

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____Шутко В.М.
«_____» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОПП «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «Контролер пожежної сигналізації»

Виконавець

студент групи ЕС-304Б/стн _____ Левковський Дмитро Вікторович

Керівник

к.т.н., доцент _____ Задорожній Роман Олександрович

Нормоконтролер

_____ Сініцин Рустем Борисович

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий факультет: аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра: електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

Напрямок (спеціальність, спеціалізація): 171 «Електроніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Шутко В.М.

«_____» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Левковського Дмитра Вікторовича

(П.І.Б., випускника)

1. Тема кваліфікаційної роботи:

«Контролер пожежної сигналізації»

затверджена наказом ректора від « 01 » __ квітня 2021 р. № 526 / од_

2. **Термін виконання роботи:** з 1 квітня 2021 р. по 20 червня 2021 р.

3. **Вихідні дані роботи:** розробка контролера пожежної сигналізації на основі мікроконтролера з використанням датчику температури і диму.

4. **Зміст пояснювальної записки:** аналітичний огляд літературних джерел з тематики кваліфікаційної роботи. Огляд технічної та довідкової літератури за темою проекту, проектування та програмування повної системи проекту, висновки, список використаної літератури, програмне забезпечення.

5. **Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:** перспектива контролера пожежної сигналізації на основі мікроконтролера з використанням дисплею та сповіщувача, програмне забезпечення, схема підключення, презентація результатів роботи в практичному вигляді.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вступ. Обробка матеріалів за темою роботи: підручники, Інтернет-ресурси		
2.	Огляд сучасних систем пожежної сигналізації. Принцип дії		
3.	Порівняння різних варіантів контролерів пожежної сигналізації		
4.	Правильний вибір елементної бази. Налагодження та опис роботи приладу		
5.	Конструктивний розрахунок		
6.	Подання на кафедру. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки.		
7.	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді		

7. Дата видачі завдання: « 01 » квітня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

_____ Задорожній Р.О.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання

_____ Левковський Д.В.
(підпис випусника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «контролер пожежної сигналізації» містить: 65 сторінки, 27 рисунків, 21 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – Контролер пожежної сигналізації на основі мікроконтролера

Мета кваліфікаційної роботи – розробити контролер пожежної сигналізації на основі мікроконтролера

Предмет дослідження – контролер пожежної сигналізації на основі мікроконтролера з використанням температурного датчика і датчика диму, проектування, програмування та тестування

Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності при викладанні дисциплін.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

I2C – Inter-Integrated Circuit (двопровідний послідовний інтерфейс);

LCD – liquid crystal display (рідкокристалічний дисплей)

GND – ground (заземлення)

IDE – Integrated Development Environment (інтегроване середовище розробки)

ППК – •Прилад приймально-контрольний

ППКП – приймально-контрольний пожежний прилад

GSM – Global System for Mobile Communications (глобальна система мобільного зв'язку)

УФ – ультрафіолетове випромінювання (ультрафіолет)

ІЧ – інфрачервоне випромінювання

AVR – восьмибітовий мікроконтролер фірми Atmel.

АЦП – Аналого-цифровий перетворювач

АО – Analog Output (аналоговий вивід)

ПК – Персональний

Зміст

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	9
1.1 Огляд принципів побудови пожежної сигналізації	9
1.2 Огляд пожежних сповіщувачів	14
1.3 Огляд особливостей встановлення та експлуатації пожежної сигналізації	17
1.4 Експлуатація пожежної сигналізації.....	20
Висновки до першого розділу	23
РОЗДІЛ 2 ВИБІР ОСНОВНИХ ТА ДОДАТКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ	24
2.1 Мікроконтролер	24
2.2 Плата на базі мікроконтролера ATmega328	27
2.3 Датчик температури LM35DZ.....	29
2.4 Датчик диму MQ-2.....	31
2.5 РК-дисплей (16X2 символічний) або LCD.....	32
2.6 Пасивний п'єзодинамік (бузер).....	33
2.7 Світлодіод	34
Висновки до другого розділу	36
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМУВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ І АНАЛІЗ СИСТЕМИ ...	37
3.1 Системні вимоги.....	37
3.2 Архітектура системи.....	38
3.3 Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення.....	39
3.4 Підключення основних та додаткових модулів до Arduino UNO	45
3.5 Правильне підключення кожного елемента.....	46
3.6 Проектування кінцевої схеми приладу	50
3.7 Написання коду для системи	51
3.8 Розрахунок датчиків системи	56

Висновки до третього розділу.....	58
Висновки.....	59
Список використаних джерел	61
Додаток А повний код програмного забезпечення системи.....	63

ВСТУП

Пожежна сигналізація відіграє важливу роль у підтримці та моніторингу безпеки будь-якого типу будівель та приміщень. Однак зручність використання багатьох існуючих систем пожежної сигналізації добре відома, але може бути виготовлена з високою вартістю. Але багато систем є недоступними для користувачів з низьким рівнем доходу. Основна мета цього проекту - створити контролер пожежної сигналізації з низькою вартістю.

В кваліфікаційній роботі розглядається проектування та впровадження контролера і системи пожежної сигналізації з використанням ARDUINO UNO, що експлуатує всю систему. Система виявлення працює як пожежний сповіщувач і сповіщувач диму. Детектори розташовані паралельно на різних рівнях. Будь-який сигнал від кожного детектора на будь-якому рівні контролюється за допомогою системи моніторингу. Обраний мікроконтролер є простим у використанні і має простий спосіб програмування, тому на його базі можна побудувати пристрій, який буде виконувати поставлену задачу.

Пожежна сигналізація використовується у багатьох галузях, будь то велике підприємство чи звичайна квартира.

Актуальністю теми: у зв'язку з тим, що більшість побудованих будівель понад 30 років в яких використовується стара проводка, яка не має можливості витримувати сучасні навантаження на мережу, виникають пожежі. Якщо терміново її не визначити, то це може призвести до великої втрати майна та здоров'я. Пожежна сигналізація не є дорогою порівняльно з можливими втратами при пожежі.

Метою кваліфікаційної роботи: є розробка експериментального варіанту пожежної сигналізації з використанням контролера ARDUINO.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

1.1 Огляд принципів побудови пожежної сигналізації

Система пожежної сигналізації — це сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, диму, полум'я або газу. Обробки, передачі в заданому вигляді повідомлення про пожежу, спеціальної інформації та видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння і включення виконавчих установок систем проти димового захисту, технологічного та інженерного обладнання, а також інших пристроїв протипожежного захисту.

Установки і системи пожежної сигналізації, сповіщення та управління, евакуацією людей при пожежі повинні забезпечувати автоматичне виявлення пожежі за час, необхідний для включення систем сповіщення про пожежу з метою організації безпечної евакуації людей в умовах конкретного об'єкта.

Системи пожежної сигналізації, сповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинні бути встановлені на об'єктах, де вплив небезпечних факторів пожежі може призвести до травматизму та загибелі людей.

Складові пожежної сигналізації:

Центральний контролер — це прилад системи, який контролює інші елементи всієї системи. Даний пристрій відстежує сигнали, що надходять від ініціювальних пристроїв. Контролер відстежує цілісність всієї системи, поки він контролює вихідні дані та видає необхідну інформацію.

Ініціація пристроїв — це компоненти, які активують систему пожежної сигналізації. Вони також називаються пристроями введення та можуть бути ручними або автоматичними.

Сповіщувачі — ці пристрої попереджають людей під час надзвичайних ситуацій за допомогою звукових, візуальних і іноді нюхових стимулів.

Але найбільше використовують аудіовізуальний тип, в якому дзвінок/сирена/гудок поєднується зі стробоскопом або миготливим червоним світлом — мова йде про світлозвукові та звукові сирени.

Інші складові — також в систему входить джерело живлення електроенергії, яке зазвичай має напругу 124 Вольт або 24 Вольт. Багато систем мають вторинне джерело живлення, це резервне рішення, що може являти собою батарею, яка буде жити систему в разі вимкнення основного джерела.

Основний склад компонентів пожежної сигналізації:

- Сповіщувачі пожежні автоматичні (полум'я, газові, димові, теплові або комбіновані)
- Сповіщувачі пожежні ручні (кнопка для примусового включення режиму «Пожежна тривога»)
- Прилад приймально-контрольний (ППК)
- Релейний блок - за потребою
- Резервованій блок живлення - необхідний, якщо прилади не мають вбудованих блоків живлення
- Світлові та звукові пожежні сповіщувачі (сирени і сигнальні лампочки)
- Голосовий пожежний сповіщувач - за потребою
- Допоміжні елементи пожежних шлейфів - за потребою
- Допоміжні пристрої каналу передачі повідомлень (повторювачі, перетворювачі і ін.) - за потребою
- Апаратура й устаткування автоматичної системи пожежогасіння - за потребою
- Устаткування системи проти димового проходження до вентиляції - за потребою

- Світлові таблички «Вихід», що живляться від резервованого джерела
- Пожежна і охоронна сигналізації на об'єкті можуть бути об'єднані в охоронно-пожежну систему (ОПС) з використанням загального ППК, каналу зв'язку та деяких інших елементів.

Види сповіщення:

- Локальне сповіщення - проводиться за допомогою сирен, світлових та голосових сповіщувачів.
- Дистанційне голосове або текстове сповіщення - проводиться автоматичною відправкою повідомлення по каналах телефонного зв'язку (провідний або мобільного), за допомогою інтернету або локальних мереж і іншими засобами.

Зв'язок з апаратурою пульта централізованого спостереження - в даний час проводиться за допомогою цифрових протоколів по дротових, оптоволоконних або бездротових каналах.[1-8]

1.1.2 Приймально-контрольний пожежний прилад

Пожежний приймально-контрольний прилад - пристрій, призначений для прийому сигналів від пожежних сповіщувачів, звукової та світлової сигналізації тривожного сповіщення, видачі інформації на пульти централізованого спостереження, а також формування стартового імпульсу запуску пожежного приладу управління. Замість передачі сигналів можливе суміщення з приладом управління.

У техніці в цілому використовуються терміни: приймач - прилад, який приймає повідомлення або сигнали.

Контрольний прилад - прилад, який визначає, чи знаходиться контрольоване значення величини в заданих межах.

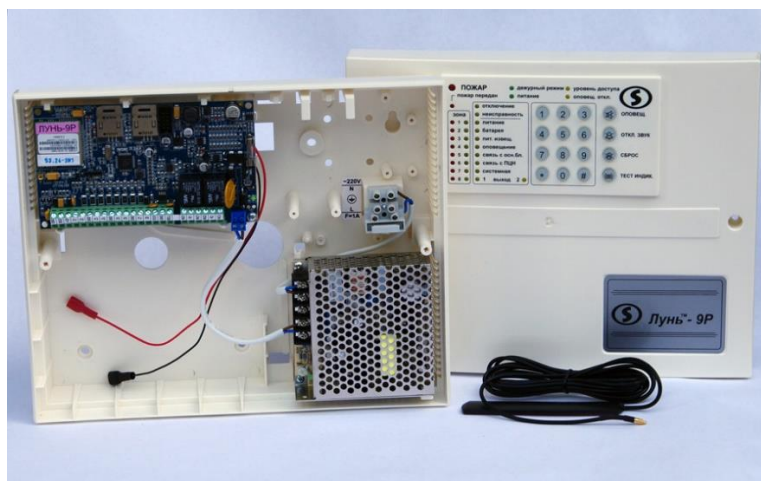


Рис. 1.1 - Приемально-контрольный пожарный прибор

На рис. 1.1. изображено приемально-контрольный пожарный прибор модель Лунь – 9Р. На рисунке мы показано, как выглядит высококлассный прибор, который имеет лицензию и изготовлен по нормам ГОСТ. [2]

1.1.3 Пожарный сповіщувач

Пожарный сповіщувач – пристрій, що аналізує навколишн'є середовище на фактор наявності первинних ознак пожежі та формує сигнал про пожежу. Як і ППКП сповіщувачі можна поділяти на адресні та безадресні. [1-8]

Класифікація за ознаками пожежі, найкращим чином описує всю різноманітність пожежних сповіщувачів:

- Димові
- Теплові
- Полум'я
- Комбіновані (димовий та тепловий сенсор)
- Ручні

Також необхідно розрізняти типи виконань сповіщувачів у залежності від умов їх використання та місця встановлення:

- Внутрішнє виконання
- Зовнішнє виконання

1.1.4 Комуникатор

Комуникатор – пристрій призначений для передачі повідомлень про виявлення пожежі на пульт централізованого спостереження. Саме завдяки комуникаторам пожежні служби мають змогу вчасно зреагувати та врятувати людські життя. Часто комуникатор називають модулем автодозвону. За дією передачі тривожних повідомлень комуникатори поділяються на провідні (Ethernet, телефонна лінія) та безпроводні (GSM, радіопередавачі). На рисунку 1.2 бачимо стандартний комуникатор пожежної сигналізації. [5]



Рис. 1.2 - Комуникатор

1.1.5 Сповіщувач

Сповіщувач – це пристрій, що забезпечує світлозвукову та голосову сигналізацію про спрацювання системи пожежної сигналізації. Оповіщувачі бувають різної потужності та виконання. Конкретний тип оповіщувача, його виконання, потужність та кількість визначається ліцензованою проектною організацією на стадії розробки робочої документації. [5]

1.2 Огляд пожежних сповіщувачів

Пожежні сповіщувачі можуть бути різних типів з різними специфічними характеристиками, залежно від різних сценарії та вимоги. Більш-менш ці детектори можна класифікувати як теплові або теплові детектори, детектори диму або газу, напівпровідникові газові детектори та детектори полум'я. [5]

1.2.1 Теплові детектори

Теплові сповіщувачі є найбільш примітивними типами автономних сповіщувачів пожежі. Більшість із цих детекторів мають фіксовану температуру, яка спрацьовує при досягненні заданої температури. Інші включають типи, які активуються, коли спостерігається ненормальне зростання температури в приміщеннях. Теплові детектори надійні, недорогі, прості в обслуговуванні та мають нижчу частоту помилкових тривоги. Але ці детектори працюють повільно, і до того моменту, коли вони досягнуть заздалегідь визначеної точки виявлення, може пошкодження вже триває. Тому ці детектори використовуються обмежено. [5]

1.2.2 Детектори диму та газу

Ці детектори зазвичай виявляють вогонь на ранніх стадіях полум'я або тління. Ці детектори можуть бути Фотоелектричні або оптичні детектори диму включають різні компоненти, головним чином, джерело світла (як правило,

інфрачервоний світлодіод), а також лінза для зближення променів світла в промінь і фотодіод. У нормі стан, світловий промінь проходить прямо. Але щоразу, коли дим перебиває шлях світла, розсіює частку світла у фотодіод, спрацьовує детектор диму.

