

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
"УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра електронних систем

ПОПОВИЧ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

**СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ НА БАЗІ  
МІКРОКОНТРОЛЕРА**

Спеціальність 171 Електроніка

Освітня програма Електронні системи

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Науковий керівник:

Спесивих О. О.

канд. фіз.-мат наук,

доцент кафедри ЕС

**Ресстрація** \_\_\_\_\_  
(номер)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р. \_\_\_\_\_ Тетяна Семак  
(підпис)

**Кваліфікаційна робота допущена до захисту**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Тарас Заяць  
(підпис)  
к.ф.-м.н., доцент

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**Рецензент** \_\_\_\_\_  
(підпис) \_\_\_\_\_ (Ім'я, Прізвище)  
\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, вчене звання)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою,

доц. \_\_\_\_\_ (Заяць Т. М.)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

### ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу  
студенту Поповичу Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи: Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера.  
Затверджена на засіданні кафедри (протокол № \_\_ від \_ 2024 р.)

2. Термін закінчення роботи: \_\_\_\_\_ 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи.

1. Розробити автономний пристрій, що виявляє наявність ознак пожежі на ранній стадії. Вимоги до параметрів пристрою:

1 Напруга живлення: 3.3–5 В

2 Номінальний струм споживання (режим очікування):  $\leq 15$  мА

3 Максимальний струм споживання (активний режим):  $\leq 160$  мА

4 Тип мікроконтролера: ATmega 328P

5 Тип оповіщення: П'єзоелектричний сигналізатор гучністю  $\geq 100$  дБ

6 Робоча температура: від  $-10$  до  $+50$  °С

7 Вологість: 10–95 %

8 Інтеграція: Можливість підключення до системи «розумний будинок»

4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Анотація роботи.

Пояснювальна записка:

Вступ.

1. Огляд і аналіз аналогів об'єкту проектування

1.1. Виявлення пожежі за підвищенням температури

1.2. Фотоелектричні сповіщувачі диму

- 1.3. Датчик чадного газу
3. Розробка структурної схеми пристрою.
4. Розробка принципової схеми пристрою.
  - 4.1 Розрахункова частина
    - 4.1.1 Розрахунок вузла виявлення монооксиду карбону
    - 4.1.2. Розрахунок вузла вимірювання температури приміщення.
    - 4.1.3. Розрахунок вузла виявлення диму
  - 4.4.4. Розрахунок вузла акустичного сповіщення
  - 4.4.5. Розрахунок джерела живлення датчика пожежної безпеки
5. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Папп О.В.		

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2024 року.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (доц. Спесивих О.О.)  
(підпис)

Завдання прийняв на виконання \_\_\_\_\_ (Попович С.С.)  
(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2024 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2024 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2024 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2025 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2025 року	
6.	Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи.	до 10.06.2025 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент \_\_\_\_\_ (Попович С.С.)  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (доц. Спесивих О.О.)  
(підпис)

## Реферат

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « »/УжНУ; Керівник Спесивих О.О.; студент Попович С.С., група ЕС.

Пояснююча записка: 45 сторінок, 27 рисунків, 11 таблиць 15 джерел, 4 додатки.

Графічна частина: 2 листи А1

Об'єкт проєктування: Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера

**Мета дослідження: проєктування, розрахунки, дослідження, виготовлення документації із застосуванням цифрових систем проєктування.**

Проєкт включає в себе літературний огляд і аналіз датчиків пожежі та загальний принцип їх будови. На основі досліджень і вимог технічного завдання розроблено схему електричну структурну. Проєктно-конструкторський розділ містить огляд наявних конструкторських рішень, способи управління та розрахунки режимів роботи.

### **Ключові слова:**

**ДАТЧИК ПОЖЕЖІ, ДАТЧИК ВІЯВЛЕННЯ ДИМУ, ДАТЧИК ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ, ДАТЧИК МОНОКСИДУ КАРБОНУ.**

## **Abstract**

Bachelor's Qualification Thesis on the Topic: " " / UzhNU; Supervisor: Spesivkyh O.O.;  
Student: Popovych S.S., Group: ES.

Explanatory Note: 45 pages, 27 figures, 11 tables, 15 sources, 4 appendices.

Graphic Part: 2 sheets of A1 format.

Object of Design: Fire detection system based on microcontroller

**Purpose of the Study: Design, calculations, research, and development of documentation using digital design systems.**

The project includes a literature review and analysis of fire detectors and the general principles of their construction. Based on the research and the requirements of the technical task, a structural electrical schematic has been developed. The design and engineering section contains an overview of existing engineering solutions, control methods, and operating mode calculations.

### **Keywords:**

FIRE DETECTOR, SMOKE DETECTOR, TEMPERATURE RISE DETECTION  
SENSOR, CARBON MONOXIDE SENSOR.

## Зміст

1. Вступ .....	1
2. Загальні відомості. ....	3
2.1 Виявлення пожежі з підвищенням температури.....	3
2.1 Фотоелектричні сповіщувачі диму.....	5
2.2 Датчик чадного газу.....	10
3. Огляд і аналіз аналогів об'єкту проектування .....	12
4. Розрахункова частина .....	16
4.1 Розрахунок вузла виявлення монооксиду карбону.....	16
4.2 Розрахунок вузла вимірювання температури приміщення.....	22
4.3 Розрахунок вузла виявлення диму.....	26
4.4 Розрахунок вузла акустичного сповіщення.....	34
4.5 Розрахунок джерела живлення датчика пожежної безпеки.....	39
5. Висновки.....	43
Перелік літератури.....	44

### Перелік додатків:

Додаток А Схема електрична структурна КРБ ЕС.10428799.001 Е1

Додаток Б Схема електрична принципова КРБ ЕС.10428799.001 Е3

Додаток В Перелік елементів КРБ ЕС.10428799.001 ПЕ

Додаток Г Специфікація КРБ ЕС.10428799.001 СП

## 1. Вступ

Протипожежна безпека – це комплекс заходів спрямованих на запобігання виникнення пожежі, її своєчасне виявлення та ліквідація. Включає в себе нормативно-правові вимоги, технічні засоби захисту, організаційні заходи та навчання персоналу. Перш за все визначимо поняття пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується довколишніми територіями.

Умовами для виникнення є: наявність горючої речовини, окисник, джерело запалювання. Отже для уникнення пожежі необхідно впливати на один або декілька з даних чинників, в умовах підприємства роботодавець намагається мінімізувати кожен з даних факторів. Саме з таких дій випливають: заборона відкритого вогню, уникання використання пожежонебезпечних матеріалів та речовин, контроль за технічним станом обладнання та використання негорючих матеріалів. Прикладом такої поведінки може стати заборона використання на нафтопереробних підприємствах звичайних сталевих гайкових ключів, адже вони дають іскри що можуть викликати спалах легкозаймистої речовини.

Ознакам що супроводжуються вогонь є виділення в повітря залишків горіння (дим), виділення великої кількості тепла під час згорання, виділення значної частини чадного газу. За безпосередньої близькості до полум'я людина може відчувати характерний запах та побачити полум'я. Проте метод візуального контролю не можливий, якщо небезпечна ситуація розпочнеться в іншій кімнаті або під час тління буде виділятися нечутний для людини чадний газ, для даної ситуації буде доцільним встановлення протипожежної сигналізації.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ			
					Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера	Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			1	1 : 1
Розроб.		Попович С.В						
Перевір.		Спесивих О.О.						
Т. Контр.						Арк.	1	Аркушів 44
Реценз.					Пояснююча записка			
Н. Контр.		Папп О.В.			УжНУ, ІТФ ЕС 4к.			
Затверд.		Заяць Т.М.						

Протипожежна сигналізація – це система технічних засобів, призначена для раннього виявлення пожежі та своєчасного оповіщення людей про небезпеку. Вона забезпечує автоматичний контроль за станом об'єкта та може активувати системи пожежогасіння.

Основні компоненти протипожежної сигналізації:

1. Датчики (сповіщувачі) – виявляють ознаки пожежі (дим, тепло, полум'я, газ).
2. Центральний блок управління – приймає сигнали від датчиків, аналізує їх та передає команди на оповіщення або гасіння.
3. Система оповіщення – сирени, світлові табло, голосові повідомлення для інформування людей про загрозу.
4. Пристрої управління інженерними системами – можуть автоматично запускати вентиляцію, протипожежні клапани, ліфти тощо.

Дана робота сконцентрується саме на системі виявлення та сповіщення про виникнення неконтрольованої пожежі. В основі даного приладу буде лежати популярний та потужний мікроконтролер ATmega 328P. Виявлення пожежі буде відбуватися за всіма ознаками полум'я (дим, підвищення температури, виділення СО). Комбінація цих методів дасть змогу виявити пожежу на початкових фазах її виникнення, використання сучасної елементної бази дасть змогу забезпечити тривалу безперебійну роботу пристрою. Розроблений пристрій буде мати можливість інтеграції в системи «розумний будинок», а також можливість модернізації з допомогою корекції програмного забезпечення для ще більш точної та надійної роботи девайсу.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Загальні відомості.

### 2.1 Виявлення пожежі з підвищенням температури

Найбільш очевидним та простим детектором полум'я є підвищення температури в приміщенні. За даним принципом працюють спринклерні системи пожежогасіння, прикладом таких систем може послужити САМ-9 або ж СПРУТ-9. Цифра в назві вказує на масу розпилюваного матеріалу.



Рис.1 Самоспрацьовуючий вогнегасник

При підвищенні температури до порогу спрацювання, клапан відкривається і речовина, що знаходиться в ємності під тиском 20Атм, розпилюється по приміщенню. Як правило спринклер розрахований на температури в діапазоні 70-130<sup>0</sup>С, тому буде доцільно налаштувати поріг чутливості розроблюваного пристрою на рівні 60<sup>0</sup>С.

Системи протипожежного сповіщення побудовані на принципі вимірювання температури є не так поширені в порівнянні з системами що реагують на дим, проте вони відрізняються високою надійністю та меншою кількістю хибних спрацювань в порівнянні з першими. Недоліком даної системи є низька чутливість.

В даному пристрої доцільно використовувати даний метод як резервне джерело інформації для системи керування пристроєм. Для покращення чутливості та надійності можна відслідковувати не абсолютне значення температури в приміщенні, а слідкувати за її динамікою.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості індикатора підвищення температури запропоновано використати резистивний подільник напруги. Для даного проекту недоцільно використання інтегральний мікросхеми типу LM36DZ, TC1047AVTNBTR хоча останній має дуже низьке електроспоживання. Використання терморезистора дає змогу знизити енергоспоживання всієї системи, а також дистанціювати вимірювальний елемент за межі корпусу та уникнути додаткових похибок при вимірювання .

ЕС ІТФ УЖНУ

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.1 Фотоелектричні сповіщувачі диму

Принцип дії оптично-електронних сповіщувачів полягає у зондуванні локального об'єму робочої камери за допомогою оптичного проміння. Оптична камера сповіщувача складається з двох частин - світлочутливого датчика і світлового блоку. Світловий промінь, випромінюваний світловим джерелом, розсіюється у камері. У відсутності диму світло розсіюється випадковим чином. У випадку наявності диму в приміщенні, димові частинки увійдуть в оптичну камеру сповіщувача, це призводить до розсіювання світла на димових частинках у камері.

