumueller.com/datenblatt/neumueller/MH-Z19C.pdf

[12] Документация SenseAir S8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rmtplusstoragesenseair.blob.core.windows.net/docs/publicerat/PSP126.pdf>

[13] Документация MQ-135 [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135\_Hanwei.pdf

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**(обязательное)**

**Схема структурная**