Цей спосіб виявлення може виявляти пожежі, які починаються з тривалим тлінням. Іонізаційні детектори диму засновані на іонізація від радіоактивних елементів, таких як америцій - 241. Цей радіоактивний ізотоп виділяє альфа-частинки іонізаційну камеру, яка складається з електродів. Альфа-частинки іонізують повітря всередині камери, в результаті чого протікає струм між електродами.

Тепер щоразу, коли частинки диму поблизу вогню та проходить через камеру, іони прикріплюються до частинок диму і тим самим перериває потік струму між електродами і активує детектор. Цей тип детекторів більше підходить для різних типів, що мають різні принципи роботи, а саме оптичні або фотоелектричні детектори, детектори іонізації, детектори відбору проб повітря тощо. Кожен із цих типів має конкретне застосування обставин. швидкі полум'яні спалахи вогню, на відміну від фотоелектричних детекторів, які краще реагують на тління етапів. Іонізаційні детектори можуть працювати ефективніше там, де існує ризик швидкого полум'яного вогню, тоді як фотоелектричні детектори краще реагують на випадки повільного тління, наприклад, електричного або меблевого вогню. Пристрої іонізації слабкіші у випадках, коли повітряний потік високий.

Хоча детектори іонізаційного типу дешевші за фотоелектричні, вони мають більше шансів помилкової тривоги, ніж фото електричні детектори. Однак детектори на основі іонізації мають проблеми з безпекою та несуть загрозу навколишньому середовищу, через америцій - 241. Отже, на основі показників ефективності та безпеки стосуються деякі країни заборонили сигналізації на основі іонізації, а різні пожежні органи та асоціації не мають повідомлень рекомендуючи використовувати ці детектори. Детектори зразків повітря застосовуються у дуже чутливих зонах, оскільки вони можуть виявити дуже дрібні частинки диму. Ці детектори в основному являють собою системи

атмосферного типу. Як правило, вони складаються з блоку управління та мережі пробовідбірних трубок або труб.

Оскільки цей тип детекторів дуже чутливий і швидко реагує, вони мають додатки у високій та критичній зоні, такі як естетичні галереї, архіви, сховища, серверні кімнати, хай-тек організації тощо.

Однак ці системи виявлення є складними та дорогими. Більше того, деякі комбіновані димові сигналізатори включають в себе як іонізаційні, так і фотоелектричні технології. У деяких димових сигналізаціях для виявлення використовується датчик вуглекислого газу або датчик чадного газу так само. [5]

1.2.3 Детектори типу полум'я

Детектори полум'я - це складне обладнання для виявлення полум'яних явищ пожежі. Ці детектори мають різні типи залежно від довжини світлової хвилі, яку вони використовують. Такі як, ультрафіолетові, інфрачервоні та комбінації (УФ/ІЧ) детекторів. УФ-детектори зазвичай працюють з довжиною хвиль менше 300 нанометрів.

Цей тип детекторів може виявляти пожежі та вибухи протягом 3 - 4 мілісекунд від ультрафіолетового випромінювання, яке випромінює інцидент.

Однак, щоб зменшити кількість помилкових тривоги, викликаних УФ-джерелами, такими як блискавка, дугова зварка і так далі. В УФ-датчик полум'я часто включається тимчасова затримка. Близький інфрачервоний датчик або візуальні сповіщувачі полум'я працюють з довжина хвиль між ними від 0,7 до 1,1 мікрометрів. Одна з найнадійніших технологій, доступних для виявлення пожежі, а саме багаторазові датчики каналного або піксельного масиву, контролюють полум'я в ближній ІЧ-смузі. Інфрачервоні (ІЧ) детектори полум'я працюють в інфрачервоній спектральній смузі (700 нанометрів - 1 міліметрів). Звичайний час реакції цих детекторів становить 3 – 5 секунд. Також є ультрафіолетові та інфрачервоні комбіновані детектори полум'я, які порівнюють пороговий сигнал в два діапазони для виявлення пожежі та мінімізації помилкових тривоги. [5]

1.2.4 Напівпровідникові детектори газу та диму

Вони працюють за принципом хімічної реакції, що протікає між газом від пожежі, напівпровідниковий матеріал, що знаходиться всередині датчика.

Напівпровідниковий матеріал, що використовується в цих датчиках являє собою оксиди металів, як правило, діоксид олова, оксид вольфраму тощо.

За звичайних обставин поверхня діє як потенційний бар'єр для обмеження потоку електронів у схемі датчика. Однак окислювальні гази від пожежі зменшують поверхневу щільність кисню і тим самим зменшують бар'єрний потенціал, що дозволяє електроніві потік. Відповідна електрична схема виявляє підвищення провідності завдяки потоку електронів і спрацьовує сигналізація для вжиття необхідних заходів.

1.3 Огляд особливостей встановлення та експлуатації пожежної сигналізації

1.3.1 Проектування пожежної сигналізації

Проектування пожежної сигналізації виконується індивідуально для кожного проекту, але на основі загально відомих норм пожежної безпеки, з урахуванням вимог правила встановлення електрообладнання і ГОСТів. Тому виконання проекту пожежної сигналізації займає певний час і виконується в декілька етапів.

Проектування пожежної сигналізації починається з огляду об'єкта. Професійна спеціалізована людина виконує відвідування на об'єкт, оцінює розміри, планування, особливості конструкцій і т.д., щоб визначити обсяг роботи та необхідне обладнання. Перед початком проектування пожежної сигналізації необхідно визначити обсяг та розміри приміщення або будівлі, найбільш схильні до ризику загоряння та небезпечні зони. На ці зони привернуто особливу увагу і враховують їх при складанні проекту пожежної сигналізації. Далі можна починати складати проект пожежної сигналізації і готувати документацію, необхідну для посвідчення дотримання пожежних норм на даному об'єкті.

Сам проект пожежної сигналізації представляє з себе схему системи, що складається з датчиків, або сповіщувачів (див.рис. 1.3, 1.4), приладів оповіщення таких, як звукова сирена, транслятор голосових повідомлень, обладнання автоматичного пожежогасіння, обладнання прийому і обробки інформації (контрольна панель, контрольно-приймальні прилади).

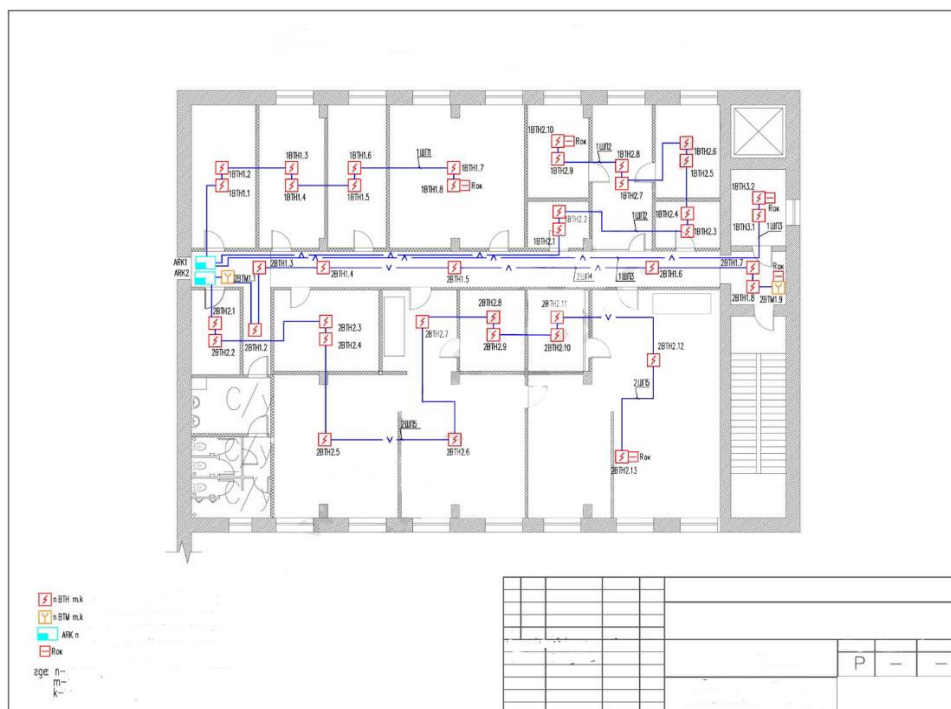


Рис. 1.3 - Приклад схеми розміщення приладів пожежної сигналізації

Головна характерна складова проекту системи пожежної сигналізації – це правильність вибору з точки зору обладнання і розташування всіх елементів. Крім структури технічних засобів, також важливо продумати зручність експлуатації системи, адже наприклад в офісі більшість працівників не мають досвіду експлуатації пожежної сигналізації будівлі і не розуміють важливості правильної і коректної роботи з системою.

Також в комплексному проекті пожежної сигналізації необхідно продумати можливість апгрейду системи. Технології розвиваються і оновлюються з кожним роком, тому не дивно, що встановлена сьогодні пожежна сигналізація з використанням останніх технологій завтра може виявитися технічно застарілою. Ще необхідно враховувати при проектуванні пожежної сигналізації - її ремонтпридатність. Будь-яке обладнання може бути пошкоджене. Це нормально для будь-якого приладу - від молотку до воєнного літака. Важливо спроектувати проект так, щоб виконання ремонтних робіт з обладнанням виконувалось з мінімальними незручностями.

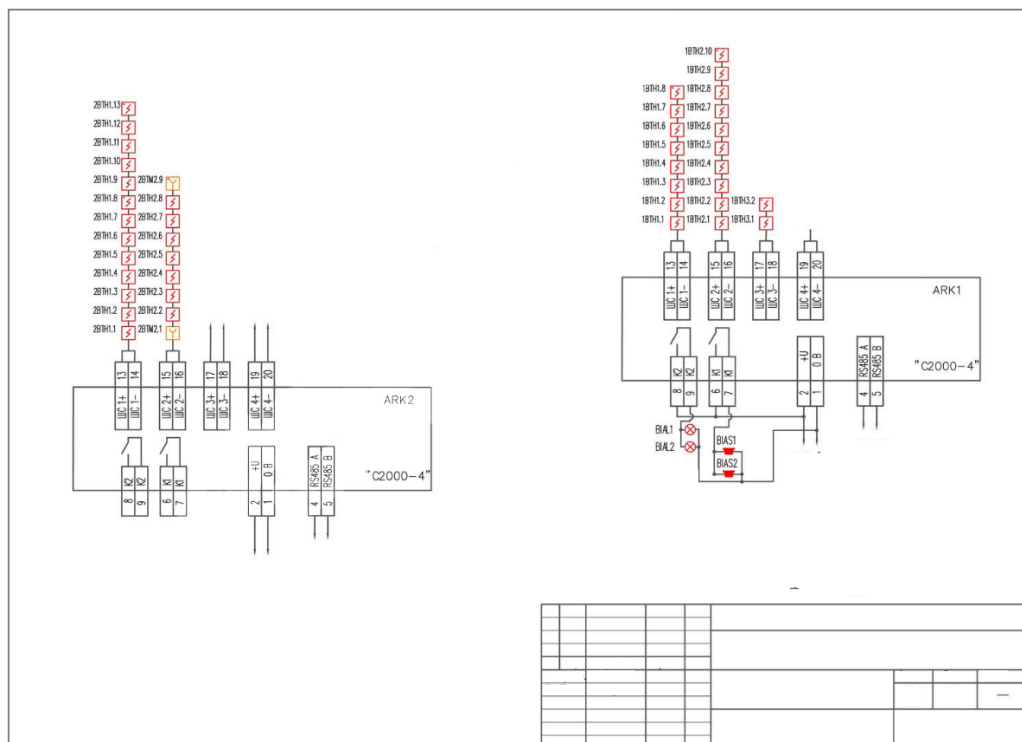


Рис. 1.4 - Приклад структурної схема ППК

Проект пожежної сигналізації повинен бути затверджений відповідними органами і повинен отримати дозвіл введення в експлуатацію. Для цього він повинен відповідати нормам і нормативним актам, що регламентують використання пожежної сигналізації на об'єктах.[3]

1.4 Експлуатація пожежної сигналізації

Після встановлення від користувача потрібно зробити кілька дій в умовах підготовки системи до експлуатації. Якщо встановлюються автономні датчики, які залишають поза передачею сигнал і тут же спрацьовують при виявленні загрози. То заходи не потрібні.

