

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інтегровані інформаційні системи»
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
на тему: «Система керування обладнанням котеджу з використанням
інтернету речей»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ІА-391

Федорко Микита В'ячеславович

Керівник:

Доцент кафедри ІСТ, к.т.н.

Новацький А.О.

Рецензент:

Доцент кафедри обчислювальної техніки, к. т. н.

Селіванов В.Л.

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем і технологій

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійна програма «Інтегровані інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Федорку Микиті В'ячеславовичу

1. Тема проєкту «Система керування обладнанням котеджу з використанням інтернету речей», керівник проєкту Новацький Анатолій Олександрович, затверджені наказом по університету від «31» _____ 05 _____ 2023 р. №2102-с.

2. Термін подання студентом проєкту 12.06.2023

3. Вихідні дані до проєкту:

параметри контролю; розбиття скла; відкриття дверей і вікон; температура;

руху; виток води; вологість; освітленість; виток газу і т. ін.; керувати:

температурою; вологістю; освітленням; клапанами перекриття води та

газу; включенням телевізора; включенням системи пожежогасіння;

передавати сигнал охоронної сигналізації і т. ін.

4. Зміст пояснювальної записки

Вступ; огляд існуючих рішень; вибір та обґрунтування окремих вузлів;

розробка та опис структурних та функціональних схем; розробка та опис

схеми алгоритму роботи; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

структурна схема системи; структурна схема контролера вітальні;

функціональна схема системи; функціональна схема контролера вітальні;

схема алгоритму роботи.

6. Дата видачі завдання 28.03.2023

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Обґрунтування вибору теми	29.03.2023	
2	Робота з літературою. Пошук існуючих рішень	17.04.2023	
3	Розробка та опис структурних схем	24.04.2023	
4	Розробка та опис функціональних схем	01.05.2023	
5	Розробка та опис схеми алгоритму роботи	08.05.2023	
6	Оформлення дипломного проекту	15.05.2023	

Студент

Керівник

Микита ФЕДОРКО

Анатолій НОВАЦЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Федорко Микита В'ячеславович. Система керування обладнанням котеджу з використанням інтернету речей. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023.

Проект містить 78 с. тексту, 27 рисунків, 12 таблиць, посилання на 28 літературних джерел та 5 конструкторських документів.

Ключові слова: інтернет речей, котедж, мікроклімат, обладнання, система керування, GSM модем, інтерфейс RS-485, мікроконтролер, платформа Arduino, підсистема, давач, сигналізація, клапан.

Об'єктом розробки є система керування розумним котеджем (приватним будинком).

Мета розробки – надання користувачам гнучкої системи за помірну ціну, за допомогою якої вони зможуть повністю контролювати необхідний їм набір компонентів і енергетичних планів, на платформі Arduino та за допомогою інтерфейсу RS-485.

У дипломному проєкті розроблено систему керування обладнанням котеджу. Було розроблено структурні, функціональні схеми та алгоритм роботи; обрані окремі вузли системи, а саме: давачі, модель Arduino і т. ін.

Отримані результати можуть бути корисними при розробці систем керування, що базуються на застосуванні Arduino Mega 2560.

SUMMARY

Fedorko Mykyta Vyacheslavovych. Cottage equipment control system using the Internet of Things. KPI. Igor Sikorsky, Kyiv, 2023.

The project consists of 78 pages of text, 27 figures, 12 tables, references to 28 literary sources, and 5 engineering documents.

Keywords: Internet of Things, cottage, microclimate, equipment, control system, GSM modem, RS-485 interface, microcontroller, Arduino platform, subsystem, sensor, alarm, valve.

The object of development is a smart cottage management system.

The goal of the project is to provide users with a flexible system at a reasonable price, through which they can have complete control over the necessary set of components and energy plans, using the Arduino platform and the RS-485 interface.

The diploma project presents the development of an equipment control system for a private house. Structural, functional, and algorithm schematic diagrams were developed; specific system components were selected, including sensors, Arduino model, etc.

The obtained results can be valuable for the development of control systems based on the Arduino Mega 2560 platform.

Номер рядка	Формат	Позначення			Найменування	Кільк.	Номер екзем.	Примітка	
1					Документація загальна				
2									
3					Знову розроблена				
4									
5	A4	ІА391.100БАК.004 ПЗ			Пояснювальна записка	78			
6	A3	ІА391.100БАК.004 Д1			Система керування	1			
7					обладнанням котеджу				
8					Алгоритм				
9	A3	ІА391.100БАК.004 Э1.1			Система керування	1			
10					обладнанням приватного				
11					котеджу. Схема				
12					електрична структурна				
13	A3	ІА391.100БАК.004 Э1.2			Система керування	1			
14					обладнанням котеджу				
15					Контролер вітальні.				
16					Схема електрична				
17					Структурна.				
18	A3	ІА391.100БАК.004 Э2.1			Система керування	1			
19					обладнанням котеджу				
20					Схема електрична				
21					функціональна				
22	A3	ІА391.100БАК.004 Э2.2			Система керування	1			
23					обладнанням котеджу				
24					Контролер вітальні				
25					Схема електрична				
26					функціональна				
27									
28									
					ІА391.100БАК.004 ТП				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Система керування обладнанням котеджу з використанням інтернету речей Відомість технічного проекту	Підпис	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Федорко					Т		1	1
Перевір.	Новацький					КПІ ім. Ігоря Сікорського,			
						гр. ІА-391			
Н. Контр.									
Затв.									

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Система керування обладнанням
котеджу з використанням інтернету речей»

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	6
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	9
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ.....	10
3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ВИБІР СТРУКТУРИ СИСТЕМИ	11
3.1 Інтернет речей	11
3.2 Котеджі і розумні котеджі.....	13
3.3 Популярні варіанти розумних котеджів	18
3.4 Зв'язок між пристроями у розумних котеджах.....	20
3.5 Мікроконтролери	22
3.5.1 Arduino.....	23
3.5.1.1 Arduino Uno.....	23
3.5.1.2 Arduino Nano	25
3.5.1.3 Arduino Mega2560	26
3.5.2 ChipKIT	27
3.5.2.1 Uno32	28
3.5.2.2 Max32.....	29
3.5.2.3 Raspberry PI.....	30
3.6 GSM модулі.....	31
3.6.1 SIM800L	32
3.6.2 Ai Thinker A6	33
3.6.3 Quectel M95.....	34
3.6.4 SIM7000E	35
3.7 Давачі.....	36
4 РОЗРОБКА ТА ОПИС СТРУКТУРНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ	40

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ								
		№ докум.	Підпис										
Розробив	Федорко				Система керування обладнанням котеджу з використанням інтернету речей Пояснювальна записка				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевірів	Новацький										2	78	
									КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ІА-з91				
Затв.													

4.1 Структурна схема системи керування обладнанням котеджу	40
4.2 Структурна схема контролера вітальні.....	40
4.3 Функціональна схема керування обладнанням котеджу	42
4.4 Функціональна схема керування контролером вітальної	43
5 ВИБІР ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ.....	47
5.1 Arduino.....	45
5.2 Двигун постійного струму	51
5.3 Драйвер ШІМ.....	52
5.4 Захисні діоди.....	55
5.5 Цифро-аналоговий перетворювач	57
5.6 Аналого-цифровий перетворювач.....	58
5.7 Давач руху.....	60
5.8 Давач витоку води.....	61
5.9 Давач витоку газу	62
5.10 Давач температури	63
5.11 Давач рівня задимленості.....	64
5.12 Система пожежогасіння	65
5.13 Давач вологості.....	66
5.14 Давач відкриття дверей і вікон	67
5.15 Давач освітленості.....	68
5.16 Давач розбиття скла	69
5.17 GSM модуль.....	70
6 РОЗРОБКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ	73
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДТ - давач температури
ДО - давач освітлення
ДВ - давач вологості
ДД - давач диму
ДВГ - давач витоку газу
ДВВ - давач витоку води
ДРС - давач розбиття скла
ДПВ - давач положення вікна
ДВВІК - давач відкриття вікон
ДВДВ - давач відкриття дверей
ДПЖ - давач положення жалюзей
ДР - давач руху
КЛПВ - клапан перекриття води
КЛПГ - клапан перекриття газу
СГН - сигналізація
ВКЛБ - включення батарей
ВКЛПП - включення підогріву підлоги
ВКЛОСВ - включення освітлення
ВКЛЗВ - включення зволожувача
КОН - кондиціонер
ВКЛТ - включення телевізора
ДЖ - джерело живлення
ОК - об'єкт контролю
ПРМПД RS-485 - приймач-передавач RS-485.
ЛЗ - лінія зв'язку
ДПС1, ДПС2 – двигун постійного струму

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДШІМ1, ДШІМ2 - драйвер ШІМ

ШІМ1, ШІМ2 – широтно-імпульсний модулятор

ССКИД – схема скидання

МК – мікроконтролер;

АЦП – аналого цифровий перетворювач;

УАПП – універсальний асинхронний приймач-передавач;

ЦАП – цифро-аналоговий передавач.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасному світі висока швидкість технологічного розвитку викликає потребу у використанні нових методів та технологій у різних галузях промисловості. Серед таких технологій особливе місце займає Інтернет Речей (IP), який забезпечує зв'язок між фізичними об'єктами та мережею Інтернет.