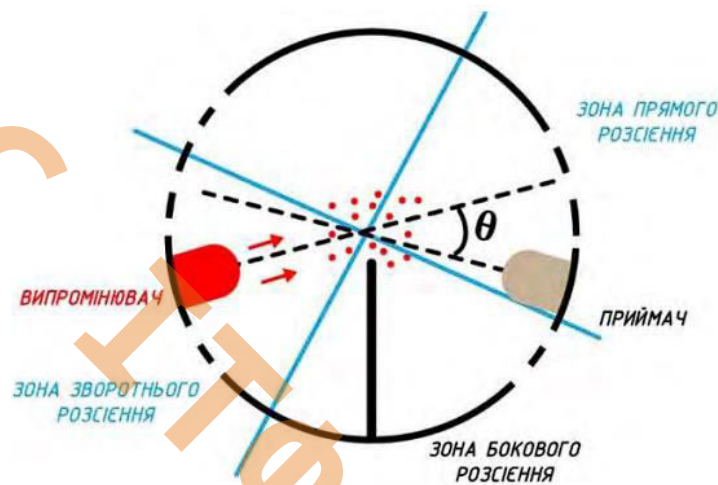


Рис 2 . Принципова схема роботи оптичного датчика диму

Світлочутливий датчик, розташований в оптичній камері, реагує на зміни в розсіяному світлі, спричинені димовими частинками. Якщо світлочутливий датчик реєструє зниження інтенсивності світла, це вважається ознакою наявності диму основних переваг застосування оптично-електронних димових сповіщувачів пожежі є їх висока чутливість, а також швидкість спрацювання, навіть при малих концентраціях диму у повітрі. На відміну від сповіщувачів полум'я, димові сповіщувачі здатні визначати пожежу на етапі тління, без наявності відкритого полум'я. Недоліком даного типу сповіщувачів є ймовірність хибного спрацювання за умови наявності у повітрі водяної пари або пилу, що робить неможливим їх застосування на деяких промислових об'єктах.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Більш детально розглянемо процеси які відбуваються в камері диму, в першу чергу потрібно згадати усереднені розміри частинок диму ( $D$ ), що утворюються при горінні різних матеріалів [3].

Таблиця 1. Усереднені розміри частинок диму

Параметри часток диму	Тління деревини	Горіння поліуретану	Горіння Н-гептану	Тління бавовняних шнурів	Горіння деревини
Розмір $D$ , мкм	0,45	0,2	0,18	0,15	0,1

Основною характеристикою для визначення розподілу інтенсивності розсіювання  $I$  є відносний параметр  $q = (\pi D) / \lambda$ , що характеризує співвідношення розмірів частинок до довжини хвилі світло випромінювача.

Точка спостереження  $\Theta$  - це кут, виміряний між напрямком падаючого світла і місцем розміщення фотоприймача. При розміщенні фотоприймача в зоні прямого променя  $\Theta = 0^\circ$

Для частинок, розміри яких перевищують порядку десятків довжин хвиль, діють закони оптики, засновані вже на зонах А. Ж. Френеля, який і отримав свою популярність в більшій мірі саме за теорію дифракції [14].

На рис.3 показано розподіл інтенсивності для різних значень  $q$  для діелектричних сфер з показником заломлення близько 1,25. З малюнка стає видно, чим більше відношення діаметра частинок до довжини хвилі світло випромінювача, тобто зі зростанням параметра  $q$ , тим більше енергії розсіюється вперед по ходу руху електромагнітної хвилі. Процес зсуву інтенсивності вперед по ходу руху електромагнітної хвилі стає яскраво вираженим вже для значень  $q$  більше 0,8.

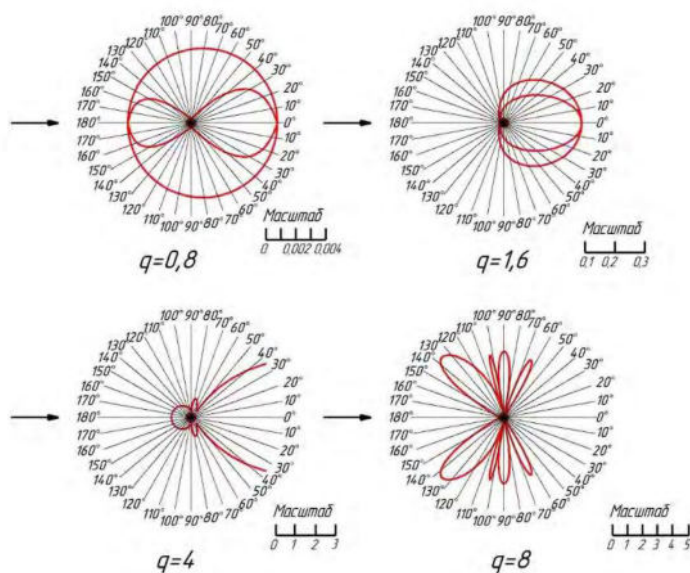


Рис. 3 Розсіювання Мі при різних значеннях

Характерною особливістю при збільшенні радіусу частинок є поява бічних випромінювань вторинних хвиль, приблизно так само, як у спрямованих антен. Поява такого ряду максимумів і мінімумів при великих значеннях  $q$  добре пояснюється теорією Гюйгенса-Кірхгофа. Їх місцезнаходження на полярних діаграмах в обох площинах і амплітуда залежить від конкретних значень розмірів та форми кожної окремо взятої частинки. При наявності в обсязі цих частинок більше однієї ці максимуми і мінімуми випромінювання усереднюються в межах  $20-35^\circ$  тілесного кута. Тобто в реальних умовах аналізу концентрації частинок цих викидів в значеннях інтенсивності розсіювання можна і не виявити, в тому числі і за рахунок деякого відмінності між собою розмірів частинок [15].

Подивимося, як буде змінюватися параметр  $q$ , а відповідно до нього і спрямованість розсіювання відбитої енергії для різних розмірів частинок. Виконаємо цю операцію (рис. 4) для двох крайніх кольорів видимого діапазону хвиль - червоного ( $q$  червоний.) і синього ( $q$  синій). Довжина хвилі червоного кольору становить  $0,75$  мкм, а синього  $0,45$  мкм.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

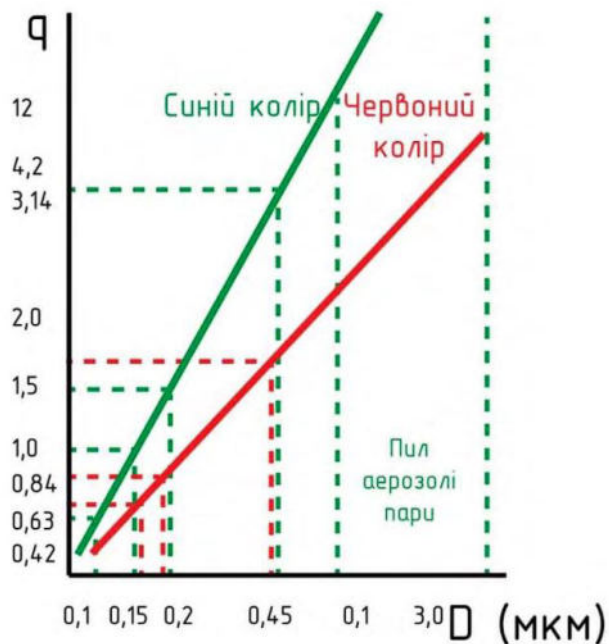


Рис. 4 – Залежність параметра  $q$  від розмірів частинок для червоного і синього кольору

У разі використання синього випромінювача маємо ще більш виражене зміщення розсіювання вперед і вже для всіх розмірів в установленому діапазоні, але і нерівномірність інтенсивності розсіювання  $\Delta I$  стає більш однорідною для всіх цих розмірів частинок (рис. 5).

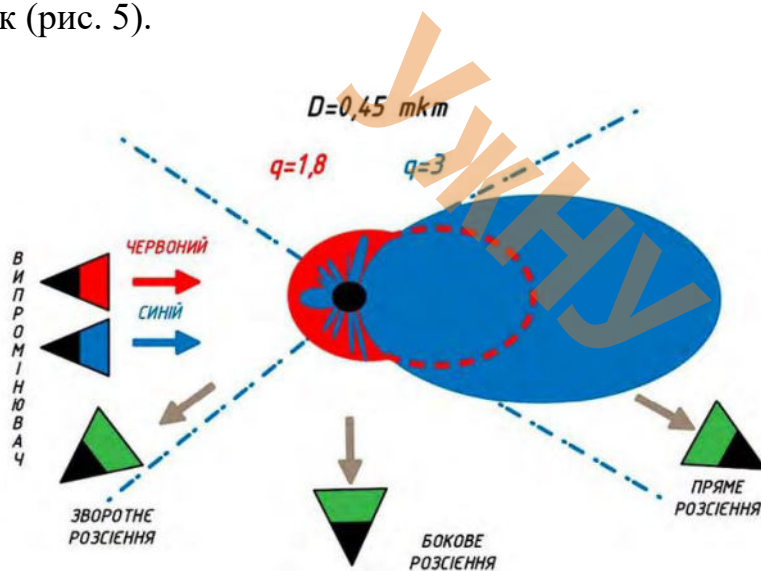


Рис. 5 – Селекція частинок за розмірами в залежності від інтенсивності розсіювання світла з різною довжиною хвилі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Отже для мінімізації хибних спрацювань необхідно використовувати два джерела світла адже різні по розміру частинки поглинають і розсіюють різні частинки хвиль по різному. Тому використовуючи світлодіоди з різним спектром випромінювання з допомогою коригуючих коефіцієнтів та залежності отримуваних сигналів можемо приймати рішення про наявність або відсутність пожежі. Згідно з випробувань інших виробників ідеальне співвідношення сигналів між синім та інфрачервоним випромінювачем є 1,4 це дозволить не реагувати на частинки розміром більше за 0,5 мкм. Світлочутливий елемент буде розміщено під вертикальним кутом  $15^{\circ}$  до осі випромінювача та під кутом  $30^{\circ}$  горизонтальної осі, як це показано на рис 6.

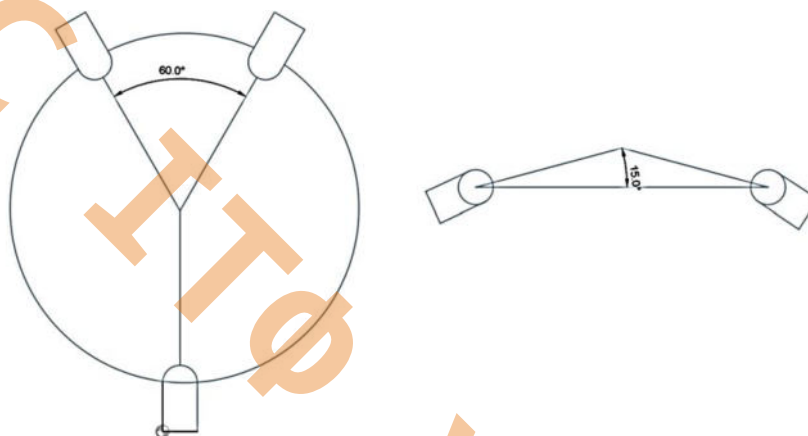


Рис 6. Просторове розміщення компонентів детектора

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Датчик чадного газу

Монооксидвуглецю, також відомий як: монооксид карбону, чадний газ — безбарвний, дуже отруйний газ без запаху. Утворюється внаслідок неповного згоряння пального в автомобільних двигунах та опалюваних приладах, які працюють на вугіллі або на інших видах природного палива. У воді майже не розчиняється і не вступає з нею в хімічну взаємодію. Належить до несолетворних оксидів. Хімічна формула — CO.

Через свою отруйність монооксид вуглецю є дуже небезпечним для організму людини. Ця небезпека збільшується тим, що він не має запаху і отруєння може настати непомітно. Навіть незначна його кількість, що потрапляє у повітря і вдихається людиною, викликає запаморочення і нудоту, а вдихання повітря, в якому міститься 0,3 % CO за об'ємом, може швидко привести до смерті. Отруйна дія CO обумовлюється тим, що він утворює з гемоглобіном крові порівняно стійку сполуку — карбоксигемоглобін, внаслідок чого кров втрачає здатність передавати кисень тканинам організму. Отруєння цим газом настає в результаті критичної нестачі кисню в організмі. Концентрація CO в повітрі 1 мг/м<sup>3</sup> є небезпечною для життя людини.