В таких пристроях можна регулювати показник чутливості сенсора. У системах з панелями управління необхідно виконати з'єднання контролера і абонентів, з якими буде взаємодіяти пожежна сигналізація. У квартирі для мінімального спектра оповіщення досить налаштувати звуковий оповіщувач на потужність яка потрібна споживачу.

У системах з бездротовою передачею даних також налаштовується з'єднання по радіоканалу, стільникового зв'язку та інтернет-каналу. Існують і системи, в яких при виявленні ознак загрози автоматично ще до відправки сигналу спрацьовує система гасіння. Але саме в квартирах подібні пристрої застосовуються рідше.[6]

1.4.1 Терміни та правила експлуатації

Термін експлуатації сигналізації зазвичай становить близько 10 років. У паспорті на обладнання вказується термін його служби. За цей час, найчастіше, обладнання морально застаріває, з'являються нові технології, матеріали та прилади.

Протягом всього терміну служби система повинна працювати бездоганно. Для того щоб почати користуватися сигналізацією після монтажу її необхідно передати в службу експлуатації за встановленим нормативною документацією акту приймання.

Даний акт відображає обсяг і якість виконаних робіт. У ньому, як правило, свій підпис ставлять представники підрядника, замовника, експлуатуюча організація і інспектор.

В ході передачі виконаного об'єкта перевіряють наступне:

- Наявність ліцензії на проектування та монтаж пожежної сигналізації у підрядників;
- Наявність всіх приладів системи;
- Встановлення приладів згідно нормативної та проектної документації;
- Коректну роботу системи (швидку передачу сигналів, спрацьовування датчиків-сповіщувачів і оповіщувачів).

Після підписання акту відповідальність за збереження і коректну роботу системи переходить на експлуатує організацію, а контроль за цим закріплюють за підрозділом. Однак існує і гарантійний термін, протягом якого організація, що займалася монтажем, виправляє виявлені недоліки і дефекти. [6]

1.4.2 Планові і позапланові перевірки

Технічне обслуговування системи потрібно виконувати періодично. Воно може бути плановим і неплановим. Непланове обслуговування проводять при збої в роботі системи або відмови одного з приладів. Планове передбачає перевірку пожежної сигналізації в установлені інструкцією тимчасові інтервали.

Перевіряти необхідно наступні параметри:

- Міцність кріплення пристроїв;
- Коректну роботу сповіщувачів;
- Стан шлейфів;
- Стан різних перехідників;
- Робочий стан джерел живлення (основних і резервних);
- Роботу сповіщувачів (голосових і світлових);
- Вплив природних факторів на роботу системи;
- Взаємодія приймально-контрольної апаратури з центральним пультом.

Дані перевірки необхідно записувати в спеціальний журнал, по можливості прикладати фотофіксацію виявлених несправностей. Журнал повинен перевірятися співробітниками пожежної служби. Виправлення дефектів теж має фіксуватися спеціальною записом і підтверджуватися співробітником пожежної служби.

Для реєстрації «помилкових» спрацьовувань системи або не спрацьовування під час пожежі, заводять спеціальний журнал, в ньому вказується номер шлейфу, сповіщувача, а також час і дата подачі сигналу. Сигнали про тривогу теж фіксуються в спеціальних журналах. Все це допомагає виявити коректність роботи системи. [6]

Висновки до першого розділу

В першому розділі було розглянуто основні принципи побудови пожежної сигналізації, основні та додаткові складові. Розглянуто детально про ПКПП, сповіщувачі та їх види, комунікатори, детектори диму, теплові, газові, полум'я.

Представлений огляд особливостей встановлення та експлуатації пожежної сигналізації та тонкості проектування, планові та позапланові перевірки для підтримки всієї системи у максимально робочому стані.

В цьому розділі основна інформація полягає основним теоретичним відомостям про пожежні сигналізації та системи.

РОЗДІЛ 2 ВИБІР ОСНОВНИХ ТА ДОДАТКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ

В базовому огляді даного проекту використовуються датчики (датчик диму MQ-2 і аналоговий датчик температури LM35DZ) бузер та символічний РК-дисплей для виводу інформації про стан системи. А також мікроконтролер ARDUINO UNO, який використовується для загального обчислення та контролю усієї системи. Використовується код ARDUINO, як правило, мову програмування C, щоб взаємодіяти з апаратним та програмним забезпеченням.

2.1 Мікроконтролер

Вбудований мікроконтролер - це мікрокомп'ютер, що містить більшість периферійних пристроїв і потрібна пам'ять всередині однієї інтегральної схеми разом із центральним процесором. Це насправді "мікрокомп'ютер на мікросхемі". Мікроконтролер можна вважати автономною системою, що включає процесор, модулі пам'яті та периферія.

Отже, мікроконтролер можна використовувати як вбудовану систему. Більшість мікроконтролерів, що використовуються сьогодні, вбудовані в інші машини, такі як автомобілі, телефони, прилади та периферія для комп'ютерних систем. Серія Intel 8051 була одним з перших мікроконтролерів, що інтегрували пам'ять, введення-виведення, блок арифметичної логіки (ALU), ПЗУ програми, а також деякі інші периферійні пристрої, все в одне дуже акуратний маленький пакет.

Ці процесори все ще розробляються на нові продукти. Існує п'ять основних 8-розрядних мікроконтролери. Це: напівпровідниковий вільного масштабу 68hc08 / 68hc11, Intel 8051, AVR Atmel, Z8 і PIC Zilog від технології мікро чіпів. Кожен із зазначених мікроконтролерів має унікальний набір інструкцій та набір регістрів; тому вони не сумісні між собою.

Три критерії вибору мікроконтролерів такі:

- Ефективне та економічне задоволення обчислювальних потреб даного завдання;
- Наявність засобів розробки програмного та апаратного забезпечення, таких як асемблерів компіляторів, налагоджувачів та емуляторів;
- Широка доступність та надійне джерело мікроконтролера.
- На основі вищезазначених критеріїв ми обираємо мікроконтролер Atmega328.[14,15,16]

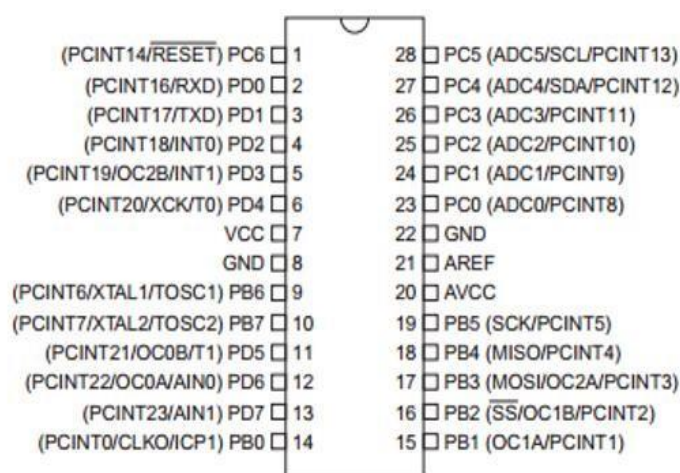


Рис. 2.1 - Мікроконтролер

2.1.1 Мікроконтролери сімейства AVR

AVR означає розширений віртуальний RISC. AVR - це 8-розрядний мікросхемний мікроконтролер RISC з Гарвардською архітектурою, яка постачається з деякими стандартними функціями, такими як дані пам'яті ПЗУ, дані EEPROM, таймери та порти вводу-виводу. AVR компанії Atmel звертається до 8-бітного та 16-бітного ринку.

Мотивацією, яка привела нас до вибору AVR, є зростання популярності AVR та інших мікроконтролерів RISC, постійно зростаючий рівень інтеграції (більше на мікросхемі і менше чіпів на друкованій платі), і необхідність "налаштованого мислення", коли мова йде про розробку продуктів, що використовують цей тип технології. Ви можете мати досвід написання коду на мові C для ПК або асемблера для мікроконтролер. Але коли мова заходить про написання коду на мові C для вбудованого мікроконтролера, підхід повинен бути модифікованим, щоб отримати бажаний кінцевий результат: невеликий, ефективний, надійний, багаторазовий код.

Мікроконтролер, який розглядаються - це мікроконтролери Atmel AVR RISC. У реченні говориться про архітектуру пристроїв. По-перше, це пристрої RISC. RISC стоїть для скороченого обчислення набору команд "і означає, що пристрої, призначені для роботи дуже швидко завдяки використанню зменшеної кількості інструкцій на рівні машини. Це зменшення кількості інструкцій сприяє збільшенню швидкості завдяки тому, що при обмеженій кількості машинних інструкцій більшість може працює за один цикл тактової частоти процесора з точки зору MIPS (мільйони інструкцій в секунду), це означає, що процесор AVR, що використовує тактову частоту 8 МГц, може виконувати майже 8 мільйонів інструкцій а по-друге, швидкість майже 8 MIPS.

Основні переваги AVR:

- Висока продуктивність
- Технологія Pico Power
- Висока щільність коду
- Висока інтеграція та масштабованість
- Сторожовий таймер - це захисний пристрій. Він призначений для скидання процесора у випадку, коли процесор втрачений або обмежений або робить що-небудь, крім запуску програми, якою він повинен бути зайнятий .[14,15,16]

2.1.2 Мікроконтролер ATmega328

Цей мікроконтролер є 8-розрядним CMOS (додатковим напівпровідником з оксиду металу) мікроконтролер на базі розширеної AVR архітектури RISC (зменшений набір інструкцій). Потужне виконання інструкцій за один такт призводить до досягнення 1 MIPS та пропускну здатність мегагерц, що дозволяє конструктору оптимізувати споживання енергії порівняно зі швидкістю обробки.[14,15,16]

2.2 Плата на базі мікроконтролера ATmega328

Arduino Uno - це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. В його склад входить все необхідне для зручної роботи з мікро контролером: 14 цифрових входів / виходів, 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 мегагерц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для всередині схемного програмування (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з приладом досить просто подати живлення від AC / DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. [11-12,16]

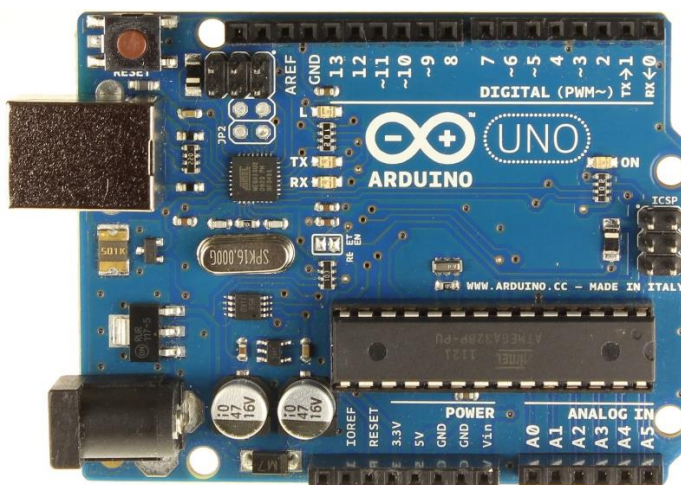


Рис. 2.2 - Arduino Uno

2.2.1 Живлення пристрою Arduino Uno

Arduino Uno може бути живитися від USB або від зовнішнього джерела живлення - тип джерела вибирається автоматично.

В якості зовнішнього джерела живлення може використовуватися мережевий AC / DC-адаптер або акумулятор / батарея. Штекер необхідно вставити у відповідний роз'єм живлення на платі. У разі живлення від акумулятора / батареї, її проводу необхідно під'єднати до висновків Gnd і Vin роз'єму POWER.

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 вольт. Однак, зменшення напруги живлення нижче 7 вольт призводить до зменшення напруги на виводі 5 вольт, що може стати причиною нестабільної роботи пристрою. Використання напруги більше 12 вольт може призводити до перегріву стабілізатора напруги і виходу плати з ладу. З огляду на це, рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12 вольт. [11-12,16]

Характеристики

- Мікроконтролер: ATmega328
- Робоча напруга: 5 вольт
- Напруга живлення (рекомендований): 7-12 вольт
- Напруга живлення (мінімальна-максимальна): 6-20 вольт
- Цифрові входи / виходи: 14
- Аналогові входи: 6
- Максимальний струм одного виведення: 40 міліампер
- Максимальний вихідний струм виводу: 3.3 вольт 50 міліампер
- Flash-пам'ять: 32 кілобайт (ATmega328)
- SRAM: 2 кілобайт (ATmega328)
- EEPROM: 1 кілобайт (ATmega328)
- Тактова частота: 16 мегагерц

2.2.2 Входи і виходи приладу Arduino Uno

З використанням функцій `pinMode ()`, `digitalWrite ()` і `digitalRead ()` кожен з 14 цифрових виводів може працювати в якості входу або виходу. Рівень напруги на виводах обмежений 5 вольт. Максимальний струм, який може видавати або споживати один вивід, становить 40 міліампер. Всі виводи пов'язані з внутрішніми, підтягуються резисторами номіналом 20-50 кілоом. Крім цього, деякі виводи Arduino можуть виконувати додаткові функції: [11-12,16]

2.3 Датчик температури LM35DZ =

Серія LM35 - це прецизійні датчики температури з інтегральною схемою, вихідна напруга яких становить лінійно пропорційна температурі за Цельсієм (Цельсія). Таким чином, LM35 має перевагу над іншими датчиками тому, що є дуже точним і його не треба калібрувати та користувач не повинен віднімати велику константу з його виходу, щоб отримати зручне масштабування за Цельсієм.