Однією з областей застосування технологій IP є система керування обладнанням котеджу. Розумні котеджі були створені з метою полегшення життя людей, покращення комфорту і безпеки в житлових приміщеннях. Вони оснащені різними системами автоматизації, контролю та керування, що дає можливість зручно і ефективно управляти різними процесами в котеджах та прилеглій території, такими як освітлення, водопостачання, опалення, кондиціонування повітря, полив газонів, вентиляція та безпека. Також вони можуть бути більш екологічно чистими, завдяки використанню ефективних енергозберігаючих технологій.

Наприклад, системи автоматичного регулювання опалення дозволяють економити електроенергію та газ, які використовуються для обігріву приміщення. Вони контролюють температуру в кімнатах та на основі цього регулюють роботу опалювальних приладів, забезпечуючи комфортну температуру із мінімальними витратами енергії. Також розумні котеджі можуть використовувати сонячні панелі та інші джерела відновлювальної енергії для забезпечення електроживлення. Це дозволяє знизити витрати на електроенергію та зменшити негативний вплив на довкілля.

Крім того, системи управління енергоспоживанням можуть відслідковувати споживання електроенергії та інших ресурсів, що дозволяє виявляти невикористані або зайві джерела витрат та раціональніше їх використовувати.

І враховуючи високий рівень розповсюдження смартфонів можна виділити наступні переваги для управління через них розумними котеджами:

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Мобільність: За допомогою смартфона можна керувати розумним будинком з будь-якої точки світу, де є доступ до Інтернету. Наприклад, якщо ви забули вимкнути світло або забули заблокувати двері перед виїздом з дому, ви можете зробити це з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету.

Зручність: Керування розумним будинком зі смартфона дуже просте і зручне. На додаток до основних функцій, таких як вмикання та вимикання світла, відкриття та закриття дверей, контроль температури і т.ін., смартфон може також надавати різні звіти, повідомлення про стан системи та інші корисні функції.

Економія часу і грошей: Керування розумним будинком зі смартфона дозволяє ефективно використовувати час та зменшує витрати на електроенергію і інші ресурси, такі як газ і водопостачання. Наприклад, ви можете вмикати та вимикати систему опалення або кондиціонування повітря віддалено, тим самим економлячи гроші на рахунках за електроенергію та зменшуючи споживання ресурсів.

Безпека: Контроль розумного будинку зі смартфона дозволяє вам збільшити безпеку свого будинку. Можна віддалено перевіряти, чи все в порядку з системою безпеки, такою як камери відеоспостереження, давачі руху та інші системи, і при потребі вживати відповідні заходи безпеки.

Звісно, як і завжди, існують і недоліки. Основним недоліком розумних котеджів є їх вартість. У порівнянні з традиційними будинками, розумні котеджі мають більш високу вартість через високу технологічність та унікальні функції, такі як система автоматичного керування освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря, системи безпеки, мережі давачів та інше.

Також, готове рішення розумного будинку може не задовольняти потреби конкретного користувача, оскільки воно має обмежену функціональність. Користувач може потребувати специфічні функції або додаткові давачі, яких не передбачено в готовому рішенні.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Деякі готові рішення можуть використовувати сторонні сервіси для збору даних та керування обладнанням. Це може викликати питання щодо конфіденційності даних користувачів та захисту їх особистої інформації.

Ще існує залежність від розробника системи. Користувач може не мати можливості змінювати функціональність системи без допомоги розробника, що обмежує контроль користувача над системою.

Сьогодні велика кількість людей змушені замислитись над новим житлом, і краще щоб воно було сучасне і прогресивне. Але з урахуванням нинішньої економічної ситуації у країні, бажано щоб воно було ще й економне. Саме тому, за мету розробки було обрано розробку концепції «розумного» котеджу яким можна контролювати через IP.

Підставою для виконання проекту є навчальний план спеціальності та завдання, яке видане керівником проекту.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

У дипломному проекті розроблена система, яка призначена для керування обладнанням котеджу, який має вітальню, кухню, коридор, спальню, ванну, гардероб, кімнату, де розміщено силове обладнання, а також галявину біля будинку.

Для управління системою використано платформу Arduino Mega2560. У складі цієї плати знаходиться мікроконтролер ATmega2560.

На рівні, що відповідає виникненню інформації щодо обладнання, включаючи нижній рівень мікроконтролера, знаходяться виконавчі механізми та первинні перетворювачі (давачі). На цьому рівні здійснюються управляючі дії та формується первинна інформація, яка надходить до системи. Після цього інформація з нижнього рівня передається до мікроконтролера, який спеціально програмується для створення відповідних керуючих сигналів та виконання необхідних обчислень.

Забезпечення безпеки людей є одним з основних завдань автоматизації житлового приміщення. Розумний котедж контролює температуру, вологість, освітленість, задимленість, концентрацію природного газу, і в разі перевищення допустимих значень видає сигнали тривоги, перекриває подачу газу та активує систему пожежогасіння. Автоматизація житлових приміщень спрощує управління обладнанням, а також допомагає зберігати ресурси, такі як вода та електрика, забезпечуючи максимальний рівень безпеки для мешканців.

Контролер, який розробляється, застосовується у підсистемах керування окремими приміщеннями розумного будинку. Крім того, розроблений контролер також застосовується у підсистемах керування окремими приміщеннями приватного будинку.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ

Систему призначено для контролю параметрів приватного житлового приміщення в режимі реального часу, контролю виходів значень за встановлені межі і керування обладнанням в приміщенні.

Кількість приміщень 10.

Відстань між приміщеннями $\leq 1000\text{м}$.

- Параметри контролю:
- розбиття скла;
- відкриття дверей;
- відкриття вікна;
- витік води;
- витік газу;
- загазованість;
- рух;
- освітленість;
- температура;
- вологість.
- Виконавчі елементи:
- зволожувач;
- клапан перекриття газу;
- клапан перекриття води;
- жалюзі;
- вкл /викл сигналу охоронної сигналізації;
- вкл /викл кондиціонера;
- вкл /викл телевізора;
- вкл /викл батарей;
- вкл /викл освітлення;

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ВИБІР СТРУКТУРИ СИСТЕМИ

3.1 Інтернет речей

Інтернет речей (IP) — це мережа взаємопов'язаних пристроїв, які можуть спілкуватися один з одним і обмінюватися даними через Інтернет без втручання людини. Концепція IP не є новою, але останні досягнення в технології зробили її більш поширеною та широкою, ніж будь-коли раніше. Ідея підключення пристроїв і машин до Інтернету, щоб вони могли спілкуватися один з одним і з людьми, існувала десятиліттями, але лише за останні кілька років IP став загальною реальністю[1].

Концепція IP з'явилася в 1990-х роках, коли Кевін Ештон в Массачусетському технологічному інституті, використав термін "інтернет речей" для опису системи, в якій фізичні об'єкти отримали б ідентифікатори та змогли б бути управляні через Інтернет. Ця концепція послужила основою для подальшого розвитку IP.

У 2000-х роках розпочалися роботи над стандартами для IP з метою забезпечити сумісність та взаємодію між різними пристроями та системами. Наприклад, стандарт IPv6 був запропонований для розширення адресного простору Інтернету, що дозволяє підключати більшу кількість пристроїв. Також з'явилися стандарти бездротового зв'язку, такі як Bluetooth, Wi-Fi та Zigbee, які сприяють підключенню та обміну даними між IP-пристроями.

Протягом 2010-х років IP став значним трендом, що призвело до зростання числа компаній-стартапів, які пропонують інноваційні рішення в галузі IP. Це відкрило широкий спектр можливостей для використання технологій IP у різних галузях, включаючи смарт-доми, промислові системи, медичні пристрої, транспортні системи та багато інших. Важливі пристрої та компоненти IP, такі як сенсори, актуатори, хмарні платформи та аналітичні інструменти, розвивалися, щоб забезпечити потужність та надійність цієї технології.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприкінці 2010-х років та на початку 2020-х років бачимо зростання усвідомлення про проблеми безпеки та приватності в ІР. Оскільки все більше пристроїв стає підключеними до Інтернету, необхідно забезпечити адекватний рівень захисту даних та мережі від потенційних кібератак. Відповідні нормативні акти та стандарти були впроваджені для забезпечення безпеки й інформаційної приватності в системах ІР.

Переваг ІР багато, і вони не обмежуються певною галуззю чи сектором. Наприклад, в охороні здоров'я пристрої ІР можна використовувати для моніторингу життєво важливих показників пацієнтів і передачі цієї інформації постачальникам медичних послуг, дозволяючи точніше діагностувати та складати індивідуальні плани лікування. У роздрібній торгівлі пристрої ІР можуть допомогти створити персоналізований досвід покупок за допомогою аналітики даних, покращуючи задоволеність клієнтів і збільшуючи продажі. У виробничій промисловості пристрої ІР можна використовувати для моніторингу машин і обладнання, прогнозування необхідності обслуговування та скорочення часу простою. У транспортній галузі ІР може допомогти зменшити кількість аварій і заторів, дозволяючи автономне водіння.

Незважаючи на численні переваги, ІР також створює кілька проблем. Однією з найбільш серйозних проблем є безпека. Пристрої ІР вразливі до кібератак, а їх взаємопов'язаний характер робить їх основною мішенню для хакерів. Крім того, пристрої ІР генерують величезні обсяги даних, якими може бути важко керувати та аналізувати. Це може призвести до проблем із конфіденційністю даних, а також до проблем щодо того, хто має доступ до даних.