Електрохімічний датчик чадного газу складається з трьох основних компонентів: електрода, електрода порівняння та електроліту. Коли чадний газ (CO) контактує з електродом, він реагує з матеріалом електрода, створюючи електричний струм. Сила струму пропорційна концентрації чадного газу в повітрі. Електрод порівняння забезпечує стабільну опорну напругу для датчика, а електроліт забезпечує потік іонів між електродом і електродом порівняння. Цей тип датчиків є надійним і чутливим до низьких рівнів чадного газу, що робить їх ідеальними для використання в житлових і робочих приміщеннях.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В загальному випадку детектор чадного газу має наступний вигляд.

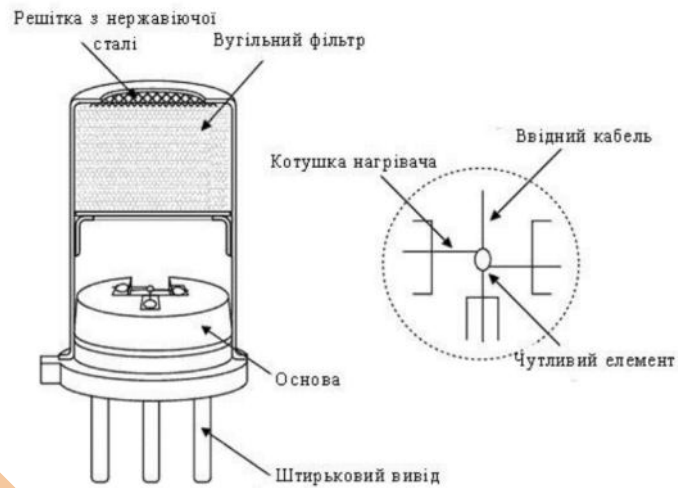


Рис. 7 Внутрішня структура датчика чадного газу TGS3870-B04

В даній роботі з метою енергозбереження буде використано електрохімічний пасивний датчик TGS 5141-P00 від Figaro Engineering Inc

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 3. Огляд і аналіз аналогів об'єкту проєктування

Розглянемо основні типи систем виявлення пожежі:

1. Димові сповіщувачі: Реагують на наявність у повітрі частинок диму. Вони можуть бути іонізаційними або оптичними (фотоелектричними). Іонізаційні сповіщувачі чутливі до малих частинок, що утворюються при швидкому горінні, тоді як оптичні краще виявляють великі частинки, характерні для тління.
2. Теплові сповіщувачі: Реагують на підвищення температури в приміщенні. Вони поділяються на сповіщувачі максимального значення температури та сповіщувачі диференціального типу, які реагують на швидке підвищення температури.
3. Сповіщувачі полум'я: Виявляють ультрафіолетове або інфрачервоне випромінювання, що виникає при горінні. Вони ефективні для виявлення відкритого полум'я та застосовуються в місцях з високим ризиком швидкого поширення вогню.
4. Газові сповіщувачі: Реагують на наявність у повітрі газоподібних продуктів згоряння або певних горючих газів. Використовуються в приміщеннях, де можливі витoki газу або утворення небезпечних концентрацій.

Основні характеристики систем виявлення пожежі:

- Чутливість: Здатність сповіщувача виявляти мінімальні ознаки пожежі.
- Швидкість реагування: Час, необхідний для спрацювання сповіщувача після появи ознак пожежі.
- Стійкість до хибних спрацювань: Здатність системи уникати помилкових тривог, спричинених незначними змінами в навколишньому середовищі.
- Сумісність: Можливість інтеграції з іншими системами безпеки та автоматизації будівлі.

На ринку представлено багато компаній, що спеціалізуються на виробництві обладнання для виявлення пожежі. Серед відомих виробників можна виділити такі компанії, як Honeywell, Siemens, Bosch, Тусо та інші. Розглянемо основні технічні характеристики деяких з них.

Сповіщувач пожежний димовий оптичний точковий СПД-3.2

- Тип: Димовий оптичний точковий сповіщувач
- Чутливість: Відповідає вимогам ДСТУ EN 54-7:2004
- Інерційність: Не більше 10 секунд
- Напруга живлення:  $12 \pm 3,0$  В

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Струм споживання в черговому режимі: Не більше 0,095 мА
- Максимальний струм споживання у режимі «ПОЖЕЖА»: Не більше 22 мА
- Максимальна напруга, що комутується контактами реле: Не більше 36 В
- Максимальний струм, що комутується контактами реле: Не більше 100 мА
- Виробник: Україна



Рис. 8 Зовнішній вигляд оптичного датчика диму СПД-3.2

Датчик диму Bosch FAP-425-O-R серії AVENAR Detector 4000 його основні характеристики:

- Метод детекції: Оптичний
- Тип підключення: Адресний
- Спосіб монтажу: Накладний
- Діапазон робочих температур: від -20 до +65 °С
- Ступінь захисту: IP40
- Габаритні розміри: діаметр 120 мм, висота 64 мм
- Вага: 76 г
- Матеріал корпусу: Пластик
- Максимальна допустима швидкість повітряного потоку: 20 м/с
- Клас обладнання (ІЕС 62368-1): III
- Напруга живлення: 15–33 В постійного струму
- Споживання струму: 0,55 мА

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис. 9 Зовнішній вигляд оптичного датчика диму Bosch FAP-425-O-R

Датчик диму та чадного газу компанії Ajax FireProtect Plus його основні характеристики:

- Тип: Датчик диму, температури та чадного газу (CO)
- Час спрацювання: 0,15 с
- Поріг спрацювання температурного сенсора: 59 °C ( $\pm 2$  °C)
- Дальність зв'язку з хабом: до 1300 м
- Живлення: 2 батареї CR2 та резервна CR2032
- Термін роботи від батарей: до 4 років
- Робоча температура: від 0 °C до +65 °C
- Максимальна вологість: до 80%

Габарити: 132×132×31 мм Вага: 220 г



Рис.10 Зовнішній вигляд датчика диму та чадного газу Ajax FireProtect Plus

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Датчик Siemens FDOOTC241 поєднує в собі оптичний, тепловий та газовий сенсори для раннього виявлення пожежі. Його основні характеристики:

- Метод детекції: Оптичний (розсіяне світло), тепловий та газовий сенсори
- Робоча напруга: 12–33 В постійного струму
- Споживаний струм у черговому режимі: 200–280 мкА
- Діапазон робочих температур: від -30 до +75 °С
- Відносна вологість: до 95% без конденсації
- Допустима швидкість повітряного потоку: 1–20 м/с
- Ступінь захисту: IP43 (з базою)
- Розміри (діаметр x висота): 100 x 46 мм



Рис. 11 Зовнішній вигляд комбінованого датчика Siemens FDOOTC241

## Висновок

Проаналізувавши доступні технічні рішення можна виділити одну особливість, а саме що більшість з пристроїв не є автономними. Датчик компанії Ажах хоч і є енергонезалежним пристроєм, не буде працювати за межами системи цієї ж компанії, отже проєктований пристрій повинен бути автономним девайсом з тривалим терміном роботи та можливістю індивідуально встановлення та сповіщення про небезпеку.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. Розрахункова частина

### 4.1 Розрахунок вузла виявлення монооксиду карбону

В якості детектора чадного газу буде використано датчик TGS 5141-P00[1].

Таблиця 2. Основні технічні характеристики датчика чадного газу TGS 5141-P00

Назва	Параметр
Назва моделі	TGS 5141-P00
Цілева речовина	монооксид карбону
Діапазон вимірювання	0-5000 ppm
Вихідний сигнал	1.2-3.2 нА/ppm
Похибка вимірювань	<10 ppm
Робоча температура	-10 <sup>0</sup> С.. +50 <sup>0</sup> С
Робоча вологість	10..95%
Час відповіді	60 с
Умови зберігання	-10 <sup>0</sup> С.. +50 <sup>0</sup> С
Вага	2,5 г
Стандартні тестові умови	20 <sup>0</sup> С, 40%

Основною перевагою даного вимірювального модуля є відсутність зовнішнього живлення, адже за рахунок хімічної реакції пристрій самостійно генерує струм. Для знімання параметрів показів виробник пропонує наступну схему електричну принципову.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

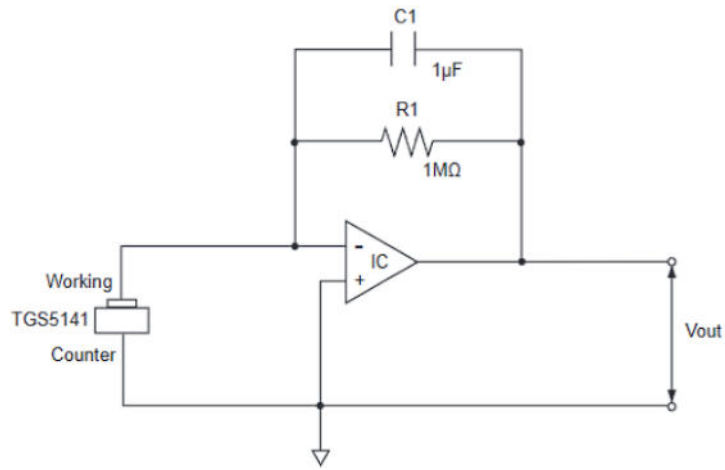


Рис. 12 Базова схема електрична принципова для вимірювання рівня чадного газу з допомогою датчика TGS 5141-P00.

Пропоную виконати вимірювання значень з допомогою наступної схеми електричної.

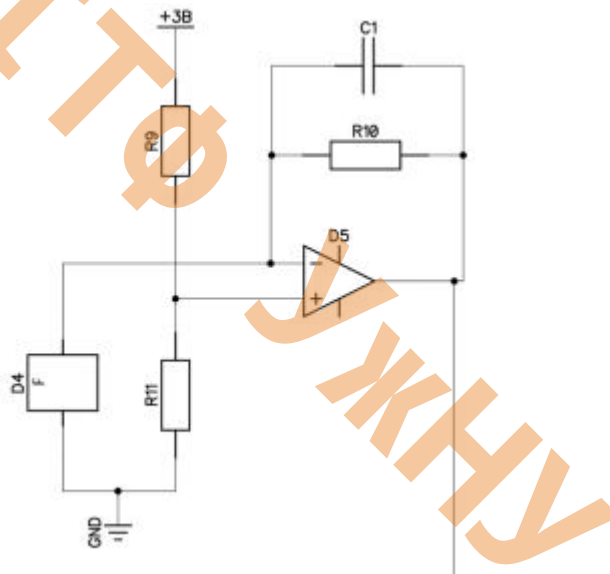


Рис.13 Схема електрична принципова вузла вимірювання рівня чадного газу

Як видно на рис.13 датчик та подільник напруги утворюють диференційний підсилювач, де на неінвертуючий вхід встановлено фіксовану напругу, що визначається за формулою.

$$U_{\text{не інв.}} = 3 * (R11 / (R9 + R11)), \quad (4.1)$$

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Згідно з технічної документації наданої на датчик TGS 5141-P00 напруга на інвертуючому вході операційного підсилювача буде визначатися за формулою.

$$U_{\text{інв.}} = I_s * R_{10}, \quad (4.2)$$

де  $I_s$  – струм який генерує датчик TGS 5141-P00, 1нА/ррm.

Розглянемо концентрацію монооксиду карбону, яка є небезпечною для людини в таблиці 3. Можна зробити висновок, що навіть при концентрації 100ррm людина буде відчувати значний вплив на свій організм, однак симптоми можуть сприйматися людиною як втома. Згідно до ДБН В.2,5-20-2001[1] «Газопостачання» максимально допустима концентрація чадного газу не повинна перевищувати 50ррm. Тому вважаю за доцільне встановити рівень спрацювання датчика на рівні 100ррm.

