

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM
Назва теми

КвРКІ. 2001142.20.01.11 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

Назва

Виконав: студент III курсу, група K12c-20-1

Д
Підпис

Д.Р.Чубіна
Ініціали, прізвище

Керівник

О
Підпис, дата

О. С. Засорнов
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Л
Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Г
Підпис

Т.О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

« 5 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорушенко

“ 11 ” 01 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Чубиній Діані Романівні

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном із використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Керівник проекту (роботи) Засорнов О.С., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце зв'язку

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області та постановка задачі

Моделювання та проєктування мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном із використанням МК ESP-32CAM

Апаратна реалізація мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном із використанням МК ESP-32CAM





5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Логічні схеми алгоритмів

Схема електрична принципова мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном

Схема з'єднань елементів мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном

6. Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання «01» 03 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – моделювання та проєктування мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном із використанням МК ESP32-CAM	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – апаратна реалізація мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном із використанням МК ESP32-CAM	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	11.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент


Підпис

Д. Р. Чубіна
Ініціали, прізвище

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

О. С. Засорнов
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM».

Автор роботи: Чубіна Діана Романівна.

Керівник роботи: Засорнов Олександр Сергійович.

Пояснювальна записка: 56 с., 40 рис., 2 табл., 4 дод., 41 джерело.

Графічна частина: 3 креслення

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
КЕРУВАННЯ КЛАПАНОМ, МІКРООПЕРАЦІЯ, МІКРОМАНДА.

Метою роботи є мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний (апаратний) засіб - мікроконтролерна система аварійного керування клапаном.

Предметом дослідження є формалізований опис та схеми системи керування клапаном з використанням МК ESP32-CAM.

Практичне значення має змодельована, спроектована та реалізована мікроконтролерна система аварійного керування клапаном із використанням МК ESP32-CAM.


Підпис студента

30.05.2023
Дата

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	6
1.1 Аналіз сучасних систем керування клапаном.....	6
1.2 Види та типи клапанів.....	7
1.3 Сучасні клапани	10
1.4 Постановка задачі.....	19
1.5 Висновки.....	20
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ	22
2.1 Етапи проектування МК САКК.....	22
2.2 Аналіз основних складових МСАКК	23
2.3 Вибір МК для МК САКК.....	24
2.4 Вибір та обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення МК САКК.....	39
2.5 Вибір способу з'єднання периферійних пристроїв	43
2.6 Вибір програмного та технічного забезпечення для системи.....	43
2.7 Висновки.....	45
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	47
3.1 Розробка електричної схеми	47
3.2 Опис апаратної реалізації МК САКК із використанням мікроконтролера ESP32-CAM	49
3.3 Розробка схеми з'єднань елементів МК САК.....	50
3.4 Створення програми для мікроконтролера ESP32-CAM	52
3.5 Висновки.....	58

КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Чубина ДР		
Перевір.		Засорнов О.С.		
Н.контр.		Лисенко С.М.		
Затвер.		Говорушченко Т.О.		05.06
			Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32 CAM	Літера
			Полісвовальна записка	Арк.вш
				Арк.уців
				56
				ХНУ КІ2с-20-1

ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	61
ДОДАТОК А Копія креслення «Логічні схеми алгоритмів»	66
ДОДАТОК Б Копія креслення «Схема електрична принципова мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном»	67
ДОДАТОК В Копія креслення «Схема з'єднань елементів мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном»	68
ДОДАТОК Г Повний код програми CameraWebServer.ino	69

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ESP32-CAM – мікроконтролер ESP32-CAM

МК – мікроконтролер

МК САКК - мікроконтролерна система аварійного керування клапаном

IoT-пристрої - пристрої, що використовуються для IoT

IoT (Internet of Things) - це концепція, що описує мережу фізичних об'єктів, які мають вбудовані сенсори, електроніку та програмне забезпечення для збору та обміну даними з іншими пристроями та системами через Інтернет

IDE – Integrated Development Environment (інтегроване середовище розробки)

Бібліотека (library) – збірка об'єктів чи підпрограм для вирішення близьких за тематикою задач

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Дослідження останніх років показує стійку тенденцію розвитку інформаційних технологій, які в подальшому будуть повністю або частково автоматизовані. Системи керування – це автоматизовані пристрої, що створені із певною метою для досягнення певних цілей. Такі системи використовуються усюди: як системи керування сповіщеннями, як системи спостереження та відеонагляд, як засоби контролю на прохідних пунктах, як системи розумного будинку для полегшення та ефективного виконання щоденних справ, як системи керування засобами, що запобігають певним напругностям або, навіть, катастрофам. До останніх можна віднести системи проти потопу, системи для запобігання витоку газу, протипожежні системи.

Сферою застосування системи керування є забезпечення безпеки людей та майна. Аварії, пов'язані з витоками газу та рідин, можуть призвести до серйозних наслідків для навколишнього середовища та здоров'я людей, це стосується як великих підприємств так і звичайних людей.

Актуальність роботи мікроконтролерної системи для аварійного керування клапаном як раз таки у тому, що сучасні люди мають забагато справ і не завжди можуть вслідкувати за усім, що відбувається навколо них. Тому і важливо мати щось, що могло б запобігти катастрофам як маленького, так і великого масштабу.

У цій роботі досліджуються можливості використання мікроконтролерної системи для аварійного керування клапаном. Було обрано мікроконтролер ESP32-CAM, що містить вбудовану відеокамеру, як основу для нашої системи, оскільки він має високі технічні характеристики та може використовуватися в багатьох додатках та за його допомогою можна в реальному часі прослідкувати за виконанням вказаних дій та наслідками виконання цих дій.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз сучасних систем керування клапаном

Обладнання для мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном (МК САКК) доволі складне і має дуже велику кількість різновидів. Тому доволі важко зробити вибір та обґрунтування програмних та апаратних засобів для мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном. Розглянемо вже наявні рішення та оберемо те, що підійде для роботи найкраще.

Найчастіше пристрої складаються з двох частин: виконавчої та керуючої.

Виконавча частина пристрою зазвичай складна і незмінна.

Керуюча частина значно простіша, може змінюватися, і вся гнучкість пристрою полягає саме в гнучкості керуючої частини.

Щоб проаналізувати сучасні системи аварійним керуванням клапанів потрібно розуміти, що самі клапани є різних видів і відрізняються системою дії та керуючим елементом. Проте, незалежно від типу і виду вони працюють за схожим принципом роботи.

Спочатку обирають клапан для потрібного середовища: води, газу, хімічної рідини, піни тощо. Потім цей клапан вмонтовується на кран перекриття/подачі речовини. Після цього підключається живлення, розставляються датчики. Наступним кроком датчики підключають до системи. Щоб зрозуміти чи правильно все налаштовано проводять тестування системи. На датчик подається речовина, датчик сприймає вхідний сигнал (вхідну величину, яка контролюється, наприклад, тиск, температура, струм, напруга, тощо), перетворює його в величину зручну для передачі [1] і передає цей сигнал безпосередньо на клапан. На клапан подається напруга, і, залежно від типу його дії, клапан перекриває або відкриває потік речовини. Алгоритм роботи керування клапаном зображено на рисунку 1.1.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Рисунок 1.1 – Узагальнена схема роботи клапанів

Далі розглянемо які є види клапанів, як вони працюють, у чому їх переваги та недоліки.

1.2 Види та типи клапанів

Клапани можуть мати різні типи та застосовуватися у різних системах в залежності від їх призначення та механізму роботи.

Одним з найпоширеніших типів клапанів є регулюючі клапани, які використовуються для регулювання рівня рідини або газу в системі [2]. Регулюючі клапани складаються з основного корпусу та затвору, який рухається відносно корпусу, забезпечуючи регулювання потоку [3]. Затвор може мати різні форми та конструкції, залежно від вимог до регулювання потоку [3].

Регулюючі клапани можуть бути механічними або електронними [2]. Механічні клапани керуються ручним механізмом або приводом, що дозволяє налаштовувати їх вручну [4]. Електронні клапани керуються електронним приводом, який дозволяє змінювати положення затвора за допомогою

електричного сигналу, що приходить з контролера або автоматичної системи керування [5].

Застосування регулюючих клапанів знаходяться в багатьох галузях промисловості та господарства, де вони використовуються для регулювання потоку рідини або газу, в системах вентиляції, опалення, охолодження, у хімічній промисловості, нафтогазовій промисловості та інших галузях [3].

Відсічні клапани - це тип клапанів, що використовуються для відсікання потоку рідини або газу [6]. Вони можуть бути відкриті або закриті, і не забезпечують можливості регулювання потоку.

Основною функцією відсічних клапанів є відсікання потоку рідини або газу у разі необхідності, наприклад, при аварійних ситуаціях, перервах у роботі системи або захисту від перевищення допустимих значень тиску або температури.

Відсічні клапани можуть бути ручними або автоматичними. Ручні клапани зазвичай керуються механічним механізмом, наприклад, обертанням ручки, що дозволяє відкривати або закривати клапан вручну. Автоматичні клапани керуються електронними пристроями, які відповідають на сигнали з датчиків, які вказують на необхідність відсікання потоку рідини або газу.

Застосування відсічних клапанів можна знайти в різних галузях промисловості та господарства, де вони використовуються для захисту систем від аварійних ситуацій, а також для регулювання тиску та температури в системах. Відсічні клапани використовуються в системах опалення, вентиляції, водопостачання, водовідведення, нафтогазової промисловості та інших галузях, де вони є необхідним елементом для забезпечення безпеки та стабільності системи.

Зворотні клапани – це клапани автоматичної дії, які пропускають потік лише в одному напрямку [7]. Вони вбудовані в систему для запобігання зворотним потокам. після вимкнення насосів [7].

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зворотні клапани використовуються для забезпечення захисту системи від зворотного потоку, що може бути шкідливим для системи або елементів, що знаходяться в ній. Наприклад, у системі водопостачання зворотний потік може спричинити забруднення води, що випускається в систему, або підтоплення підвалів у житлових будинках.

Зворотні клапани можуть бути ручні або автоматичні. Ручні клапани зазвичай керуються механічним механізмом, наприклад, обертанням ручки, що дозволяє відкривати або закривати клапан вручну. Автоматичні клапани керуються електронними пристроями, які відповідають на сигнали з датчиків, які вказують на необхідність закриття клапана у разі зміни напрямку потоку.

Застосування зворотних клапанів можна знайти в різних галузях промисловості та господарства, де вони використовуються для захисту систем від зворотного потоку, а також для забезпечення регуляції потоку рідини або газу в одному напрямку. Зворотні клапани використовуються в системах водопостачання, опалення, вентиляції, нафтогазової промисловості та інших галузях, де вони є необхідним елементом для забезпечення безпеки та стабільності системи.

Соленоїдний клапан — це електромагнітний та електромеханічний пристрій призначений для керування потоку рідин і газів по трубопроводним системам [12].

Клапан керується соленоїдом (від чого і пішла його назва) — електромагнітом.

Принцип дії у тому, що на електромагнітну котушку подається електрична напруга, після чого магнітне осердя, що знаходиться у спеціальній трубці, на яку одягається соленоїд, втягується у цей самий соленоїд, що і призводить до відкриття або ж закриття клапану. Осердя знаходиться всередині закритої трубки що необхідно для герметичності електромагнітного клапану.

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Соленоїдні клапани діляться на два основні типи: прямої дії або із електроприводом. Також вони діляться на нормально закриті та нормально відкриті [7,8].

Електромагнітний привід клапана працює при звичайному напрузі в 220 Вольт. Пристрій системи включає такі елементи як корпус, мембрана, кришка корпусу, запірна пружина, блок приводу, контргайка, з'єднувач під трубу для подачі рідини або газу, плунжер зі штоком.

Кришку та корпус, виконують з нержавіючих, здатних витримати високий тиск, сплавів: сталі що не ржавіє, бронзи, чавуну або зі зносостійких полімерів. Штоки і плунжери виготовляються з магнітних матеріалів, а обмотка котушки з електропровідного міді.

Для організації електроживлення в пристрої передбачений штекер. З трубами клапан з'єднується різьбленням або фланцем. Пропускна ступінь залежить від напруги, що надходить на котушку, регулювання якого і є управлінням клапаном. Під силою електроенергії створюється магнітне поле, втягує плунжер в котушку - таким чином мембрана відкривається і дає хід вмісту труб.

Інші типи клапанів включають роздільні клапани, які використовуються для розділення рідин або газів у системі, та вентильні клапани, які використовуються для контролювання рівня тиску в системі.

Вибір типу клапана залежить від призначення системи, її робочого середовища та вимог щодо продуктивності та ефективності роботи.

1.3 Сучасні клапани

Розглянемо відсічний клапан серії J4#, він має такі основні характеристики [8]:

- матеріали: корпус, сідло – CF8/CF8M, ущільнення – PTFE [8];
- умовний прохід: DN10 – DN100 [8];

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робоча температура середовища: PTFE від – 10°C до + 180 °C; PTFE NT від +25°C до + 220 °C [8];
- робочий тиск: до 16 Бар [8];
- тип привода: двосторонньої дії, односторонньої дії (з механічним поверненням в початкове положення) [8];
- керуючий тиск: 3-7 Бар [8];
- типи з'єднання: різьбове; під приварку; фланцеве з'єднання; Tri-clamp [8].

Кодування виробу подано на рисунку 1.2, а можливі розміри для цього клапану знаходяться у таблиці 1.1.

J4	G	015	A	050	C	-	EP
J4	Матеріал корпусу						
J4	З нержавіючої сталі CF8						
J6	З нержавіючої сталі CF8M						
G	Тип приєднання						
G	Різьбове						
W	Під приварку						
F	Фланцеве						
K	Clamp						
015	Розмір умовного проходу [vv]: DN= 015; 020; 025; 032; 040; 050; 065; 080; 100						
A	Напрямок потоку середовища						
A	Над сідлом						
B	Під сідлом						
050	Розмір приводу - 050, 063, 090, 100, 125						
C	Тип клапану						
C	Нормально закритий						
O	Нормально відкритий						
D	Двосторонньої дії						
EP	Додаткові опції						
LS	Датчик кінцевого положення						
LM	Блок датчиків кінцевого положення						
EA	Клапан з електричним приводом						
HW	Вентиль ручного управління						

Рисунок 1.2 - Кодування для відсічного клапану J4# [8]

Структурну схему відсічного клапану J4# представлено на рисунку 1.3.

Відсічний клапан J4# у розрізі із зазначеними матеріалами [8] представлено на рисунку 1.4.

Таблиця 1.1 - Можливі розміри для відсічного клапану J4# [8]

Розмір	Привід (мм)	Q	C	R	K	G	T	A	L	Шестикутник
DN8	40	1/8'	50.5	27	112	1/4'	12	124	68	27
	50	1/8'	60	33	125			135		
DN10	40	1/8'	50.5	27	112	3/8'	12	124	68	27
	50	1/8'	60	33	125			135		
DN15	40	1/8'	50.5	27	112	1/2'	15	124	68	27
	50	1/8'	60	33	125			135		
DN20	50	1/8'	60	33	132	3/4	16	140	75	32
DN25	50	1/8'	60	33	136	1	17	150	90	40
	63	1/8'	75	41	162			172		
DN32	63	1/8'	75	41	174	1 1/4'	21	190	116	50
	90	1/8'	106	55	223			235		
DN40	63	1/8'	75	41	175	1 1/2'	21	190	116	56
	90	1/8'	106	55	223			235		
DN50	63	1/8'	75	41	183	2'	22	205	138	69
	90	1/8'	106	55	232			250		
	125AL	1/4'	170	85	300			305		
DN65	90	1/8'	106	55	265	2 1/2'	26	285	178	85
	125AL	1/8'	170	85	315			327		
DN65 Квадратна кришка	90	1/8'	106	55	280			275		
	125AL	1/4'	170	85	330			320		
DN80	125AL	1/4'	170	85	327	3'	27	380	210	100
DN80 Квадратна кришка	125AL	1/4'	170	85	355			340		

Бездротовий пристій керування клапаном U-Prox Valve DN20.

Комплект U-Prox Valve DN20 складається із:

- пристрою керування та живлення 12В моторизованого клапану [23];
- моторизованого клапану 3/2" або 1/2" із живленням від 12В та можливістю керування вручну [23].