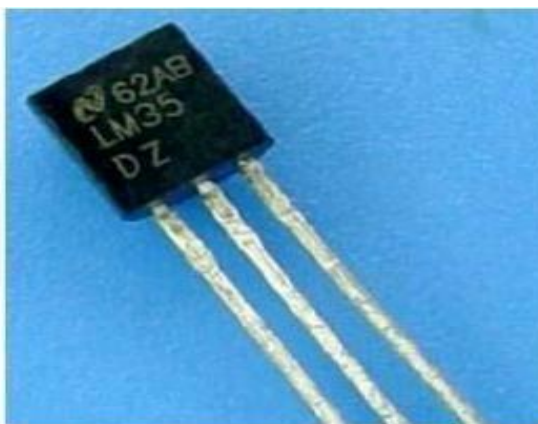


Рис. 2.3 - Зовнішній вигляд датчика температури LM35DZ

LM35 не вимагає жодного зовнішнього калібрування або обрізки для забезпечення типових точностей $\pm 1/4$ ° С при кімнатній температурі та $\pm 3/4$ ° охоплюють повний діапазон температур від -55 до + 150 ° С. Низька вартість забезпечується обрізанням та калібруванням на рівні води. Низький вихідний опір LM35, лінійний вихід і точне калібрування роблять взаємодію зі зчитуванням або схемою управління особливо простим

Його можна використовувати, як з окремими джерелами живлення, так і з плюсом і мінусом. Оскільки він витрачає лише 60 мікроампер від подачі він має дуже низьке самонагрівання, менше $0,1 \text{ } ^\circ \text{C}$ у нерухомому повітрі. LM35 призначений для роботи в діапазоні температур від $-55 \text{ } ^\circ \text{C}$ до $+150 \text{ } ^\circ \text{C}$.

Ще однією цікавою особливістю прецизійного датчика температури за Цельсієм є те, що ви можете ним керувати за допомогою одного джерела живлення постійного струму або біполярного (позитивного/негативного) джерела напруги, тому це зручно для спеціалістів! Щоб використовувати температурний датчик, просто потрібно додати до пристрою три дроти та забезпечити постійний струмом живленням. [17]

Особливості:

Калібрується безпосередньо за Цельсієм

Лінійний коефіцієнт $+10 \text{ мВ} / ^\circ \text{C}$

$0,5 \text{ } ^\circ \text{C}$ Забезпечена точність (при $25 \text{ } ^\circ \text{C}$)

Розраховано на діапазон від $-55 \text{ } ^\circ \text{C}$ до $150 \text{ } ^\circ \text{C}$

Підходить для віддалених програм

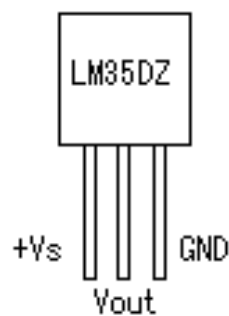


Рис. 2.4 - Розташування виводів датчика LM35DZ

Де V_s – живлення, GND – заземлення, V_{out} – аналоговий вивід. [17]

2.4 Датчик диму MQ-2

Датчик диму MQ-2 повідомляє про дим за рівнем напруги, який він видає. Чим більше диму є тим більше напруга, яку він виводить. Та навпаки, чим менше диму, якому він піддається, тим менше напруга, яку він виводить. MQ-2 також має вбудований потенціометр для регулювання чутливості до диму. Авто регулюючи потенціометр, ви можна змінити, наскільки він чутливий до куріння, тому це форма його калібрування для регулювання напруги, яку він буде видавати щодо диму, якому він піддається.

Підключення MQ-2 до Arduino, щоб Arduino міг зчитувати величину вихідної напруги датчиком і подавати звуковий сигнал, якщо датчик видає напругу вище певного порогу. Таким чином буде відомо, що датчик виявляє дим, і ми подамоємо звуковий сигнал, що попереджає людину, таку як власник житла до цього факту.



Рис. 2.5 - Будова та конфігурація датчика MQ-2

Три піна - це вихід, Vcc та GND. Для роботи газовому датчику потрібно близько 5 вольт потужності експлуатувати. Це робиться шляхом підключення 5 вольт до Vcc і GND. Вихідний штифт видає напругу показник, який пропорційний кількості диму, якому піддається датчик. Знову високий вихід напруги означає, що датчик піддається сильному диму. Вихід низької або 0 напруги означає датчик схильний до незначного або відсутність диму. [21]

Особливості:

Широкий діапазон виявлення

Стабільний і тривалий термін служби. [21]

2.5 РК-дисплей (16X2 символічний) або LCD

Рідко кристалічний дисплей скорочено LCD в основному дисплейний блок побудований з використанням технології рідких кристалів. Коли ми будемо реальне життя / реальні проекти, засновані на електроніці, нам потрібен носій / пристрій для відображення вихідних значень та повідомлень.

Рідко кристалічні дисплеї бувають з різні специфікації розміру. З усіх доступних на ринку РК-модулів найбільш часто використовуваній - 16 × 2 РК-модуль, який може відображати 32 символи ASCII у 2 рядки (16 символів у 1 рядок)

Ще перевагою цього дисплея є те, що його можна апгрейднути за допомогою блока під назвою I2C.

Даний блок відкриває можливість працювати з мікроконтролером за допомогою двох дротів, якщо не враховувати дроти необхідні для забезпечення живлення.

На платі I2C інтерфейсу розташований потенціометр, який призначений для регулювання контрастності зображення. [19]



Рис. 2.6 - Вигляд РК-дисплей (16X2 символічний)

Деякі функціональні характеристики РК-дисплея 16X2 є такими:

- Ємність дисплея: 16x2 символи;
- Робоча напруга мікросхеми: 4,5 вольт ~ 5,5 вольт;
- Робочий струм: 2,0 міліампер (5,0 вольт);
- Найкраща робоча напруга: 5,0 вольт; [19]

2.6 Пасивний п'єзодинамік (бузер)

Для цілей тривоги на ринку є багато електричних дзвоників, сигналізацій та звукових сигналівотримали різні ціни та використання. Звуковий сигнал, який використовується в цьому проекті, має звуковий сигнал 5-12 вольт і є достатньо звуку тривоги для використання в системі пожежної сигналізації. Гучніший звуковий сигнал був би ще кращим, алетоді їхні робочі напруги високі, оскільки у нас був доступний максимум до 12 вольт

Пасивний п'єзодинамік на 5 вольт (бузер). Використовується в системах сповіщення та сигналізації. Пасивним динаміком можна генерувати звуковий сигнал самому. Для цього потрібно в програмі вибрати як буде генерувати частоту звуку.

При подачі напруги на п'єзодинамік, шар п'єзоелектрика деформується, то зменшуючи, то збільшуючи відстань до мембрани. Таким чином створюється ефект конденсатора, де між двома обкладинками накопичується електричний заряд. У момент зарядки і розрядки він випромінює звукову хвилю.



Рис 2.7 - Пасивний п'єзодинамік (buzzer)

При підключенні п'єзодинаміка до чутливих мікроконтролерів в разі механічної деформації п'єзодинаміка (удар, падіння), викликає прямий ефект. Після удару струм надходить по ланцюгу до контролера, який може вивести його з ладу. У таких випадках обмежування струм опором по входу п'єзодинаміка. [20]

Характеристики:

- Живлення: 5 вольт
- Струм: до 25 міліампер
- Діаметр корпусу: 12 міліметрів
- Висота корпусу: 8.2 міліметрів
- Два виводи плюс та мінус[20]

2.7 Світлодіод

Світлодіод — напівпровідниковий пристрій, що випромінює некогерентне світло, при пропусканні через нього електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція). Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить у вузькій ділянці спектра, а його колір залежить від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника. Сучасні світлодіоди можуть випромінювати світло від інфрачервоної ділянки спектра до близької до ультрафіолету



Рис 2.8 - Світлодіод червоний

Технічні характеристики:

- Напруга в прямому напрямку: 3.2 ~ 3.8 вольт;
- Зворотний струм: менше або дорівнює 30 мікроампер;
- Розмір: 10 міліметрів;
- Максимальний прямий струм: 75 міліампер;
- Зворотна напруга: 5 ~ 6 вольт;
- Інтенсивність освітлення: в середньому 25000 мкд;
- Середня тривалість функціонування: 100,000 годин;
- Кут огляду: 20 ~ 25 градусів;
- Потужність розсіювання: 80 міліват;
- Максимальний постійний прямий струм: 30 міліампер;
- Діапазон робочих температур: від мінус 25 °C ~ + 85 °C;
- Діапазон робочих температур: мінус 30 °C ~ + 100 °C.

Висновки до другого розділу

В другому розділі було детально пророблено вибір основних та додаткових елементів обладнання. Розрита інформація про мікроконтролер та про мікроконтролер який буде використовуватись в даній кваліфікаційній роботі.

Було надано основну інформацію про мікроконтролер ATmega328 і для чого він потрібен в даній роботі, як він працює, думає та дивиться.

Далі було наведення характеристик датчиків та додаткового обладнання і для чого воно потрібне.

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМУВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ І АНАЛІЗ СИСТЕМИ

3.1 Системні вимоги

У цьому розділі розписано про побудову проекту системи апаратного забезпечення та розробка програмного забезпечення. Крім того, у цьому розділі детально розглядається апаратне забезпечення та програмне забезпечення поетапно. Усі операції з апаратним та програмним забезпеченням також включені в це розділ.

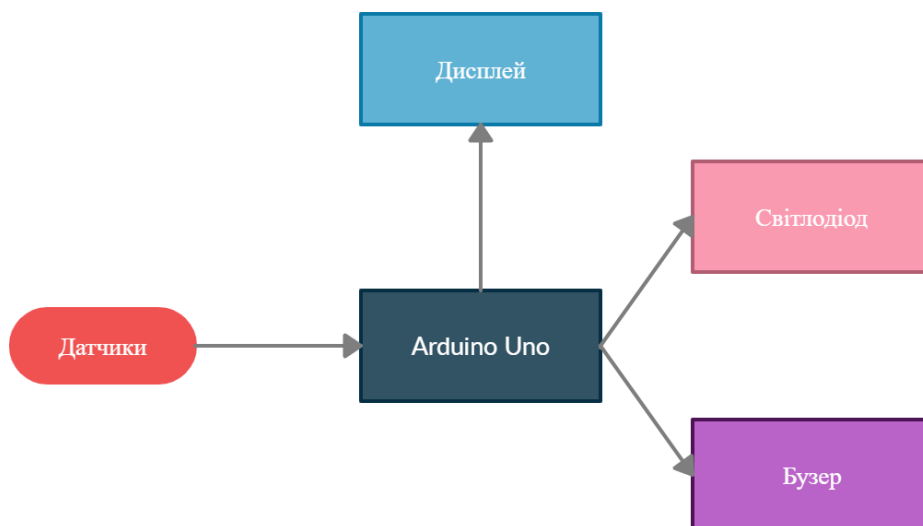


Рис 3.1 - Блок-схема системи

В основному датчики є входом, який буде відправляти сигнал на контролер для подальшого вибору дії системою. Контролер налаштований вирішувати, яким буде вихід надходить від датчиків і відобразиться на дисплей. Оскільки система вимагає використання мікроконтролера, конструкція складається з двох частин, апаратного та програмного забезпечення. Апаратне забезпечення є розробленим та інтегрованим модуль за модулем, апаратне забезпечення прив'язане до програмного забезпечення для простого усунення несправностей та тестування.

3.2 Архітектура системи

Архітектурою розробленої системи автоматичного виведення можна розділити на такі основні модулі.

Головні модулі системи:

- Модуль мікроконтролера.
- Модуль рідкокристалічного дисплея (LCD).
- Модуль сповіщення (бузер та світлодіод).
- Модуль датчиків (температури і диму).

Інтеграція цих модулів робить систему, яка більш-менш може бути розділений на чотири фази. Перша фаза показники датчиків тобто вхідна інформація на контролер. Друга фаза це запрограмована плата Arduino Uno за даними програми вона вирішує який стан в даний момент має прийняти система. Третій стан це відображення даних про систему і показники датчиків. Четверта фаза сповіщення при загрозі.

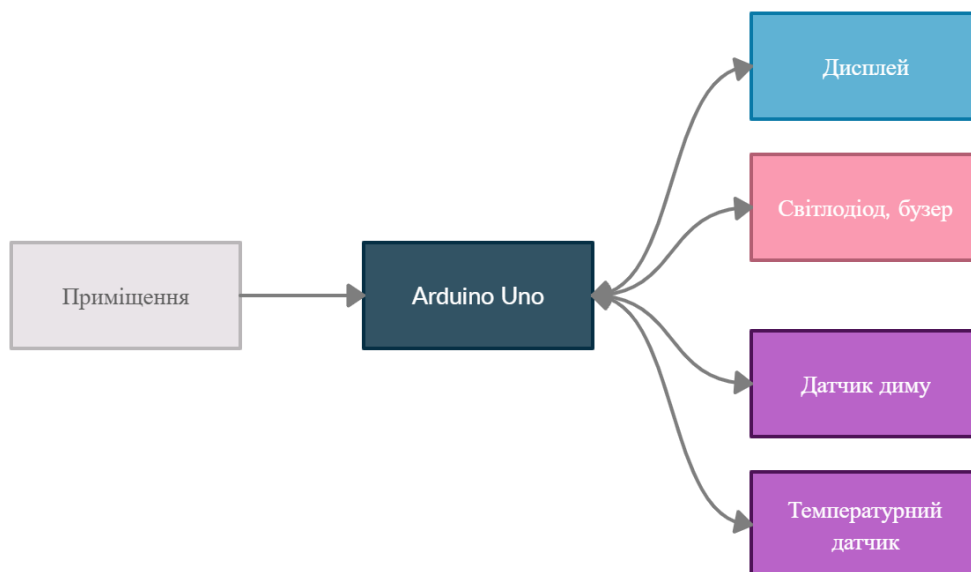


Рис 3.2 - Блок-схема інтелектуальної системи приладу

Ця система приладів буде виробляти результати у чотирьох різних областях, які на одному рівні. Кожен рівень сприймається вхідними даними, які ініціюватимуть однаковий рівень вихідного статус виходу та перегляду температури на РК-панелі.