Потрібно врахувати, що згідно документації до TGS 5141-P00, чутливість може варіювати в межах 1..3,2нА/ррm тому буде доцільно коригувати чутливість проєктованого приладу програмним методом під час випробувань.

Вихідна напруга вузла вимірювання концентрації газу буде визначатися за формулою.

$$U_{\text{вих}} = \left( 3 * \left( \frac{R_{11}}{R_{11}+R_9} \right) \right) - (I_s * R_{10}), \quad (4.3)$$

Розрахуємо вихідну напругу диференціюючого підсилювача за умови що:

-  $I_s = 3.2\text{нА/ррm}$ , концентрація CO – 100ррm

$I_s = 1\text{нА/ррm}$ , концентрація CO – 100ррm

$$U_{\text{вих } I_s=1} = \left( 3 * \left( \frac{100*10^3}{100*10^3+100*10^3} \right) \right) - (1,2 * 10^{-7} * 1 * 10^6) = 1,38(\text{В}), (4.4)$$

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\text{вих } I_{S=3.2}} = \left( 3 * \left( \frac{100 * 10^3}{100 * 10^3 + 100 * 10^3} \right) \right) - (3,2 * 10^{-7} * 1 * 10^6) = 1,18(\text{В}), \quad (4.5)$$

Таблиця 3. Вплив чадного газу на організм людини

Концентрація CO (ppm)	Вплив на організм людини
9	Максимально допустима доза для довготривалого впливу.
35	Допустима норма для 8-ми годинного впливу.
50	Легкий головний біль при впливі понад 8 годин.
100	Запаморочення, слабкість, нудота після 1-2 години.
200	Головний біль, дезорієнтація, втома через 1-2 години.
400	Сильний головний біль, ризик непритомності через 1-2 години.
800	Втрата свідомості, судоми, можлива смерть через 2 години.
1600	Смерть через 1 годину.
3200	Смерть через 30 хв.
6400	Смерть через 10-15 хв.
12800	Смерть майже миттєво

Коротко розглянемо програмну реалізацію вимірювання на рис.14.

1) Перш за все відбувається ініціалізація портів мікроконтролера. Порт «A0» налаштований на зчитування даних з допомогою АЦП. Команда «analogReference(EXTERNAL)» установлює опорне джерело зовнішнє опорне джерело напруги необхідне для роботи АЦП.

Змінна «alarm» має два булеві значення «True/False», та необхідна для відслідковування статусу пожежної системи.

Змінна «CO\_ref» вказує на граничне значення концентрації монооксиду карбону при якому необхідно активувати протипожежну систему.

2) loop()

- Виконується постійно у циклі. Затримка 0,1 секунд (delay(100)) необхідна для закінчення всіх перехідних процесів та коректне зчитування значень
- Зчитує значення з аналогового входу (analogRead(analogPin), результатом вимірювання стане число в діапазоні 0\_1023. Дане число відображає розрядність АЦП мікроконтролера ATmega 328P – 10Біт.
- Якщо значення менше або дорівнює (CO\_ref), активує змінить булеве значення змінної «alarm» на «True». Результатом даної операцію повинно послугувати активація вбудованого звукового сповіщувача.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

1  const int analogPin = A0;
2  bool alarm = false;
3  const int CO_ref = 429;
4
5
6  void setup() {
7    analogReference(EXTERNAL);
8
9  void loop() {
10     delay(100);
11
12     int adcvalue = analogRead(analogPin);
13
14     if (adcvalue <= CO_ref) {
15         alarm = true;
16     }

```

Рис.14 Програмна реалізація вимірювання CO з допомогою TGS 5141-P00

Розрахуємо значення змінної «CO\_ref» з умови: чутливість датчика TGS 5141-P00 дорівнює 1,2нА/ppm; гранична концентрація чадного газу в повітрі не більше 100ppm. Як вже було визначено раніше, вихідна напруга з операційного підсилювача D2 буде рівна – 1.38В. При опорній напрузі мікроконтролера 3.3В роздільна здатність АЦП буде складати:

$$K = 3,3/1023 = 0,00322 \text{ (В/Б)}. \quad (4.6)$$

Розрахуємо тримане значення вимірювання CO за вищезазначених умов при роздільній здатності  $K = 0,00322$ :

$$CO = 1,38 / 0,00322 = 429. \quad (4.7)$$

**Висновок:** для коректної роботи вимірювання концентрації чадного газу в приміщенні необхідно забезпечити наступні умови:

- 1) Безперешкодний доступ повітря до датчика TGS 5141-P00.
- 2) Стабільну опорну напругу для живлення АЦП мікроконтролеру ATmega 328P.
- 3) Необхідність корегування вимірювань рівня чадного газу в зв'язку з технологічними особливостями роботи датчика TGS 5141-P00.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## 4.2 Розрахунок вузла вимірювання температури приміщення.

Для вимірювання температури приміщення вважаємо за доцільне використати терморезистори з негативним температурним коефіцієнтом NTC-MF51-10K  $\pm 1\%$



Рис.15 Зовнішній вигляд NTC-MF51-10K  $\pm 1\%$

Для зменшення електроспоживання пристрою буде доцільним використати транзистор VT3. Його функція полягає у відключенні подільника напруги R12, R14, R15 від джерела електроенергії.

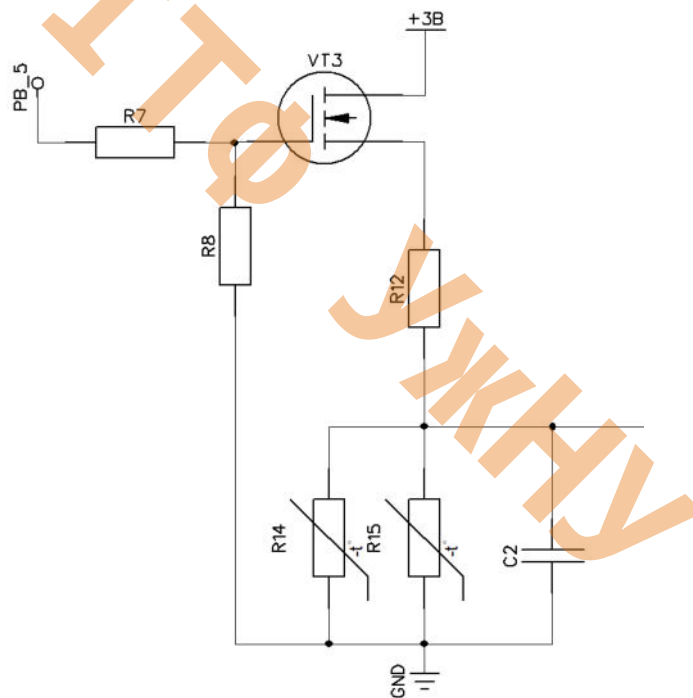


Рис.16 Схема електрична принципова вузла вимірювання температури навколишнього середовища

Вихідна напруга резистивного подільника напруги визначається за формулою:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} * \left( \frac{R14 || R15}{R12 + R14 || R15} \right), \quad (4.8)$$

де  $U_{\text{вх}}$  – вхідна напруга подільника напруги, 3В;

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R12 – опір резистора R12, 5кОм;

R14||R15 - загальний опір двох паралельно з'єднаних терморезисторів NTC-MF51-10K ±1%

Потрібно зазначити що даний терморезистор має не лінійну температурну характеристику, його опір визначається за формулою:

$$R_T = R_0 * e^{B * (\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}. \quad (4.9)$$

де  $R_T$  – опір при температурі T(в Кельвінах);

$R_0$  - опір при температурі  $T_0$  ( $25^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K}$ )

B - температурний коефіцієнт згідно документації ( $B = 3950$ )

T – фактична температура в Кельвінах.

розглянемо програмну реалізацію даного функціоналу на рис. 17.

```
1 // Вхідні дані
2 #define B 3950 // B-коефіцієнт терморезистора
3 #define R0 10000.0 // Опір при 25°C (10 КОМ)
4 #define T0 298.15 // Температура 25°C в Кельвінах
5 #define R12 10000.0 // Опір резистора в дільнику
6
7 void setup() {
8   analogReference(EXTERNAL);
9   pinMode(A1, INPUT); // Ініціалізуємо A1 як вхід
10 }
11
12 void loop() {
13   int analogvalue = analogRead(A1); // Зчитуємо напругу з терморезистора
14   float voltage = analogvalue * 3.3 / 1023.0; // Перетворюємо у вольти
15   float resistance = R12 * (3.3 / voltage - 1.0); // Визначаємо опір
16
17   // Розрахунок температури за формулою Штейнгарта-Харта
18   float temperatureK = B / (log(resistance / R0) + B / T0);
19   float temperatureC = temperatureK - 273.15; // Перетворюємо в °C
20 }
```

Рис.17 Програма вимірювання температури навколишнього середовища

Опис функціонування коду показано на рис.17 :

- « #define » використовується для ініціалізації констант потрібних для виконання необхідних обчислень. Значення наведені в константах є довідковими або такими, що відповідають номіналам використаних радіоелементів в схемі.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в рядку номер 7 відбувається ініціалізація вихідних портів мікроконтролера
- в просторі «void loop» відбувається основне обчислення, змінна «voltage» вказує на вихідну напругу АЦП, тобто вихідну напругу подільника напруги. Після визначення вихідної напруги відбувається розрахунок фактичного опору терморезистора, змінна «resistance». Наступним кроком є визначення температури з допомогою вихідної температурної характеристики резисторів R14 R15, даний параметр демонструються заміни «temperatureK» та «temperatuteC».

Також вважаємо за доцільне перейняти досвід в інших компаній та встановити вимірювання не тільки абсолютної температури повітря, а також відслідковувати її динаміку. Наприклад спрацювання тривоги при підвищенні температури на 10°C за 1хвилину. Код з даними нововведеннями наведено на рис. 18.

В даному прикладі додано загальну змінну «alarm» яка необхідна для активації тривоги, також додано значення температури з попереднього заміру «temperatureOld»

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