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ					Арк.
										12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

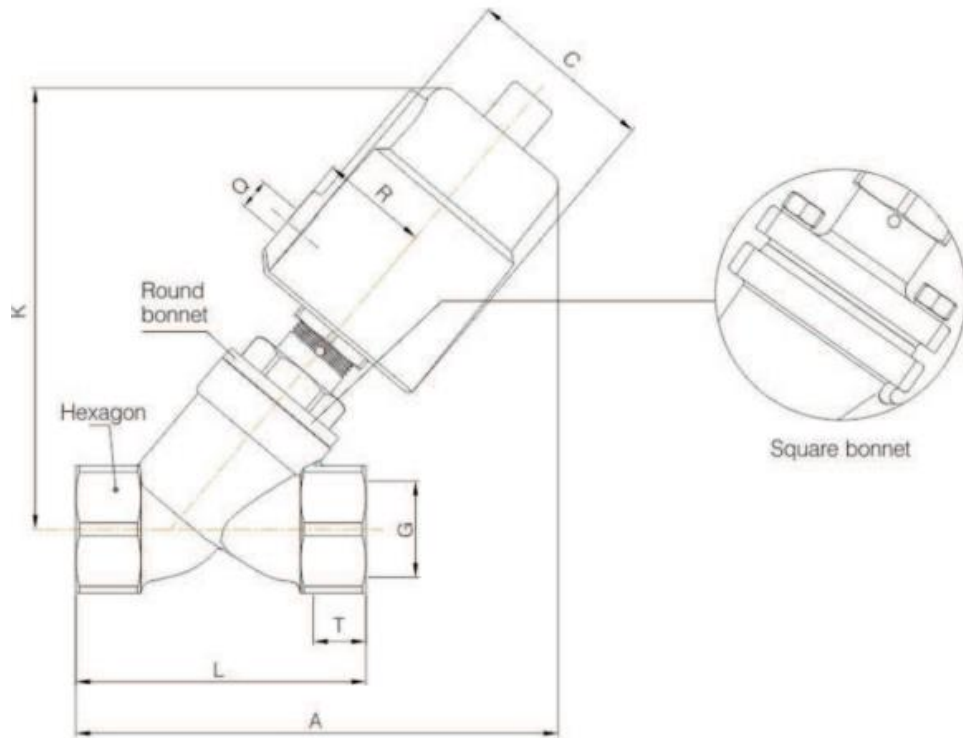


Рисунок 1.3 – Структурна схема відсічного клапану J4# [8]

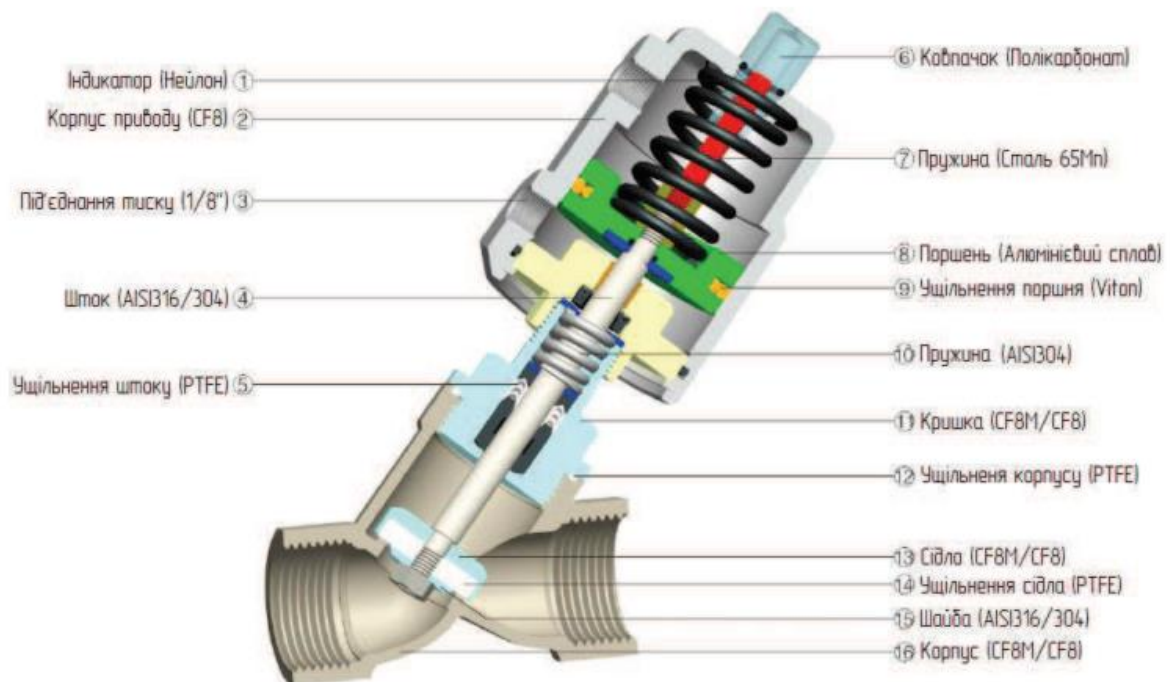


Рисунок 1.4 – Відсічний клапан J4# у розрізі із зазначеними матеріалами [8]

Саме керування відбувається безпосередньо зі спеціального додатку що потрібно встановити із AppStore або PlayMarket [23].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Закриття клапану при постановці пункту «під охорону» та відкриття при знятті [23]. Хоча цей пристрій і може керуватися віддалено, але у нього є ряд недоліків.

До прикладу, для того, щоб пристрій подавав сигнал тривоги потрібен окремий датчик, що не завжди доречно або може бути недоцільним для певних цілей. Або, це одна незручна деталь: щоб керувати датчиком потрібно зареєструватись у додатку, що підходить не для всіх людей, а для когось це може бути взагалі незручним.

Бездротовий пристрій керування клапаном U-Prox Valve DN20 представлений на рисунку (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд бездротового пристрою керування клапаном U-Prox Valve DN20

Електромагнітний клапан Gama 2W-25 N.C.

Електромагнітний клапан (їх також називають соленоїдними) Gama 2W-25 N.C. це клапан комбінованої дії (рис. 1.6 – 1.8) [25]. Він є нормально закритим, працює від живлення 24В або 220В, має муфтовий тип приєднання, виготовлений з латуні [25]. Клапани такого типу використовуються в закритих і відкритих системах тисків, що не вимагають мінімального перепаду (наприклад, для спустошення ємностей) [26].

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд клапану Gamma 2W-25 N.C.

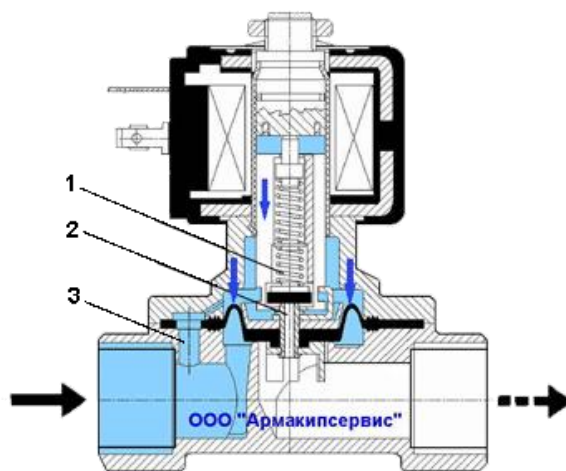


Рисунок 1.7 – Схема дії клапану Gamma 2W-25 N.C. без дії напруги [26]

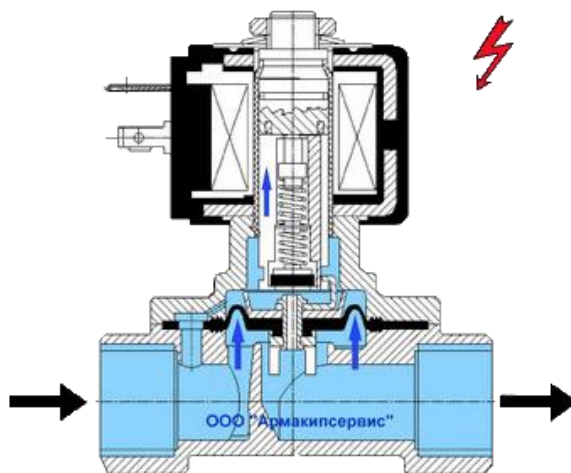


Рисунок 1.8 – Схема дії клапану Gamma 2W-25 N.C. під дією напруги [26]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Клапан зворотний Ду 65 двостворчатий підпружинений міжфланцевий.

Зворотний клапан з розділеним диском або двостулковий зворотний клапан (рис. 1.9) призначений для подолання обмежень за розміром і перепаду тиску для поворотних і тарілчастих зворотних клапанів [27]. Заслінка поворотного зворотного клапана, по суті, розділена і шарнірно опущена вниз по центру, так що дві тарілки диска будуть гойдатися тільки в одному напрямку [27]. Дисківі пластини утримуються на сідлі торсіонної пружиною, встановленої на шарнірі [27].



Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд клапану Ду 65 [27]

Функціональні особливості клапану Ду 65:

- клапан зворотний Ду 65 двостворчатий підпружинений міжфланцевий МІУ встановлюється між плоскими або комірними фланцями [27];
- верхні і нижні упорні нейлонові шайби [27];
- еластичне EPDM ущільнення [27];
- клапан міжфланцевий Ду 65 дає максимальну герметичність при мінімальному часу відкриття [27];
- торсіонні пружини допомагають закриттю клапана, запобігаючи реверсуванню потоку [27];

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулювальні шайби зменшують тертя і знос шарнірів пластини клапана [27].

Характеристики клапану Ду 65:

- діаметр умовний, мм: 65 [27];
- тиск, Ру: 16 [27];
- температура (макс.) °С: 120 [27];
- тип приєднання: міжфланцеве [27];
- матеріал корпусу: ковкий чавун QT-450 [27];
- матеріал диску: ковкий чавун QT-450 [27];
- ущільнення: EPDM [27];
- робоче середовище: вода, повітря [27].

Принцип роботи зворотного клапана Ду 65. Клапан міжфланцевий зворотний Ду 65 МІВ відкривається під дією тиску середовища і закривається пружиною відразу після припинення руху середовища (рис. 1.10).

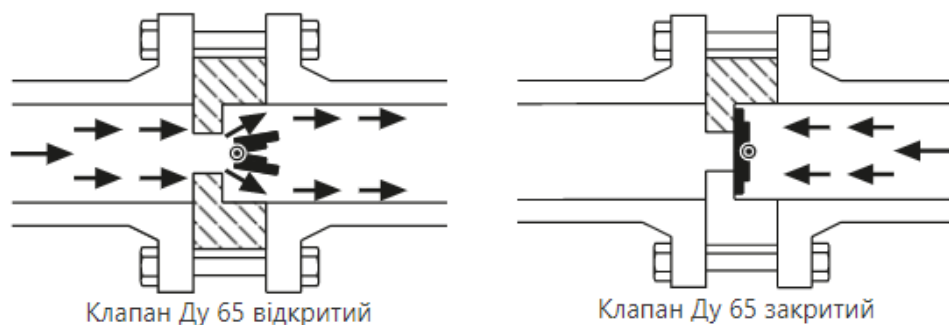


Рисунок 1.10 – Принцип дії клапану Ду 65 [27]

Клапан зворотний Ду 65 двостворчатий підпружинений міжфланцевий зроблений з ковкого чавуну [27].

Нікельований диск клапану зворотнього підпружиненого Ду 65 МІВ з ковкого чавуну сприяє довгостроковій роботі клапану.

Корпус з ковкого чавуну зберігає антикорозійні властивості чавуну при досягненні межі текучості, яку можна порівняти з вуглецевою сталлю [27].

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ковкий чавун також має більш високий тиск / температуру, ніж сірий чавун [27].

Зворотній клапан міжфланцевий Ду 65 МІV застосовується щоб уникнути протилежного потоку води або газоподібної рідини [27].

Зворотний клапан двостулковий міжфланцевий Ду 65 МІV дає можливість проходу води в установленому напрямку, і при цьому перешкоджає її течію в зворотну сторону [27].

Це здійснюється за допомогою автоматичного закриття, а саме, коли рідина змінює напрямок руху, міжфланцевий зворотний клапан Ду 65 МІV самостійно закривається і унеможливує подальший проток води [27].

Є обмеження в застосуванні, такі як: максимальні параметри робочих тиску / температури - відповідно 16 Kg / cm² / 100 ° C [27]. Застосовуються клапан зворотний підпружинений Ду 65 МІV в промислових і комунальних галузях [27].

Можливе встановлення в таких положеннях: горизонтальному, вертикальному (при протіканні рідини знизу-вгору або при потоці води зверху-вниз), а також під нахилом (рис. 1.11) [27].

Поміщається клапан зворотний міжфланцевий Ду 65 МІV між наявними в трубопроводі фланцями [27].

В результаті його встановлення / демонтаж не вимагає великих зусиль [27].



Рисунок 1.11 – Варіанти встановлення клапану Ду 65

Характеристики пристроїв та їх порівняння наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняльні характеристики пристроїв

Характеристика	Клапан серії J4#	U-Prox Valve DN20	Gama 2W-25 N.C	Ду 65
Тип клапану	Відсічний	Бездротовий	Електромагнітний	Зворотній
Передача сигналу	-	Бездротова	Бездротова	-
Технологія передачі	-	Wi-Fi	Wi-Fi	-
Середовище роботи	Рідини	Рідини, гази	Рідини, гази	Рідини, повітря
Тип дії	Відсічний	Комбінованої	Комбінованої	Зворотної дії
Функції	Перекриття речовини	Перекриття/відновлення подачі речовини	Перекриття/відновлення подачі речовини	Перекриття речовини
Живлення	-	Акумулятор	Батарейки/розетка	-

1.4 Постановка задачі

Постановка задачі роботи на тему "Робототехнічна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM", мета якої полягає у розробці та реалізації робототехнічної системи аварійного керування клапаном, яка базується на мікроконтролері ESP32-CAM, включає такі етапи:

1. Дослідження принципу роботи клапана та його характеристик, які визначають необхідні параметри системи керування.

2. Розробка електричної схеми та апаратної частини, що включає мікроконтролер ESP32-CAM, соленоїдний клапан та інші елементи, необхідні для реалізації системи керування (робототехнічна система повинна виявляти аварійні ситуації та автоматично відкривати клапан для забезпечення безпеки промислового обладнання).

3. Розробка алгоритму виявлення аварійних ситуацій, таких як підвищення тиску або температури, збільшення рівня викидів газів тощо.

4. Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера ESP32-CAM, яке забезпечить виявлення аварійних ситуацій та автоматичне керування клапаном.

5. Програмування мікроконтролера ESP32-CAM для зчитування значень з датчика тиску та керування клапаном залежно від цих значень.

6. Тестування системи та аналіз її ефективності в різних режимах роботи.

7. Оформлення звіту про результати дослідження та розробки системи керування клапаном на базі мікроконтролера ESP32-CAM.

Така постановка задачі має на меті описати мету та завдання роботи, вказати на необхідність розробки алгоритму, апаратної та програмної частини системи, її експериментальну перевірку та порівняння з іншими рішеннями.

1.5 Висновки

Для створення системи аварійного керування клапаном було вирішено використовувати електромагнітні соленоїдні клапани та МК ESP32-CAM для його безпосереднього програмування. Соленоїдними клапанами є електромагнітні та електромеханічні засоби призначені для керування потоку рідин або газів по трубопровідним системам.

Виявлено, що принцип дії соленоїдного клапану полягає у тому, що на електромагнітну котушку подається електрична напруга, після чого магнітне осердя, що знаходиться у спеціальній трубці, на яку одягається соленоїд,

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

втягується у цей самий соленоїд, що і призводить до відкриття або ж закриття клапану. Осердя знаходиться всередині закритої трубки що необхідно для герметичності електромагнітного клапану.

У результаті аналізу виявлено що соленоїдні клапани діляться на два основні типи: прямої дії або із електроприводом. Також вони діляться на нормально закриті та нормально відкриті.

Пристрій системи включає такі елементи як: корпус; мембрана; кришка корпусу; запірна пружина; блок приводу; контргайка; з'єднувач під трубу для подачі рідини або газу; плунжер з штоком.

Аналіз показав що кришку та корпус клапанів, виконують із нержавіючих, здатних витримати високий тиск, сплавів: сталі, бронзи, чавуну, або зі зносостійких полімерів. Штоки та плунжери виготовляються з магнітних матеріалів, а обмотка котушки з електропровідного – міді. З трубами клапан з'єднується різьбленням або фланцем.

Визначено що електромагнітний привід клапана працює при зміні напруги 220 Вольт. Для організації електроживлення в пристрої передбачений штекер. Пропускна ступінь залежить від напруги, що надходить на котушку, регулювання якого і є управлінням клапаном. Під силою електроенергії створюється магнітне поле, втягує плунжер в котушку - таким чином мембрана відкривається і дає хід вмісту труб.

Окрім того була здійснена постановка задачі роботи, мета якої полягає у розробці та реалізації робототехнічної системи аварійного керування клапаном, яка базується на МК ESP32-CAM, та визначені вісім основних етапів її виконання.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 Етапи проєктування МК САКК

Проєктування мікроконтролерних систем є важливим етапом в розробці електронних пристроїв. Ось кілька ключових кроків, які зазвичай включаються в процес проєктування мікроконтролерної системи:

1. Визначення вимог. Цей етап полягає у зборі та аналізі вимог до системи. Це включає визначення функціональності, характеристик продукту, обмежень і стандартів, які необхідно врахувати. Наприклад, вимоги до вводу/виводу, швидкості обробки, живлення, споживання енергії тощо.

2. Вибір МК. Один із найважливіших кроків - це вибір мк, який відповідає вимогам проєкту. Розглядаються такі фактори, як продуктивність, вартість, доступність, доступні периферійні пристрої, підтримка розробних інструментів та програмування.

3. Розробка архітектури системи. На цьому етапі визначається загальна структура системи та взаємозв'язок між компонентами. Враховуються функціональні блоки, взаємодія зовнішніх пристроїв, інтерфейси та протоколи зв'язку.

4. Схемотехнічне проєктування. Цей крок включає створення електричних схем, включаючи підключення МК до периферійних пристроїв, схеми живлення, інтерфейси зовнішніх пристроїв тощо. Використовуються спеціальні програми для схемотехнічного проєктування, такі як Altium Designer, KiCad, Eagle тощо.

5. Розробка програмного забезпечення. На цьому етапі пишеться програмне забезпечення для мк. Використовуються мови програмування, такі як C, C++, або мови з високим рівнем абстракції, такі як Arduino, Python тощо. Розробляються алгоритми керування, взаємодії з периферійними пристроями та обробки даних.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Тестування та налагодження. Після написання програмного забезпечення проводяться тестування для перевірки правильності роботи системи та відповідності вимогам. Виявлені помилки виправляються, алгоритми оптимізуються і проводяться повторні тести для перевірки функціональності.

7. Виробництво та розгортання. Якщо система пройшла всі тестування і відповідає вимогам, вона готова до виробництва. На цьому етапі виробництва розгортається дизайн плати, виготовляються прототипи та виконується серійне виробництво. Після цього система може бути встановлена та використана.

Це загальна схема проектування мікроконтролерних систем. Конкретні етапи можуть змінюватися в залежності від складності проекту та вимог.

2.2 Аналіз основних складових МСАКК

Аналіз систем аварійного керування клапаном проводимо для розробки МСАКК. До основних складових МСАКК з використанням МК ESP32-CAM можуть бути включені такі компоненти:

- МК ESP32-CAM - це основний компонент системи, який відповідає за керування клапаном та збір даних з датчиків;
- клапан - це електромеханічний компонент, який відповідає за регулювання потоку рідини або газу. Для керування клапаном може бути використана електрична схема з реле або транзистором;
- датчики - можуть бути включені до системи, щоб збирати дані про рівень рідини, тиск, температуру та інші параметри, які можуть бути використані для контролю потоку та запобігання аварій;
- блок живлення - забезпечує живлення всіх компонентів системи. Може бути використаний внутрішній або зовнішній блок живлення з напругою відповідно до вимог компонентів;

- інтерфейс - може бути включений до системи, щоб забезпечити зв'язок з іншими системами або комп'ютером. Наприклад, можна використовувати Wi-Fi, Bluetooth або RS-232;

- індикатори - можуть бути встановлені, щоб відобразити стан системи або інформацію про стан клапана та датчиків;

- елементи керування - можуть бути включені до системи, щоб дозволити користувачеві вручну керувати клапаном або налаштувати параметри системи.

2.3 Вибір МК для МК САКК

Розвиток технологій виготовлення мікроелектронних схем привів до створення надвеликих інтегральних схем (НВІС), що являють собою універсальні за призначенням, функціонально закінчені пристрої, які за своїми функціями й структурою нагадують спрощений варіант ЕОМ, але мають незрівнянно менші розміри [28]. Такі ВІС одержали назву мікропроцесорів [28]. Мікропроцесор (МП) – це мікросхема або сукупність невеликого числа мікросхем, що виконує над даними арифметичні й логічні операції і здійснює програмне керування обчислювальним процесом [28]. Усе різноманіття мікропроцесорів зручно ділити на два істотно різних типи [28]:

1. Однокристалні МП із фіксованою розрядністю слова, з фіксованою системою команд і, як правило, з керуючим пристроєм з «схемною» логікою [28].