Контролер модуля мікроконтролера - це основна частина системи, де ним керуватиме весь процес обладнання відповідно до вбудованого в нього програмування. Мікроконтролер обраний для система як контролер. Іншими словами, це серце цієї системи пристроїв

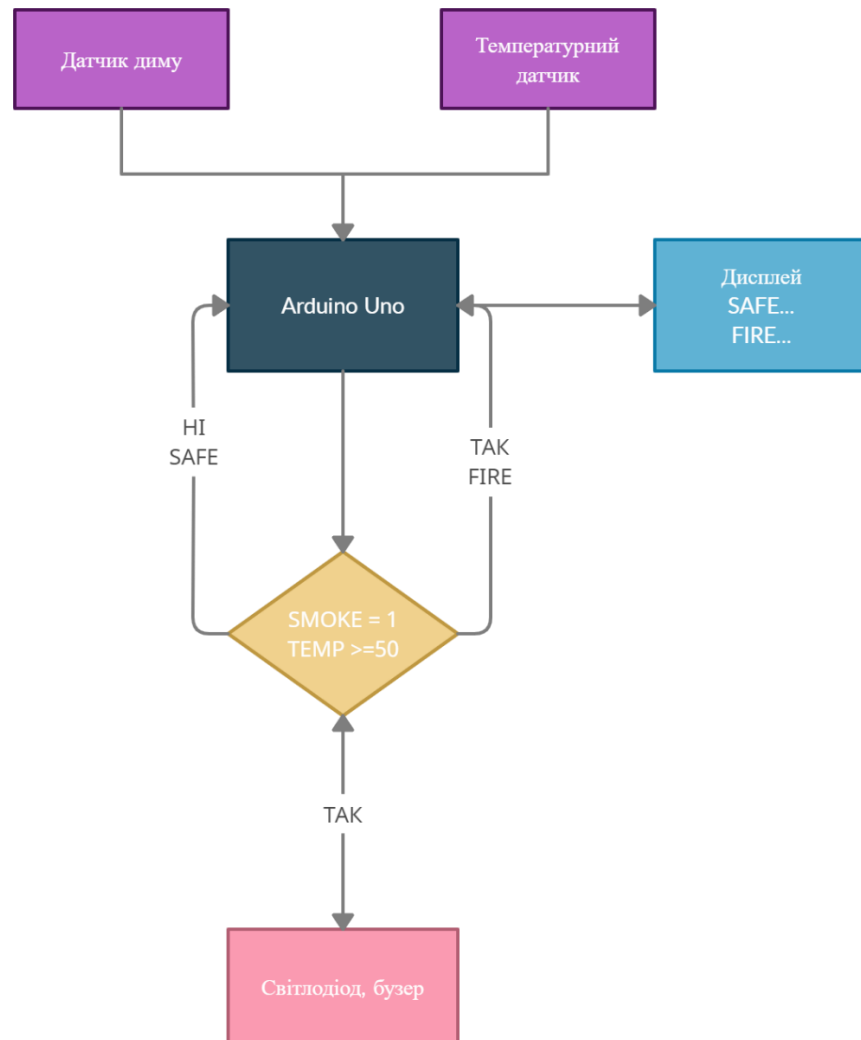


Рис. 3.3 - Блок-схема архітектури проекту та алгоритм функціонування

3.3 Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення

Цикл створення (розробки) програми

Щоб створити програму на C:

- Виконати необхідну розумову роботу. Це найважливіша частина.

- Створити вихідний код C. Це можна зробити за допомогою текстового редактора, але зазвичай це робиться в рамках програми Arduino IDE (інтегрованого середовища розвитку). C - файли - це звичайний текст із збереженням розширення “.c”.
- Скомпілювати вихідний код. Це створює вихідний файл збірки. Зазвичай компіляція автоматично запускає асемблер, який перетворює файл збірки в вихідний машинний файл мови.
- Зв'язати вихідний файл з будь-якими необхідними бібліотеками за допомогою компонування. Це створює виконуваний файл. Для розробки на настільному ПК це можна перевірити.
- Для вбудованої розробки завантажте отриманий виконуваний файл на цільове обладнання (у нашому випадку на плату розробки Arduino). Для Arduino кроки 3, 4 та 5 можна поєднати, вибравши “Build” в меню IDE.
- Перевірка виконаного файлу. Якщо він поводиться неправильно, треба повернутися до першого кроку.

Програма представляє собою текст, який ви пишете, використовуючи мову програмування, який містить моделі поведінки, вам потрібен процесор для придбання. Це в основному створює спосіб обробки вхідних даних та виробництва результат відповідно до цієї поведінки.

Розробка програми - це той факт, про який потрібно подумати спочатку, перш ніж розпочати її кодування. Це як правило, передбачає написання, малювання та складання схеми всіх дій, які хоче виконати процесор, щоб зробити для вас. Іноді це також означає написання того, що називається псевдокодом. Це те, що було створено в попередньому розділі, коли було визначено точно всі кроки бажаної поведінки світлодіоду.

Написання програми, як правило, перетворює псевдокод у реальний та добре сформований код. Це передбачає знання мов програмування, оскільки це крок, коли буде дійсно писатися програма.

Тестування - очевидний крок під час запуску програми після внесення деяких змін до коду

Налагодження - це дуже важливий крок, коли ви намагаєтесь з'ясувати, чому ця програма не працює належним чином, як очікувалося. Відстежується помилки друкарської помилки, логічні розбіжності та глобальні проблеми архітектури програм. Потрібно буде стежити за результатами і часто трохи модифікувати програму, щоб точно простежити, як вона працює. Ведення вихідного коду є частиною життя програми, яка допомагає уникнути застарілості. Робота в актуальному стані з урахуванням еволюції обладнання, а іноді і налагоджування, оскільки у користувача є ця нерозкрита помилка.. Цей крок збільшує актуальність тривалості програми.

Програмування - це процес проектування, написання, тестування, налагодження та обслуговування вихідного коду комп'ютерної програми, приклад зображено на рисунку 3.4.

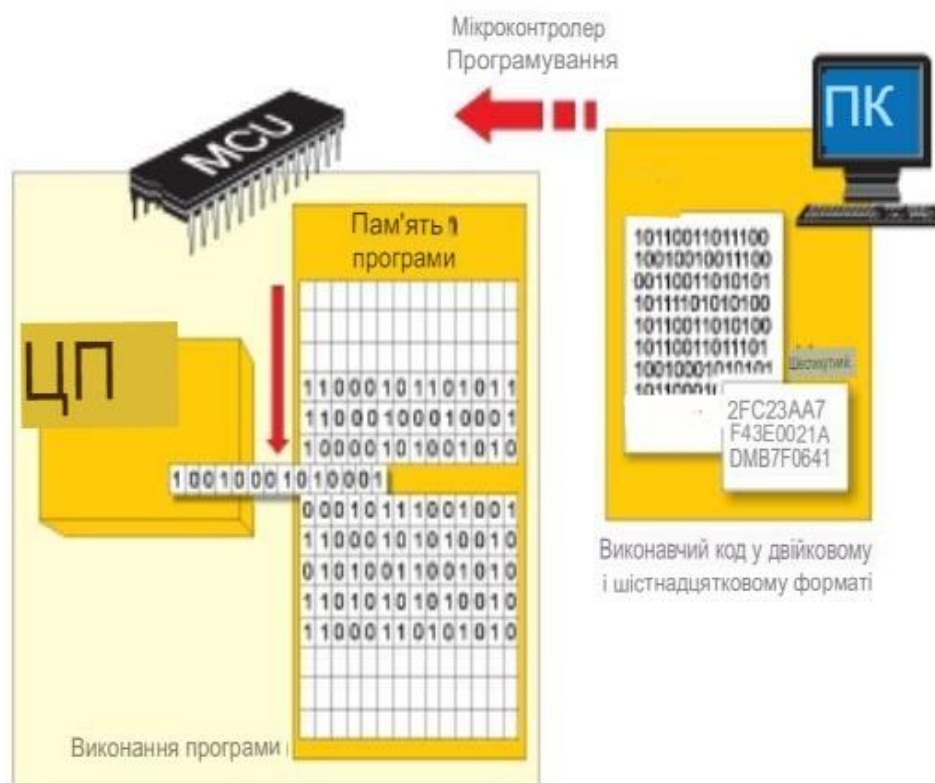


Рис. 3.4 - Кроки створення програми

Мікроконтролер виконує програму, завантажену у флеш-пам'ять. Це так званий виконуваний код, що складається з здавалося б безглуздої послідовності нулів та одиниць. Це організовано 12-, 14- або 16-бітовими словами, залежно від архітектури мікроконтролера. Кожне слово розглядається процесором як команда, що виконується під час роботи мікроконтролера. З практичних міркувань, оскільки нам набагато легше мати справу з шістнадцятковою системою числення, виконуваний код часто представляється у вигляді послідовності шістнадцяткових чисел називається шістнадцятковим кодом. Раніше це писав програміст. Всі інструкції, які мікроконтролер може розпізнати, вони разом називаються набором інструкцій. Крок від програми до мікроконтролера зображено на рисунку 3.5

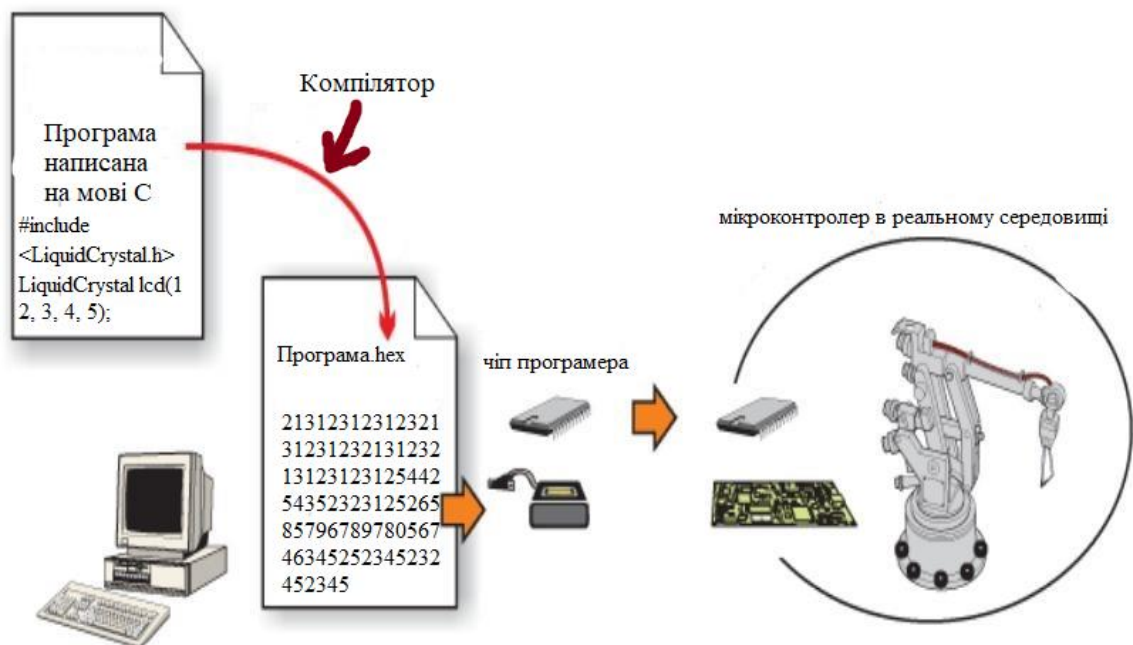


Рис 3.5 - Генерація шістнадцяткового файлу

Кожен скетч потребує двох функцій типу void, які не повертають жодного значення, `setup ()` та `loop ()`. Метод `setup ()` запускається один раз, відразу після того, як плата Arduino увімкнена, а метод `loop ()` безперервно запускається після цього.

В `setup()` виконується будь-яка ініціалізація, а `loop()` - для кодів, які потрібно запускати знову і знову. Для програмування ATMEGA 328 на початку нам потрібно записати завантажувач нового ATMEGA 328 за допомогою ARDUINO-UNO. Для завантажувача підключаємо новий ATMEGA 328 до програми. Зв'язок з комп'ютером показаний на наступному рисунку 3.6 та зовнішній вигляд програми.