```

1 // Вхідні дані
2 #define B 3950 // В-коефіцієнт терморезистора
3 #define R0 10000.0 // Опір при 25°C (10 кОм)
4 #define T0 298.15 // Температура 25°C в Кельвінах
5 #define R12 10000.0 // Опір резистора в дільнику
6
7 void setup() {
8     analogReference(EXTERNAL);
9     pinMode(A1, INPUT); // Ініціалізуємо A1 як вхід
10 }
11
12 bool alarm = false; // Статус тривоги
13 float temperatureOld = 25.0; // Для збереження попередньої температури
14
15 void loop() {
16     int analogValue = analogRead(A1); // Зчитуємо напругу з терморезистора
17     float voltage = analogValue * 3.3 / 1023.0; // Перетворимо у вольти
18     float resistance = R12 * (3.3 / voltage - 1.0); // Визначаємо опір
19
20     // Розрахунок температури за формулою Штейнгарта-Харта
21     float temperatureK = B / (log(resistance / R0) + B / T0);
22     float temperatureC = temperatureK - 273.15; // Перетворимо в °C
23
24     // Перевірка температури
25     if (temperatureC >= 65 || (temperatureC - temperatureOld) >= 10) {
26         alarm = true;
27     }
28
29     temperatureOld = temperatureC; // Оновлюємо попереднє значення температури
30 }

```

Рис.18 Код з відслідковуванням зміни температури та активацією тривоги.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

### 4.3 Розрахунок вузла виявлення диму

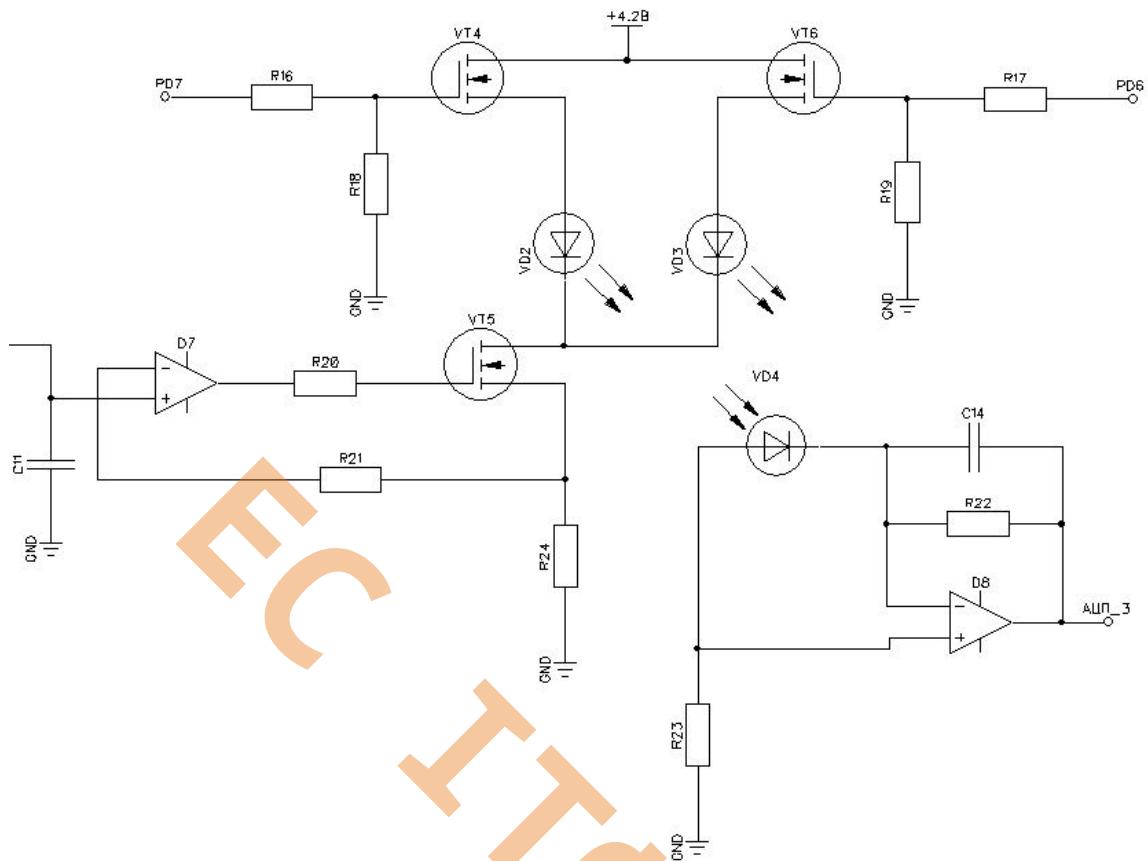


Рис.19 Схема електрична принципова вузла виявлення диму.

Насамперед розглянемо функціональне призначення складових даної схеми електричної принципової.

Транзистори VT4, VT6 працюють в ключовому режимі та необхідні для ввімкнення світлодіодів VD2, VD3 незалежно один від одного.

Вузол побудований на D7, R20, R21, R24, VT5 забезпечують стабілізацію вихідного струму світлодіодів VD2, VD3.

ОП D8, резистори R22, R23 утворюють підсилювач струму для фотодіоду VD4. Вихідна напруга даного каскаду знаходиться за формулою:

$$U_{\text{вих } D8} = i_{vd4}R23 - i_{vd4}R22, \quad (4.10)$$

де  $i_{vd4}$  світловий струм фотодіоду який має наступну залежність:  $I_{\text{світлове}} = I_0 * K_{\text{світлове}} \Phi$ ,

де  $I_0$  темновий струм світлодіоду згідно документації виробника;

$K_{\text{світлове}}$  -інтегральна чутливість фотодіоду;

$\Phi$  – світловий потік в люменах.

Дане схемотехнічне рішення при використанні резисторів R22 та R23 з опором 4.7МОм дозволить забезпечити чутливість схеми 9,1В/мкА4, що дає змогу вимірювати низькі рівні освітленості.

В якості операційного підсилювача D8 буде слугувати мікросхема AD8551[14] – це ОП з низькою напругою зміщення та низьким вхідним струмом, що є основною перевагою саме даної мікросхеми. Також важливим є висока стабільність при підвищенні температури, так як пристрій повинен виявляти пожежу і може знаходитися в несприятливих умовах, що є додатковим стимулом для використання саме даного виробу. Також цей операційний підсилювач використовується в вузлі вимірювання рівня СО газу.

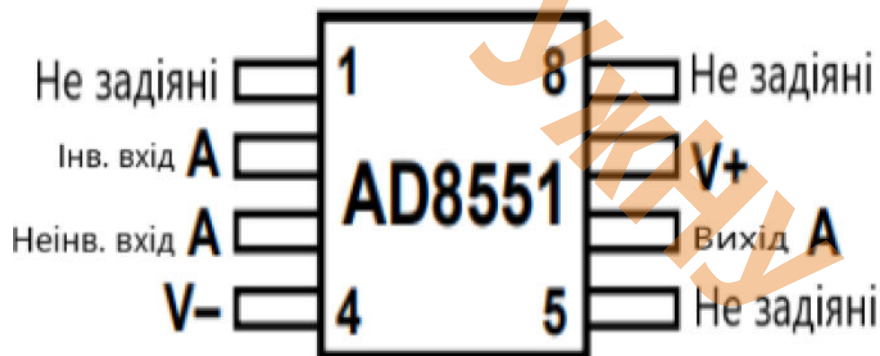


Рис. 20 Функціональне призначення виводів мікросхеми ОП AD8551

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 4. Технічні характеристики мікросхеми ОП AD8551

Напруга живлення $+V_s$	2,7_5,5 В
Максимальна вхідна напруга $V_{in}$	$\pm 5$ В
Максимальний вихідний струм $I_{output}$	25 мА
Максимальна напруга зміщення $V_{offset}$	1 мкВ
Максимальний дрейф напруги зміщення $V_{offset\ drift}$	5 нВ
Рівень власних шумів CMRR	-120 дБ
Діапазон робочих температур	$+125^{\circ}\text{C}_-40^{\circ}\text{C}$

В якості транзисторів VT4, VT5, VT6 використано IRLML6244[8] з наступними технічними характеристиками:

Таблиця 5. Технічні характеристики транзистора IRLML6244

$U_{DS}$	Напруга стік-витік	20 В
$I_D$ при $T=25^{\circ}\text{C}$	Безперервний струм при $U_{GS} = 10\text{В}$	6,3 А
$I_D$ при $T=70^{\circ}\text{C}$	Безперервний струм при $U_{GS} = 10\text{В}$	5,1 А
$I_{D\text{ імп.}}$	Імпульсний струм стоку	32 А
$P_D$ при $T=25^{\circ}\text{C}$	Максимальна потужність	1,3 Вт
$P_D$ при $T=70^{\circ}\text{C}$	Максимальна потужність	0,8 Вт
	Коефіцієнт деградації	0,01 Вт/ $^{\circ}\text{C}$
$U_{GS}$	Напруга затвор-витік	$\pm 12$ В
	Діапазон робочих температур	$-50^{\circ}\text{C}_+150^{\circ}\text{C}$
$R_{DS(on)}$	Опір відкритого каналу при $U_{GS}=2.5$ В	27 мОм

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Транзистори VT4 та VT6 працюють в ключовому режимі, для забезпечення їх відкриття використовуються резистори R16 та R17 відповідно. Опір даних резисторів обирається з умови  $I_{G\ on} \ll I_{output\ МК}$ , заряд затвору транзистора IRLML6244 становить 8,9нК, максимально допустимий струм на вихідному порті мікроконтролера ATmega 328P становиться 40мА, однак для забезпечення безперебійної роботи рекомендовано обмежити вихідний струм на рівні 20мА.

$$R_g = \frac{U}{I_{к.макс}}, \quad (4.11)$$

де  $R_g$  – опір в ділянці затвора транзистора;

$U$  – вихідна напруга порту мікроконтролеру, 3,3В;

$I_{к.макс}$  – максимальний струм заряду затвору транзистора, який може забезпечити мікроконтролер ATmega 328P, 20мА.

$$R_g = \frac{3.3}{0.02} = 165 \text{ (Ом)}, \quad (4.12)$$

За даних умов час заряду, тобто переходу транзистора в відкритий стан буде визначатися за формулою:

$$t = \frac{Q_g R_g}{U_{GS}} \quad (4.13)$$

де  $Q_g$  – повна ємність затвору транзистора, 8,9 нК;

$R_q$  – опір в колі затвору транзистора, 200 Ом;

$U_{GS}$  – напруга заряду затвору транзистора.

$$t = \frac{8.9 \cdot 10^{-9} \cdot 200}{3.3} = 0.54 \text{ (мкс)}, \quad (4.14)$$

Для розряду затвора використовуються резистори R18 та R19, їхній опір вибрано типовим для такої схеми включення – 100 кОм, за даної конфігурації час розряду затвору буде рівним:

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{8.9 \cdot 10^{-9} \cdot 10\,000}{3.3} = 270 \text{ (мкс)}, \quad (4.15)$$

Транзистор VT5 працює в лінійному режимі, операційний підсилювач D7 на неінвертуючий вхід отримує аналоговий сигнал, який встановлює вихідний струм світлодіодів VD2, VD3. На інвертуючий вхід поступає сигнал зворотного зв'язку з резистора R24 через резистор R21, таким чином встановлюється наступна залежність:

$$I_{vd} = U_{Bx}/R24, \quad (4.16)$$

Для визначення номенклатури необхідних радіокомпонентів потрібно визначитися з характеристиками світлодіодів. В якості випромінювача 470нм хвиль використано світлодіод OSB56P5111A з наступними технічними характеристиками:

Таблиця 6. Технічні характеристики світлодіоду OSB56P5111A

$I_F$	Постійний прямий струм	30 мА
$I_{FP}$	Імпульсний прямий струм	100 мА
$I_R$	Зворотній струм при $U_R = 5 \text{ В}$	10 мкА
$U_F$	Пряма напруга при $I_F = 30 \text{ мА}$	3 В
$U_R$	Зворотна напруга	5 В
$\Phi$	Світловий потік при $I_F = 30 \text{ мА}$	3 Лм
$P$	Максимальна потужність	102 мВт
$\lambda$	Довжина хвилі при $I_F = 30 \text{ мА}$	470 нм
$\theta/2$	Кут 50% потужності при $I_F = 30 \text{ мА}$	15°
	Діапазон робочих температур	-30°C _ +85°C

Для випромінювання в інфрачервоному спектрі застосовано світлодіод VSLY5940, його технічні характеристики наведено в таблиці 7.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7. Технічні характеристики світлодіоду VSLY5940

$I_F$	Постійний прямий струм	100 мА
$I_{FP}$	Імпульсний прямий струм	200 мА
$I_R$	Зворотній струм при $U_R = 5$ В	-
$U_F$	Пряма напруга при $I_F = 100$ мА	1,65 В
$U_R$	Зворотна напруга	5 В
	Радіальна інтенсивність випромінювання при $I_F = 100$ мА	600 мВт/см <sup>2</sup>
$P$	Максимальна потужність	190 мВт
$\lambda$	Довжина хвилі при $I_F = 100$ мА	940 нм
$\theta/2$	Кут 50% потужності при $I_F = 100$ мА	3°
	Діапазон робочих температур	-40°C _ +85°C

Як видно з технічних характеристик, найбільше споживання в інфрачервоного світлодіоду – 200мА в імпульсному режимі, при максимальній вхідній напрузі 4.2В потужність яка виділиться на транзисторі VT5 буде не більше:

$$P_{vt5} = 0.2 * 4.2 = 0.84 \text{ (Вт)}, \quad (4.17)$$

Відповідно до передатної характеристики даної схеми, при максимальній вхідній напрузі 3В та максимальному вихідному струмі 0,2А опір резистивного шунту R24 буде визначати:

$$R_{24} = U_{\text{вх.макс}} / I_{\text{н.макс}}, \quad (4.18)$$

$$R_{24} = 3 / 0.2 = 15 \text{ (Ом)}$$

$$P_{R_{24}} = 0,2^2 * 15 = 0,6 \text{ (Вт)}$$

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Для керування транзистором VT5 підходить мікросхема AD8551, резистор R20 працює в аналогічному режимі роботи що і резистори R16, R17, тому його опір становить 200 Ом.

Розглянемо програмну реалізацію виявлення диму в приміщенні. Програма в режимі очікування буде вмикати синій світлодіод VD2 наступним чином: встановлюється рівень логічної одиниці на виводі PD7 після чого з допомогою внутрішнього ЦАП встановлює на виході PC2 напругу 0,45 В. Дане значення відповідає струму навантаження 30мА, відповідно до розрядності ЦАП, внутрішньо-програмне значення на вивід мікроконтролера буде – 155. Після чого програма вимірює значення світловий струм на фотодіоді VD4 та зберігає його в змінній «brightness\_Blue».

За даним принципом відбувається вимірювання світлового струму при освітленні камери інфрачервоним світлодіодом VD3. При цьому на транзистор VT4 переходить в закритий стан а транзистор VT6 – відкритий. Струм через ПЧ-випромінювач встановлюється 100мА, вихід PC2 – 1,5В та програно – 517. Отримані результати вимірювання зберігаються в змінній «brightness\_IR».

Не менш важливим етапом є порівняння отриманих результатів, як було сказано раніше відправним значенням порога прийняття рішення про присутність сторонніх продуктів для такого розміщення світло- і фотодіодів розробники визнали співвідношення рівнів інтенсивності розсіювання для цих двох кольорів (синій / червоний), рівне 1,4.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

1 // Піни
2 #define BLUE_LED_PIN 7 // PD7
3 #define IR_LED_PIN 8 // Додано пін для ІЧ світлодіода
4 #define DAC_OUTPUT_PIN A2 // PC2 - умовно, для симуляції DAC
5 #define PHOTO_SENSOR_PIN A0
6
7 // Змінні для зберігання результатів
8 int brightness_Blue = 0;
9 int brightness_IR = 0;
10 bool alarm = false; // Булева змінна для сигналізації
11
12 // Симуляція ЦАП - повертає напругу через PWM (у відсотках)
13 void setDACValue(int value) {
14     analogWrite(DAC_OUTPUT_PIN, map(value, 0, 1023, 0, 255)); // PWM для імітації ЦАП
15 }
16
17 void setup() {
18     pinMode(BLUE_LED_PIN, OUTPUT);
19     pinMode(IR_LED_PIN, OUTPUT); // ІЧ світлодіод
20     pinMode(DAC_OUTPUT_PIN, OUTPUT);
21 }
22
23 void loop() {
24     // Синій світлодіод
25     digitalWrite(BLUE_LED_PIN, HIGH); // Увімкнути синій світлодіод
26     digitalWrite(IR_LED_PIN, LOW); // Вимкнути ІЧ світлодіод
27     setDACValue(155); // Встановити струм 30mA (0.45В)
28     brightness_Blue = analogRead(PHOTO_SENSOR_PIN); // Зчитати освітленість
29
30     // ІЧ світлодіод
31     digitalWrite(BLUE_LED_PIN, LOW); // Вимкнути синій
32     digitalWrite(IR_LED_PIN, HIGH); // Увімкнути ІЧ світлодіод
33     setDACValue(517); // Встановити струм 100mA (1.5В)
34     brightness_IR = analogRead(PHOTO_SENSOR_PIN);
35
36     // Обробка та порівняння
37     float ratio = (float)brightness_Blue / (float)brightness_IR;
38     alarm = ratio > 1.4;
39 }