2. Багатокристалні мікропрограмовані МП зі змінюваною розрядністю слова і з фіксованим набором мікрооперацій [28].

Ядро процесора (CPU) є основною частиною будь-якого МК. Його часто беруть із існуючого процесора, наприклад, МК МС68306 від Motorola містить процесор 68000 [29].

Спочатку розглянемо найпопулярніші плати для подібних проектів [30]. На ринку доступно багато модулів, і дуже легко заблукати з усім доступним

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибором [30]. Тож розглянемо декілька прикладів, щоб порівняти їх та обрати кращий варіант [30].

Перший, про який великою ймовірністю, чули, це невеликий послідовний бездротовий трансиверний модуль ESP8266 (рис. 2.1) [30].

Цей модуль є найвідомішим, оскільки він дійсно малий і коштує 5 доларів [30]. Однак кількість доступних контактів GPIO (вхідних/вихідних контактів) досить обмежена [30]. Його також важко підключити до стандартної макетної плати [30].

На цій платі також неможливо реалізувати деякі проекти, наприклад, не можна виконувати проекти за допомогою аналогових датчиків, оскільки контакт аналогового входу недоступний [30].

ESP8266 пропонує повне та автономне мережеве рішення Wi-Fi, що дозволяє будь-яке з них розмістити програму або розвантажити всі функції мережі Wi-Fi з іншої програми процесор [31].

Коли ESP8266 розміщує програму та є єдиним процесором програми в пристрої, він може завантажуватися безпосередньо із зовнішнього флеш-пам'яті. Він має вбудований кеш для покращення продуктивності системи в таких програмах і мінімізація вимог до пам'яті [31].

Крім того, служачи адаптером Wi-Fi, бездротовий доступ до Інтернету можна додати до будь-якого дизайн на основі МК з простим підключенням через інтерфейс UART або ЦП інтерфейс мосту АНВ [31].

Вбудовані можливості обробки та зберігання ESP8266 дозволяють інтегрувати його з датчиками та інші пристрої для певних програм через свої GPIO з мінімальною попередньою розробкою та мінімальне навантаження під час роботи [31].

Завдяки високому ступеню вбудованої інтеграції, яка включає в себе балун антенного перемикача, перетворювачі керування живленням, він вимагає мінімальної зовнішньої схеми та все рішення, включаючи інтерфейсний модуль, розроблено таким чином, щоб займати мінімальну площу друкованої плати [31].

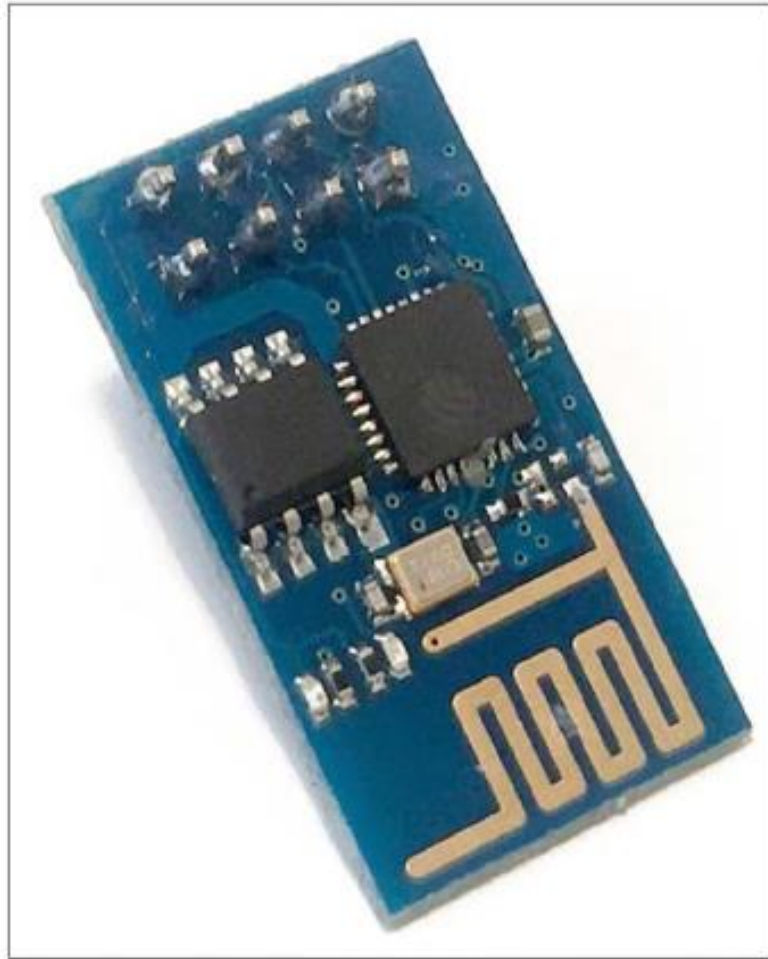


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд плати ESP8266

Складні функції системного рівня включають швидке перемикання контексту сну/пробудження для енергоефективного VoIP, адаптивне радіозміщення для роботи з низьким енергоспоживанням, розширену обробку сигналу та функції скасування імпульсів і співіснування радіостанцій для звичайної стільникової мережі, Bluetooth, DDR, LVDS, пом'якшення перешкод LCD [31].

Особливості ESP8266 [31]:

1. Протокол 802.11 b/g/n.
2. Wi-Fi Direct (P2P), програмна точка доступу.
3. Інтегрований стек протоколів TCP/IP.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4. Інтегрований комутатор TR, балун, LNA, підсилювач потужності та відповідна мережа.
5. Інтегровані блоки PLL, регулятори та керування живленням.
6. Вихідна потужність +19,5 дБм у режимі 802.11b.
7. Вбудований датчик температури.
8. Підтримує рознесення антен.
9. Струм витоку відключення < 10 мкА.
10. Інтегрований 32-розрядний ЦП із низьким енергоспоживанням можна використовувати як процесор додатків.
11. SDIO 2.0, SPI, UART.
12. STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO.
13. Агрегація A-MPDU та A-MSDU та захисний інтервал 0,4с.
14. Пробудження та передача пакетів за < 2 мс.
15. Енергоспоживання в режимі очікування < 1,0 мВт (DTIM3).

Raspberry Pi. Плата RASPBERRY PI — це мініатюрне диво, яке вміщує значну обчислювальну потужність на площі не більше кредитної картки [34]. Він здатний на деякі дивовижні подвиги, але вам потрібно знати кілька речей, перш ніж зануритися з головою в ожинину [34].

З моменту запуску лише двох моделей сімейство Raspberry Pi значно розширилося [34]. Поточний асортимент складається з п'яти основних моделей: Raspberry Pi Model A+, Raspberry Pi Model B+, Raspberry Pi 2, Raspberry Pi 3 (див. Малюнок 1-1) і Raspberry Pi Zero. Крім Zero, яка є урізаною моделлю, розробленою спеціально для найнижчої можливої вартості та мінімального розміру плати, усі моделі мають приблизно схожий дизайн, відрізняючись лише такими функціями, як кількість портів USB, наявність або відсутність мережеских портів, і потужність їх процесора [34]. У діапазоні також є шостий, менш поширений член: Raspberry Pi Compute Module [34]; Обчислювальний модуль, розроблений для промислового використання в налаштованих платах-носіях,

працює з тим самим програмним забезпеченням, що й його звичайні стабільні помічники, але в інших випадках він виходить за рамки цієї книги [34].

Модель А/В. Початкові моделі Raspberry Pi були відомі як Model A та Model B (рис. 2.2) [34]. Обидва мали той самий Broadcom BCM2835 SoC, але відрізнялися технічними характеристиками:

- модель А мала 256 МБ оперативної пам'яті, один порт USB і не мала мережевих можливостей [34];

- модель В мала 256 МБ або 512 МБ оперативної пам'яті залежно від часу придбання, два порти USB і порт дротової мережі 10/100 [34].

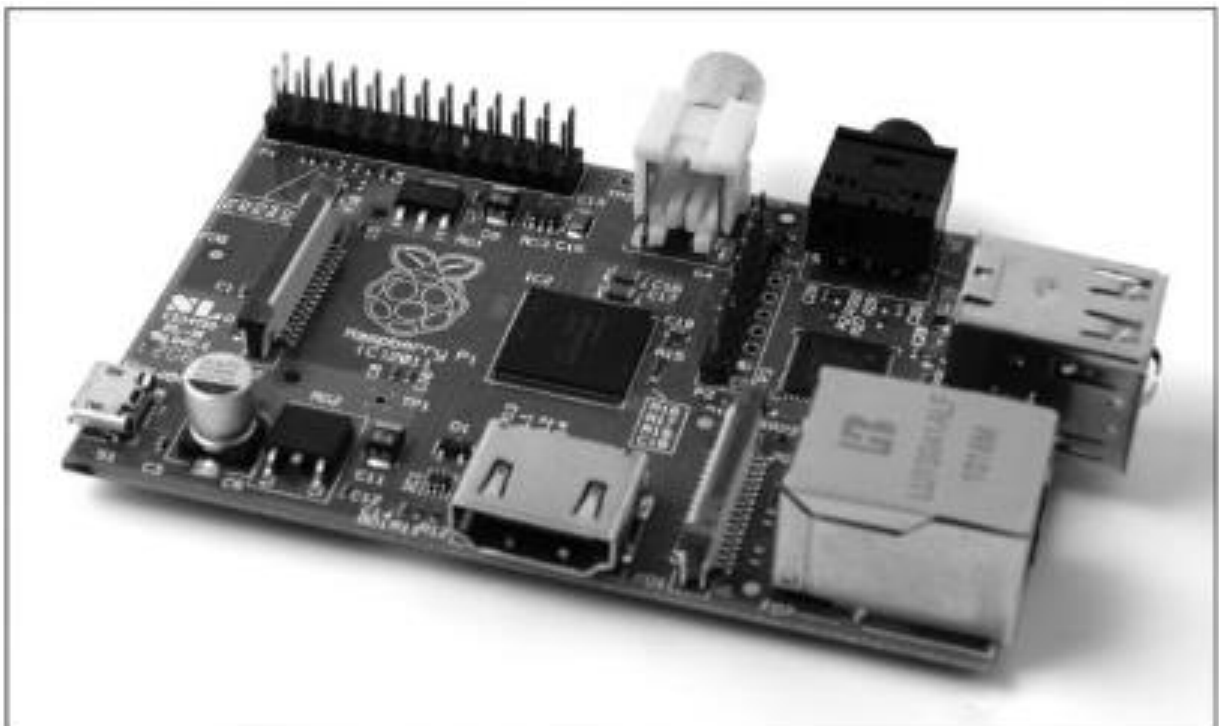


Рисунок 2.2 - Плата Raspberry Pi Model B

Ці моделі відразу впізнаються завдяки меншому за звичайний порту GPIO, який має лише 26 контактів у порівнянні з більшим, 40-контактним портом сучасного Pi [34]. Обидві моделі також використовують для зберігання повнорозмірні карти SD, а не компактні карти micro-SD у нових моделях [34]. Raspberry Pi Model As і B більше не виробляються, але все ще сумісні з більшістю

програмного забезпечення, розробленого для нових моделей, але не можуть використовувати додаткове обладнання на основі стандарту HAT [34].

Raspberry Pi 2 (рис. 2.3). У той час як плати Plus і попередні використовували один і той самий процесор BCM2835 SoC, Raspberry Pi 2 був першим, який мав абсолютно новий процесор: SoC BCM2836 [34]. Завдяки чотирьом ядрам процесора в порівнянні з єдиним ядром оригінального процесора, BCM2836 пропонує в чотири-вісім разів більшу продуктивність, ніж його попередник, завдяки чому все, від обробки тексту до компіляції коду, працює швидше [34]. Плата також може похвалитися 1 ГБ (1024 МБ) оперативної пам'яті, що вдвічі перевищує максимальний обсяг, доступний раніше, що робить багатозадачність і програми, що потребують пам'яті, плавнішими та чутливішими [34].

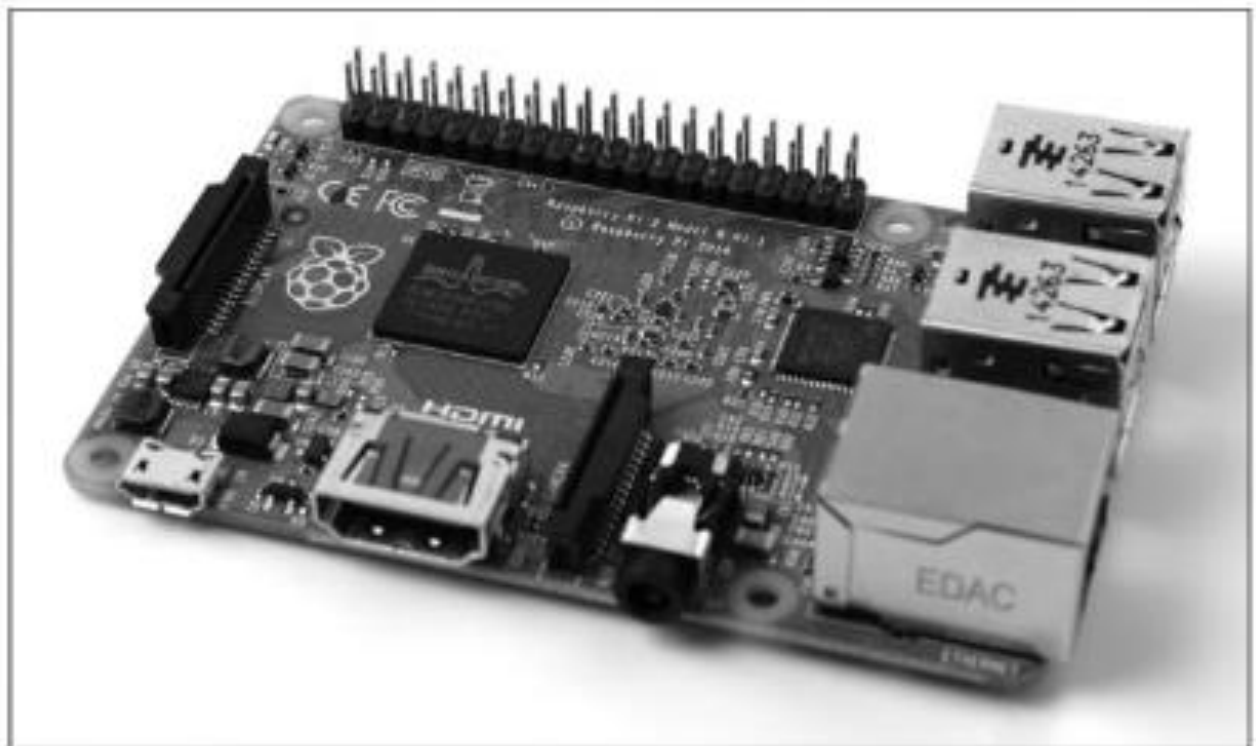


Рисунок 2.3 - Плата Raspberry Pi 2

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак з точки зору компоновання мало що змінилося в порівнянні з моделлю B+ [34]. Raspberry Pi 2 має той самий 40-контактний роз'єм GPIO, чотири порти USB, порт дротової мережі 10/100 і всі інші порти [34].

Raspberry Pi 2 може похвалитися ширшою сумісністю програмного забезпечення, ніж його попередники: як і Raspbian, рекомендована операційна система Raspberry Pi, Pi 2 може запускати такі операційні системи, як Ubuntu і Windows 10 IoT Core, недоступні для старих моделей [34].

Arduino. Arduino складається з двох основних частин: плати Arduino, яка є апаратною частиною, на якій ви працюєте під час створення своїх об'єктів; і Arduino Integrated Development Environment, або IDE, програмне забезпечення, яке ви запускаєте на своєму комп'ютері [36]. Ви використовуєте IDE, щоб створити ескіз (невелику комп'ютерну програму), який ви завантажуєте на плату Arduino. Ескіз говорить дощці, що робити [36].

Існує багато різновидів плат Arduino: Lilypad, Sparkfun Pro Micro, Arduino Mega, Arduino Uno, тощо (рис. 2.4).



(From left to right) Lilypad, Sparkfun Pro Micro, Arduino Mega

Рисунок 2.4 – Види плат Arduino [36]

Не так давно робота над обладнанням означала створення схем з нуля, використовуючи сотні різних компонентів, як-от резистор, конденсатор, індуктивність, транзистор тощо [36]. Кожна схема була підключена для

виконання однієї конкретної програми, і для внесення змін у схему потрібно було обрізати дроти, спаяти з'єднання тощо [36].

З появою цифрових технологій і мікропроцесорів ці функції, які колись реалізовувалися за допомогою проводів, були замінені програмним забезпеченням [36].

Програмне забезпечення легше модифікувати, ніж апаратне забезпечення [36].

Кількома натисканнями клавіш можна радикально змінити логіку пристрою та спробувати дві-три версії за той самий проміжок часу, який знадобиться, щоб спаяти кілька резисторів [36].

Обладнання Arduino. Плата Arduino — це невелика плата МК, яка є невеликою схемою (плата), яка містить цілий комп'ютер на маленькому чіпі мікроконтролері [36].

Подивившись на центр плати Arduino Uno: можна побачити прямокутний чорний шматок пластику з 28 «ніжками» (або, можливо, крихітний квадратний шматочок пластику, якщо це версія SMD), цей чіп є ATmega328, серце плати [36].

Насправді існує безліч плат Arduino, але найпоширенішою є Arduino Uno (рис. 1.16) [36].

Команда Arduino розмістила на цій платі всі компоненти, необхідні для належної роботи МК та зв'язку з комп'ютером [36].

Arduino Uno є найпростішою у використанні та найкращою для навчання, хоча і в неї є свої недоліки [36].

На рисунку (рис. 2.5) видно, що Arduino має ряд смужок угорі та внизу з великою кількістю міток [36]. Ці смуги є з'єднувачами, які використовуються для приєднання датчиків і приводів.

Датчик відчуває щось у фізичному світі та перетворює це на сигнал, який може зрозуміти комп'ютер, тоді як актуатор перетворює сигнал від комп'ютера на дію у фізичному світі [36].

Спочатку всі ці роз'єми можуть трохи заплутати. Далі наведено пояснення вхідних і вихідних контактів [36].

14 контактів цифрового введення/виведення (введення/виведення), пронумеровані 0-13 .