Інтероперабельність є ще одним викликом ІР. З такою кількістю різних пристроїв і платформ може бути важко гарантувати, що всі вони працюють разом. Крім того, пристрої ІР можуть мати різні вимоги до живлення та підключення, що може ускладнити розгортання та керування ними у великому масштабі.

Потенційні можливості застосування ІР величезні, і він може змінити спосіб життя, роботи та взаємодії з навколишнім світом. Пристрої ІР варіюються від

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

простих давачів і моніторів до складних машин і систем, які можуть виконувати складні завдання. Їх можна знайти в будинках, на заводах, у лікарнях та громадських місцях тощо.

ІР рекламується як наступна велика річ у технологіях, і це не дарма. Можливість підключати пристрої та машини до Інтернету та один до одного може змінити багато аспектів нашого життя, від того, як ми керуємо своїми будинками та бізнесом, до того, як ми споживаємо та виробляємо товари та послуги.

3.2 Котеджі і розумні котеджі

Котедж - це одиниця житлової забудови, яка зазвичай має одне-два поверхи та прилеглу до неї земельну ділянку. Котеджі часто використовуються як приватні житлові будинки на околицях міста або в сільських районах. Приклад котеджу наведено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Котедж

Котеджі відрізняються від багатоповерхових апартаментів або багатоквартирних будинків тим, що вони зазвичай мають більше простору,

власний двір та більшу приватність. Зазвичай котеджі мають власні входні двері, внутрішнє планування з відокремленими кімнатами, а також можуть мати власні гаражі чи приміщення для зберігання. Вони можуть бути використовані для постійного проживання, відпочинку або як місце для відпочинку вихідного дня, і часто приваблюють людей, які бажають жити в більш просторому та приватному середовищі, з власним садом чи облаштованим подвір'ям[2].

У деяких країнах термін "котедж" також може використовуватися для опису дачних будинків або невеликих заміських будиночків.

Слово "котедж" має своє походження з Англії, де воно спочатку використовувалося для опису будинку орендатора з прилеглою земельною ділянкою. Сучасні українські котеджі часто втілюють елементи англійського стилю. Котеджі також є популярними в інших європейських країнах, США, Канаді, Австралії, Новій Зеландії та ПАР, де вони вважаються символом середнього класу, а не розкішню.

В минулому СРСР, будівництво котеджів було активним в 1920-х роках, зокрема в нових заводських селищах. Проте ще в XIX столітті один з великих князів побудував котедж з привезених англійських матеріалів під Санкт-Петербургом, пишаючись тим, що в ньому використовувались виключно іноземні матеріали.

На сьогоднішній день в Україні практично в усіх великих містах з'явилися котеджні містечка. Це дозволяє нам говорити про "український котедж" - це будинок або навіть садиба, що має простору площу. Вони включають в себе відповідну земельну ділянку та всі необхідні службові приміщення, в тому числі декілька справжніх котеджів або мюсі (ряд гаражів з житловими приміщеннями над ними). Тільки у 2019 році в Київській області розпочали будівництво 21 такого котеджного проекту..

Розумні котеджі є чудовим прикладом того, як Інтернет речей перетворився на концепцію, яку можна застосовувати в різноманітних контекстах. Розумні котеджі – це котеджі, обладнані низкою інтелектуальних пристроїв, які

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяють домовласникам дистанційно керувати різними аспектами своїх котеджів. Цими пристроями можна керувати за допомогою програми для смартфона, голосового помічника або розумного домашнього концентратора. Пристрої можуть обмінюватися даними один з одним, що дає можливість створювати складні автоматизовані системи, які можна налаштувати відповідно до потреб домовласника.

Еволюція IP у розумні будинки була поступовим процесом. На початку IP основна увага приділялася підключенню пристроїв до Інтернету та дозволу їм спілкуватися один з одним. Це дозволило розробити цілий ряд розумних пристроїв, таких як розумні термостати, розумне освітлення та розумні прилади, якими можна було керувати дистанційно.

Оскільки ці пристрої стали більш поширеними, стало зрозуміло, що виникла потреба в більш комплексному підході до управління ними. Розумні домашні концентратори та голосові помічники, такі як Alexa від Amazon і Google Assistant, з'явилися як рішення цієї проблеми. Ці пристрої діяли як центральна точка контролю для всіх інтелектуальних пристроїв у домі, дозволяючи домовласникам контролювати все з однієї програми чи пристрою. Зображення Amazon Alexa наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Амазон Alexa

Розвиток технологій розумного котеджу було зумовлено кількома факторами. Одним із найважливіших факторів стало зростання доступності високошвидкісного підключення до Інтернету. Це дозволило підключити до Інтернету ряд пристроїв, дозволяючи їм спілкуватися один з одним із власником котеджу.

Ще одним чинником розвитку технології розумного котеджу стала доступність недорогих давачів і процесорів. Ці компоненти необхідні для створення інтелектуальних пристроїв, і їхня дедалі більша доступність уможливила розробку ряду доступних розумних пристроїв для котеджу.

Переваги розумних котеджів численні. Однією з найважливіших переваг є зручність. За допомогою розумних пристроїв власники котеджів можуть дистанційно керувати різними аспектами своїх домівок, дозволяючи регулювати температуру, вмикати та вимикати світло та навіть керувати приладами без фізичної присутності в домі.

Розумні котеджі також можуть бути більш енергоефективними, ніж традиційні котеджі. Розумні термостати, наприклад, можуть вивчати звички домовласників і відповідно регулювати температуру в домі. Це може допомогти зменшити споживання енергії та зменшити рахунки за електроенергію.

Ще одна перевага розумних котеджів — покращена безпека. Системи безпеки розумного дому можуть включати камери, дверні замки та давачі руху, якими можна керувати дистанційно. Ці пристрої можуть допомогти домовласникам стежити за своїми домівками, коли вони відсутні, і можуть попередити їх про будь-які незвичайні дії.

Розумні котеджі також можуть принести переваги людям з обмеженими можливостями або проблемами мобільності. Розумні пристрої можна використовувати для керування різними аспектами дому, такими як освітлення та температура, не вимагаючи від власника котеджу пересування по дому. Це може допомогти полегшити самотійне життя людям з обмеженими можливостями або проблемами мобільності.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак розробка розумних котеджів також створює кілька проблем. Однією з найбільш серйозних проблем є безпека. Пристрої з підтримкою Інтернету речей у розумних котеджах уразливі до хакерських атак і кібератак, які можуть поставити під загрозу конфіденційність і безпеку власників котеджів. Хакери можуть отримати доступ до пристроїв і систем розумного дому, таких як камери безпеки та розумні замки, і використовувати їх, щоб проникнути в котедж або викрасти особисту інформацію.

Ще одна проблема – сумісність. Пристрої та системи розумного дому часто виробляються різними компаніями, що ускладнює гарантію їх сумісності. Це може призвести до проблем із зручністю використання та ускладнити інтеграцію нових пристроїв у існуючу систему.

Складність систем розумного котеджу також є проблемою. Хоча системи розумного котеджу пропонують багато переваг, вони також можуть бути складними та складними для розуміння. Домовласникам може знадобитися навчитися користуватися декількома програмами та пристроями, що може бути непосильним і заплутаним.

Нарешті, вартість є серйозною проблемою, коли мова йде про розумні котеджі. Пристрої та системи з підтримкою IP можуть бути дорогими, а це означає, що не кожен може дозволити собі оновити свій будинок до розумного котеджу. Однак у міру того, як технологія набуває все більшого поширення, ціни, ймовірно, впадуть, що зробить розумні котеджі доступнішими для всіх.

Підсумовуючи, інтеграція пристроїв Інтернету речей у розумні котеджі має потенціал змінити спосіб життя, роботи та взаємодії з нашими домівками. Зручність, ефективність, безпека та екологічні переваги розумних котеджів роблять їх привабливим варіантом для домовласників, які хочуть модернізувати свої котеджі. Однак існують також значні проблеми, які необхідно вирішити, такі як сумісність, конфіденційність і безпека, складність і вартість. Завдяки постійним інноваціям і розробкам розумні котеджі мають потенціал стати

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

нормою, а не винятком, забезпечуючи власникам котеджів рівень контролю та автоматизації, який колись неможливо було уявити.

3.3 Популярні варіанти розумних котеджів

Amazon Echo - це серія голосових помічників, що працюють на платформі Alexa. Вона пропонує розумну систему управління, дозволяючи користувачам керувати пристроями у будинку, отримувати інформацію та користуватися різними послугами за допомогою голосових команд. Основною перевагою Echo є широкі можливості інтеграції з іншими пристроями та послугами. Вона також має велику базу додатків та навичок. Однак, Echo має обмежений спектр підтримуваних мов і регіонів, а також обмежену інтеграцію з деякими пристроями сторонніх виробників.

Apple HomeKit - це платформа для розумного будинку, яка дозволяє керувати та автоматизувати пристрої Apple, такі як iPhone, iPad або HomePod. Завдяки голосовому помічнику Siri можна керувати освітленням, термостатами та іншими підключеними пристроями з використанням голосових команд. Однією з переваг HomeKit є глибока інтеграція з екосистемою Apple та захист конфіденційності даних. Однак, вона має обмежену сумісність з пристроями інших виробників і обмежену функціональність у порівнянні з іншими рішеннями.