```

Рис 21. Алгоритм виявлення продуктів горіння в камері диму.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

#### 4.4 Розрахунок вузла акустичного сповіщення

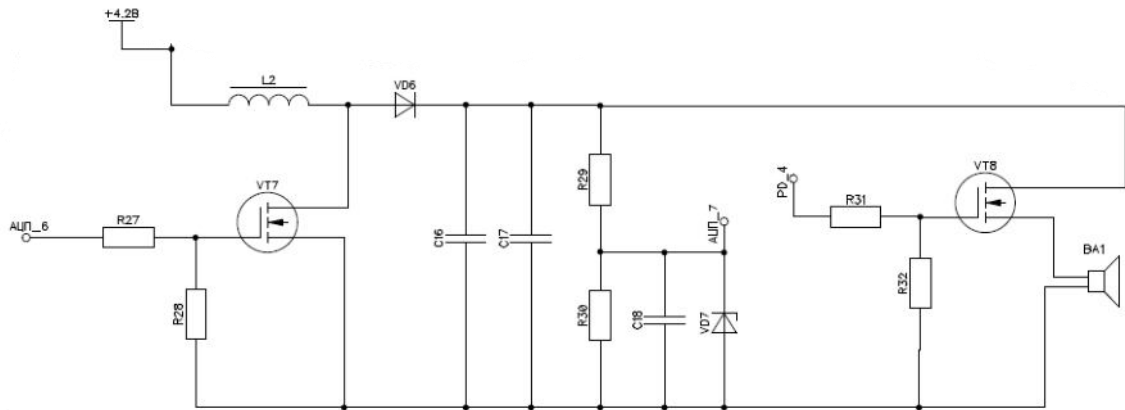


Рис. 22 Схеми електрична принципова вузла подачі звукового сигналу

Аналізуючи дану схему можна побачити, що її можна розділити на 2 основні функціональні блоки: джерело живлення (далі по тексті ДЖ), пристрій генерації звукового сигналу. Для розрахунку режимів роботи потрібно визначити діапазон вихідної напруги даного ДЖ. Аналізуючи можливі ринки збуту можна прослідкувати, що для систем попередження про пожежу в залежності від регіону висуваються різні вимоги до гучності сповіщувача. Як видно з таблиці стандарти країн мають вимоги не тільки до гучності, а також частоти звукового сповіщувача – 1..4кГц. Вважається, що саме ці частоти привертають увагу людей. В якості звукового сповіщувача використати LPB3020B-TB-12-3.5-15.0-R, перевага даного п'єзоелектричного випромінювача полягає в наявності вбудованого генератора коливань налаштованого на резонансну частоту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 8. Характеристики п'єзоелектричного сигналізатора

LPB3020B-TB-12-3.5-15.0-R

Резонансна частота	Робочий струм	Робоча температура	Діапазон робочих напруга	Рівень гучності	Допуск резонансної частоти
3,5кГц	12мА	-40_+85 <sup>0</sup> С	3_20В	100дБ	±500Гц

Таблиця 9. Порівняльна таблиця вимог до гучності аварійних сповіщувачів.

Країна/Регіон	Мінімальна гучність	Перевищення фону	Максимальна гучність	Особливості
США	65дБ(А)	15дБ(А)	110дБ(А)	Вимоги до візуальних сигналів
Велика Британія	65-75дБ(А)	5дБ(А)	Залежно від використання	Візуальні сигнали при фоновому шумі >85дБ(А)
ЄС(EN 54-3)	10дБ(А)	10дБ(А)	Визначається стандартом	Врахування специфіки аварійного сигналу

$$L \geq \frac{n \cdot U_{\text{ВХ.МІН}}^2 \left( \frac{U_{\text{ВІХ}}}{\sqrt{2}} - U_{\text{ВХ.МІН}} \right)}{\sqrt{2} \cdot U_{\text{ВІХ}} \cdot P_{\text{ВІХ}} \cdot f_{\text{МІН}}}, \quad (4.19)$$

де  $n$  – ККД перетворювача – 99%,

$U_{\text{ВХ.МІН}}^2$  - мінімальна вхідна напруга яка рівна 3 В;

$U_{\text{ВІХ}}$  - вихідна напруга, 20 В;

$f_{\text{МІН}}$  - мінімальна частота роботи ККП, 100кГц.

$$L \geq \frac{0,99 \cdot 3^2 \left( \frac{20}{\sqrt{2}} - 3 \right)}{\sqrt{2} \cdot 20 \cdot 0,3 \cdot 100000} = 116 \text{ мкГн.}$$

Визначаємо піковий максимальний струм:

$$I_{\text{п.к.макс}} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot P_{\text{ВІХ}}}{n \cdot U_{\text{ВХ.МІН}}}, \quad (4.20)$$

Згідно каталогу радіоелементів обираю котушку індуктивності з відповідними параметрами, MCSCH895-121KU-120uH-850mA.

Для вибору транзистора VT7 необхідно врахувати: максимальний вихідний струм мікроконтролеру ATmega 328P 20mA, максимальний коефіцієнт заповнення імпульсу 90%, частота ШІМ 100кГц.

Мінімально необхідний час заряду рівний  $t \leq 0,5 T_{\text{паузи}}$ , відповідно потрібно розрахувати даний час:

$$T_{\text{паузи}} = 0,1 \cdot 1/f_{\text{min}}, \quad (4.21)$$

$$T_{\text{паузи}} = 1 \text{ мкс}$$

Виразимо необхідний заряд затвору транзистора з допомогою наступної формули:

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$Q_{vt7} = \frac{0,5T_{паузи} * U_{GS}}{R_G}, \quad (4.22)$$

де  $U_{GS}$  - напруга на затворі транзистора VT7, 3.3В

$R_G$  - опір в колі затвора транзистора VT7, 200 Ом

$$Q_{vt7} = 4.125 \text{ (пК)}$$

В якості транзистора VT7 використано FDV303N з наступними технічними параметрами:

Таблиця 10. Технічні характеристики польового транзистора FDV303N

Символ	Параметр	Значення
$V_{DSS}$	Напруга Витік-Стік	25В
$V_{GSS}$	Напруга Затвор-Стік	8В
$I_D$	Постійний вихідний струм	0,68А
$I_{DPulse}$	Імпульсний вихідний струм	2А
$P_D$	Максимальна потужність	0,35Вт
$T_{STG}$	Діапазон робочих температур	-55_150°C
$Q_G$	Повна ємність затвору	2,3нФ