Ці контакти можуть бути як входами, так і виходами. Входи використовуються для зчитування інформації з датчиків, тоді як виходи використовуються для керування приводами.

Можна вказати напрямок (всередину або назовні) в ескізі, який можна створити в IDE.

Цифрові входи можуть зчитувати лише одне з двох значень, а цифрові виходи можуть виводити лише одне з двох значень (ВИСОКИЙ і НИЗЬКИЙ).

6 контактів аналогового входу (контакти 0-5).

Аналогові вхідні контакти використовуються для зчитування вимірювань напруги з аналогових датчиків.

На відміну від цифрових входів, які можуть розрізняти лише два різні рівні (ВИСОКИЙ і НИЗЬКИЙ), аналогові входи можуть вимірювати 1024 різні рівні напруги.

6 контактів аналогового виходу (контакти 3, 5, 6, 9, 10 і 11).

Насправді це шість цифрових контактів, які можуть виконувати третю функцію: вони можуть забезпечувати аналоговий вихід.

Як і у випадку з контактами цифрового вводу/виводу, потрібно вказувати, що має робити контакт у ескізі.

Плату можна живити від USB-порту комп'ютера, більшості USB-зарядних пристроїв або адаптера змінного струму (рекомендовано 9 вольт, наконечник 2,1 мм, центральний плюс).

Щоразу, коли в розетку подається живлення, Arduino використовуватиме його, а якщо живлення в розетці немає, Arduino використовуватиме живлення від роз'єму USB. Безпечно мати як живлення через розетку, так і через роз'єм USB.

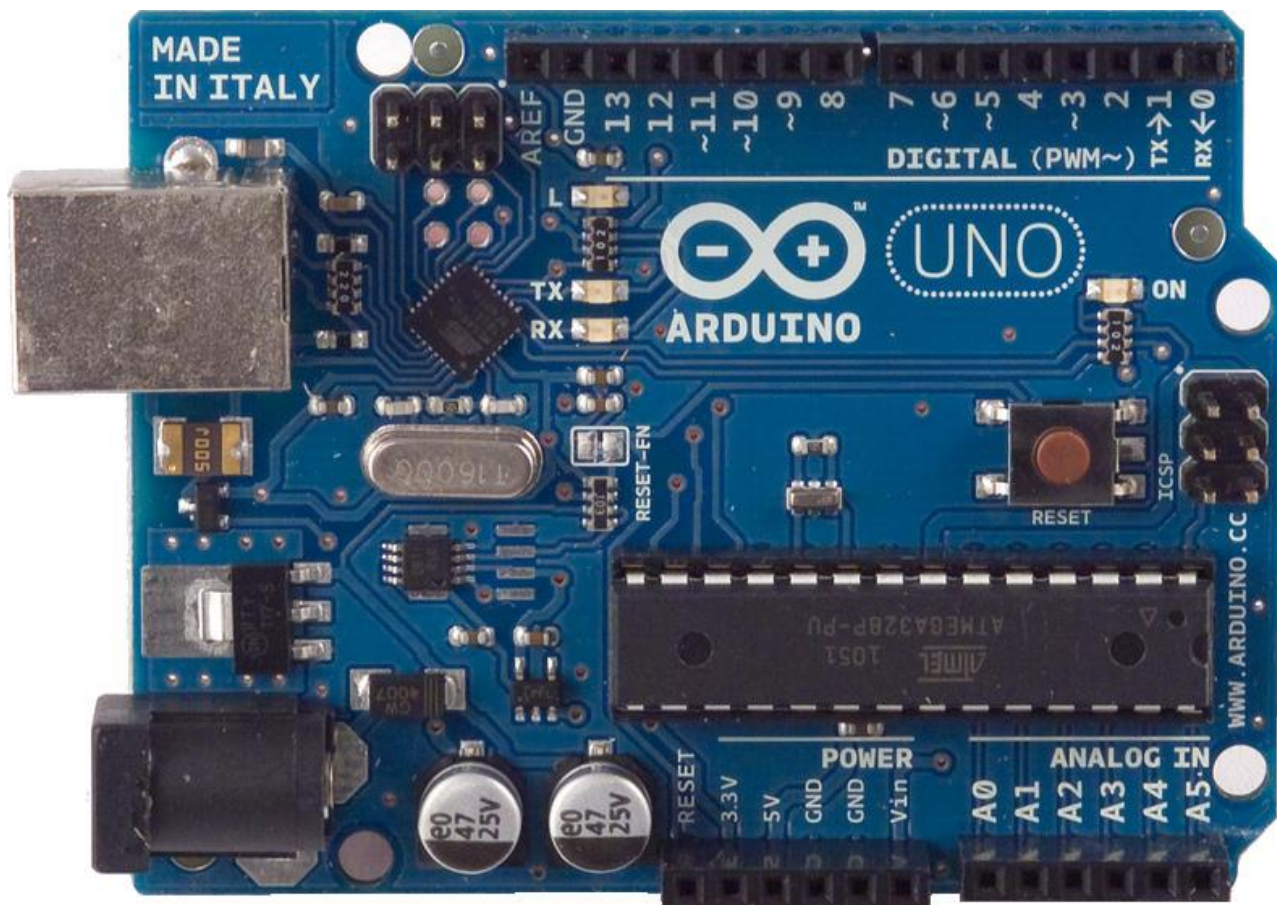


Рисунок 2.5 – Плата Arduino Uno [36]

Мікроконтролер ESP32. Модуль ESP32-CAM це поєднання Wi-Fi модуля з високопродуктивним МК ESP32, відеокамерою OV2640, з'єднувачем під micro-SD карту пам'яті і додатковою оперативною пам'яттю 4 МБайт (рис. 2.6) [9,10]. Поєднання всіх перерахованих компонентів на платі розмірами 27 x 39 мм дозволяє створювати портативні пристрої для охоронних систем, систем відеоспостереження і систем "розумний будинок".

Архітектура ESP32-CAM зображена у вигляді блок-схеми (рис. 2.7), схема живлення (рис. 2.8), розташування контактів (рис. 2.9).

Цей МК є досить потужним та має багато функцій, що зробило його дуже популярним у сфері розробки IoT-пристроїв та систем збору даних [62].

Модуль ESP32-CAM має такі характеристики:

- контролер: ESP32, 2 ядра, 32-біт;
- робоча частота процесора: 240 МГц / 600 DMIPS;

- оперативна пам'ять: вбудована: 520 КБ / зовнішня: 4 Мбайт;
- підтримувані інтерфейси: UART/SPI/іес/PWM/ADC/DAC;
- вбудований Lwіp і FreeRTOS;
- підтримка STA/AP/STA + AP робочий режим;
- підтримка Smart Config/AirKiss розподіленої мережі;
- напруга живлення: 5В;
- роздільна здатність: 2 Мп OV2640;
- підтримка камер: OV2640 і OV7670;
- зберігання даних: micro-SD;
- розмір: 27 x 39 мм;
- вага: 10 г.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд МК ESP32-CAM

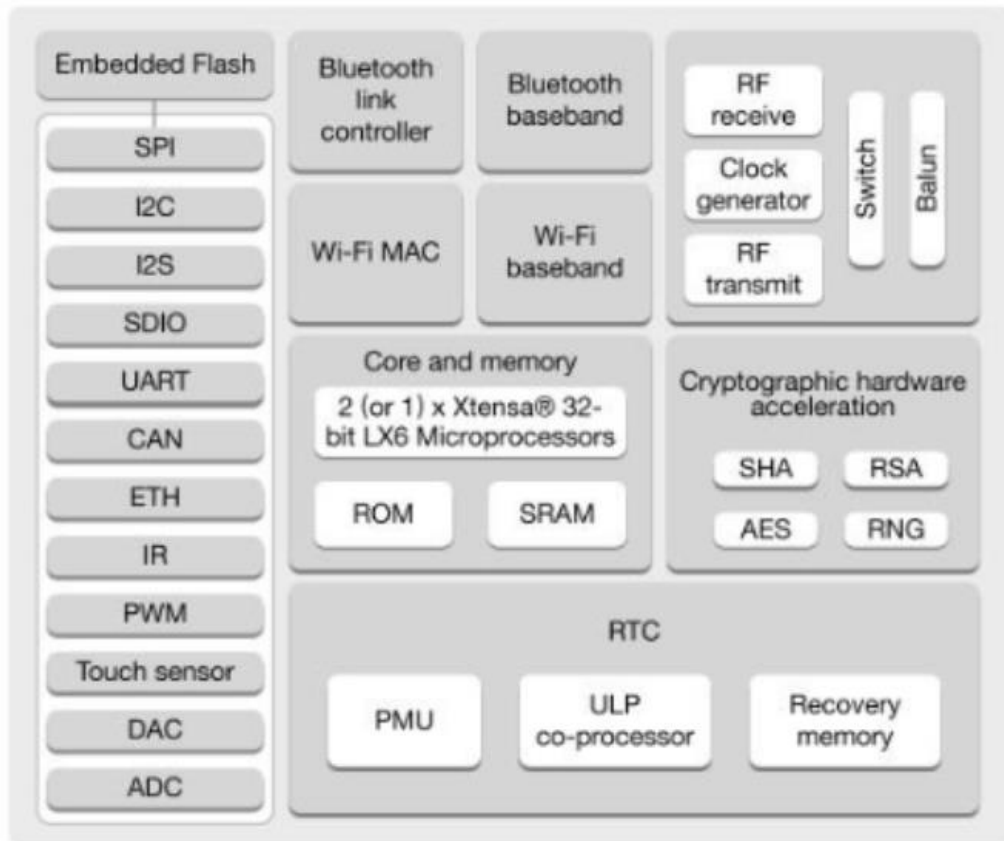


Рисунок 2.7 – Блок-схема ESP32-CAM [33]

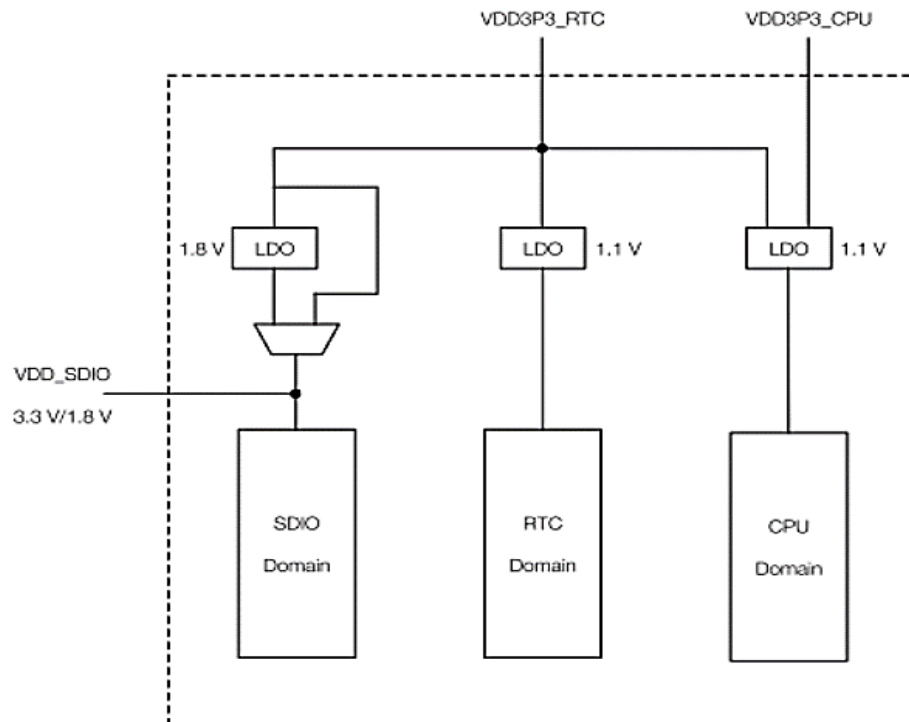


Рисунок 2.8 – Схема живлення ESP32-CAM [33]

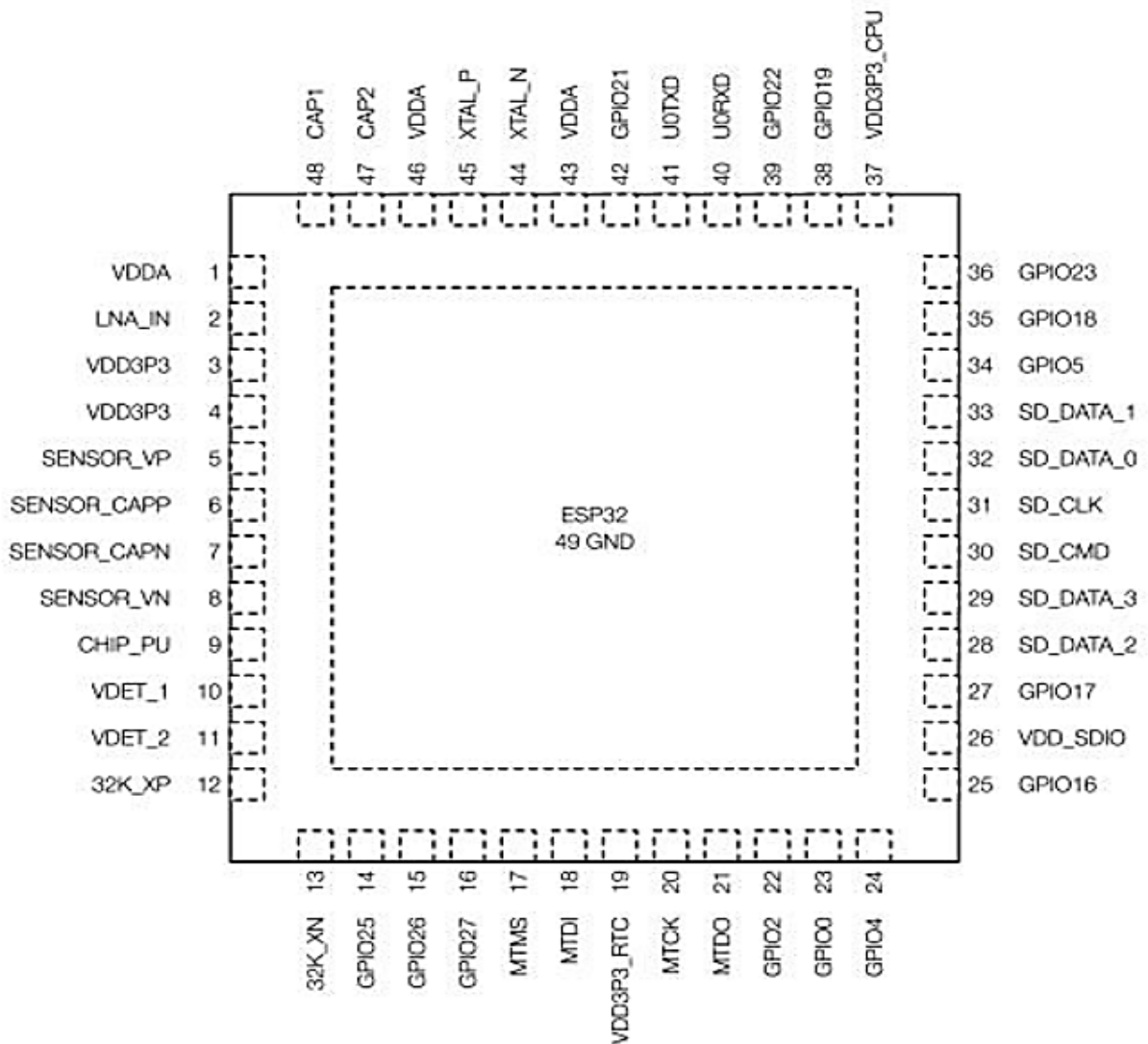


Рисунок 2.9 – Контакти ESP32-CAM [33]

Відмінності ESP32-CAM від інших мікроконтролерів [32]:

- швидший Wi-Fi – Wi-Fi було оновлено для підтримки швидкості HT40 (150 Мбіт/с);
- додано Bluetooth Low Energy і Classic;
- двоядерний процесор – 2 процесори Tensilica L108 із тактовою частотою до 160 МГц;
- покращення режиму низького енергоспоживання – перетворення АЦП, порогові значення рівня тощо тепер можна виконувати в глибокому сні;
- периферійні пристрої – ємнісні сенсорні, АЦП, ЦАП, I2C. UART, SPI, SDIO, I2S, RMIІ, PMW;

- більше оперативної пам'яті – ~400 КБ вбудованої пам'яті;
- краща безпека – апаратне прискорення AES і SSL, а також інші нерозголошені покращення.

Основні переваги ESP32-CAM:

- міцна обчислювальна потужність: ESP32-CAM має двоядерний процесор Tensilica LX6 з тактовою частотою до 240 МГц, що дозволяє обробляти великі обсяги даних та виконувати багатозадачні операції [62];
- вбудований модуль Wi-Fi: ESP32-CAM має вбудований модуль Wi-Fi, що дозволяє підключатися до Інтернету та обмінюватися даними з іншими пристроями [62];
- вбудований модуль камери: ESP32-CAM має вбудований модуль камери з роздільною здатністю до 2 Мп, що дозволяє використовувати цей МК у проектах, де потрібна обробка відеоданих [62];
- наявність вбудованих модулів Bluetooth та BLE: ESP32-CAM має вбудовані модулі Bluetooth та BLE, що дозволяє підключатися до різних пристроїв та взаємодіяти з ними [62];
- підтримка багатьох інтерфейсів: ESP32-CAM підтримує різні інтерфейси, включаючи UART, SPI, I2C та інші [62];
- висока енергоефективність: ESP32-CAM має низький споживання енергії, що дозволяє використовувати його у проектах, де потрібна довготривала автономна робота[62].

У нашому проекті використання ESP32-CAM може бути дуже корисним завдяки його потужності та функціональності.

Розміри та контакти МК ESP32-CAM представлені на рисунках 2.10 – 2.11.

Як уже зазначалося раніше, мікроконтролер ESP32-CAM — це повнофункціональний МК, який також має вбудовану відеокамеру та роз'єм для карти microSD [21]. Він недорогий і простий у використанні та ідеально

підходить для IoT - пристроїв, для яких потрібна камера з такими розширеними функціями, як відстеження та розпізнавання зображень [21].