Google Home - це ряд голосових помічників, що працюють на платформі Google Assistant. Вони забезпечують розумний контроль пристроїв у вашому будинку, а також можуть надавати відповіді на запитання та надавати інформацію. Основною перевагою Google Home є широкі можливості інтеграції з іншими пристроями та сервісами Google. Вона також вміє розпізнавати голос користувачів і надавати персоналізовану інформацію. Однак, Google Home має обмежену інтеграцію з пристроями сторонніх виробників та підтримку лише деяких регіонів і мов. Зображення Google Home наведено на рисунку 3.3.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.3 – Google Home

Samsung SmartThings - це платформа для розумного будинку, яка дозволяє злити різні пристрої в єдину систему керування. Вона підтримує пристрої від різних виробників, що дає можливість широкої інтеграції. За допомогою голосового керування та додатків можна контролювати освітлення, термостати, безпекові камери та інші підключені пристрої. Перевагами SmartThings є широкі можливості інтеграції з пристроями різних виробників, легке налаштування та використання. Однак, вона має обмежений вибір додатків та навичок, а також обмежені можливості в порівнянні з іншими рішеннями.

Philips Hue - це система освітлення, що працює на основі LED-ламп та аксесуарів. Вона дозволяє керувати освітленням у будинку, налаштовувати кольори та яскравість світла. За допомогою голосового керування та мобільного додатка можна створювати настрої освітлення, розклади та автоматичні сценарії. Основними перевагами Philips Hue є простота у використанні та установці, великий вибір кольорів та налаштувань освітлення. Однак, вона має обмежену функціональність у порівнянні з іншими рішеннями та обмежену підтримку інших типів пристроїв.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Nest - це система управління розумним будинком, яка зосереджена на комфорті та енергоефективності. Вона дозволяє керувати термостатами, камерами безпеки, давачами руху та іншими пристроями. Nest інтегрується з голосовим помічником Google Assistant та забезпечує високу якість функцій безпеки та нагляду за будинком. Основними перевагами Nest є широкі можливості інтеграції з пристроями та сервісами Google, висока якість камер і засобів безпеки. Однак, вона має обмежену підтримку інших виробників пристроїв та обмежену функціональність у певних регіонах.

Основною метою являється надання користувачам гнучкої системи за помірну ціну, за допомогою якої вони зможуть повністю контролювати необхідний їм набір компонентів і енергетичних планів.

Система складається з великої кількості пристроїв, контролерів та модулів до них. Розглянемо деякі приклади цих компонентів.

3.4 Зв'язок між пристроями у розумних котеджах

Зв'язок між пристроями може відбуватися кількома способами, зокрема:

Прямий зв'язок: деякі пристрої можуть безпосередньо спілкуватися один з одним, наприклад розумна лампочка та розумний вимикач. У цьому випадку вимикач посиляє сигнал безпосередньо на лампочку, щоб увімкнути або вимкнути її.

Концентраторно-пристрійовий зв'язок: у деяких налаштуваннях розумного будинку центральний концентратор або контролер безпосередньо спілкується з пристроями. Концентратор надсилає команди пристроям, щоб керувати ними, наприклад, вимикати світло або регулювати термостат.

Хмарний зв'язок: деякі розумні домашні пристрої спілкуються один з одним за допомогою хмарних служб. У цьому випадку пристрої надсилають інформацію в хмару, яка потім надсилає команди назад до пристроїв для керування ними.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Сітчаста мережа: деякі розумні домашні пристрої використовують сітчасту мережу для зв'язку один з одним. У сітчастій мережі кожен пристрій діє як вузол, який може передавати повідомлення іншим вузлам мережі. Це дозволяє пристроям спілкуватися один з одним, навіть якщо вони не підключені безпосередньо до концентратора або маршрутизатора. Приклад сітчастої мережі наведено на рисунку 3.4.

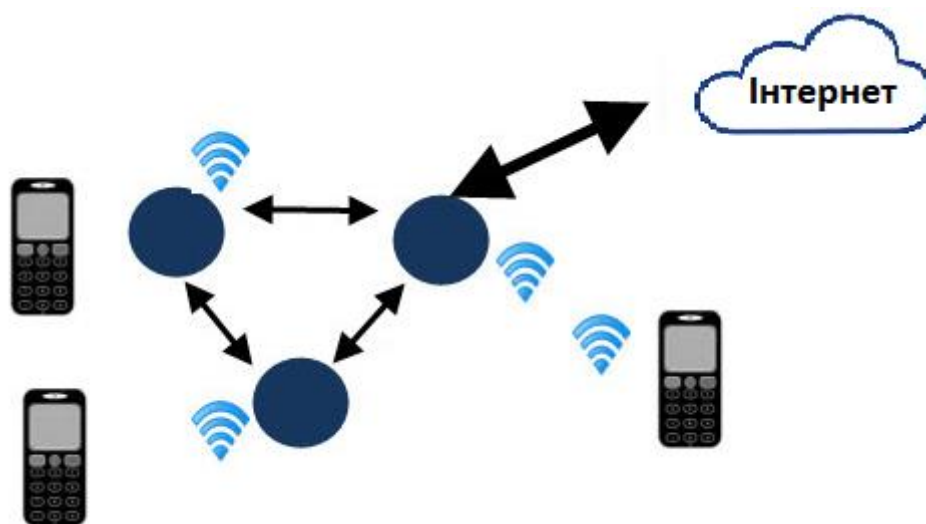


Рисунок 3.4 – Сітчаста мережа

Окрім бездротових мереж, розумні домашні пристрої також можуть спілкуватися через дротові мережі, такі як RS-485. RS-485 є стандартом для послідовного зв'язку на великих відстанях, і він часто використовується в промисловій автоматизації та системах розумного будинку.

У дротовій мережі пристрої підключаються до центрального контролера або концентратора за допомогою кабелів. Контролер надсилає команди до пристроїв через кабелі, а пристрої надсилають інформацію назад до контролера.

RS-485 часто використовується в системах розумного дому для пристроїв, які вимагають високу надійність та зв'язку на великій відстані, таких як системи ОВК, камери безпеки та системи контролю доступу. У цих налаштуваннях кабелі RS-485 можна прокласти по всьому будинку для підключення пристроїв до центрального контролера.

RS-485 підтримує напівдуплексний зв'язок, який означає, що дані можуть надсилатися в обох напрямках по одній парі проводів, але не одночасно. Передавальний пристрій посиляє сигнал, а потім приймаючий пристрій відповідає сигналом підтвердження. Це забезпечує надійний зв'язок між пристроями без ризику конфлікту даних, що робить його надійним вибором для зв'язку на великих відстанях. Він підтримує кілька пристроїв в одній мережі зв'язку та може передавати дані з високою швидкістю на великі відстані, до 4000 футів (1200 метрів) або більше.

Для нашої системи було обрано з'єднання по дротовій мережі RS-485 через її надійність і можливість зв'язку на великих відстанях, для котеджів з великою прилеглою земельною ділянкою.

3.5 Мікроконтролери

Мікроконтролер - це компактний інтегрований пристрій, який поєднує в собі процесор, пам'ять і периферійні пристрої, необхідні для керування електронними системами. Мікроконтролери відрізняються від загального призначення мікропроцесорів тим, що вони мають вбудовані периферійні пристрої, такі як вхідні-вихідні порти, таймери, аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), засоби комунікації (наприклад, UART, SPI, I2C) і багато іншого. Це робить їх дуже зручними для розробки і реалізації різноманітних електронних пристроїв.

Мікроконтролери зазвичай використовуються для керування вбудованими системами, такими як системи безпеки, автоматичного управління, робототехніка, побутова техніка, автомобільна електроніка, медична техніка та багато інших застосувань. Вони можуть працювати з різними джерелами живлення, включаючи батареї, та мають низьке споживання енергії, що робить їх ефективними для пристроїв з обмеженим живленням.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.1 Arduino

Arduino - це відкрита платформа для розробки електронних проектів, яка поєднує апаратне та програмне забезпечення. Вона включає в себе мікроконтролерну плату, середовище програмування та набір бібліотек і додаткових модулів, що дозволяють швидко створювати різноманітні електронні пристрої і системи[4].

Arduino побудована на основі простого, легкого у використанні мікроконтролера, який може бути програмований за допомогою мови Arduino, що базується на мові C++. Це дозволяє навіть початківцям швидко освоїти платформу та створювати свої власні проекти.

3.5.1.1 Arduino Uno

Arduino Uno - флагманська платформа для розробки мовою програмування C++. Зображення Arduino Uno та елементів плати наведені на рисунках 3.5 і 3.6 відповідно. У таблиці 3.1 наведені характеристики плати.

Серцем платформи Arduino Uno є 8-бітний мікроконтролер фірми Microchip - ATmega328P на архітектурі AVR з тактовою частотою 16 МГц[5]. На платі передбачено 20 портів входу-виходу для підключення зовнішніх пристроїв, наприклад плат розширення або датчиків[6].