Функцію зворотнього зв'язку виконуються резистори R31 R32. Вони утворюють подільник напруги з коефіцієнтом 1:10, дана залежність дає змогу виконувати ефективне регулювання вихідною напругою на всьому робочому діапазоні п'єзоелектричного випромінювача. Для досягнення цього використано R29 9кОм , R30 1кОм. Стабілітрон VD7 1N4727A з напругою стабілізації 3В необхідний для захисту входу мікроконтролера.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Транзистор VT8 необхідний для того, щоб була можливість переривати звуковий сигнал без зупинки ДЖ, це може знадобитися для реалізації інших функцій. Прикладом може стати звукове сповіщення про низький заряд батареї, створення відповідного звукового сигналу згідно з нормативними документами інших країн.

```
1 // Оголошення пінів
2 const int ADC6_PIN = 6; // Вихід для ШИМ сигналу
3 const int ADC7_PIN = 7; // Вхід для вимірювання напруги
4 const int PD4_PIN = 4; // Вихід для активації бузера
5
6 // Змінні
7 bool alarm = false; // Змінна, що відповідає за стан сигналу
8 float alarm_volume = 2.0; // Вихідна напруга для alarm (від 0 до 5В)
9 float measured_voltage = 0.0; // Виміряна напруга
10 const float voltage_divider_ratio = 10.0 / 9.0; // Співвідношення подільника напруги
11
12 void setup() {
13     // Ініціалізація пінів
14     pinMode(ADC6_PIN, OUTPUT);
15     pinMode(ADC7_PIN, INPUT);
16     pinMode(PD4_PIN, OUTPUT);
17
18     // Ініціалізація ШИМ
19     analogWriteFrequency(ADC6_PIN, 100000); // ШИМ на піні ADC6 з частотою 100 кГц
20     analogWriteResolution(8); // Роздільна здатність ШИМ 8 біт (від 0 до 255)
21
22     // Початкове значення для PD4
23     digitalWrite(PD4_PIN, LOW);
24 }
25
26 void loop() {
27     // Якщо alarm активний, виконуємо операції
28     if (alarm) {
29         // Обчислення ШИМ значення для досягнення необхідної напруги
30         int pwm_value = map(alarm_volume, 0.0, 3.3, 0, 255); // Обчислення значення ШИМ для бажаної напруги
31
32         // Генерація ШИМ сигналу на виході
33         analogWrite(ADC6_PIN, pwm_value);
34
35         // Зчитування напруги з піну ADC7
36         int analog_value = analogRead(ADC7_PIN); // Читання значення з піну ADC7
37         measured_voltage = (analog_value / 1023.0) * 3.3 * voltage_divider_ratio; // Обчислення виміряної напруги
38
39         // Якщо напруга досягла бажаного значення, активуємо бузер
40         if (measured_voltage >= alarm_volume - 0.05 && measured_voltage <= alarm_volume + 0.05) {
41             digitalWrite(PD4_PIN, HIGH); // Активація бузера
42         } else {
43             digitalWrite(PD4_PIN, LOW); // Деактивація бузера
44         }
45     } else {
46         // Якщо alarm не активний, вимикаємо всі виходи
47         analogWrite(ADC6_PIN, 0); // Вимкнути ШИМ сигнал
48         digitalWrite(PD4_PIN, LOW); // Вимкнути бузер
49     }
50 }
```

Рис. 23 Програма активації звукового сповіщувача

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## 4.5 Розрахунок джерела живлення датчика пожежної безпеки

В якості основного джерела живлення використано дві акумуляторні батареї формату 18650 від виробника Panasonic. Основною причиною переходу на автономне джерело живлення є забезпечення безперервної роботи пристрою при аварійних ситуаціях, а також слідування сучасним тенденціям проєктування.

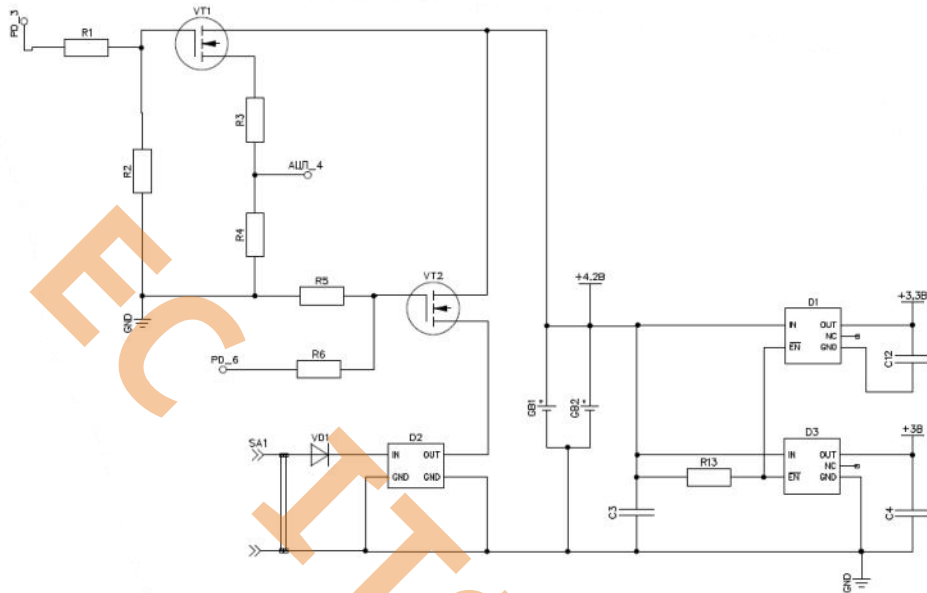


Рис.24 Схема електрична принципова вузла живлення пристрою

Мікросхеми D1 та D3 виконують роль понижуючого перетворювача напруги з низьким рівнем шумів та низьким енергоспоживанням. Дані перетворювачі відносяться до одного сімейства мікросхем виробництва Texas Instruments.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.25. Функціональне призначення виводів мікросхеми TPS770

Таблиця 11. Технічні параметри мікросхеми TPS770

Позначення	Параметр	Значення
$U_{\text{вих}}$	Фіксована вихідна напруга залежно від типу мікросхеми	1,25..5,5В
$I_Q$	Власний струм споживання при $I_{\text{вих}} = 0$	28мкА
$\Delta U_{\text{вих}}$	Похибка вихідної напруги	0,07%
$U_{\text{ш}}$	Рівень вихідного шуму	190мкВ
$I_{\text{вих}}$	Максимальний вихідний струм	100мА

Функціональне призначення мікросхеми D2 MIC525209-4.2YS заряд акумуляторної батареї GB1 GB2. Вихідний струм 500мА, вихідна напруга 4.2В  $\pm 1\%$  забезпечать тривалий термін служби та безперебійність використання.

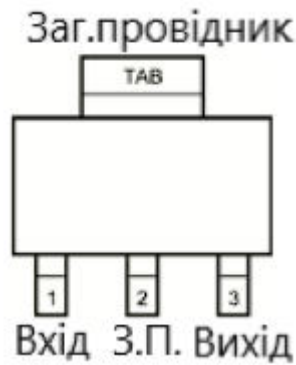


Рис.26 Функціональне призначення виводів мікросхеми MIC525209-4.2Y

Транзистори VT1 вмикається періодично для вимірювання стану рівня заряду гальванічних елементів. Подільник напруги R3, R4 необхідний для того щоб при повністю зарядженій батареї уникнути ситуації, що вхідна напруга на АЦП вища за його опорне джерело напруги. Резистори R3, R4 з допуском 0,1% для забезпечення коректного вимірювання напруги. Транзистор VT2 працює в ключовому режимі та необхідний для організації керування ввімкненням/вимкненням режиму зарядки.

Логіка роботи даного вузла полягає в наступному: при виході з режиму очікування пристрій аналізує не тільки зовнішнє середовище, але і здійснює діагностику внутрішнього джерела живлення. Транзистор VT2 за замовчуванням знаходиться в режимі відсічки, транзистор VT1 переходить в відкритий стан, мікроконтролер з допомогою вбудованого АЦП вимірює напругу на резисторі R4. При досягненні порогового значення (наприклад стан «низького заряду батареї» - 3.3В) відкривається транзистор VT2, якщо через деякий час пристрій не відслідкує збільшення рівня заряду відбувається звуковий сигнал та світлова індикація світлодіодом VD5. Даний алгоритм роботи показано в рис27.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

```

1 // Назви пінів
2 const int Measure_Bat = 3; // PD3
3 const int Charge_En = 6; // PD6
4 const int Value_Bat = A4; // PC4
5
6 // Константи
7 const float VREF = 3.3; // Реф. напруга АЦП
8 const int ADC_RESOLUTION = 1023; // Роздільна здатність АЦП
9
10 void setup() {
11     pinMode(Measure_Bat, OUTPUT);
12     pinMode(Charge_En, OUTPUT);
13     digitalWrite(Charge_En, LOW); // Початково заряд вимкнено
14
15 }
16
17 void loop() {
18     digitalWrite(Measure_Bat, HIGH); // Включаємо вимірювання
19     delay(100); // Чекаємо стабілізацію
20
21     int adcvalue = analogRead(Value_Bat);
22     float voltage = (adcvalue / 1023.0) * VREF * 2.0; // Враховуємо подільник 1:2
23
24     Serial.print("Battery voltage: ");
25     Serial.println(voltage);
26
27     if (voltage < 3.3) {
28         digitalWrite(Charge_En, HIGH); // Увімкнути заряд
29     } else if (voltage >= 4.1) {
30         digitalWrite(Charge_En, LOW); // Вимкнути заряд
31     }

```

Рис.27 Приклад програмного коду вузла заряду вбудованої акумуляторної батареї

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

## 5. Висновки

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було розроблено систему раннього виявлення пожежі на основі мікроконтролера АТМega328Р, що дозволяє підвищити рівень пожежної безпеки у побутових та виробничих приміщеннях. У роботі проведено аналіз існуючих технічних рішень, охарактеризовано основні типи пожежних датчиків та обґрунтовано вибір сенсорних елементів: датчика чадного газу, температурного датчика і оптичного датчика диму.

Розроблена структурна та принципова схема забезпечує комплексне виявлення ознак загоряння (дим, температура, СО), що дозволяє зменшити ймовірність хибних спрацювань та забезпечити більш надійну роботу пристрою. Наприклад при використанні датчика в спорудах релігійного призначення можна вимкнути виявлення диму або при використанні в умовах підвищеної температури (банях, саунах, промислових приміщеннях) ігнорувати датчики підвищення температури. Особливу увагу приділено енергоспоживанню системи — передбачено використання автономного живлення та енергоощадних компонентів.

Для виготовлення даного продукту необхідно забезпечити необхідні умови для калібрування датчика монооксиду карбону. Продемонстрований код може бути оптимізований та змінений за необхідності.

Всі поставлені завдання виконані, в описі роботи пристрою проведено дослідницьку діяльність з принципів виявлення та попередження різних рівнів загроз пожежонебезпеки, надано довідкові дані на використані компоненти.

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік літератури

- 1.ДБН В.2.5-20-2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання
- 2.Зайцев А.В., Неплохов І.Г. «Чутливість пожежних сповіщувачів до різних типів диму, пилу, пари та аерозолів. Частина 1». – Алгоритм безпеки. 2012. №3 – с.28
- 3.Неплохов І.Г. «Дводіапазонні димову пожежні сповіщувачі». – Системи безпеки . 2008р. №3 - с.40
- 4.Рюмік С.М. 1000 і одна мікроконтролерна схема. 1 вид. М.: «Додека - XXI», 2010. – 356с.
- 5.Рюмік С.М. 1000 і одна мікроконтролерна схема. 2-е вид. М.: «Додека - XXI», 2011. – 400с.
- 6.Стаття на форуму «Вікіпедія» : Спринклер. « <https://surl.li/vurpcjh>»
- 7.Технічна документація та способи використання транзистора IRLML6244: <https://surl.li/yeqkio>
- 8.Технічна документація та способи використання світлодіоду OSB56P5111A: <https://surl.li/xqseyp>
- 9.Технічна документація та способи використання світлодіоду VSLY5940: <https://surl.li/ytftyl>
- 10.Технічна документація та способи використання LPB3020B-TB-12-3.5-15.0-R: <https://surl.li/pscayr>
- 11.Технічна документація та способи використання мікросхем сімейства TPS770: <https://surl.lu/esshwa>
- 12.Технічна документація та способи використання MIC5209-4.2YS: <https://surl.li/holxet>
- 13.Технічна документація та способи використання датчик чадного газу TGS 5141-P00: <https://surl.li/qhlcgd>
- 14.Технічна документація та способи використання мікросхеми AD8551: <https://surl.li/fcnczo>
- 15.Хвостиков І.А. «Теорія розсіювання світла та її застосування. До питань прозорості атмосфери і туманів». Москва: Успіхи фізичних наук, т.ХХІV, вип. 2, 1940 – с.212