Рисунок 2.10 – Розміри МК ESP32-CAM [62]

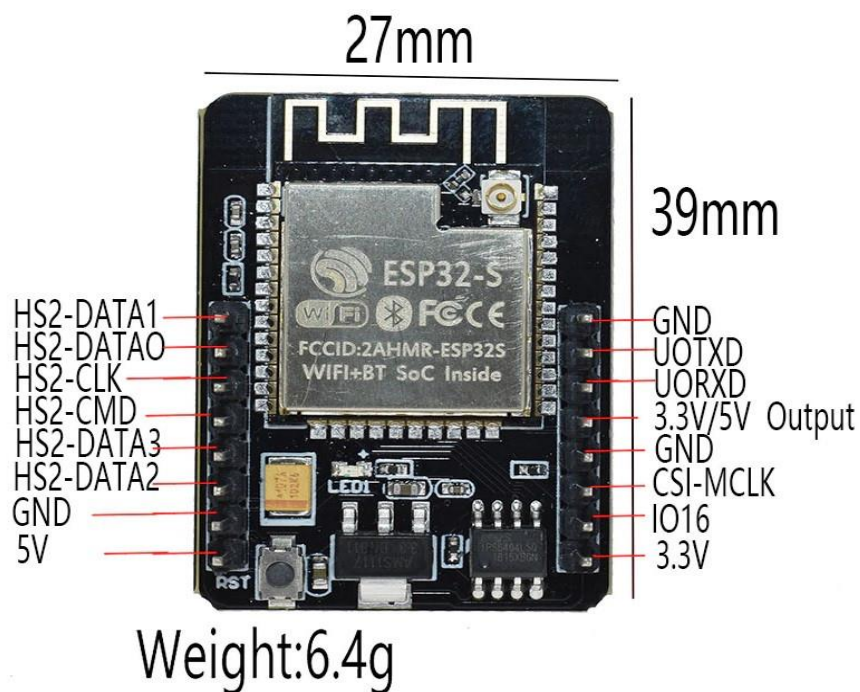


Рисунок 2.11 – Контакти плати МК ESP32-CAM

Програмна частина для роботи технічної системи яку буде розроблено буде створюватись із використанням безкоштовного середовища Arduino IDE. та безкоштовних бібліотек для ESP32-CAM [11-16].

Після аналізу популярних мікроконтролерів обрано ESP32-CAM. оскільки цей МК задовільняє усі вимоги для МК САКК.

2.4 Вибір та обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення МК САКК

Система керування клапаном - це електронна система, що дозволяє контролювати рух клапану в системі.

Клапани використовуються для керування рідиною або газом в системах, таких як водопостачання, системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та інших.

Система керування клапаном складається із таких двох головних компонентів: електронного пристрою керування (керуюча частина) та самого клапану (виконавча частина).

Електронний пристрій керування зазвичай складається з мк, сенсорів, драйверів клапану та інших елементів.

Він дозволяє контролювати роботу клапану, перевіряти стан системи та вживати заходів у разі виникнення аварійних ситуацій.

Електромагнітний клапан Gama. Для роботи над проектом було обрано електромагнітний (він же соленоїдний) клапан Gama, оскільки він має ряд переваг над іншими видами клапанів:

1. Швидке реагування. Соленоїдні клапани відкриваються та закриваються дуже швидко, що дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації, такі як пожежа. Швидке відкриття клапану дозволяє запобігти поширенню вогню або контролювати його розповсюдження.

2. Висока надійність. Соленоїдні клапани мають просту конструкцію і мало рухомих деталей, що робить їх надійними та малоприхильними до поломок. Вони можуть працювати безперервно із надійністю, що важливо в аварійних ситуаціях.

3. Керованість. Соленоїдні клапани легко керуються за допомогою електричного сигналу, що дозволяє точно регулювати ступінь відкриття та закриття клапану. Це важливо для забезпечення потрібного рівня контролю та безпеки в аварійних ситуаціях.

4. Електромагнітна ізоляція. Соленоїдні клапани мають електромагнітну ізоляцію, що дозволяє їм працювати безпечно в умовах високої температури, наприклад, біля вогню. Це забезпечує безпеку та довговічність клапану у вогнебезпечних середовищах.

5. Широкий вибір. Соленоїдні клапани доступні в різних розмірах, конфігураціях та матеріалах, що дозволяє підібрати оптимальний клапан для конкретного проекту. Можна вибрати клапан, який відповідає вашим вимогам щодо пропускної здатності, розміру, матеріалу та інших параметрів.

У цьому проекті використаємо не лише потужність самого МК, але і відоекамеру, що дасть змогу подивитись ситуацію в реальному часі на пункті охорони.

Живлення. Живленням для системи буде звичайна батарейка, оскільки в такому разі це буде автономна система, не прив'язана до якогось конкретного місця і її можна буде прикріпити на будь-яку поверхню.

Реле. Для того, щоб керувати клапаном нам потрібен безпосередньо сам виконуючий пристрій. За такий пристрій ми візьмемо однополюсне реле LU-5-R (рис. 2.12). Його принципова схема та принцип роботи показані на рисунках 2.13 та 2.14, відповідно.

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд реле

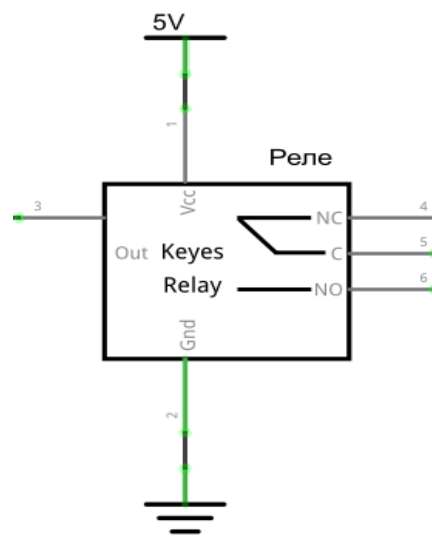


Рисунок 2.13 – Принципова схема реле

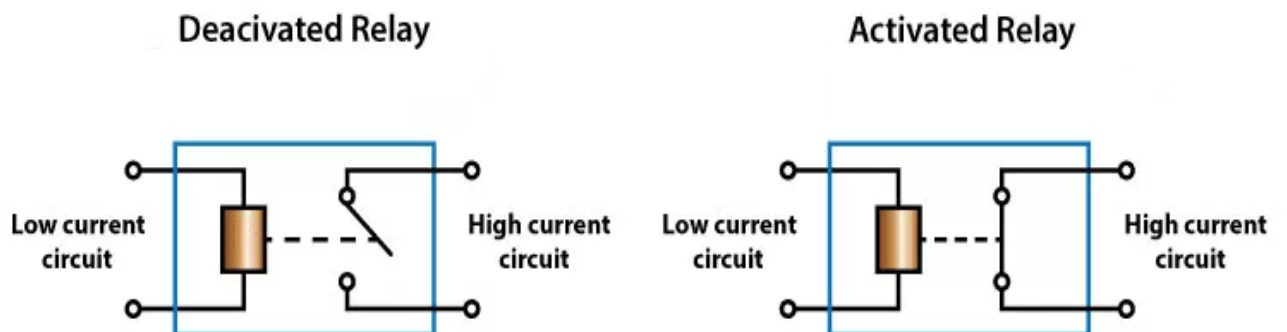


Рисунок 2.14 – Принцип роботи реле

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Датчик вогню Waveshare (9521) (рис. 2.15). Waveshare Датчик Вогню (9521) призначений для виявлення відкритого полум'я і застосовується в пожежній сигналізації та роботах. Він реагує на спектр полум'я, використовує широкосмуговий компаратор напруги LM393, має регульовану чутливість і індикатор вихідного сигналу.

Технічні характеристики:

- чутливість в діапазоні спектра: 760 нм ~ 1100 Нм;
- кут виявлення: 0 - 60 градусів;
- живлення: 3,3 В ~ 5,3 В;
- робоча температура: -25 °С ~ 85 °С;
- розміри: 27,3 мм * 15,4 мм;
- діаметр монтажних отворів: 2,0 мм.

Призначення роз'ємів:

- VCC ↔ живлення 3.3В ~ 5.3В;
- GND ↔ заземлення;
- AOUT ↔ MCU.IO (аналоговий вихід);
- DOUT ↔ MCU.IO (цифровий вихід).



Рисунок 2.15 – Вигляд датчику полум'я Waveshare

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.5 Вибір способу з'єднання периферійних пристроїв

Для програмування ESP32-CAM є кілька способів з'єднання. Ось декілька популярних способів:

- USB-серійне з'єднання: ESP32-CAM має вбудований USB-преобразувач, що дозволяє підключати його безпосередньо до комп'ютера через USB-порт. Для цього можна використовувати спеціальний програматор або просто підключити ESP32-CAM через USB-кабель. Завантаження програмного коду на МК та налагодження можуть здійснюватися через інтегровану USB-з'єднання;

- UART з'єднання: ESP32-CAM також має UART-порти, які можна використовувати для програмування і зв'язку з комп'ютером. Для цього потрібен USB-UART адаптер, який підключається до UART-порту ESP32-CAM і USB-порту комп'ютера. Такий адаптер перетворює UART-сигнали на USB-сигнали, що дозволяє підключити ESP32-CAM до комп'ютера для програмування;

- WiFi з'єднання: ESP32-CAM може підключатися до мережі Wi-Fi, що відкриває можливість безпроводового програмування через мережу. Для цього необхідно налаштувати ESP32-CAM на режим програмування по Wi-Fi та використовувати спеціальне програмне забезпечення або середовище розробки, яке підтримує безпроводове програмування.

Вибір способу з'єднання залежить від вимог та зручності. У цій роботі буде використовуватись безпроводний зв'язок, тому було вирішено використовувати Wi-Fi з'єднання. Він дозволяє завантажувати програмний код та налагоджувати ESP32-CAM.

2.6 Вибір програмного та технічного забезпечення для системи

Програмне та технічне забезпечення для створення та роботи мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном із використанням

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МК ESP32-CAM обрано шляхом огляду та аналізу сучасного програмного забезпечення.

Вибір способу програмування ESP32-CAM залежить від вимог та зручності в роботі з певним середовищем розробки.

Arduino IDE: Arduino IDE є популярним середовищем розробки для Arduino-сумісних мікроконтролерів, включаючи ESP32-CAM. Воно просте у використанні та має широку спільноту користувачів та документацію. Arduino IDE надає зручний інтерфейс для написання програмного коду, завантаження його на ESP32-CAM та налагодження. Тут можливо використовувати Arduino-сумісні бібліотеки та приклади для швидкого початку роботи з ESP32-CAM.

PlatformIO: PlatformIO є більш потужним та розширеним середовищем розробки для платформи Arduino. Воно підтримує не тільки Arduino-сумісні МК, але й інші платформи. PlatformIO забезпечує більш розширені можливості управління проектами та залежностями, має вбудовану підтримку Git та різними редакторами коду. Використання PlatformIO може бути корисним, якщо ви плануєте розробку більших та складніших проектів з ESP32-CAM.

ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework): ESP-IDF є офіційним фреймворком розробки для ESP32, який надає доступ до повної потужності МК та низькорівневих функцій. Використання ESP-IDF може бути вигідним, якщо потрібно докладно керувати мікроконтролером та використовувати його унікальні можливості. Це вимагає більшої кількості налаштувань та знань, але надає більшу гнучкість у розробці.

Оглянувши різноманітні варіанти програмування МК ESP32-CAM, було вирішено, що програма керування мікроконтролером системи буде розроблена в середовищі Arduino IDE, мова програмування в якому є подібною до C ++, оскільки має ряд переваг над іншими:

1. Простота використання. Arduino IDE є дружнім середовищем розробки з простим інтерфейсом. Воно підтримує масу документації та прикладів, що

спрощує розробку проекту. Це особливо корисно для початківців, оскільки дозволяє швидко досягнути основи програмування та роботи з МК.

2. Велика спільнота. Arduino має широку спільноту користувачів, яка активно ділиться знаннями та допомагає один одному. Якщо виникають питання або проблеми, можна звернутися до спільноти для отримання підтримки. Це сприяє швидкому вирішенню проблем та вдосконаленню вашого проекту;

3. Багата бібліотека. Arduino IDE має велику кількість доступних бібліотек, які значно спрощують розробку. Це дозволяє використовувати готові функціональні блоки, такі як комунікація по Wi-Fi, управління GPIO та інші, що прискорює процес розробки та зменшує кількість коду, який потрібно написати вручну;

4. Широкий вибір платформи. Arduino IDE підтримує багато різних платформ, включаючи ESP32-CAM. Це означає, що можна використовувати всі можливості ESP32-CAM, такі як камера, Wi-Fi, GPIO та інші, використовуючи знайоме і зручне середовище Arduino IDE;

5. Інтеграція з Arduino-сумісними пристроями. Якщо вже є Arduino-сумісні пристрої або модулі, вони легко можуть бути інтегровані з ESP32-CAM, використовуючи Arduino IDE. Також можна використовувати існуючий код та компоненти, що спрощує розробку та розширення проекту.

Загалом, програмування ESP32-CAM на Arduino IDE є привабливим варіантом для аварійного керування клапаном завдяки своїй простоті, доступності документації та прикладів, а також широкій спільноті користувачів.

2.7 Висновки

Проектування МК САКК є важливим етапом для забезпечення безпеки. В другому розділі роботи були розглянуті основні етапи проектування МК САКК.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведений аналіз основних складових МК САКК, який показав що до її складу потрібно включити такі компоненти: МК ESP32-CAM, клапан, датчики, блок живлення.

Після аналізу популярних мікроконтролерів обрано ESP32-CAM. оскільки цей МК задовольняє усі вимоги для МК САКК. Це повнофункціональний МК, якій має розташовану на монтажній платі відеокамеру та роз'єм для карти microSD. Він недорогий доволі простий у використанні та ідеально підходить для IoT - пристроїв (для яких потрібна камера з такими розширеними функціями, як відстеження та розпізнавання зображень).

Вибір та обґрунтування вибору периферійних пристроїв для створення МК САКК дозволив скласти перелік основних компонентів системи. В експериментальній моделі МК САКК буде встановлено сам клапан GAMA 2W-15, МК ESP32-CAM, реле LU-5-R, датчик полум'я Waveshare та батарейка у якості елемента живлення.

Програмне та технічне забезпечення для програмування роботи МК САКК з використанням МК ESP32-CAM обрано шляхом огляду та аналізу сучасного програмного забезпечення для програмування. Обрано Arduino IDE яке є популярним середовищем розробки для Arduino-сумісних мікроконтролерів, включаючи ESP32-CAM. Для розробки програм керування МК у середовищі Arduino IDE, використовують мову програмування яка є подібна до C ++. Це IDE просте у використанні та має широку спільноту користувачів та документацію. IDE надає зручний інтерфейс для написання програмного коду та програмування МК ESP32-CAM.

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Розробка електричної схеми

Побудова мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном з використанням МК ESP32-CAM зводиться до таких дій:

- 1) вибір компонентів, із яких складатиметься система;
- 2) побудова електрично-принципової схеми;
- 3) написання коду для ESP32-CAM.

Мікроконтролерна система це завжди з'єднання електричних елементів, підключення живлення, заземлення та написання коду. Це основа будь-якої такої системи. Найголовнішими елементами тут є безпосередньо сам мікроконтролер та клапан.

Але перед тим, як починати розробку ще раз уточнимо що саме має робити наша система і як вона має працювати. Отож, у використанні є мк, що використовує мережу для передачі даних. Він з'єднаний із реле, який у свою чергу з'єднаний із клапаном, яким має керувати. У цього МК є камера, за допомогою якої можна слідкувати за ситуацією.

Моделювання ситуації, коли спрацює аварійне керування клапаном.

Наприклад, розглянемо варіант із пожежею на скалді. Спочатку буде безпосередньо саме розпізнавання вогню за допомогою детектору вогню та камери на мікроконтролері ESP32-CAM. Як тільки датчик сприйме вогонь, мікроконтролер посилає сигнал людині на прив'язаний пристрій, щоб сповістити про небезпеку і, у той же момент, посилає сигнал на клапан. Оскільки вибрано клапан типу нормально закритий, то при поданні на нього сигналу клапан перейде у відкритий стан. Потім буде очікуватись сигнал від людини на закриття клапану. Окрім того, мікроконтролер постійно зчитуватиме інформацію із датчика полум'я, і, якщо сигналу про небезпеку більше не буде контроллер

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посилає сигнал про закриття клапану, щоб запобігти надмірному витoku речовини, якою гасили пожежу.

Загальний алгоритм роботи мікроконтролерної системи зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Блок-схема загального алгоритму роботи мікроконтролерної системи керування клапаном

3.2 Опис апаратної реалізації МК САКК із використанням МК ESP32-CAM

Отож, для апаратної реалізації МК САКК із використанням МК ESP32-CAM потрібні такі елементи:

- МК ESP32-CAM;
- керуючий елемент;
- датчик полум'я;
- живлення;
- клапан.

МК буде програмуватися на Arduino IDE на мові, що подібна до C++. Контакт МК GND, що означає ground, - заземлення – підключаємо до керуючого реле, що виконує роль виконуючого елемента. З'єднуємо один із контактів (пін) із іншим контактом на реле, щоб можна було подавати сигнал дії на клапан. Під'єднуємо живлення та сам клапан. Усі з'єднання зображені на електрично-принциповій схемі (рис. 3.2).

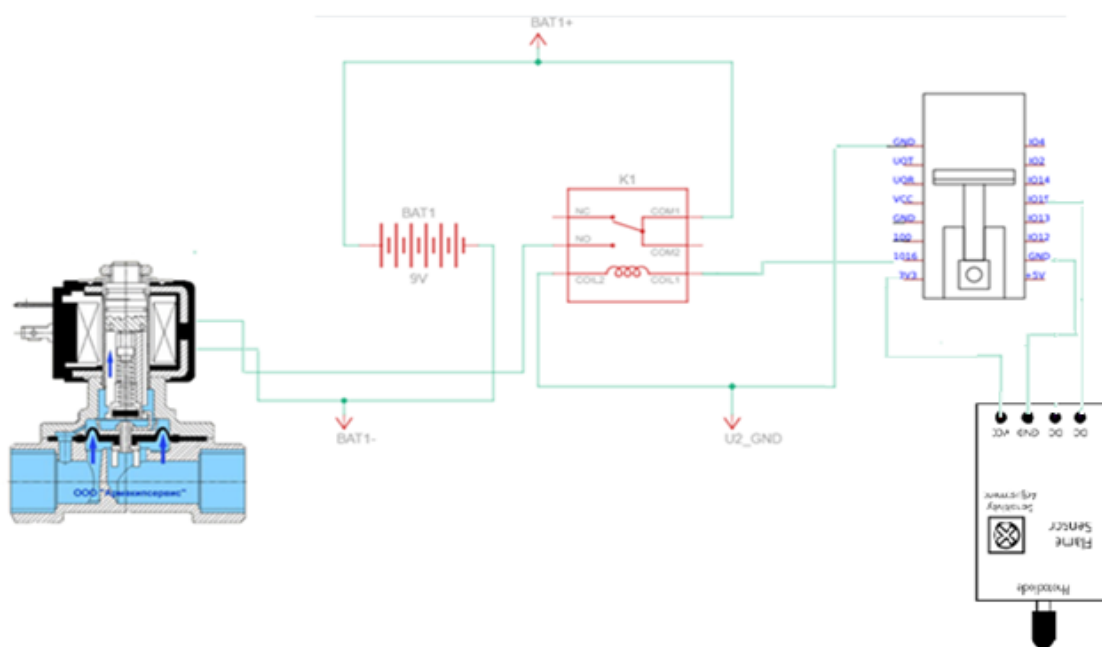


Рисунок 3.2 – Електрично-принципова схема мікроконтролерної системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.3 Розробка схеми з'єднань елементів МК САКК

Розробку схеми з'єднань елементів МК САКК із використанням мікроконтролера ESP32-CAM робимо використовуючи електричну-принципову схему, де було вказано які компоненти як з'єднуються між собою. Розроблена а схема з'єднань елементів МК САКК зображена на рисунку 3.3.