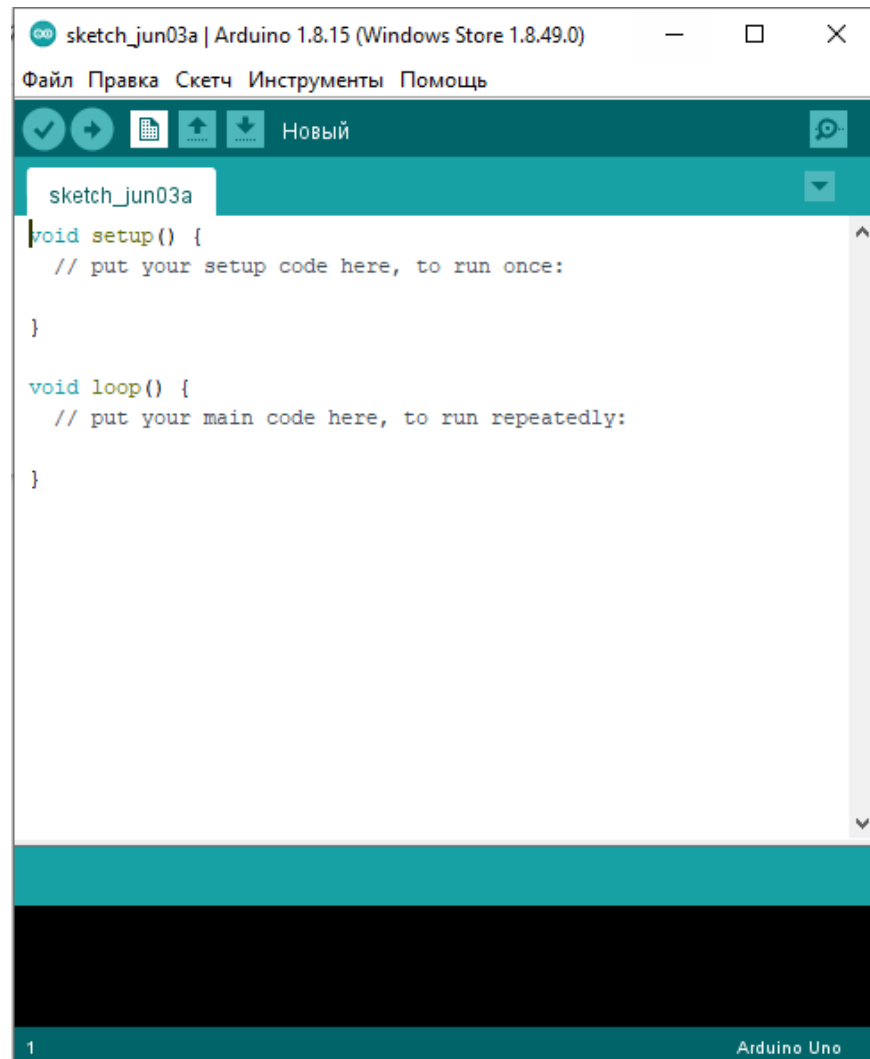


Рис 3.6 - Проста функція ескізу Arduino (програмер Arduino IDE)

Для даної системи джерелом живлення буде надходити через USB – кабель, що підключений до комп'ютера де регульоване 5 вольт живлення (приклад на рисунку 3.7).

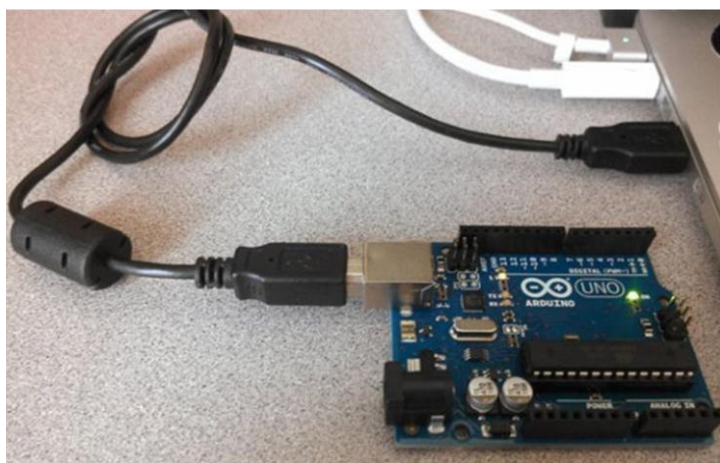


Рис. 3.7 - Взаємодія Arduino з ПК

На цьому етапі починається програмування для даної системи. На основі даних які були написанні потрібно написати наступну програму, щоб виконувався наступний принцип дії:

- 1) Призначення портів до приладів та включення відповідних бібліотек
- 2) Програмування кожного елемента в цій системі
- 3) Написання умов для безпеки та не безпеки
- 4) Дії системи при умовах температура менше п'ятидесяти, це безпечно
- 5) Дії системи при умовах температура дорівнює або більше п'ятидесяти, це небезпечно
- 6) Дії системи при умовах показання диму дорівнює нуль, це безпечно
- 7) Дії системи при умовах показання диму дорівнює один, це небезпечно
- 8) Комбіновані варіанти умов датчиків

На даному етапі програмування не закінчується, при умовах як надходять від датчиків треба написати так звану інструкцію для контролера що робити при таких умовах. Наступні дії контролера які повинні бути, це активація червоного світлодіоду та бузера для сповіщення про небезпеку і виведення інформації що сталося на LCD дисплей.

3.4 Підключення основних та додаткових модулів до Arduino UNO

На основі попередньої інформації про модулі які будуть використовуватись в даній системі можна виконати підключення елементів до Arduino.

Щоб підключення було успішним діємо по технічній літературі с кожного приладу, пристрою та елемента. Треба дотримуватися законів електроніки.

По перше так, як кількість виводів на платі Arduino є обмеженою то буде використовуватись макетна плата.

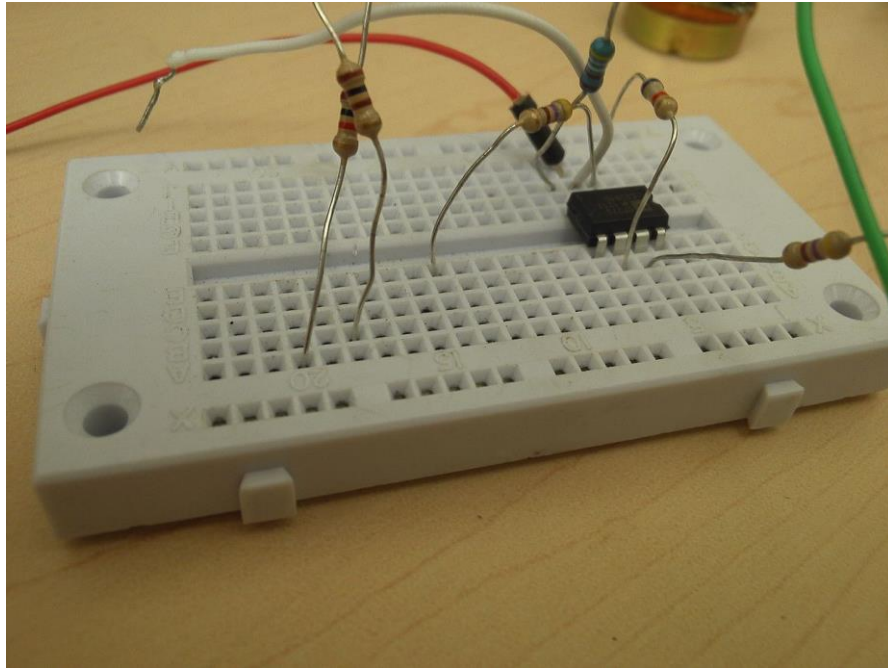


Рис. 3.8 - Фотографія макетної плати

Макетна плата – це універсальна плата для збору прототипів пристроїв в електроніці.

За допомогою макетної плати буде збільшено кількість приладів які можна підключити до контролера.

3.5 Правильне підключення кожного елемента

3.5.1 Підключення датчика температури LM35DZ

Далі на наступному рисунку буде приклад підключення датчика температури LM35DZ

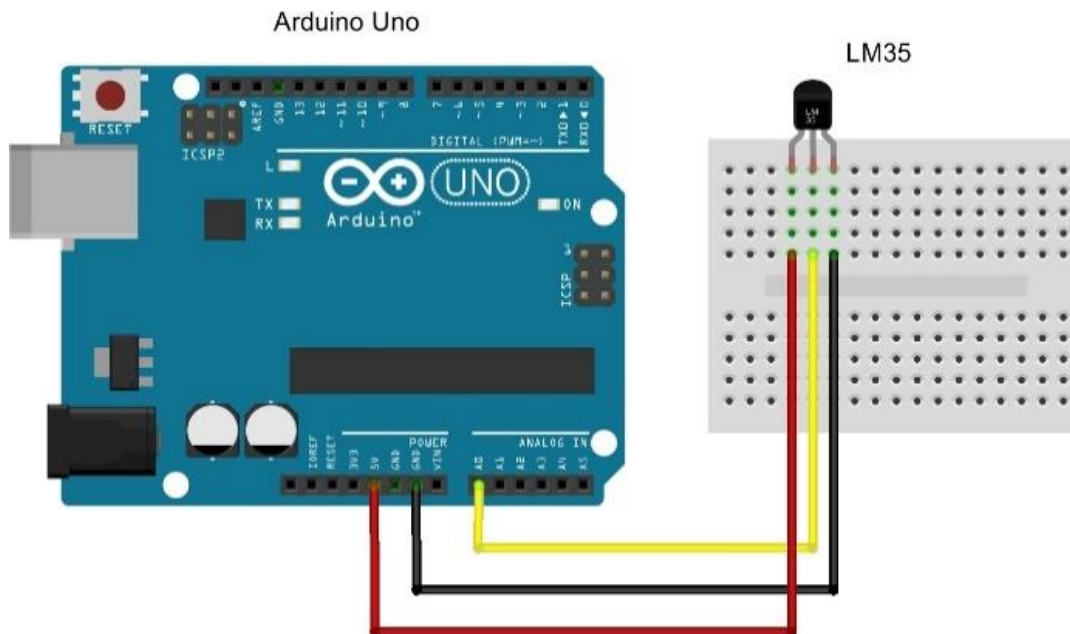


Рис 3.9 - Схема підключення датчика до Arduino

На рисунку 3.9 видно як з'єднано датчик до Arduino. Червоним провідком підключено пін під назвою 5 Вольт до лівої ніжки датчика, яка називається +Vs. Провідок чорного кольору з'єднано GND до правої ніжки датчика, яка називається GND. Середня ніжка з'єднано жовтим кольором с аналоговим піном A0 через цей пін до контролера поступає інформація від датчика температури.

3.5.2 Підключення символічного РК-дисплею (LCD)

Стандартний РК-дисплей має 16x2 має 16 виводів які відповідають за передачею інформації між Arduino та РК-дисплеєм (заземлення, подачу напруги, кольоровість и т. д.) зображено на рисунку 3.10. Але в наш час є спеціальний модуль під назвою I2C який фактично робить не 16 виводів а 4 із яких два це заземлення та живлення напругою дисплея схема підключення наведена на рисунку 3.11

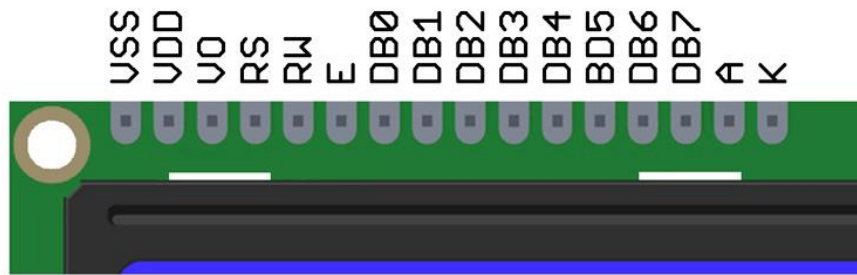


Рис. 3.10 - Розташування виводів РК-дисплею та їх назва

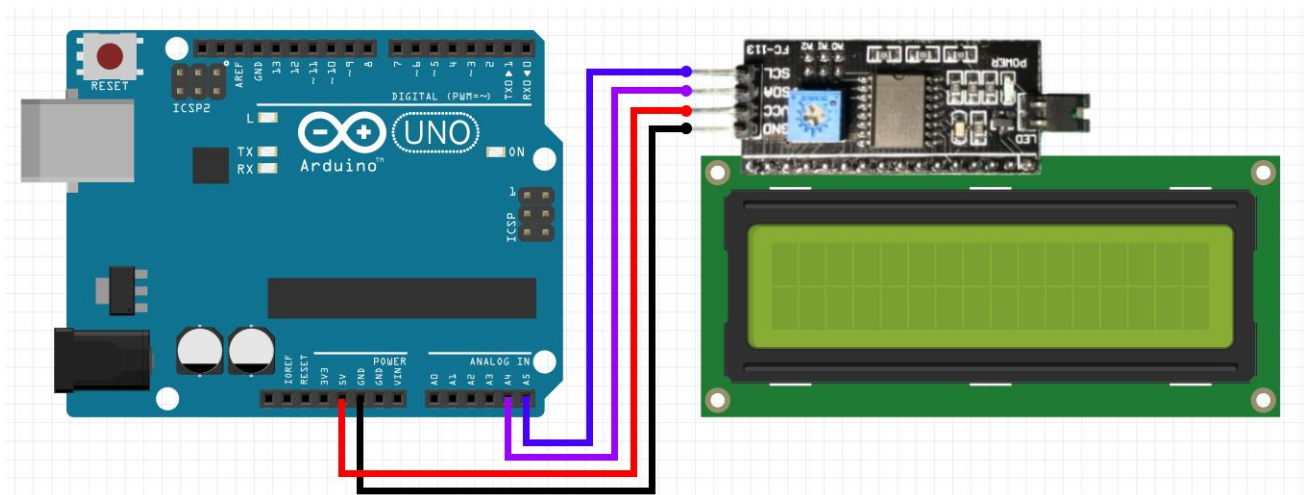


Рис. 3.11 - Схема підключення РК-дисплею за допомогою мода I2C

На рисунку 3.11 продемонстровано підключення де червоним проводом підключено напругу, чорним заземлення і фіолетовим та розовим аналогові порти.