					КРБ ЕС.10428799.001 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка			
D5, D7,	AD8551	3				
D6	ATMega 328P	1				
G1	Кварцевий резонатор HC-49S 16МГц					
L1	BLM18HE152SN1D					
L2	MCSC895-121KU-120uH-850mA					
	<u>Резистори</u>					
R1	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	1				
R2	CFR 0.125Вт 100кОм $\pm 5\%$	1				
R3	UPF25B5K0V 0.25Вт 5кОм $\pm 0,1\%$	1				
R4, R5	UPF25B5K0V 0.25Вт 5кОм $\pm 0,1\%$	2				
R6, R7	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	2				
R8,R9,R	CFR 0.125Вт 100кОм $\pm 5\%$	3				
R10	CFR 0,125Вт 1МОм $\pm 5\%$	1				
R12	МЛТ 0,125Вт 5кОм $\pm 5\%$	1				
R14, R15	NTC-MF51-10K $\pm 1\%$	2				
R16, R17	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	2				
R18, R19	CFR 0.125Вт 100кОм $\pm 5\%$	2				
R20	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	1				
R21	МЛТ 0,125Вт 5кОм $\pm 5\%$	1				
R22, R23	CFR 0.125Вт 4.7МОм $\pm 1\%$	2				
R24	C2-23 1Вт 15Ом $\pm 1\%$	1				
R25	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	1				
R26	C1-4 0,25Вт 10 кОм $\pm 5\%$	1				
R27, R31	ОМЛТ 0,125Вт 200 Ом $\pm 5\%$	2				
R28, R32	CFR 0.125Вт 100кОм $\pm 5\%$	2				
R29	CFR 0.125Вт 9,1кОм $\pm 1\%$	1				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ ЕС.10428799.001 ПЕ	Арк.
						2





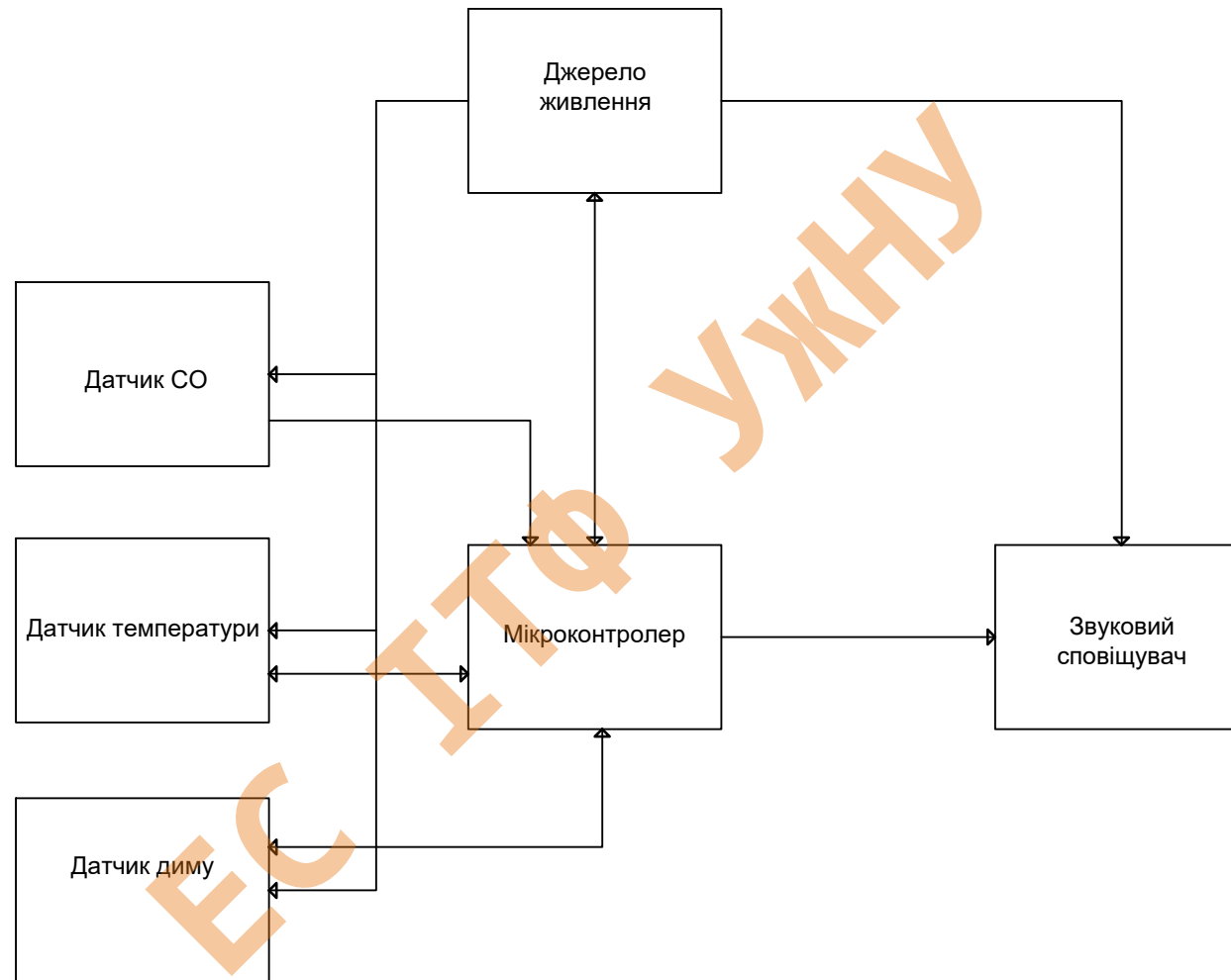
# Додатки

Додаток А Схема електрична структурна КРБ ЕС.10428799.001 Е1

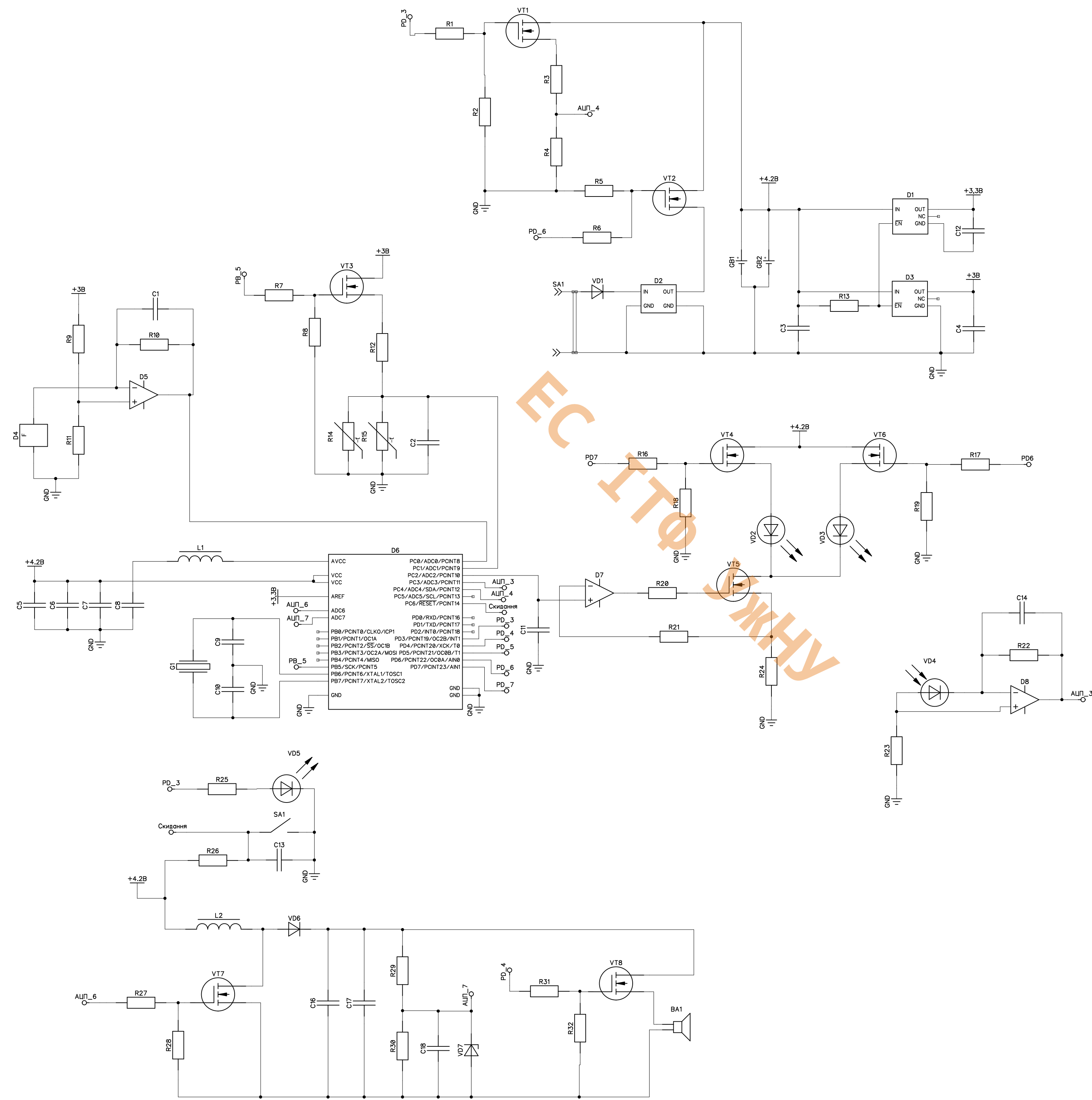
Додаток Б Схема електрична принципова КРБ ЕС.10428799.001 Е3

Додаток В Перелік елементів КРБ ЕС.10428799.001 ПЕ

Додаток Г Специфікація КРБ ЕС.10428799.001 СП



					КРБ ЕС.10428799.001 Е1		
Ек.	Лит.	До докум.	Підпис	Дата	Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера		
Розроб.	Голован С.С.				Лист	Масш.	Масштаб
Перевір.	Списюних О.О.				Архив	Архив	1
Н. зам.	Паш О.В.				Схема електрична структурна		
Затверд.	Завин Т.М.				Ужнгу, ІТФ ЕС 4к.		



ЕС ІТФ УЖНУ

КРБ ЕС.10428799.001 Е3						
Эм. Арк.	N документа	Піліс	Дата			
Розробив	Попович С.С.			Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера		
Перевіряв	Спесивих О.О.					
Т. контр.						
Н. контр.	Піп О.В.			Схема електрична принципова		
Затвердив	Зяць Т.М.					
				Літ	Маса	Масштб
				Аркуш	Аркушів	1
				УЖНУ, ІТФ ЕС 4к.		

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Звітню Шарову Михайловича

Студента (-ки) 4-10 курсу  
спеціальності 171 Електроніка  
Попович Сергій Сергійович  
(прізвище, ініціали)

## ЗАЯВА

щодо самостійного виконання  
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Попович Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денної форми навчання, ІТФ, 4-курс

(форма навчання, факультет, курс)

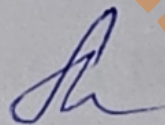
заявляю: моя письмова робота на тему: Система виявлення пожежі на базі  
микроконтролера

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

18.06.2025

Дата



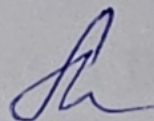
Підпис

Додаток 2.

**ДОВІДКА**  
про результати перевірки на унікальність  
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Тролюк Сергій Сергійович
Назва роботи	Аналіз виявлення пожежі на борді мікроконтролера
Спеціальність	171, Електроніка
Курс	4
Факультет	ІТФ
Кафедра	ЕС
Керівник роботи	Степанів О.О.
Роботу перевірено в програмі	Антіка плагіатив
Додано до бази даних	
Ідентифікаційний номер роботи	
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНУЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	

Відповідальна особа/  
Науковий керівник роботи



(прізвище, ініціали)

18.06.2025  
Дата

Підпис

## Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Попович С.С.

Співавтор:

Назва: Система виявлення пожежі на базі мікроконтролера

Науковий керівник: Ігор Михайлович Юркін

Підрозділ: Department

Коефіцієнт подібності 1:10%

Коефіцієнт подібності 2:1.4%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 49

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-06-18 13:41:49.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

*Робота може бути доведена до захвату*

Дата

експерт

*Михайло Ігоревич Юркін*