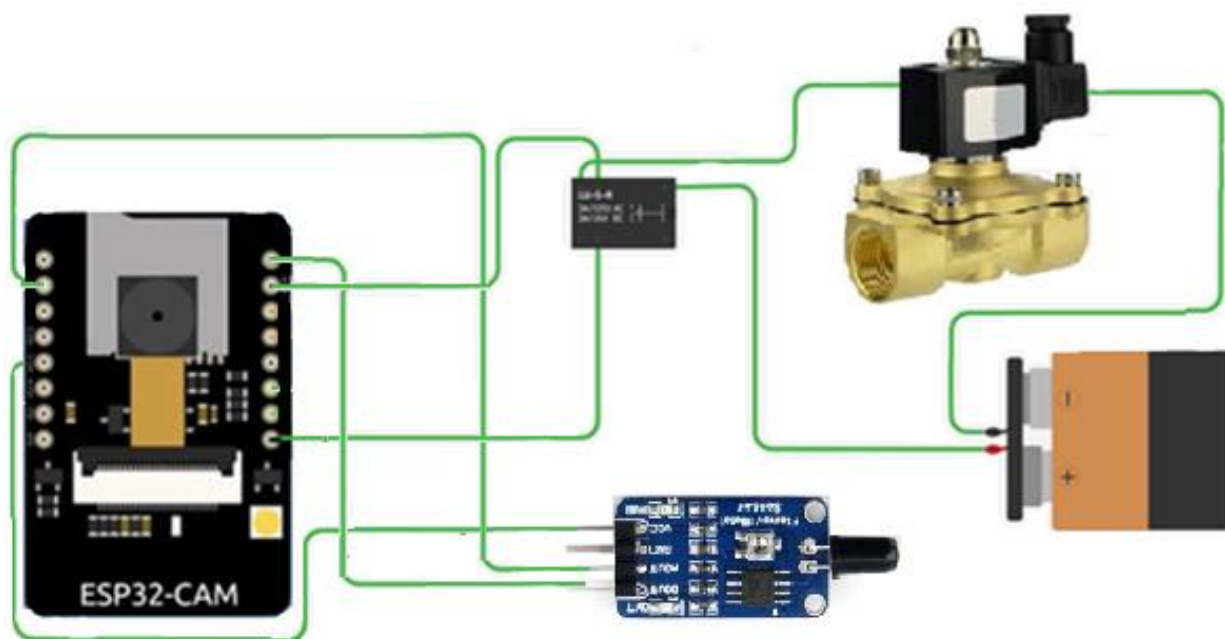


Рисунок 3.3 – Схема з'єднань елементів МК САКК

Підключаємо живлення до керуючого елементу і клапану. З'єднуємо керуючий елемент (реле) із клапаном, оскільки сигнал на клапан подаватиметься саме через керуючий елемент, а не напряму від МК. Заземляємо МК.

Є ще невеличкий момент: для того, що можна було прошити МК ESP32-CAM необхідно з'єднати контакти IO0 та GND, тому для прошивки з'єднуємо ці контакти, але коли перейдемо до безпосередньої роботи ці контакти потрібно буде роз'єднати.

Тому перед прошивкою схема виглядатиме так, як на рисунках нижче (рис. 3.4 – 3.5).

Розроблена модель була успішно скомпільована, тому далі відбулась перевірка станів і виходів МК – перевірка реакції клапану на вихідні сигнали.

3.4 Створення програми для МК ESP32-CAM

Програма для мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном написана у Arduino IDE на мові, подібній до C++.

Але в сама IDE не підтримує програмування для плати ESP32-CAM, тому потрібно встановити додаткову підтримку плат.

Після цього можна буде програмувати для ESP32-CAM.

Щоб встановити плату ESP32 до програми Arduino IDE, потрібно спочатку відкрити вікно налаштувань із Arduino IDE, перейти до Arduino > Налаштування, ввести https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json у поле «URL Менеджер додаткових плат» (рис. 3.6).

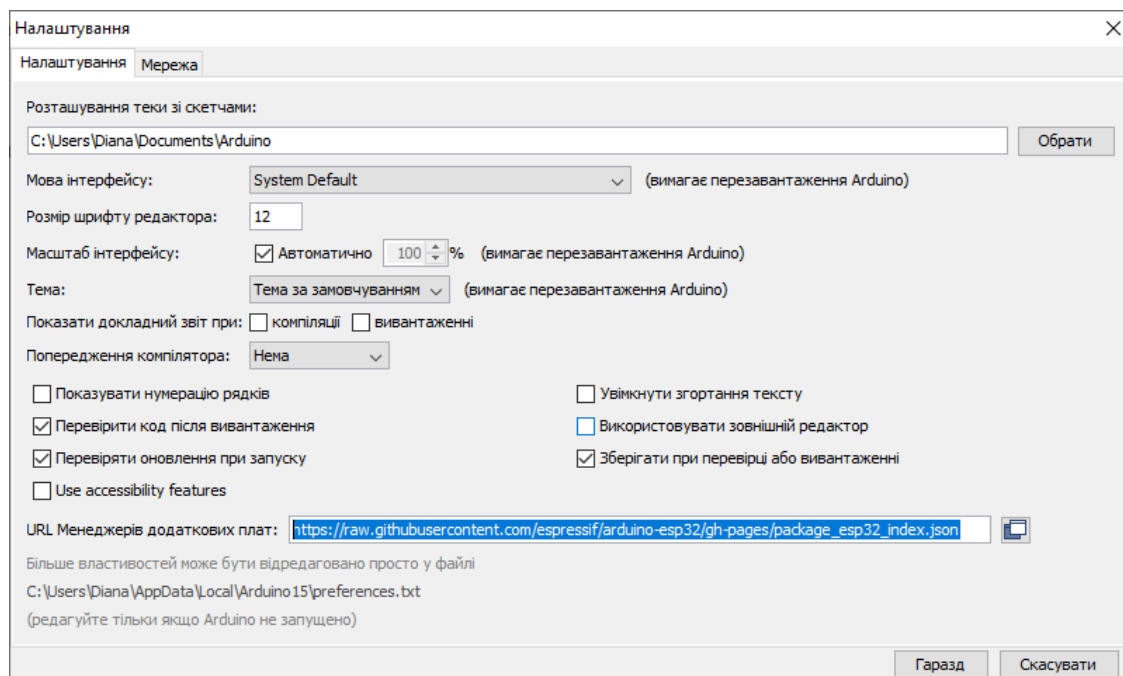


Рисунок 3.6 – Налаштування місцезнаходження бібліотеки для ESP32

Потім потрібно додати налаштування плати у IDE. Для цього відкриємо Інструменти > Плати > Менеджер плат і введемо у пошук «esp32» та встановимо його (рис. 3.7).

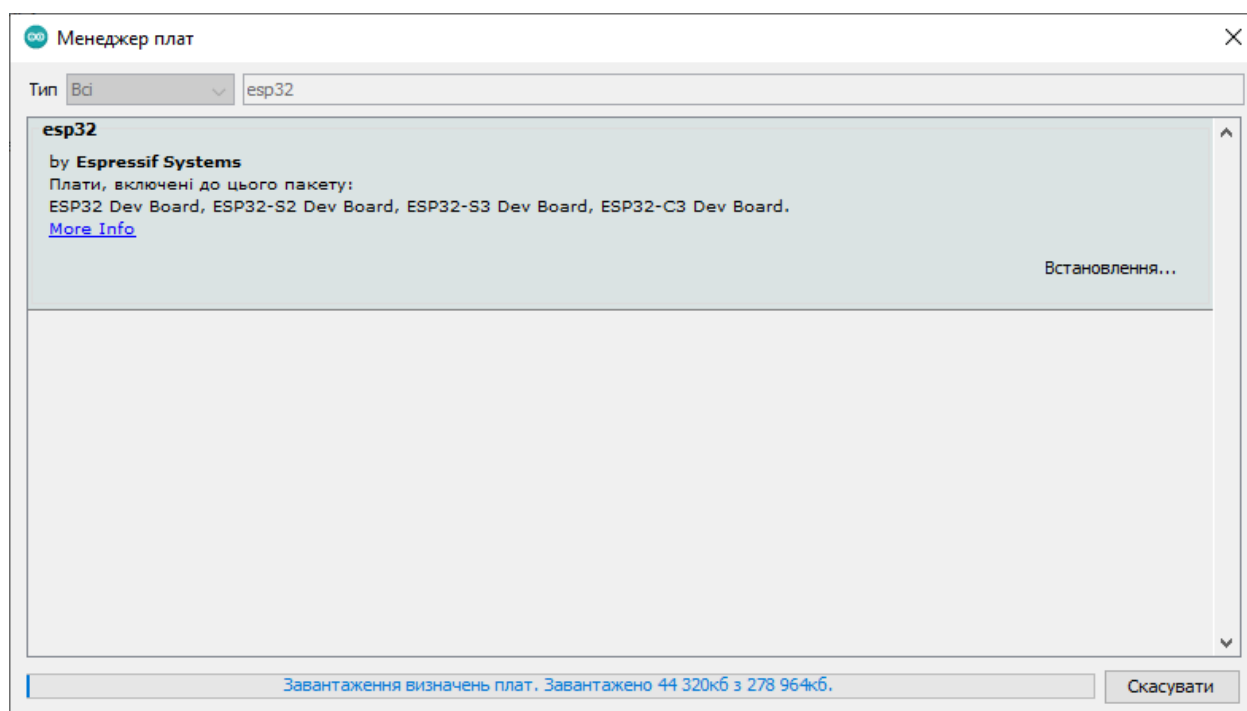


Рисунок 3.7 – Встановлення розширення підтримки плати ESP32-CAM

Перед початком створення програмної частини проєкту необхідно вказати програмі, у цьому випадку, Arduino IDE, що потрібно працювати із платою ESP32-CAM, а не з якоюсь іншою. Для цього обираємо вкладку Інструменти > Плата > ESP32 Arduino і шукаємо пункт «AI Thinker ESP32-CAM» (рис. 3.8).

Тепер можна приступати до написання безпосередньо самої програми.

Для початку слід написати програму, яка б визначала полум'я та подавала сповіщення про небезпеку. Оскільки дипломна робота сконцентрована на програмуванні МК для аварійного керування клапаном, не будемо розробляти абсолютно нову концепцію програми для розпізнавання вогню, а просто скористаємося вже існуючим варіантом для виявлення вогню за допомогою датчика полум'я.

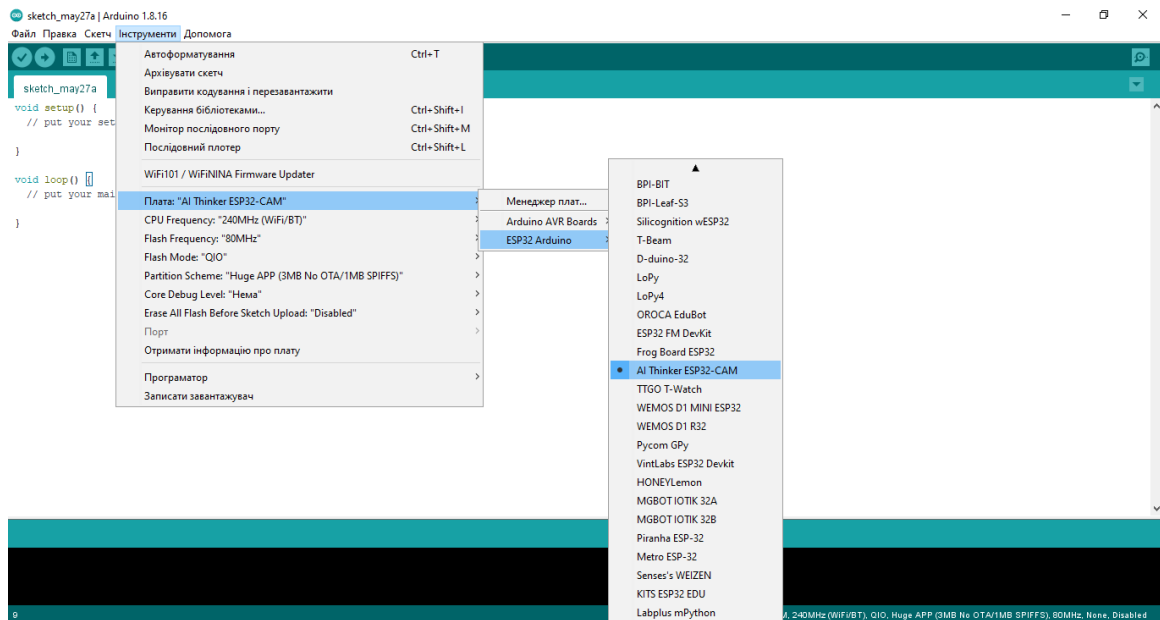


Рисунок 3.8 – Вибір плати ESP32 для роботи

Однією із переваг Arduino IDE є також наявність певних шаблонів та прикладів. Наприклад, замість того, щоб прописувати, чи, навіть, просто шукати на просторах інтернету код для написання блоку веб-серверу для камери, можна скористатися вже готовим варіантом, який надає Arduino IDE – CameraWebServer (рис. 3.9)

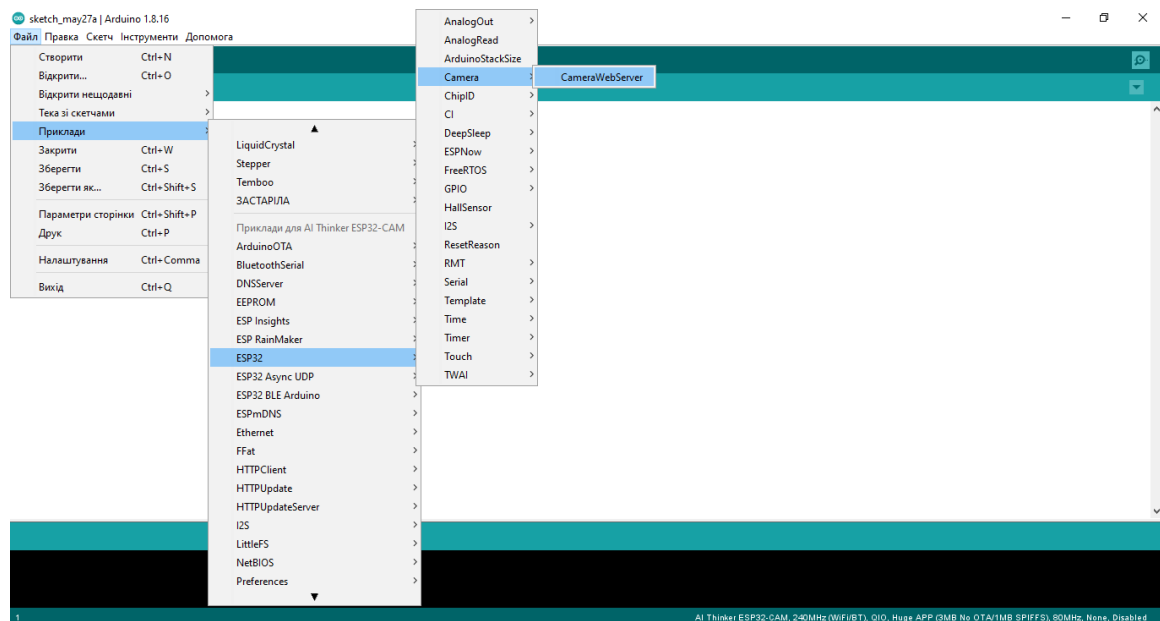
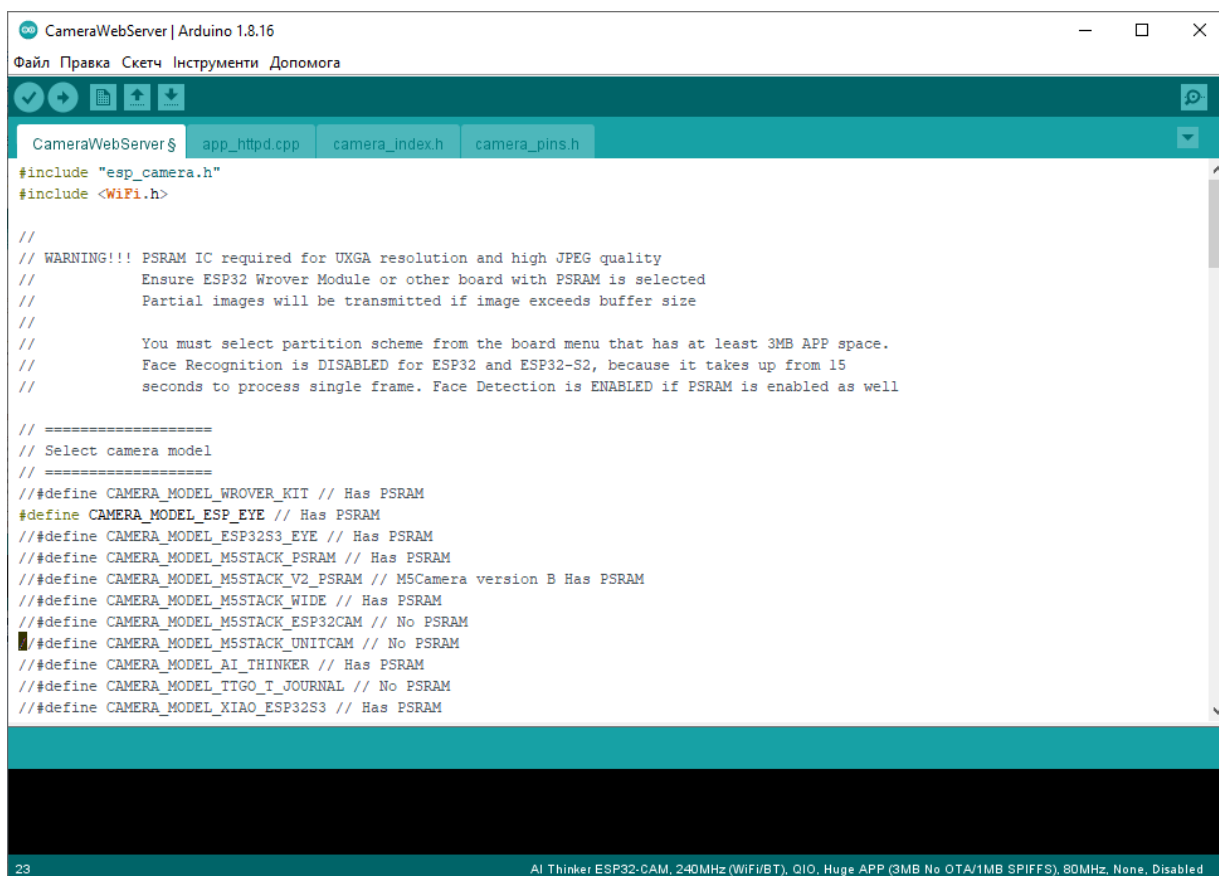