Рисунок 3.5 – Arduino UNO вигляд збоку

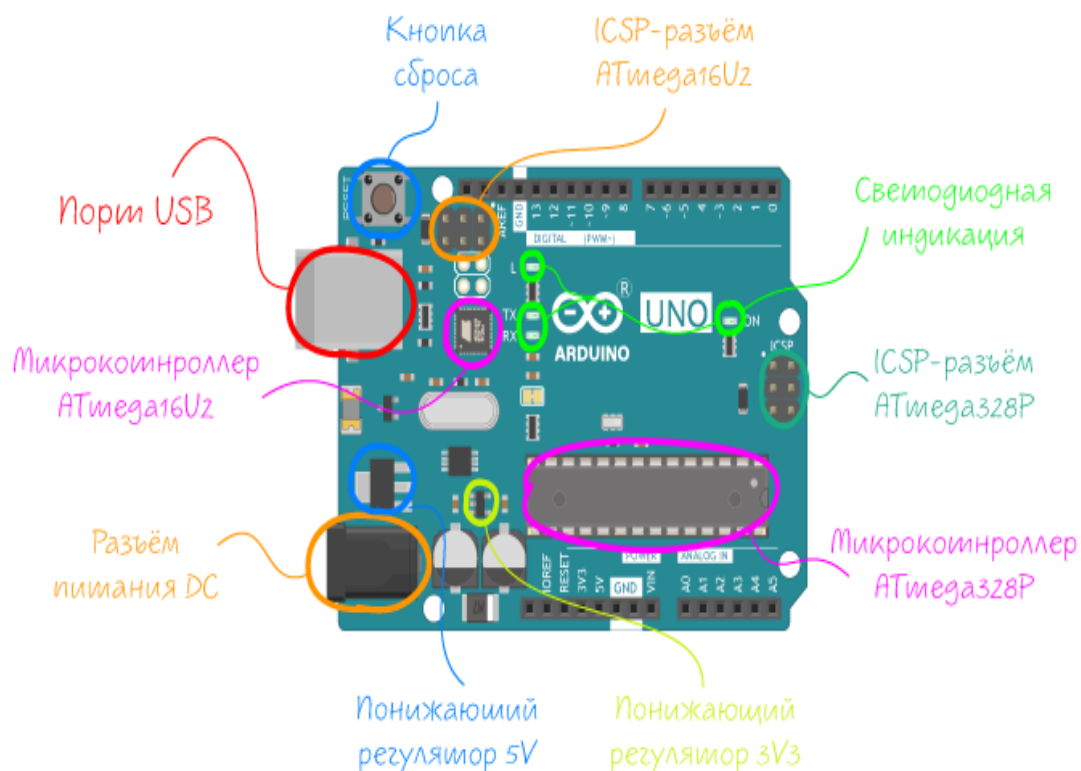


Рисунок 3.6 – Элементы платы Arduino UNO

Таблица 3.1 – Характеристики Arduino Uno

Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Напруга живлення	7-12В
Цифрові входи-виходи	14(6 підтримують ШІМ)
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного входу	40 мА
Flash-пам'ять	32 КБ
SRAM	2 КБ
EEPROM	1 КБ
Тактова частота	16 МГц
Розміри	69 мм x 53 мм.

Контролер має три види пам'яті:

- 32 КБ Flash-пам'яті, з яких 0,5 КБ використовуються завантажувачем, що дозволяє прошивати Uno зі звичайного комп'ютера через USB. Flash-пам'ять постійна та її призначення - зберігання програм та супутніх статичних ресурсів.
- КБ RAM-пам'яті, які призначені для зберігання тимчасових даних, наприклад, змінних програми. По суті це оперативна пам'ять платформи. RAM-пам'ять енергозалежна, при вимкненні живлення всі дані зітруться.
- 1 КБ енергонезалежної EEPROM-пам'яті для довготривалого зберігання даних, які не стираються при вимиканні контролера. За своїм призначенням це аналог жорсткого диска Uno.

3.5.1.2 Arduino Nano

Arduino Nano - це компактна мікроконтролерна плата на базі того самого мікроконтролера ATmega328 розроблений для використання з макетної плати[7]. Вона є однією найменших платформ Arduino і забезпечує всі основні можливості для розробки електронних проектів. Ілюстрація даного використання наведена на рисунку 3.7.

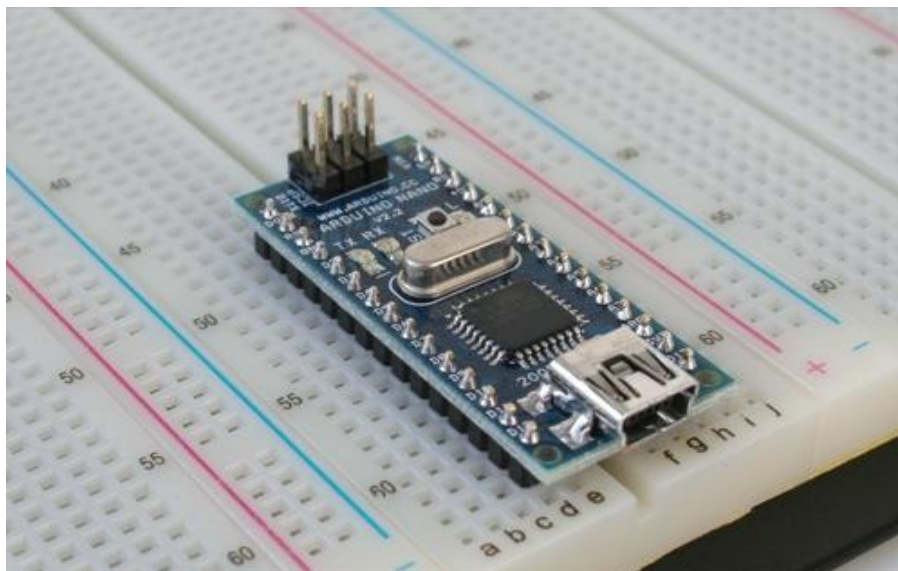


Рисунок 3.7 – Arduino Nano встановлена на макетну плату

Підключення пристроїв до Arduino Nano здійснюється шляхом підключення їх до відповідних пінів. Цифрові входи-виходи можуть використовуватися для зчитування стану вхідних сигналів або керування підключеними до них пристроями. Наприклад, датчі руху, кнопки або світлодіоди можуть бути підключені до цих пінів для отримання даних або керування.

Аналогові піни дозволяють підключати датчі, які вимірюють фізичні величини, такі як температура, освітленість або вологість. Ці піни приймають аналогові сигнали і перетворюють їх на цифрові значення, які можна обробляти в програмі.

Крім вхідно-вихідних пінів, Arduino Nano має вбудований USB-порт, що дозволяє підключати плату до комп'ютера для програмування і взаємодії з ним. Це дозволяє завантажувати програми на плату та отримувати виведення з неї.

3.5.1.3 Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 - це потужна мікроконтролерна плата, розроблена на базі технології Arduino. Вона є однією з найбільш потужних платформ Arduino, що надає широкі можливості для розробки складних електронних проектів[8]. Зображення плати наведено на рисунку 3.8, а її характеристики наведені у таблиці 3.2.

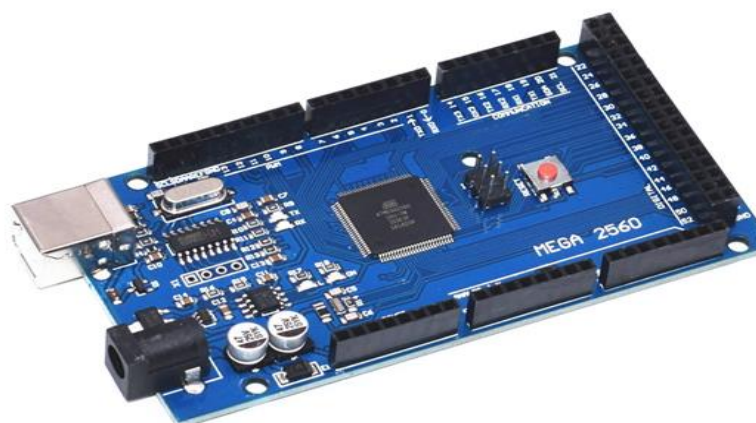


Рисунок 3.8 – Arduino Mega 2560

Таблиця 3.2 – Характеристики Arduino Mega 2560

Мікроконтролер	ATmega2560
Робоча напруга	5В
Напруга живлення	7-12В
Цифрові входи-виходи	54(15 підтримують ШІМ)
Аналогові входи	16
Максимальний струм одного входу	40 мА
Flash-пам'ять	256 КБ
SRAM	8 КБ
EEPROM	4 КБ
Тактова частота	16 МГц
Розміри	102 мм x 54 мм.

Arduino Mega 2560 має значно більшу кількість вхідно-вихідних пінів порівняно з іншими платформами Arduino. Це робить її ідеальним вибором для проектів, які вимагають підключення багатьох пристроїв і компонентів. Завдяки більшій кількості пінів, Arduino Mega 2560 може керувати більшим числом сенсорів, актуаторів, дисплеїв та інших пристроїв.

Arduino Mega 2560 також підтримує аналогові входи-виходи, що дозволяє підключати датчики, які вимірюють фізичні величини, такі як температура, освітленість або вологість. Вона також має піни з підтримкою сигналу ШІМ для управління напругою або яскравістю світлодіодів, моторів і інших пристроїв.

3.5.2 ChipKIT

ChipKIT - це платформа для розробки електронних проектів, яка базується на мікроконтролерах PIC32 від компанії Microchip Technology. Вона розроблена

як альтернатива та розширення платформи Arduino, пропонуючи більш потужні можливості та функціональність.

3.5.2.1 ChipKIT Uno32

Arduino Uno32 є платою, яка використовує мікроконтролер PIC32MX320F128. Вона працює з робочою напругою 3.3В та може бути живлена від джерела напруги в діапазоні від 7В до 15В. Плата має 42 цифрові входи-виходи та 6 аналогових входів[9]. Максимальний струм, який може постачатися одним входом, становить 40мА. Flash-пам'ять на платі складає 512 КБ, SRAM - 32 КБ, а EEPROM - 2 КБ. Зображення плати наведено на рисунку 3.9, а її характеристики наведені у таблиці 3.3.