3.5.3 Підключення бузера (п'єзодинаміка, buzzer)

Бузер буде імітувати звук сигналізації при небезпеці, проводити сповіщення про небезпеку звуковим сигналом тому дуже важливо, щоб він гарантованно працював.

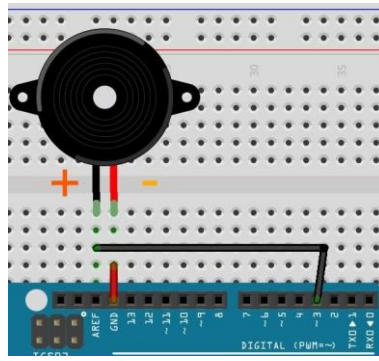


Рис. 3.12 - Підключення бузери до Arduino

На рисунку 3.12 зображено схему підключення бузери де червоним провідком є конект до GND, а чорним до цифрового порту який видає напругу яка досить для нашого бузери та одразу буде спілкуватися для подачі сигналу до бузери про своєчасну роботу.

3.5.4 Підключення світлодіоду до Arduino

При підключенні світлодіоду треба дотримуватися правил електроніки, а саме правила КАТОД – АНОД

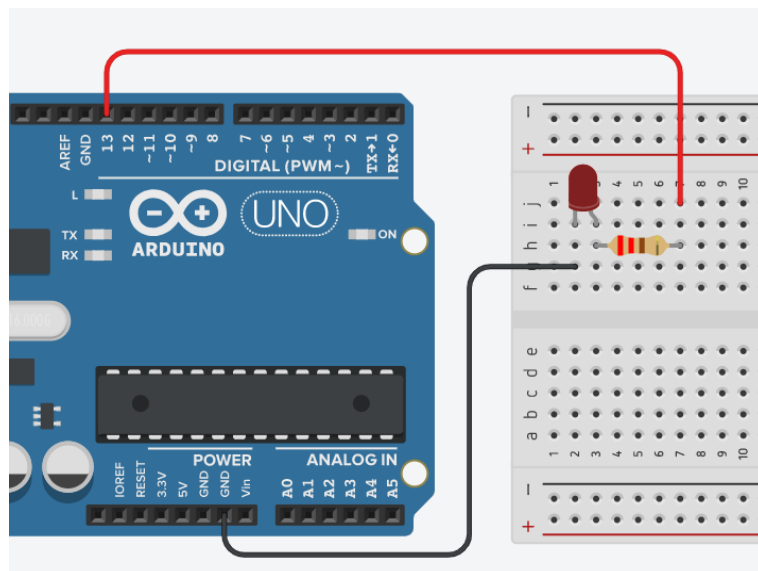


Рис. 3.13 - Схема підключення світлодіоду

На рисунку 3.13 видно як провідок чорного кольору підключений до так званого мінусу світлодіоду, мається на увазі до катоду і іде цей провід до заземлення на Arduino. Провід кольору червоний підключений до аноду так званого плюса напруги через резистор для опору і далі прямуємо до Arduino де цей провід підключений до виводу 13 цифрового.

3.5.5 Підключення датчика диму MQ-2

Датчик диму є другим датчиком в цьому проекті і він дуже важливий для вияву диму. Його особливістю є те, що його можна підключити через аналоговий та цифровий порт для зв'язку з Arduino, а ще він має потенціометр для вибору чутливості до диму.

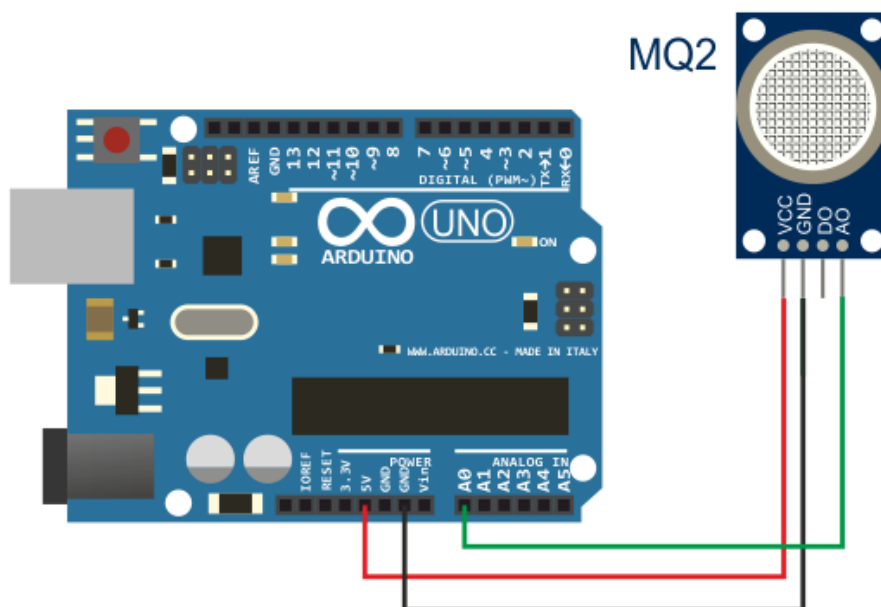


Рис 3.14 - Схема підключення датчика диму

На рисунку 3.14 відображено схему підключення через аналоговий порт який починає свій провідок зеленого кольору з A0 порту до порту датчика під назвою AO (Analog Output). Червоний відповідає за напругу від Arduino порт 5 Вольт на датчику VCC. Останній чорний провідок відповідає за заземлення від датчика порт GND до Arduino GND.

3.6 Проектування кінцевої схеми приладу

На основі інформації яка написана в даній кваліфікаційній роботі можна спроектувати прилад під назвою контролер пожежної сигналізації, який є експериментальним варіантом приладу, проектування буде відбуватися в емуляторі Tinkercad в якому можна спроектувати схему, написати скетч (програму) для приладу і одразу перевірити на працездатність системи, як з електронній справності так і в програмній.

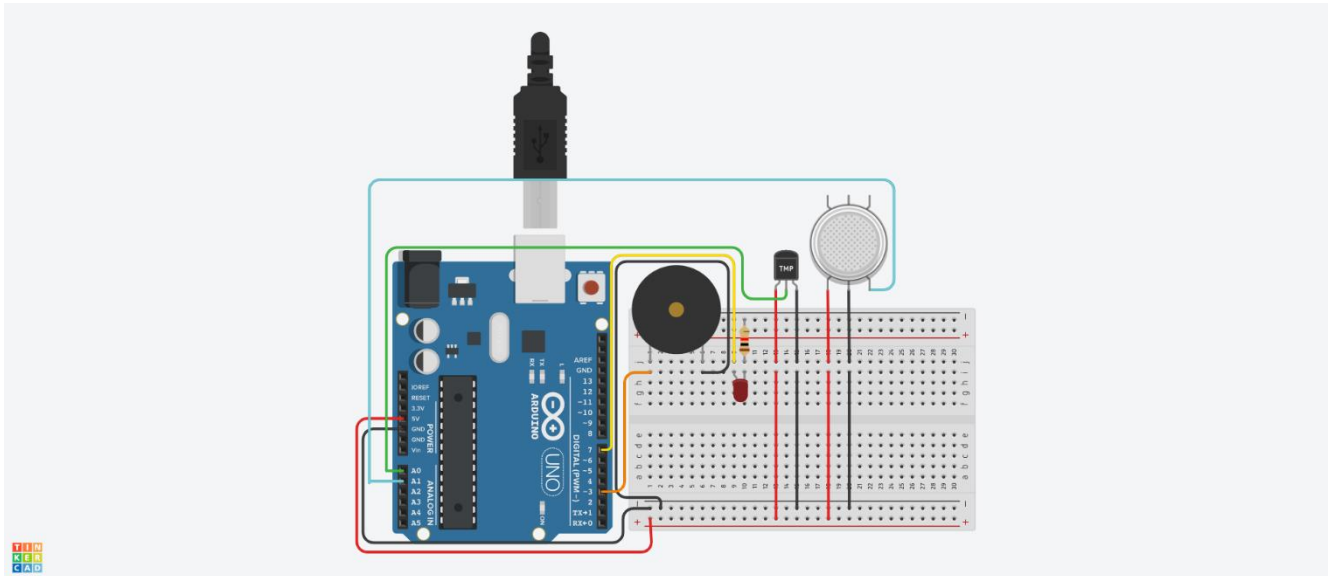


Рис 3.15 - Схема підключення елементів

На рисунку 3.15 зображено схему підключення елементів до Arduino. Бузер підключений через цифровий порт 3 і у програмі буде присвоєно це значення для бузера. Резистор підключений до цифрового порту 7 та буде присвоєно значення у програмі. Датчик температури підключений до порту аналогового порту A0 у програмі буде призначено датчик до цього порту. Датчик газу підключений через аналоговий вивід до аналогового порту A1 у програмі буде присвоєно до нього.

РК-дисплей буде займати порти A4, A5 та присвоєно у програмі.

3.7 Написання коду для системи

Розробка програми буде на мові C, це основна мова для програмування контролера. Для того щоб правильно написати код треба знати правила кодування на даній мові і знати як кодувати різні елементи. Програмою для реалізації та завантаження скетчу до контролера буде Arduino IDE, спеціальне програмне забезпечення для Arduino.

3.7.1 Програмування датчика диму

Приклад вихідного коду перевірки працездатності датчика для Arduino представлений нижче. Код виводить в монітор порту поточне значення АЦП аналогового входу і інформацію про перевищення порогового значення. У рядку коду `#define smokePin A0` задаємо номер пін Arduino, до якого підключений аналоговий вихід датчика. Граничне значення концентрації газу в повітрі можна задати самостійно.

Скетчы для датчика:

```
#define smokePin A0 // визначаємо аналоговий вихід до якого підключений датчик.  
  
int sensorThres = 400; // порогове значення АЦП, при якому вважаємо що газ є.  
void setup() {  
  Serial.begin(9600); // Встановлюємо швидкість порту 9600 бод.  
}  
  
void loop() {  
  int analogSensor = analogRead(smokePin); // зчитуємо значення АЦП з аналогового входу до якого підключений датчик.  
  Serial.print (analogSensor); // виводимо в порт значення АЦП сигналу з датчика.  
  
  // Перевіряємо, чи досягнута порогове значення.
```

```

if (analogSensor > sensorThres) { // якщо значення більше допустимого ...
  Serial.println(" Gaz!");      // виводимо в порт напис, що газ є.
}
else {                          // інакше ...
  Serial.println(" normal");    // виводимо в порт напис, що газу немає.
}
delay(500); // затримка в 500 мілісекунд.
}

```

3.7.2 Програмування датчику температури

Даний датчик аналоговий, тому на виході має значення не 0 або 1, а безперервна зміна напруги в діапазоні від 0 до 5 вольт. Отже, треба підключити датчик lm35 до Arduino до аналогових портів A0-A5 за схемою.

Скетч:

```

int temp; // звільняємо пам'ять для змінної "temp"

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT); // сенсор LM35 підключимо до аналогового входу A0
  Serial.begin(9600); // підключаємо монітор порту
}

void loop() {
  temp = analogRead(A0); // змінна знаходиться в інтервалі 0 - 1023
  Serial.println(temp); // виводимо значення датчика на монітор
  delay(100); // ставимо невелику затримку
}

```

3.7.3 Програмування світлодіоду

Світлодіод потрібен щоб отримувати світловий сигнал про загрозу кори є дим або висока температура. При правильному підключенні можна підключити та запрограмувати велику кількість діодів, але в даній системі він один.

Скетч:

```
const int led = 7      // задаємо пін до якого підключений світлодіод, для
індикації тривоги

void setup() {

pinMode(led,OUTPUT);      // позначаємо сьомий пін як пін виходу
}

digitalWrite(led,1); // Активування діода
delay(500); // Затримка
    digitalWrite(led,0); // Гасіння світлодіода
} else
digitalWrite(led,0); // Вимкнення світлодіода
delay(500);
```

3.7.3 Програмування бузеру

Бузер потрібен для звукового сповіщення про пожежу. Одним з найпростіших способів змусити заговорити бузер є використання функції «analogwrite». Але краще скористатися вбудованими функціями. За запуск звукового оповіщення відповідає функція «tone ()», в дужках слід вказувати параметри частоти звуку і номера входу, а також часу. Для відключення звуку використовується функція «noTone ()».