Рисунок 3.9 – Вибір шаблону

У новому вікні програми нам відкриється шаблон CameraWebServer (рис. 3.10).



```
CameraWebServer | Arduino 1.8.16
Файл Правка Скетч Інструменти Допомога

CameraWebServer $ app_httpd.cpp camera_index.h camera_pins.h

#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>

//
// WARNING!!! PSRAM IC required for UXGA resolution and high JPEG quality
// Ensure ESP32 Wrover Module or other board with PSRAM is selected
// Partial images will be transmitted if image exceeds buffer size
//
// You must select partition scheme from the board menu that has at least 3MB APP space.
// Face Recognition is DISABLED for ESP32 and ESP32-S2, because it takes up from 15
// seconds to process single frame. Face Detection is ENABLED if PSRAM is enabled as well

// =====
// Select camera model
// =====
// #define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT // Has PSRAM
#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE // Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_ESP32S3_EYE // Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM // Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_V2_PSRAM // M5Camera version B Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE // Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_ESP32CAM // No PSRAM
#define CAMERA_MODEL_M5STACK_UNITCAM // No PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_TTGO_T_JOURNAL // No PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_XIAO_ESP32S3 // Has PSRAM

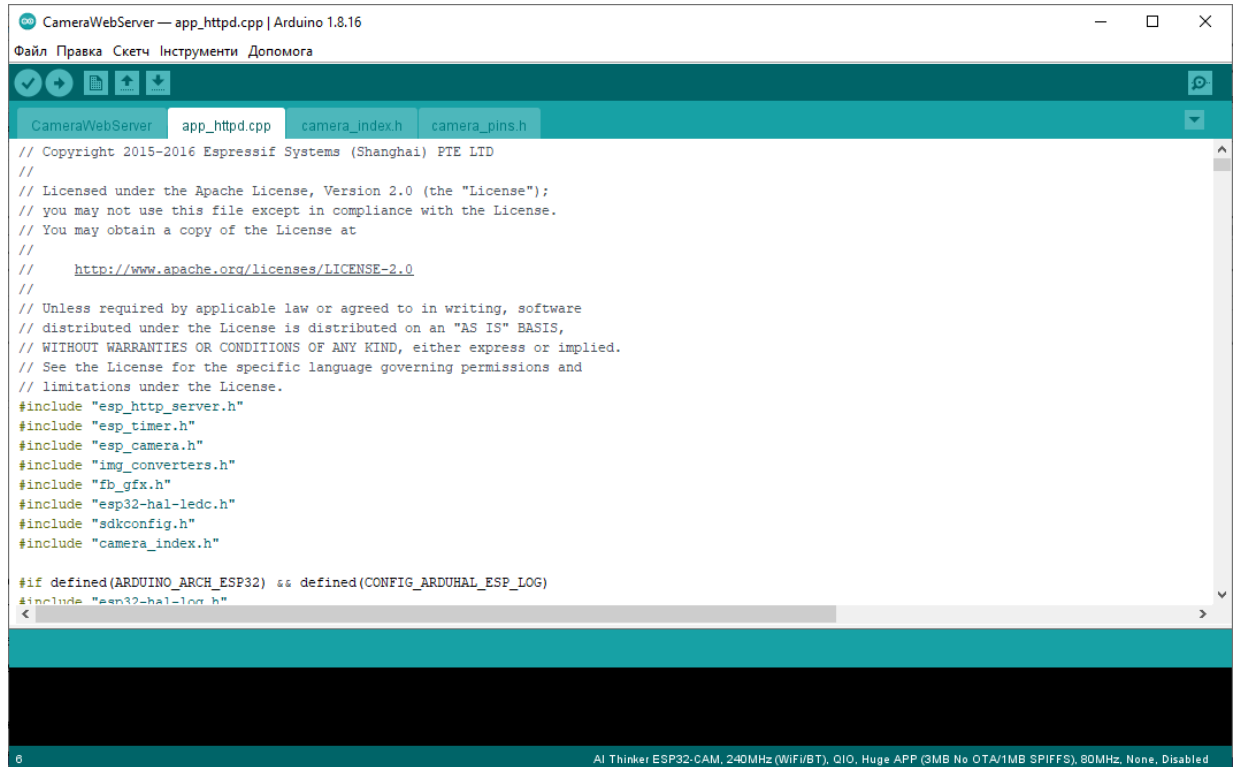
23 AI Thinker ESP32-CAM, 240MHz (WiFi/BT), QIO, Huge APP (3MB No OTA/1MB SPIFFS), 80MHz, None, Disabled
```

Рисунок 3.10 – Шаблон CameraWebServer, файл CameraWebServer.ino

Код програми написано мовою, подібною до C++, він зберігається у декількох файлах:

- основна програма знаходиться у файлі CameraWebServer.ino. Тут виконується ініціалізація послідовних портів для взаємодії з комп'ютером та клапаном, ініціалізація Wi-Fi та завантаження Web-сервера, задіяних у роботі. У цьому ж файлі програма виконує основний робочий цикл (рис. 3.10);
- у файлі app_httpd.cpp зберігаються функції обробки відеоінформації, функції забезпечення роботи Web-сервера (рис. 3.11);
- файл camera_index.h зберігає Web-сторінку системи у бінарному вигляді (рис. 3.12);

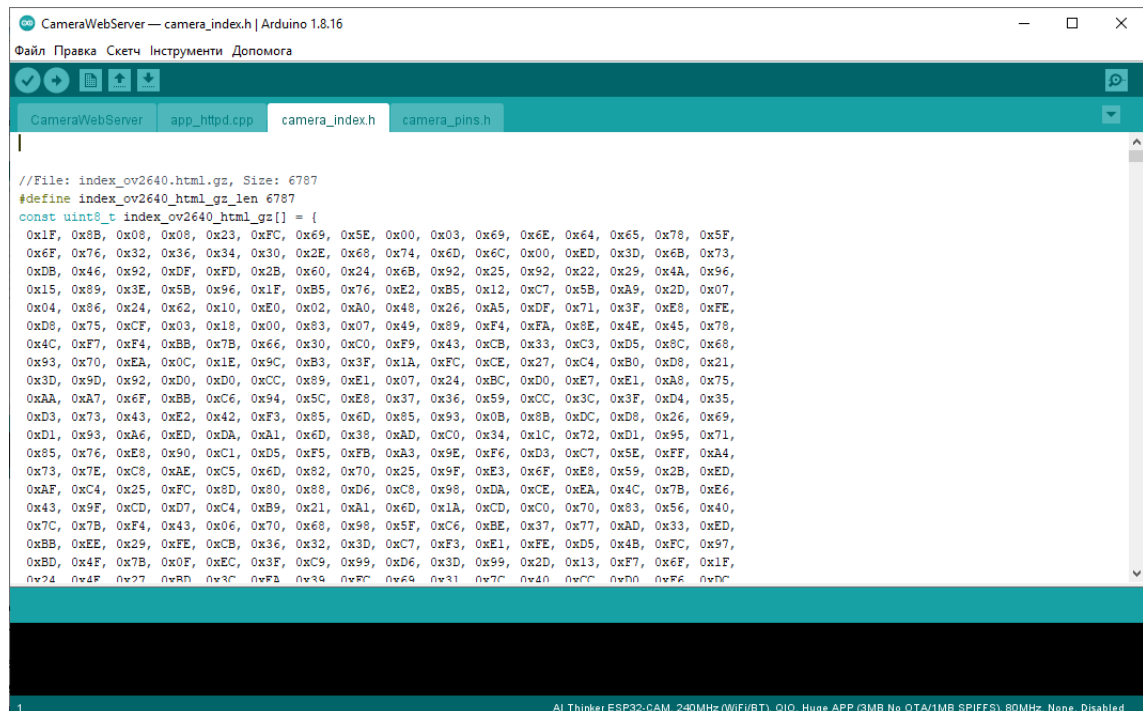
- файл camera_pins.h зберігає налаштування для різних типів відеокамери (рис. 3.13).



```
// Copyright 2015-2016 Espressif Systems (Shanghai) FTE LTD
//
// Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
// you may not use this file except in compliance with the License.
// You may obtain a copy of the License at
//
// http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0
//
// Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
// distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
// WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
// See the License for the specific language governing permissions and
// limitations under the License.
#include "esp_http_server.h"
#include "esp_timer.h"
#include "esp_camera.h"
#include "img_converters.h"
#include "fb_gfx.h"
#include "esp32-hal-ledc.h"
#include "sdkconfig.h"
#include "camera_index.h"

#if defined(ARDUINO_ARCH_ESP32) && defined(CONFIG_ARDUHAL_ESP_LOG)
#include "esp32-hal-log.h"
<
6
AI Thinker ESP32-CAM, 240MHz (WiFi/BT), QIO, Huge APP (3MB No OTA/1MB SPIFFS), 80MHz, None, Disabled
```

Рисунок 3.11 – Файл app_httpd.cpp



```
//File: index_ov2640.html.gz, Size: 6787
#define index_ov2640_html_gz_len 6787
const uint8_t index_ov2640_html_gz[] = {
  0x1F, 0x8B, 0x08, 0x08, 0x23, 0xFC, 0x69, 0x5E, 0x00, 0x03, 0x69, 0x6E, 0x64, 0x65, 0x78, 0x5F,
  0x6F, 0x76, 0x32, 0x36, 0x34, 0x30, 0x2E, 0x68, 0x74, 0x6D, 0x6C, 0x00, 0xED, 0x3D, 0x6B, 0x73,
  0xD5, 0x46, 0x92, 0xDF, 0xFD, 0x2B, 0x60, 0x24, 0x6B, 0x92, 0x25, 0x92, 0x22, 0x29, 0x4A, 0x96,
  0x15, 0x89, 0x3E, 0x5B, 0x96, 0x1F, 0xB5, 0x76, 0xE2, 0xB5, 0x12, 0xC7, 0x5B, 0xA9, 0x2D, 0x07,
  0x04, 0x86, 0x24, 0x62, 0x10, 0xE0, 0x02, 0xA0, 0x48, 0x26, 0xA5, 0xDF, 0x71, 0x3F, 0xE8, 0xFE,
  0xD8, 0x75, 0xCF, 0x03, 0x18, 0x00, 0x83, 0x07, 0x49, 0x89, 0xF4, 0xFA, 0x8E, 0x4E, 0x45, 0x78,
  0x4C, 0xF7, 0xF4, 0xBB, 0x7B, 0x66, 0x30, 0xC0, 0xF9, 0x43, 0xCB, 0x33, 0xC3, 0xD8, 0x8C, 0x68,
  0x93, 0x70, 0xEA, 0x0C, 0x1E, 0x9C, 0xB3, 0x3F, 0x1A, 0xFC, 0xCE, 0x27, 0xC4, 0xB0, 0xD8, 0x21,
  0x3D, 0x9D, 0x92, 0xD0, 0xD0, 0xCC, 0x89, 0xE1, 0x07, 0x24, 0xBC, 0xD0, 0xE7, 0xE1, 0xA8, 0x75,
  0xA8, 0xA7, 0x6E, 0xBB, 0xC6, 0x94, 0x5C, 0xE8, 0x37, 0x36, 0x59, 0xCC, 0x3C, 0x3F, 0xD4, 0x35,
  0xD3, 0x73, 0x43, 0xE2, 0x42, 0xF3, 0x85, 0x6D, 0x85, 0x93, 0x0B, 0x8B, 0xDC, 0xD8, 0x26, 0x69,
  0xD1, 0x93, 0xA6, 0xED, 0xDA, 0xA1, 0x6D, 0x38, 0xAD, 0xC0, 0x34, 0x1C, 0x72, 0xD1, 0x95, 0x71,
  0x85, 0x76, 0xE8, 0x90, 0xC1, 0xD5, 0xF5, 0xFB, 0xA3, 0x9E, 0xF6, 0xD3, 0xC7, 0x5E, 0xFF, 0xA4,
  0x73, 0x7E, 0xC8, 0xAE, 0xC5, 0x6D, 0x82, 0x70, 0x25, 0x9F, 0xE3, 0x6F, 0xE8, 0x59, 0x2B, 0xED,
  0xAF, 0xC4, 0x25, 0xFC, 0xD8, 0x80, 0x98, 0xD6, 0xC8, 0x98, 0xDA, 0xCE, 0xEA, 0x4C, 0x7B, 0xE6,
  0x43, 0x9F, 0xCD, 0xD7, 0xC4, 0xB9, 0x21, 0xA1, 0x6D, 0x1A, 0xCD, 0xC0, 0x70, 0x83, 0x56, 0x40,
  0x7C, 0x7B, 0xF4, 0x43, 0x06, 0x70, 0x68, 0x98, 0x5F, 0xC6, 0xBE, 0x37, 0x77, 0xAD, 0x33, 0xED,
  0xB8, 0xEE, 0x29, 0xFE, 0xCB, 0x36, 0x32, 0x3D, 0xC7, 0xF3, 0xE1, 0xFE, 0xD5, 0x4B, 0xFC, 0x97,
  0xBD, 0x4F, 0x7B, 0x0F, 0xEC, 0x3F, 0xC9, 0x99, 0xD6, 0x3D, 0x99, 0x2D, 0x13, 0xF7, 0x6F, 0x1F,
  0x24 0x4F 0x27 0xD8 0x3C 0xF3 0x39 0xFC 0x69 0x31 0x7C 0x40 0xC8 0xD0 0xF6 0xDC
}
1
AI Thinker ESP32-CAM, 240MHz (WiFi/BT), QIO, Huge APP (3MB No OTA/1MB SPIFFS), 80MHz, None, Disabled
```

Рисунок 3.12 – Файл camera_index.h

```
#if defined(CAMERA_MODEL_WROVER_KIT)
#define FWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 21
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 19
#define Y4_GPIO_NUM 18
#define Y3_GPIO_NUM 5
#define Y2_GPIO_NUM 4
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

#elif defined(CAMERA_MODEL_ESP_EYE)
#define FWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 4
#define SIOD_GPIO_NUM 18
```

Рисунок 3.13 – Файл camera_pins.h

Бепосередньо код програми пишеться у частині void loop() – це зациклена частина, що постійно виконується і дозволяє постійно зчитувати дані (рис. 3.14).

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

startCameraServer();

Serial.print("Camera Ready! Use 'http://'");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println(" to connect");
}