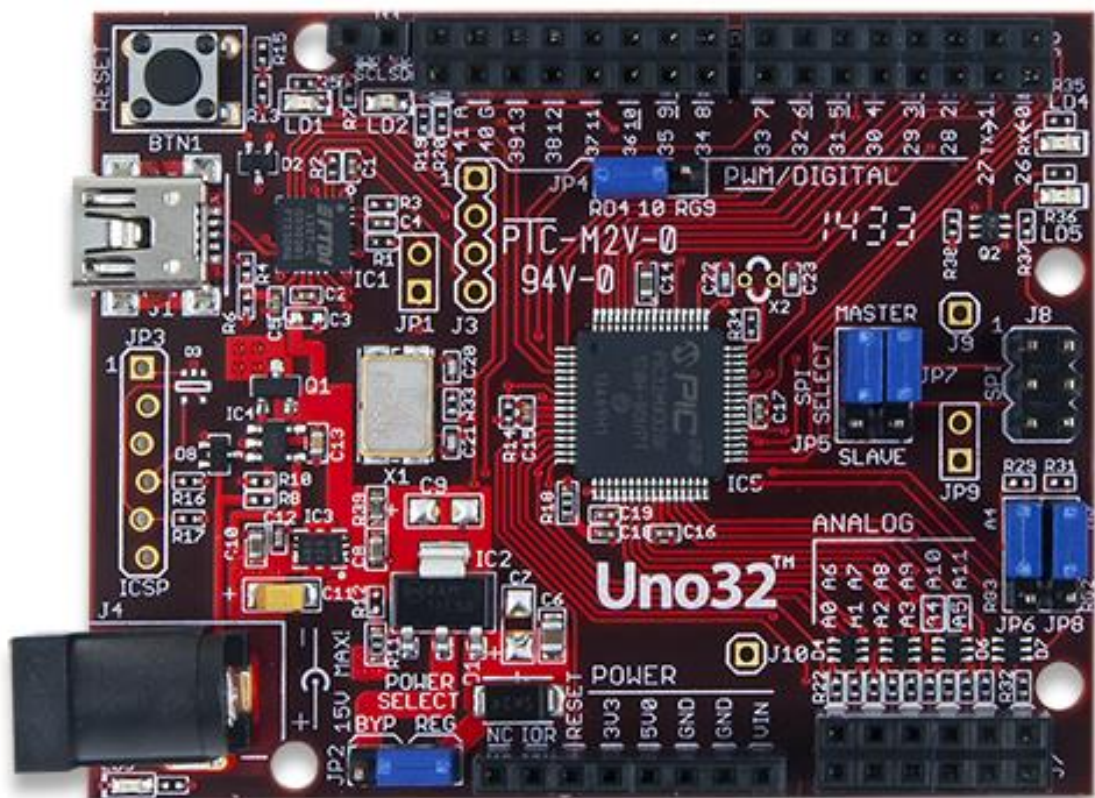


Рисунок 3.9 – ChipKIT Uno32

Таблиця 3.3 – Характеристики CHIPKIT Uno32

Мікроконтролер	PIC32MX320F128
Робоча напруга	3.3 В
Напруга живлення	7-12 В
Цифрові входи-виходи	36
Аналогові входи	6
Максимальний струм одного входу	40 мА
Flash-пам'ять	512 КБ
SRAM	32 КБ
EEPROM	2 КБ
Тактова частота	80 МГц
Розміри	68.6 x 53.4 мм

3.5.2.2 ChipKIT Max32

Arduino Max32 є платою, яка використовує мікроконтролер PIC32MX795F512H. Вона працює з робочою напругою 3.3В та може бути живлена від джерела напруги в діапазоні від 7В до 15В[10]. Плата має 83 цифрових входи-виходи та 16 аналогових входів. Максимальний струм, який може постачатися одним входом, становить 40мА. Flash-пам'ять на платі складає 512 КБ, SRAM - 128 КБ, а EEPROM - 12 КБ. Зображення плати можна побачити на рисунку 3.10 а її характеристики наведені у таблиці 3.4.

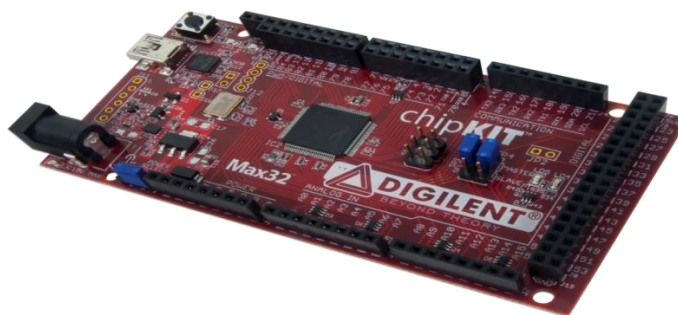


Рисунок 3.10 – ChipKIT Max32

Таблиця 3.4 – Характеристики CHIPKIT Max32

Мікроконтролер	PIC32MX795F512H
Робоча напруга	3.3 В
Напруга живлення	7-15 В
Цифрові входи-виходи	83
Аналогові входи	16
Максимальний струм одного входу	40 мА
Flash-пам'ять	512 КБ
SRAM	128 КБ
EEPROM	12 КБ
Тактова частота	80 МГц
Розміри	68.6 x 53.4 мм

3.5.2.3 Raspberry PI

Raspberry Pi 4 - це потужний одноплатний комп'ютер, що базується на процесорі Broadcom BCM2711 з 4 ядрами і частотою 1.5 ГГц[11]. Пам'ять може бути 2, 4 або 8 ГБ в залежності від моделі. Зображення плати наведено на рисунку 3.11, а у таблиці 3.5 наведені її характеристики.

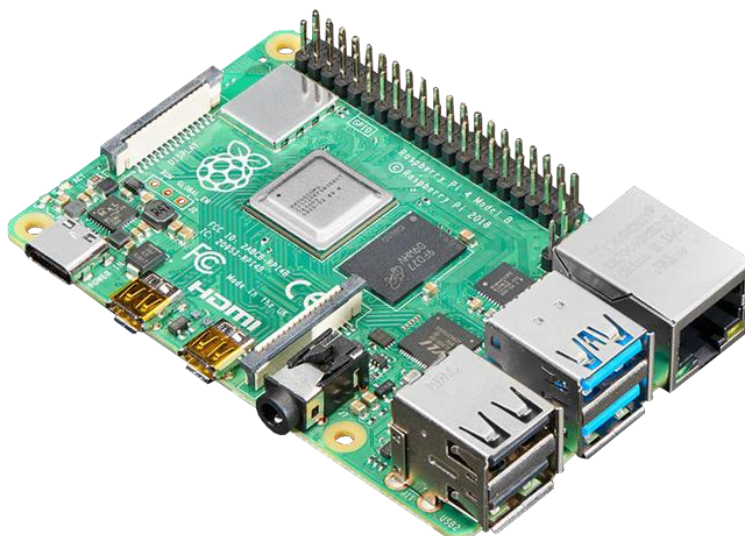


Рисунок 3.11 – Raspberry PI

Таблиця 3.5 – Характеристики CHIPKIT Max32

Мікроконтролер	Broadcom BCM2711
Робоча напруга	5 В
Напруга живлення	5 В (з через мікро-USB)
Цифрові входи-виходи	26 (GPIO)
Аналогові входи	Відсутні
Максимальний струм входу	16 мА
Flash-пам'ять	Варіанти: 16 ГБ, 32 ГБ, 64 ГБ, 128 ГБ, 256 ГБ, 512 ГБ, 1 ТБ
SRAM	Варіанти: 2 ГБ, 4 ГБ, 8 ГБ
EEPROM	Відсутні
Тактова частота	Варіанти: 1.5 ГГц, 1.8 ГГц, 2.0 ГГц
Розміри	85 x 56 x 17 мм

3.6 GSM модулі

GSM-модуль є пристроєм, який використовує технологію GSM для забезпечення комунікації між пристроями через мобільну мережу. Він дозволяє передавати голосову і текстову інформацію, а також виконувати деякі додаткові функції, пов'язані з мобільними мережами.

GSM-модулі зазвичай мають вбудований SIM-слот для вставки SIM-карти, що дозволяє здійснювати зв'язок з операторською мобільною мережею. Вони можуть працювати в різних діапазонах частот і підтримувати різні стандарти зв'язку, такі як 2G (GPRS/EDGE), 3G (UMTS/HSPA) або 4G (LTE).

3.6.1 SIM800L

SIM800L є невеликим GSM-модулем, який підтримує 2G мобільні мережі. Він базується на чіпсеті SIM800 і забезпечує можливості здійснення голосових дзвінків, передачі SMS та підключення до Інтернету через GPRS[12]. Модуль має UART-інтерфейс для зв'язку з мікроконтролерами або іншими пристроями. SIM800L дозволяє використовувати його для різних застосувань, таких як віддалене керування, спостереження за станом, автоматизація та інші. Зображення модему наведено на рисунку 3.12 а у таблиці 3.6 наведені його характеристики.