Скетч:

```
int piezoPin = 3; // Пін, до якого підключений пьезодінамік.
```

```
void setup () {
```

```
}
```

```
void loop () {
```

```
  /* Функція приймає три аргументи
```

```
    1) Номер Піна
```

```
    2) Частоту в герцах, визначальну висоту звуку
```

```
    3) Тривалість в мілісекундах.
```

```
  */
```

```
  tone (piezoPin, 1000, 500); // Звук припиниться через 500 мс, про програма  
  зупинятися не буде!
```

```
  /* Варіант без встановленої тривалості */
```

```
  tone (piezoPin, 2000); // Запустили звучання
```

```
  delay (500);
```

```
  noTone (); // Зупинили звучання
```

```
  }
```

```
}
```

3.7.4 Програмування РК-дисплею (LCD) з модом I2C

Для взаємодія Arduino с LCD по шині I2C потрібно як мінімум дві бібліотеки:

- Бібліотека Wire.h для роботи з I2C вже є в стандартній програмі Arduino IDE.
- Бібліотека LiquidCrystal_I2C.h, яка включає в себе велику різноманітність команд для управління монітором по шині I2C і дозволяє зробити скетч простіше і коротше. Потрібно додатково встановити бібліотеку Після підключення дисплея потрібно додатково встановити бібліотеку LiquidCrystal_I2C.h

Скетч:

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Підключення бібліотеки
// # include <LiquidCrystal_PCF8574.h> // Підключення альтернативної бібліотеки
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,16,2); // Вказуємо I2C адреса (найбільш поширене
значення), а також параметри екрану (в разі LCD 1602 - 2 рядки по 16 символів в
кожній
// LiquidCrystal_PCF8574 lcd (0x27); // Варіант для бібліотеки PCF8574

void setup ()
{
  lcd.init (); // Ініціалізація дисплея
  lcd.backlight (); // Підключення підсвічування
  lcd.setCursor (0,0); // Установка курсора в початок першого рядка
  lcd.print ( "temp=?"); // Набір тексту на першому рядку
  lcd.setCursor (0,1); // Установка курсора в початок другого рядка
  lcd.print ( "smoke=?"); // Набір тексту на другому рядку
}

void loop ()
```

3.8 Розрахунок датчиків системи

3.8.1 Розрахунок температурного датчика LM35DZ

Температурний датчик який використовується в системі яка була розроблена використовується датчик LM35, який виконує вимірювання температури. Щоб температура відображалась правильна треба розрахувати на систему яка нам потрібна, наприклад чи потрібна ємність або опір в виді резисторів і т. д. Але це ще не все, що потрібно розрахувати, треба вибрати систему в якій буде проводитися доставка даних в системі фаренгейта або цельсія. Після вибору всіх зауважень проводиться наступні розрахунки:

Розрахувати код АЦП.

Обчислити напругу на виході датчика у формулі 3.1:

$$U_{\text{вих}} = N * U_{\text{дн}} / 1024, \quad (3.1)$$

Де $U_{\text{вих}}$ - напруга на виході датчика температури;

N - код АЦП;

$U_{\text{дн}}$ - напруга джерела схеми 5 вольт;

1024 - максимальне число градацій АЦП (10 розрядів).

Розділити напругу на виході датчика на масштабний коефіцієнт.

Формули обчислення температури для данного датчика при опорній напрузі 5 вольт розраховується, як у формулі 3.2:

$$T = (N * 5 / 1024) / 0.01; \quad (3.2)$$

Розрахунок точності вимірювання датчику:

Здатність АЦП в даній схемі $5 \text{ вольт} / 1024 = 4,88$ мілівольт.

При великому коефіцієнті 10 мілівольт / за цельсієм дорівнює $0,5$ градусів цельсія.

Що відноситься до похибки вимірювання, похибка вимірювання датчика становить:

не більше $0,5$ градусів цельсія

3.8.2 Розрахунок MQ – 2

Після початку роботи датчика ми отримуємо не значення концентрації газу в PPM, а зміст регістра АЦП мікроконтролера. Тим не менше, за цими даними вже можна про щось судити. Для того, щоб отримати ці значення в PPM спочатку треба перевести дані АЦП в вольти. Для цього заміряємо опорну напругу, якою у нас виступає напруга живлення. Мультиметр показав 4,9 вольт. АЦП 10-ти бітний тому у нього всього 1024 значення, тобто при 4,9 вольтах він нам дасть значення 1023. Ділимо 4,9 на 1024 і отримуємо 0,0047 вольт з округленням показано в формулі (3.3).

$$U = 4,9/1024 = 0,0047 \text{ вольт} \quad (3.3)$$

Далі отримане значення множимо на значення АЦП і отримуємо напругу на аналоговому виході А0 в вольтах показано в формулі (3.4).

$$VRL = 0,0047 * 130 = 0,6 \text{ вольт} \quad (3.4)$$

Переходимо до опору датчика. На платі модуля у нас є резистор, який підтягує наш аналоговий вихід на землю, номіналом 5 Ом. По суті весь модуль є дільником напруги. Формула опору датчику наведена в технічній документації: показано в формулі (3.5)

$$R_s = (V_c / VRL - 1) \times R_L \quad (3.5)$$

де V_c – опорна напруга, VRL – напруга на виході А0, R_L – стійкість до навантаження.

Після підстановки необхідних даних отримуємо наступне з використанням формули (3.6):

$$R_s = (4,9 / 0,6 - 1) * 5 = 35,8 \text{ Ом} \quad (3.6)$$

}

Висновки до третього розділу

В останньому третьому розділі було розроблено та описано системні вимоги, архітектуру системи, алгоритм роботи. У кожному з розділів було надано конкретно основну інформацію яка знадобиться в даній роботі.

Було розписано, як комп'ютер зв'язується с мікроконтролером та яким чином проходить програмування з комп'ютеру до мікроконтролера. Яким чином проходить завантаження скетчу та які основні функції виконує мікроконтролер. Детально розписано середовище та мова програмування програми для системи.

У наступній половині розділу схематично та технологічно зображено підключення всіх елементів від основних до додаткових і їх особливості з кінцевою схемою пристрою.

В частині програмування виконано покрокове програмування кожного елемента від головних до додаткових. На основі саме цих даних виконано написання основної програми всієї системи.

Остання частина розділу присвячується розрахункам датчиків системи.

Висновки

Завданням кваліфікаційної роботи було розробити контролер пожежної сигналізації на основі мікроконтролера, з низькою вартістю системи. Під час виконання було виконані наступні дії:

В першому розділі проведено аналіз таких даних, як огляд існуючих рішень пожежної сигналізації, принципів побудови пожежної сигналізації, пожежних сповіщувачів, особливостей встановлення та експлуатації пожежної сигналізації, експлуатація пожежної сигналізації. В стислій конкретній формі використовуючи основну інформацію, яка потребується для виконання даної кваліфікаційної роботи розкрито данні питання.

В другому розділі на підставі інформації про пожежні сигналізації та завдання кваліфікаційної роботи було описано вибір елементів для системи. В стислій формі надано інформацію про кожний елемент елементної бази, наведені характеристики, особливості, принципи роботи та розрахунок двох датчиків системи.

В третьому розділі проведено аналіз, програмування, проектування всього приладу. В якому описується, як програмувати кожний елемент. Розкрито принцип роботи приладу, розрахунок датчику температури та диму. Наведено кінцеву схему приладу з підключенням всіх елементів, підключення всіх елементів з поясненням. Проведений аналіз системи та розкрито зв'язок з ПК.

В кваліфікаційній роботі розроблено пристрій контролер пожежної сигналізації, в основі полягає мікроконтролер ATmega328 (Arduino UNO). Пристрій в залежності від сигналу аналізує показання температурного датчика LM35 та датчика диму MQ-2. Якщо температура перевищує задану, то подається сигнал на відповідний порт, а якщо від датчику диму поступає сигнал про дим то пристрій починає сповіщення про це.

Даний пристрій є універсальним і може бути застосований у різноманітних галузях. Даний пристрій можна використовувати для експериментів чи лабораторних робіт, що є дуже добре для вивчення основ роботи з такими

приладами. Пристрій можна використовувати за правильною метою але він не буває в експлуатації а тільки в лабораторних умовах.

Розробка та побудова контролера пожежної сигналізації системи виявлення була успішно проведена та перевірена ефективно. Система не створювала зайвих обмежень, а використовувані компоненти та матеріали відповідають технічним стандартам. Також було розглянуто питання щодо вартості та розміру порівняно з іншими подібними конструкціями. Стандартні значення, найближчі до розрахунку, слід вибирати таким чином, щоб отримати оптимальний ступінь точності та роздільної здатності в конструкції блоків цього пристрою. Нарешті, розробка проекту була складною, оскільки дала змогу практичному застосуванню теоретичні знання при вирішенні проблем, пов'язаних з проектуванням та будівництвом особливо в країнах, що розвиваються.

Список використаних джерел

- [1] Технічний регламент про вимоги пожежної безпеки. Стаття 2. Основні поняття.
- [2] Пожежний приймально-контрольний прилад — Пожежна безпека. Енциклопедія. -М.: ФДМ ВНІПО, 2007.
- [3] Правила експлуатації, проектування, обслуговування, та основи пожежної сигналізації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://centr-bezpeka.com.ua/>
- [4] Основні поняття пожежних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://svt-plus.com.ua/article/protypozhezhni-systemy>
- [5] Енциклопедія приладів протипожежних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://protivpozhara.com/encyclopedia>
- [6] Правила експлуатації пожежних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://jak.bono.odessa.ua/articles/ekspluatacija-pozhezhnoi-signalizacii-pravila-i.php>
- [7] Системи пожежної сигналізації: навч посіб. / І. Я. Кріса, О. І. Воробйов ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльн. — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013. — 232 с. : іл. — Бібліогр.: с. 228—231 (86 назв). — ISBN 978-617-607-369-7
- [8] Системи пожежної сигналізації: навч посіб. / І. Я. Кріса, О. І. Воробйов ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльн. — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013.
- [9] Детектор, газовий / Корнеєва Т.В. Тлумачний словник з метрології, вимірювальної техніки і управління якістю.
- [10] Енергоефективні світлодіодні освітлювальні системи: [монографія] / З. Готра, В. Корнага, В. Мартіросова, Г. Нікітський, І. Пастух, А. Рибалочка, В. Сорокін, В. Щиренко; ред.: В. Сорокін; НАН України, Ін-т фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова, Нац. ун-т «Львів. політехніка», НАМН України, Ін-т медицини праці. — Київ: Авіцена, 2016. — 334 с.

- [11] Arduino, вступ до Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [12] Платал Arduino Uno [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [13] Arduino IDE програма для розробки скетчу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arduino.cc/en/main/software>
- [14] Контролер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microchip.com/>
- [15] Мікроконтролери - теорія та додатки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://books.google.com.bd/books?id=5PDx2Q9Ea_YC&hl=en
- [16] Даташип ATmega328 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B8aj6ZVMCRN6NGRvVGtHUIRNa1U/view>
- [17] Тепловий датчик LM35DZ даташип [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [18] Мод I2C даташип [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://opencircuit.shop/resources/file/da88acc1702a90667728fcf4ac9c75c455475706466/I2C-LCD-interface.pdf>
- [19] РК-дісплей даташип [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS-3.3v.pdf>
- [20] Бузер даташип [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.farnell.com/datasheets/2171929.pdf>
- [21] Датчик диму MQ-2 даташип [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf>

Додаток А повний код програмного забезпечення системи

```
#include <LiquidCrystal.h> // підключаємо бібліотеку для роботи з ЖК-дисплеєм
LiquidCrystal lcd(4,5,10,11,12,13); // задаємо наш ЖК-дисплей в даному форматі
lcd(rs, e, d4, d5, d6, d7)
float tempC; // задаємо змінну temp ірраціонального типу
int reading; // задаємо цілочисленну змінну reading для зберігання значень датчика температури (від 0 до 1023)
int tempPin = 0; // задаємо пін до якого підключений датчик температури
float t0; // заводимо змінну t0 для оновлення інформації на дисплеї
const int button = 2; // задаємо пін до якого підключена кнопка, яка змінює формат відображення температури з Цельсія на Фаренгейт
const int buzzer = 3; // задаємо пін до якого підключений п'єзоелемент, для сигналізації пожежі
const int led = 7; // задаємо пін до якого підключений світлодіод, для індикації пожежі

void setup()
{
  analogReference(INTERNAL); // задаємо тип джерела опорного напруги INTERNAL
  pinMode(button,INPUT); // позначаємо другий пін як пін входу
  pinMode(buzzer,OUTPUT); // позначаємо третій пін як пін виходу
  pinMode(led,OUTPUT); // позначаємо сьомий пін як пін виходу
```

```

t0 = 0; // обнулити змінну t0, для чого поясню
далі
}

void loop()
{
reading = analogRead(tempPin); // зчитуємо значення з датчика
температури в умовних одиницях.
tempC = reading / 9.4576; // здійснюємо переклад в градуси Цельсія
float t = tempC; // для зручності порівняння присвоюємо змінної t значення tempC
if (t != t0 && digitalRead(button) == 0) // за умови, що кнопка не було
натиснуто, на дисплеї показується температура в градусах Цельсія
{
lcd.clear();
lcd.print("Temp:");
lcd.print(tempC);
lcd.print(" C");
delay(1000);
}
if (t != t0 && digitalRead(button) == 1) // за умови, що кнопка натиснута
температура відображається на дисплеї в градусах Фаренгейта
{
float tempF = reading / 3.2784;
Serial.println(reading);
lcd.clear();
lcd.print("Temp:");
lcd.print(tempF);
lcd.print(" F");
delay(1000);
}
}

```



```
if (tempC >= 50)                                // умова здійснює спрацьовування сигналізації
{
analogWrite(buzzer,200);
digitalWrite(led,1);
delay(500);
analogWrite(buzzer,0);
digitalWrite(led,0);
} else
{
digitalWrite(led,0);
delay(500);
analogWrite(buzzer,0);
}
t0 = t;                                          // виробляємо заміну значень
}
```