void loop() {
  flame_detected = digitalRead(flame_sensor);
  if (flame_detected == 1)
  {
    Serial.println("Flame detected...! take action immediately.");
    digitalWrite(valve_pin, HIGH);
    delay(200);
  }
  else
  {
    Serial.println("No flame detected. stay cool!");
    digitalWrite(valve_pin, LOW);
  }
  delay(10000);
}
```

Рисунок 3.14 – Виконуваний цикл void loop()

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Що означає код:

- `#include <WiFi.h>` - підключення бібліотеки Wi-Fi, щоб у програмі можна було використовувати Wi-Fi;
- `#include <ESP32CAM.h>` - підключення бібліотеки для використання модуля esp32-cam;
- `#include "camera_pins.h"` – підключення налаштувань камери;
- `const char* ssid = "WIFI_SSID"` – глобальна змінна, що потрібна для ідентифікації мережі по назві цієї мережі;
- `const char* password = "password"` – глобальна змінна, використовується в якості паролю до безпроводної мережі;
- `int flame_sensor = 15;`
`int flame_detected;` - вказуємо входи детектора полум'я;
- `void setup()` – це головна функція, вона виконується, як тільки ми підключаємо мікроконтролер до живлення;
- потім йде основний код, де проходить взаємодія із веб-сервером;
- `void loop()` – цикл, для того, щоб постійно перевіряти, чи є якісь зміни у нашому системі;
- тут постійно зчитуються дані із камери та детектору і якщо раптом надходить сигнал про пожежу то подається сигнал на клапан і звукове сповіщення.

Повний код програми CameraWebServer.ino наведено у Додатку Г.

3.5 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано програмно-апаратну реалізацію та тестування МК САКК із використанням МК ESP32-CAM.

Була розроблена електричної схеми МК САКК та загальний алгоритм її роботи. На основі цього алгоритму було виконано опис апаратної реалізації МК

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

САКК. До складу якої входять МК ESP32-CAM, керуючий елемент, датчик полум'я, блок живлення, клапан.

На основі електричної принципової схеми була розроблена схема з'єднань елементів МК САКК на якій показано як компоненти з'єднуються між собою (схему виконано з використанням середовища TinkerCad).

Для створення програми керування МК САКК було налаштоване середовище Arduino IDE (вказане місце знаходження бібліотеки для ESP32-CAM та встановлено розширення підтримки плати ESP32-CAM).

Після чого створено код програми керування МК САКК, який вміщує: шаблон веб-серверу для ESP32-CAM; частину void setup() з переліком головних функцій та ініціалізацією основних елементів програми; безперервного циклу void loop() з вмістом головної частини виконуваної програми. Код програми зберігається у чотирьох файлах: CameraWebServer.ino, app_httpd.cpp, camera_index.h, camera_pins.h.

У файлі CameraWebServer.ino знаходиться основна програма. Окрім цього тут виконується ініціалізація послідовних портів для взаємодії з комп'ютером та клапаном, ініціалізація Wi-Fi та завантаження Web-сервера, задіяних у роботі. У цьому ж файлі програма виконує основний робочий цикл.

У файлі app_httpd.cpp зберігаються функції обробки відеоінформації, функції забезпечення роботи Web-сервера.

Файл camera_index.h зберігає Web-сторінку системи у бінарному вигляді.

Файл camera_pins.h зберігає налаштування для різних типів відеокамери.

					КвРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було змодельовано, спроектовано та реалізовано МК систему аварійного керування клапаном із використанням ESP32-CAM. Системи створено на основі електромагнітного клапану GAMMA і ESP32-CAM, та допоміжних електричних компонентів.

Практичне значення має змодельована, спроектована та реалізована мікроконтролерна система аварійного керування клапаном із використанням МК ESP32-CAM що дозволяє аварійно керувати клапаном.

Розробку електричної принципової схеми МК САКК виконано на основі розробленої блок-схеми. Головним елементом апаратної частини МК САКК є МК ESP32-CAM. Виконавчим елементом апаратної частини МК САКК є електромагнітний клапан Gama.

Макет МК САКК було створено згідно розробленої принципової електричної схеми.

Програмування МК САКК виконано з використанням для середовища програмування Arduino IDE, яке було налаштовано для програмування МК ESP32-CAM. Оскільки клапаном Gama має лише два положення (може бути закритим або відкритим), програма для його керування має простий алгоритм. Використання плати МК ESP32-CAM дозволяє використовувати стандартні бібліотеки для керування веб-сервером та відео камерою плати (з додатковими змінними та необхідними налаштуваннями).

Після тестування були виявлені напрямки покращенням апаратної частини МК САКК. Це може бути покращення датчиків полум'я, (наприклад можна обрати більш чутливий до інфрачервоного випромінювання,) або іншим заміна камери (яка була в комплекті з платою) на більш досконалу (з кращою якістю, та більшим кутом огляду). Другим напрямком покращення МК САКК може бути написання програмного коду для розпізнавання полум'я камерою зі сповіщенням про пожежу.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Corelamps. URL: <https://corelamps.com/elektromontazhne-obladnannia/datchyky/> (дата звернення: 01.04.2023).
2. Patrascioiu C., Panaitescu C., Paraschiv N. Control Valves - Modeling and Simulation. Petroleum-Gas University of Ploiesti Bd. Bucuresti 39, Ploiesti, 100680 Romania.
3. Xu B., Shen J., Liu S., Su Q., Zhang J. Research and Development of Electro-hydraulic Control Valves *Chinese Journal of Mechanical Engineering*. 2020, p. 1-20.
4. Zhang D., Engeda A., Hardin J. R., Aungier R. H. Experimental study of steam turbine control valves. *Turbomachinery Laboratory, Michigan State University, 2500EB, East Lansing, MI 48823, USA*.
5. Lazzarin R., Noro M. Experimental comparison of electronic and thermostatic expansion valves performances in an air conditioning plant. *International Journal Of Refrigeration* 31. 2008, 113–118.
6. Adamkowskia A., Lewandowskia M. Consideration of the cavitation characteristics of shut-off valves in numerical modelling of hydraulic transients in pipelines with column separation: *Procedia Engineering* 70. *12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI2013*. 2014 , pp. 1027 – 1036.
7. Pandula Z., Halász G. Dynamic model for simulation of check valves in pipe systems. *Periodica Polytechnica Ser. Mech. Eng.* Vol. 46, No. 2, 2002, pp. 91–100.
8. Camozzi Automation. URL: <https://www.camozzi.ua/sites/default/files/product/img/2020-08/J4-J6.pdf> (дата звернення: 6.04.2023).
9. Розробка програмних модулів для обміну даними у промислових мережах. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46647/1/RPMODPM_posibnyk.pdf (дата звернення: 6.04.2023).

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Система захисту від потопу для розумного будинку, Tervix ZigBee Water Stop. URL: https://tervix.ua/product/Tervix/rozumniy_budinok/4912612_sistema_zakhistu_vid_potopu_dlya_rozumnogo_budinku_tervix_zigbee_water_stop_na_1_trubu_3_4/ (дата звернення: 6.04.2023).

11. Розумна wifi система захисту від витoku газу. URL: https://e-gadget.ua/ua/umnaya_wifi_sistema_zashchity_ot_utechki_gaza_dlya_diametra_truby_3_4_duyma_dn20_nectronix_cw-20dn_kit/ (дата звернення: 6.04.2023).

12. Соленоїдний клапан. URL: <https://ekvi.net.ua/chto-takoe-solenoidnyy-klapan/> (дата звернення: 6.04.2023).

13. Соленоїди. URL: <https://kerchtt.ua/uk/solenoidy---ustroistvo-rabota-primenenie-naibolee-optimalnye/> (дата звернення: 6.04.2023).

14. Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*. 1(1), 2020, 17-22.

15. Модуль Wi-Fi ESP32-CAM. URL: <https://arduino.ua/prod3458-modyl-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (дата звернення: 13.04.2023).

16. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Demska, N., Novoselov, S. Development of a software module for operational dispatch control of production based on cyber-physical control systems. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. No. 4 (14), 2020, P. 155–168.

17. Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звернення: 15.04.2023).

18. Уроки Arduino для новачків. URL: https://geekmatic.in.ua/ua/arduino_lesson_111. (дата звернення: 15.04.2023).

19. Amestica, O. E. An experimental comparison of Arduino IDE compatible platforms for digital control and data acquisition applications. *2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)*. IEEE. 2019. p. 1-6.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Badamasi Y. A. The working principle of an Arduino. *2014 11th international conference on electronics, computer and computation (ICECCO)*. IEEE. 2014. p. 1-4.

21. Perumal, B., Air Pollution Monitoring System by using Arduino IDE. *2021 Second International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. IEEE. 2021. p. 797-802.

22. Rusimanto P. W., Endryansyah, Anifah L., Harimurti R., Anistyasari Y. Implementation of arduino pro mini and ESP32 cam for temperature monitoring on automatic thermogun IoT-based. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. Vol. 23, No. 3, September 2021, pp. 1366~1375.

23. Onlink. URL: <https://onlink.com.ua/u-prox-valve-dn20/> (дата звернення: 15.04.2023).

24. Bigl. URL: <https://bigl.ua/ua/p1113660424-modul-esp32-cam> (дата звернення: 15.04.2023).

25. Goodmax. URL: https://goodmax.com.ua/uk/product/elektromagnitnyj-klapan-gama-2w-15-nc-12-0---10-bar?gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6ET4LNDE-k3RXaU4WWPPyUDKQZGTJwOfmMp1zugmNxswpBKrXAksvxoCuAMQAvD_BwE (дата звернення: 15.04.2023).

26. Budiharto W., Irwansyah E., Sembodo I. S., Agung A., low-cost vision-based face recognition using esp32-cam for tracked robot, *ICIC Express Letters Part B: Applications*, Volume 13, Number 3, March 2022 ICIC International ©2022 pp. 321–327.

27. Teplokor. URL: <https://teplokor.com.ua/products/klapan-dvuhstvorchatyj-du-65> (дата звернення: 17.04.2023).

28. Грищук Ю. С. Г85 Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384.

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Gridling G., Weiss B. Introduction to Microcontrollers: Courses 182.064 & 182.074: Vienna University of Technology, Institute of Computer Engineering, Embedded Computing Systems Group, February 26, 2007, p. 175.

30. Schwartz M. Internet of Things with ESP8266 build amazing Internet of Things projects using the ESP8266 Wi-Fi : Packt Publishing, Birmingham, UK, 2016.

31. Zakariyya O.S, Salami A.F., Alabi O. O., Usman A.M. Design of a Bimodal Home Automation System using ESP8266 and ATMEGA328 Microcontroller. *Computer Engineering and Applications* Vol. 6, No. 3, 2017, pp 95-108.

32. Never Underestimate Real Development spaces (NURDs) URL: <https://nurdspace.nl/ESP32> (дата звернення: 23.04.2023).

33. Setiawan A., Purnamasari A. I. Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan. *Prosiding Seminar Nasional Sisfotek (Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*. Vol.3, No. 1 2019, 148-154.

34. Halfacree G., Upton E. Raspberry PI User Guide : WILEY, 2016, p. 302 .

35. What is Arduino?: Arduino Documentation, Fall 2015, pp. 1-7.

36. Banzi M., Shiloh M. Getting started with Arduino, The opensource electronics prototyping platform : Make Community, LLC, Copyright, 2022.

37. Tinkercad. URL: <https://www.tinkercad.com/things/4Fx2BhRHK0n-cool-esboo-waasa/editel?tenant=circuits> (дата звернення: 11.05.2023).

38. EBOKOM.ЮА. URL: https://evo.net.ua/waveshare-datchik-ognya-9521/?gclid=CjwKCAjwg-GjBhBnEiwAMUvNW64fig1JfJSoyzIgTVuioH2vFtpAZR0Yktz4FI2PsMlsGS5H_eXukxoCrA8QAvD_BwE (дата звернення: 11.05.2023).

39. Intelligent flame detection system with ESP32. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bb4kRdmmyrI> (дата звернення: 15.05.2023).

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

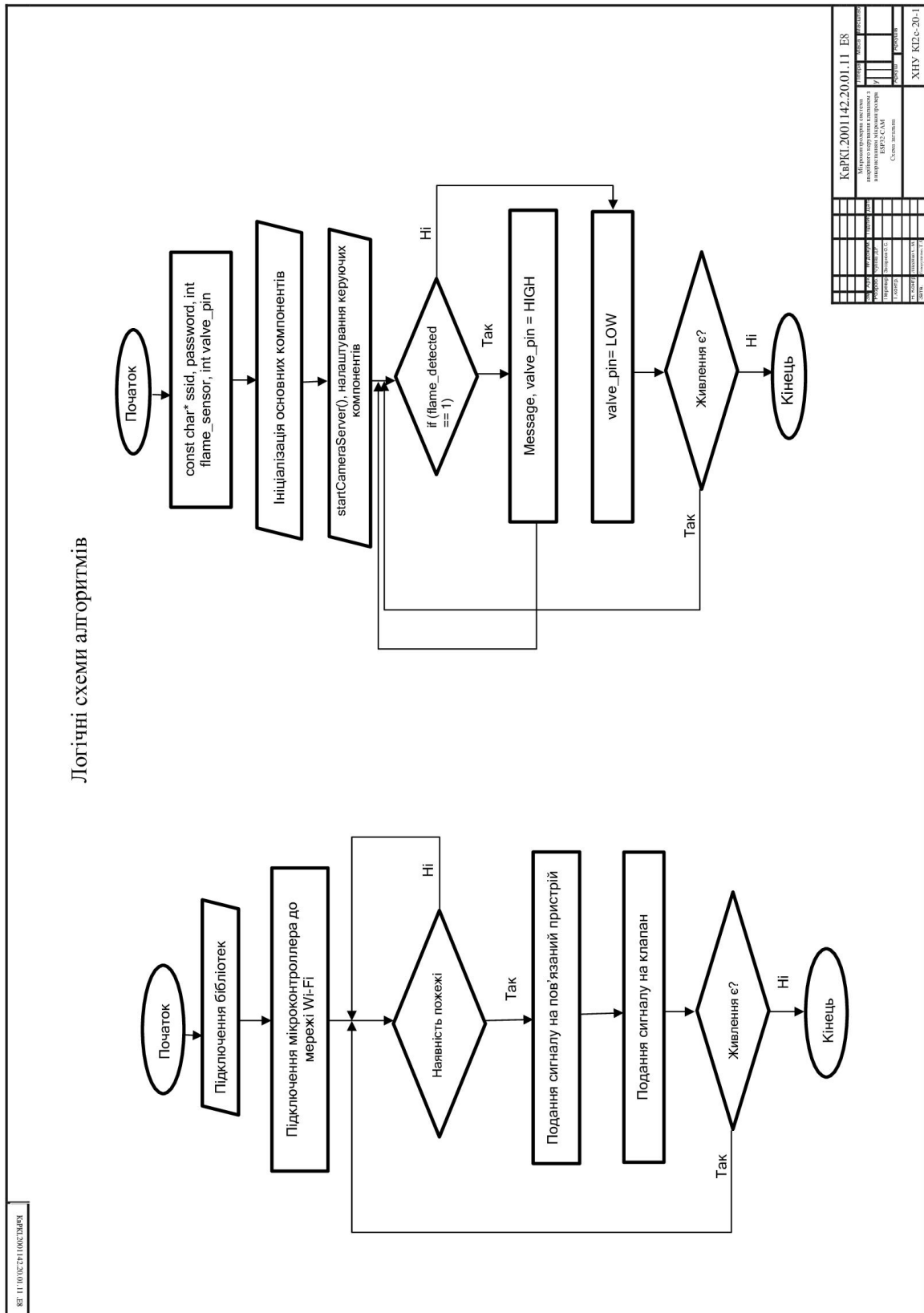
40. Intelligent flame detection system with ESP32, Robotique. URL: <https://www.robotique.tech/robotics/intelligent-flame-detection-system-with-esp32/> (дата звернення: 15.05.2023).

41. Robu.in. URL: <https://robu.in/esp32-cam-video-streaming-and-face-detection-with-arduino-ide/> (дата звернення: 15.05.2023).

					КВРКІ 2001142.20.01.11 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Додаток А (обов'язковий)

Копія креслення «Логічні схеми алгоритмів»



КвРКІ.2001142.20.01.П.Е8	
Місце	Розробник
Дата	Відрізок
Відомості про виконавця	Відомості про замовника
Ім'я	ПІБ
Підпис	Підпис
Дата	Дата
ХНУ	ХНУ

Додаток Г

Повний код програми CameraWebServer.ino

```
#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>
// =====
// Select camera model
// =====
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER //
Has PSRAM

#include "camera_pins.h"

// =====
// Enter your WiFi credentials
// =====
const char* ssid = "*****";
const char* password = "*****";

void startCameraServer();
void setupLedFlash(int pin);

int flame_sensor = 15;
int flame_detected;
int valve_pin = 21;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.setDebugOutput(true);
  Serial.println();

  camera_config_t config;
  config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
  config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
  config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
  config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
  config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
  config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
  config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
  config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
  config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
  config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
  config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
  config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
  config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
  config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
  config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
  config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
  config.xclk_freq_hz = 20000000;
  config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
  config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG; //
  for streaming
  config.grab_mode = =
  CAMERA_GRAB_WHEN_EMPTY;
  config.fb_location = =
  CAMERA_FB_IN_PSRAM;
  config.jpeg_quality = 12;
  config.fb_count = 1;

  if (config.pixel_format == ==
  PIXFORMAT_JPEG){
    if (psramFound()){
      config.jpeg_quality = 10;
      config.fb_count = 2;
      config.grab_mode = =
      CAMERA_GRAB_LATEST;
    } else {
      // Limit the frame size when PSRAM is not
      available
      config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
      config.fb_location = =
      CAMERA_FB_IN_DRAM;
    }
  } else {
    // Best option for face detection/recognition
```



```

    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

startCameraServer();

Serial.print("Camera Ready! Use
http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println(" to connect");

Serial.begin(9600);
pinMode(valve_pin, OUTPUT);
pinMode(flame_sensor, INPUT);
}

```

```

void loop() {
    flame_detected =
digitalRead(flame_sensor);
    if (flame_detected == 1)
    {
        Serial.println("Flame
detected...! take action immediately.");
        digitalWrite(valve_pin, HIGH);
        delay(200);
    }
    else
    {
        Serial.println("No flame
detected. stay cool");
        digitalWrite(valve_pin, LOW);
    }
    delay(10000);
}

```



Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1015413206

Дата перевірки:
04.06.2023 16:21:07 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
04.06.2023 16:21:56 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Чубіна_Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікро...

Кількість сторінок: 67 Кількість слів: 10027 Кількість символів: 74685 Розмір файлу: 3.38 MB ID файлу: 1015076267

6.61% Схожість

Найбільша схожість: 1.11% з Інтернет-джерелом (<http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/10296/1/%d0%9a%9b%9c%9d%9e%9f%a0%a1%a2%a3%a4%a5%a6%a7%a8%a9%aa%ab%ac%ad%ae%af%b0%b1%b2%b3%b4%b5%b6%b7%b8%b9%ba%bb%bc%bd%be%bf%c0%c1%c2%c3%c4%c5%c6%c7%c8%c9%ca%cb%cc%cd%ce%cf%d0%d1%d2%d3%d4%d5%d6%d7%d8%d9%da%db%dc%dd%de%df%e0%e1%e2%e3%e4%e5%e6%e7%e8%e9%ea%eb%ec%ed%ee%ef%f0%f1%f2%f3%f4%f5%f6%f7%f8%f9%fa%fb%fc%fd%fe%ff>)

5.43% Джерела з Інтернету 157 Сторінка 69

3.23% Джерела з Бібліотеки 113 Сторінка 70

0.18% Цитат

Цитати 4 Сторінка 71

Послання 1 Сторінка 71

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 14

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 13%

ID: 114644 Назва: БКР Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-SAM Додано в БД: 2023-06-04 Автора: Д.Р.Чубіна Керівники: О. С. Засорнов Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	61106	529	1449 (2%)	19 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Чубіна Діана Романівна

Тема: Мікроконтролерна система аварійного керування клапану із використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 56

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розробка мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі було проаналізовано та розглянуто існуючі системи керування клапаном, сучасні види клапанів, мікроконтролери, на базі яких можна створити мікроконтролерну систему аварійного керування клапаном. В другому розділі кваліфікаційної роботи були визначені етапи проектування та складові мікроконтролерної системи, а саме апаратна та програмна частини. Проаналізовано та обґрунтовано вибір мікроконтролера та інших периферійних пристроїв. Розглянуто способи з'єднання із мікроконтролером, а також способи його програмування та роботи з ним. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано апаратну реалізацію мікроконтролерної системи аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP32-CAM, розроблені електрично-принципова схема, а також на її основі схема з'єднання МК із клапаном. Було реалізоване програмне забезпечення для даної системи.

4. Позитивні сторони роботи: сучасний підхід до вирішення завдання

5. Негативні сторони роботи: Не досконала система виявлення небезпеки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи:
Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному інженерно-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: Відмінно

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) к.т.н. доц.

кадрової ІТДЗ Турман Жан Васильович

" 2 " червня 2023 р.

#549 (підпис)

Завідувачу кафедри КНС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Чубіної Діани Романівни

ІІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи КІ2с-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

22 квітня 2023 року



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерна система аварійного керування клапаном з використанням мікроконтролера ESP 32-CAM

Автор: Чу Біна Діана Романівна
 Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія
 Освітня програма: освітньо-професійна
 Науковий керівник: Засорнов Олександр Сергійович, д.т.н. доцент
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та депарцьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укривити запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, скільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності чотирьохрозрядних двійкових кодів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості складає 6,61% і адресується до 270 періодичних джерел, що, з урахуванням наведених об'єктивних відповідей характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС



О. С. Засорнов

С.М. Лисенко

Т. О. Говорухенко