Таблиця 3.6 – Характеристики SIM800L

Робоча частота	GSM 850/900/1800/1900 МГц
Голосовий зв'язок	Так
SMS-передача	Так
GPRS-дані	Так
UART інтерфейс	Так
Напруга живлення	3.4-4.4 В
Поточне споживання	< 2 мА (у сплячому режимі)
Розміри	24 x 24 мм
Робоча температура	-40°C до +85°C
SIM-карта	Micro SIM

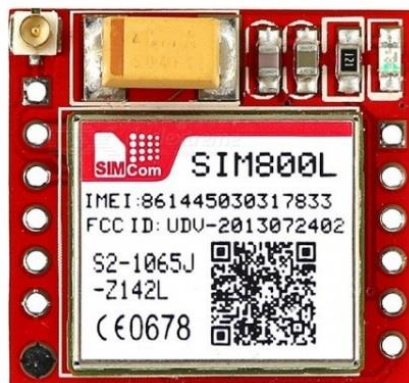


Рисунок 3.12 – SIM800L

3.6.2 Ai-Thinker A6

Модуль А6, вироблений компанією Ai-Thinker, є GSM-модулем, який підтримує 2G мобільні мережі. Він має компактний розмір і високу енергоефективність, що робить його популярним вибором для проектів з обмеженими розмірами і обмеженим живленням[13]. Зображення модулю наведено на рисунку 3.13, а у таблиці 3.7 наведені його характеристики.



Рисунок 3.13 – Ai – Thinker A6

Таблиця 3.7 – Характеристики Ai-Thinker A6

Робоча частота	GSM 850/900/1800/1900 МГц
Голосовий зв'язок	Так
SMS-передача	Так
GPRS-дані	Так
UART інтерфейс	Так
Напруга живлення	3.3 В
Поточне споживання	< 1 мА (у сплячому режимі)
Розміри	22 x 24 мм
Робоча температура	-40°C до +85°C
SIM-карта	Micro SIM

3.6.3 Quectel M95

Модуль Quectel M95 підтримує 2G мобільні мережі і забезпечує можливості передачі голосу, SMS-повідомлень та GPRS-даних. Quectel M95 має компактний розмір і низьке споживання енергії, що робить його популярним вибором для проектів з обмеженими розмірами та вимогами до енергоефективності[14]. Зображення модулю наведено на рисунку 3.14, а у таблиці 3.8 наведені його характеристики.



Рисунок 3.14 – Quectel M95

Таблиця 3.8 – Характеристики Quectel M95

Робоча частота	GSM 850/900/1800/1900 МГц
Голосовий зв'язок	Так
SMS-передача	Так
GPRS-дані	Так
UART інтерфейс	Так
Напруга живлення	3.3 В
Поточне споживання	< 1 мА (у сплячому режимі)
Розміри	23 x 22 мм
Робоча температура	-40°C до +85°C
SIM-карта	Micro SIM

3.6.4 SIM7000E

SIM7000E є GSM-модулем, розробленим компанією SIMCOM[15]. Цей модуль підтримує 2G, 3G та 4G (LTE) мобільні мережі, що робить його ідеальним вибором для проектів Інтернету речей (IoT), де необхідна швидка передача даних. Зображення модулю наведено на рисунку 3.15, а у таблиці 3.9 наведені його характеристики.

Таблиця 3.9 – Характеристики SIM7000

Робоча частота	GSM 850/900/1800/1900 МГц
	WCDMA 850/900/1900/2100 МГц
	LTE CAT-M1(eMTC)
Голосовий зв'язок	Так
SMS-передача	Так
GPRS-дані	Так
LTE-дані	Так
UART інтерфейс	Так
Напруга живлення	3.3 В
Поточне споживання	< 1 мА (у сплячому режимі)
Розміри	24 x 24 мм
Робоча температура	-40°C до +85°C
SIM-карта	Nano SIM

Таблиця 3.10 – Характеристики LM35

Протокол спілкування	Аналоговий
Напруга живлення, В	4 – 30
Робоча температура	Від -55. до +150°C
Точність	±0.5°C

DHT11 та DHT22 - це два популярних цифрових давачі температури та вологості, розроблені компанією Aosong (також відомою як AOSONG Electronics). Основна відмінність між ними полягає в їх характеристиках та точності вимірювань. Зображення давача DHT22 наведено на рисунку 3.17.



Рисунок 3.17 – Давач DHT22

Обидва давачі мають вбудовані 8-бітні мікроконтролери, які здійснюють зчитування даних та передачу їх через одножильний цифровий протокол. Це спрощує процес використання давачів, оскільки вони не вимагають додаткових аналогових-цифрових перетворювачів або зовнішніх компонентів.

DS18B20 - це цифровий давач температури, що працює на основі протоколу 1-Wire. Він розроблений компанією Maxim Integrated і є одним з найпоширеніших та надійних давачів температури у світі. Зображення давача наведено на рисунку 3.18. У таблиці 3.11 наведені характеристики давачів DHT11, DHT22, DS18B20.

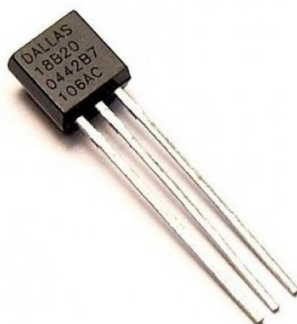


Рисунок 3.18 – Давач DS18B20

Давач DS18B20 має унікальний 64-бітний ідентифікатор, що дозволяє підключити до 16 давачів до одного інтерфейсу 1-Wire. Це дозволяє легко розширити систему вимірювання температури для більш складних проектів.

Таблиця 3.11 – Характеристики DHT11, DHT22, DS18B20

	DHT11	DHT22	DS18B20
Діапазон вимірювання температур	Від 0 до 50°C	Від -40. до +80°C	Від -55 до 125°C
Точність	±2°C	±0.5°C	±0.5°C
Вага, гр.	1	2.2	1
Напруга живлення, В	3 – 5.5	3 – 5.5	3 – 5.5

ВМЕ680 - це мультисенсорний пристрій, який поєднує в собі можливості вимірювання температури, вологості, тиску та якості повітря. Він розроблений компанією Bosch Sensortec і володіє високою точністю та надійністю вимірювання. Зображення давача наведено на рисунку 3.19, а у таблиці 3.12 наведені її характеристики.



Рисунок 3.19 – Давач BME680

Таблиця 3.12 – Характеристики BME680

Діапазон вимірювання температури	-40°C до +85°C
Точність вимірювання температури	±0.5°C
Діапазон вимірювання вологості	0% до 100%
Точність вимірювання вологості	±3%
Діапазон вимірювання тиску	300 гПа до 1100 гПа
Точність вимірювання тиску	±1 гПа
Інтерфейс зв'язку	I2C, SPI
Напруга живлення	3.3 В
Розміри	3.0 мм x 3.0 мм x 0.95 мм
Діапазон вимірювання температури	-40°C до +85°C

4 РОЗРОБКА ТА ОПИС СТРУКТУРНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ

4.1 Структурна схема системи керування обладнанням котеджу

В роботі розроблено структурну схему системи котеджем, яку наведено на листі ІА391.100БАК.004 Э1.1. Котедж, який розглядається у проекті, має наступні приміщення:

- ванну кімнату;
- кухню;
- вітальню;
- терасу;
- спальню;
- гараж;
- сад;
- кімнату, де розміщується блок силового обладнання.

Ці приміщення поєднуються мережею RS-485 з головним мікроконтролером (МКГ).

Використовується сучасна плата Arduino Mega2560 для керування кожним приміщенням. Для забезпечення зв'язку використовується ПД/ПРМ (передавач/приймач) RS-485, який виконує функцію фізичного інтерфейсу та забезпечує з'єднання до 1500 метрів, в залежності від швидкості передачі. Роль логічного інтерфейсу виконує модуль MAX485, який забезпечує конвертацію рівнів сигналів, балансування лінії та керування напрямком передачі даних.

4.2 Структурна схема контролера вітальні

В роботі розроблено структурну схему контролера вітальної, що займається її керуванням. Схему контролера наведено на листі ІА391.100БАК.004 Э1.2.

Інформація про стан об'єкта керування надходить у мікроконтролер від

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

наступних давачів:

- розбиття скла;
- відкриття дверей;
- відкриття вікна;
- витік води;
- витік газу;
- задимленість;
- рух;
- освітленість;
- температура;
- вологість.
- кінцевого положення вікна;
- кінцевого положення жалюзі.

Після обробки інформації мікроконтролер керує наступними виконавчими пристроями:

- зволожувач;
- клапан перекриття газу;
- клапан перекриття води;
- жалюзі;
- вкл /викл сигналу охоронної сигналізації;
- вкл /викл кондиціонера;
- вкл /викл телевізора;
- вкл /викл батарей;
- вкл /викл освітлення.

Для контролю відкриття вікна та жалюзі використовуються два двигуни постійного струму. Забезпечення зміни швидкості обертання цих двигунів відбувається за допомогою спеціальних модулів, що забезпечують широтно-імпульсне керування, які вбудовані у мікроконтролер. Ці модулі виконують

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

функції ШІМ-модуляції. Для посилення сигналів керування та зміни напрямку обертання двигунів використовуються спеціальні драйвери.

4.3 Функціональна схема керування обладнанням котеджу

В роботі розроблено функціональну схему системи керування котеджем, яку наведено на листі ІАз91.100БАК.004 Э2.1.

На цій схемі, в порівнянні зі структурною схемою системи, розкрита внутрішня побудова приймачів/передавачів RS-485, що підключені до Arduino Mega.

Приймачі/передавачі RS-485 працюють у напівдуплексному режимі з переключенням напрямку обміну. Для передачі інформації від мікроконтролера (Arduino Mega) в лінію зв'язку на вхід "Дозвіл передачі" подається сигнал високого рівня. Це дозволяє активувати передачу даних з Arduino Mega на лінію RS-485.

Для прийому інформації в Arduino Mega на вхід "Дозвіл прийому" подається сигнал низького рівня. Це дозволяє Arduino Mega приймати дані з лінії RS-485.

Приймачі/передавачі RS-485 перетворюють логічні сигнали від/в Arduino Mega у різницю напруг між лініями А та В, з діапазоном +/- 5 В. Якщо на вході приймача буде різниця напруги між А та В більша або дорівнює +200 мВ, то це сприймається як логічна одиниця. В іншому випадку, якщо на вході приймача буде різниця напруги між А та В по модулю більша або дорівнює -200 мВ, то це сприймається як логічний нуль.

Таким чином, допускається затухання сигналу при передачі у $5000/200 = 25$ разів, що забезпечує дальність передачі до 1500 метрів.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Функціональна схема керування контролером вітальні

В роботі розроблено функціональну схему контролера вітальної, що займається її керуванням. Схему контролера наведено на листі ІАз91.100БАК.004 Э2.2.

Головним вузлом даної схеми є сучасна плата Arduino Mega на базі мікроконтролера АТmega2560. Він від давачів зчитує інформацію та виконує керування усіма наявними виконавчими пристроями.

Сигнали від ДТ та ДВ приєднуються до Arduino через інтерфейс 1-WIRE однією лінією.

Плата Arduino Mega2560 не потребує додаткового кварцового резонатора, бо в ній вже встановлений кварцовий резонатор, що визначає тактову частоту мікроконтролера. Він забезпечує стабільний тактовий сигнал на частоті 16 МГц для мікроконтролера АТmega2560 та дозволяє забезпечити синхронізацію мікроконтролера з іншими пристроями чи зовнішніми джерелами тактового сигналу.

Для здійснення зовнішнього керування скиданням реалізована схема скидання (ССКИД). За допомогою кнопки підключеної між пінами RESET та землею (GND). При натисканні кнопки низький рівень сигналу подається на пін RESET, спричиняючи перезавантаження мікроконтролера.

Приймач/передавач інтерфейсу RS-485, виконаний на сучасній мікросхемі MAX 485 та з'єднується з пінами Arduino TXD0, RXD0 через лінію зв'язку.

За допомогою ДШІМ підключено два ДПС до портів D12 і D13 що дозволяє керувати ними за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Також додаткового їх було підключено до портів D4, D5, D6, D7 для керування напрямками обертів.

ДРС, ДВВІК, ДВДВ, ДР підключені до пінів Arduino D20, D21, D62, D63 через лінію зв'язку RS-485. За допомогою цих цифрових пінів налаштовується

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

режим «переривання», за допомогою якої реалізовується найбільш ефективна робота охоронної сигналізації. Сама СГН підключається до порту D31.

ДД, ДВГ, ДВВ, ДПЖ, ДПВ передають зібрані дані до Arduino підключаючись через лінію зв'язку до цифрових пінів з можливістю режиму «переривання» відповідно: D18, D19, D64, D65, D66.

ВКЛСП підключається до порта переривання Arduino через пін D14.

Виконавчі елементи КЛПВ, КЛПГ, ВКЛЗВ, ВКЛОСВ, ВКЛБ, ВКЛТ підключаються до плати Arduino відповідно через цифрові піни D22, D24, D26, D30, D32, D34, D36.

ДЖ підключається до портів Arduino GND і 5V і живить всю плату і компоненти.

ДО підключається одним контактом до 5V, а другим контактом до GND через резистор на 10кОМ і аналогового піна Arduino A0.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

5.1 Arduino

В якості платформи Arduino було обрано Arduino Mega 2560. Він представляє собою пристрій, який базується на мікроконтролері ATmega2560. Цей пристрій має в своєму складі всі необхідні компоненти для зручного використання мікроконтролера: 54 цифрові входи/виходи, з яких 15 можуть використовуватися як ШИМ-виходи, 16 аналогових входів, 4 апаратних UART для послідовних інтерфейсів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єми USB і ICSP для внутрішньосхемного програмування, а також кнопку скидання. Для початку роботи з пристроєм достатньо просто підключити живлення через AC/DC-адаптер або батарею, або підключити до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. Arduino Mega є сумісною з багатьма розширювальними платами, розробленими для Arduino Duemilanove і Diecimila.

Arduino Mega 2560 відрізняється від попередніх плат тим, що для перетворення USB-UART інтерфейсів використовується мікроконтролер ATmega16U2 (ATmega8U2 в деяких версіях плати).

На платі Mega 2560 версії R2 додано резистор, який забезпечує з'єднання лінії HWB мікроконтролера 8U2 з землею. Це спрощує процес оновлення прошивки і перехід пристрою в режим DFU.

Зміни на платі версії R3 включають:

– Додання виводів SDA і SCL поруч з виводом AREF, а також двох нових виводів поруч з виводом RESET. Перший новий вивід - IOREF - дозволяє розширювальним платам пристосовуватися до робочої напруги Arduino. Це забезпечує сумісність розширювальних плат як з 5В-платами Arduino, що базуються на мікроконтролерах AVR, так і з 3.3В-платами Arduino Due. Другий новий вивід не підключений до жодного компонента і залишається зарезервованим для майбутніх застосувань.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Покращена захищеність схеми скидання.
- Мікроконтролер ATmega16U2 замінений на 8U2.

Технічна характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega2560
- Робоча напруга: 5В
- Рекомендована напруга живлення: 7-12В
- Максимально допустима напруга живлення: 6-20В
- Цифрові входи/виходи: 54 (з них 15 можуть бути використані як ШІМ-виходи)
- Аналогові входи: 16
- Максимальний струм на одному виводі: 40 мА
- Максимальний вихідний струм виводу 3.3В: 50 мА
- Флеш-пам'ять: 256 КБ (з них 8 КБ використовуються завантажувачем)
- SRAM: 8 КБ
- EEPROM: 4 КБ
- Тактова частота: 16 МГц

5.1.1 Живлення

Arduino Mega має можливість отримувати живлення від USB або зовнішнього джерела живлення - тип джерела вибирається автоматично.

Якщо обрати зовнішнє джерело живлення (не USB), можна використовувати мережевий адаптер AC/DC або акумулятор/батарею. Потрібно підключити штекер адаптера (діаметр - 2.1 мм, центральний контакт - позитивний) до відповідного роз'єму живлення на платі. У разі використання акумулятора/батареї, її проводи слід підключити до виводів Gnd та Vin роз'єма POWER.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 В. Однак, зниження напруги живлення нижче 7 В призводить до зниження напруги на виводі 5V, що може спричинити нестабільну роботу пристрою. Використання напруги більше 12 В може призвести до перегріву стабілізатора напруги та виходу плати з ладу. Тому рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12 В.

Виводи живлення на платі перераховані нижче:

- VIN. Цей вивід приймає напругу безпосередньо від зовнішнього джерела живлення (не пов'язано з 5В від USB або іншою стабілізованою напругою). Через цей вивід можна подавати зовнішнє живлення і споживати струм, коли пристрій живиться від зовнішнього адаптера.
- 5V. Цей вивід отримує напругу 5В від стабілізатора напруги на платі, незалежно від того, як пристрій живиться: від адаптера (7 - 12В), від USB (5В) або через вивід VIN (7 - 12В). Не рекомендується живити пристрій через виводи 5V або 3V3, оскільки в цьому випадку не використовується стабілізатор напруги, що може призвести до виходу плати з ладу.
- 3V3. 3.3В, які надходять від стабілізатора напруги на платі. Максимальний струм, що споживається з цього виводу, становить 50 мА.
- GND. Виводи землі.
- IOREF. Цей вивід надає інформацію платам розширення про робочу напругу мікроконтролера Arduino. Залежно від напруги, зчитаної з виводу IOREF, плата розширення може переключитися на відповідне джерело живлення або використовувати рівні перетворювачі, що дозволяють їй працювати як з 5В, так і з 3.3В-пристроями.

5.1.2 Пам'ять

У мікроконтролері ATmega2560 є 256 КБ програмної флеш-пам'яті (з яких 8 КБ використовуються завантажувачем), 8 КБ оперативної пам'яті SRAM і 4 КБ EEPROM (бібліотека EEPROM використовується для роботи з цією пам'яттю).

5.1.3 Входи і виходи

За допомогою функцій pinMode(), digitalWrite() і digitalRead() кожний з 54 цифрових виходів Arduino Mega може бути налаштований як вхід або вихід. Рівень напруги на виходах обмежений до 5В. Максимальний струм, який може постачатися або споживатися одним виходом, становить 40мА. Всі виходи мають внутрішні підтягуючі резистори (за замовчуванням вимкнені) з номіналом 20-50кОм. Крім того, деякі виходи Arduino можуть виконувати додаткові функції:

Серійний інтерфейс Serial: виводи 0 (RX) і 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) і 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) і 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) і 14 (TX). Ці виводи використовуються для отримання (RX) та передачі (TX) даних через серійний інтерфейс. Виводи 0 і 1 також пов'язані з відповідними виводами мікросхеми ATmega16U2, яка виконує роль USB-UART-перетворювача.

Зовнішні переривання: виводи 2 (переривання 0), 3 (переривання 1), 18 (переривання 5), 19 (переривання 4), 20 (переривання 3) і 21 (переривання 2). Ці виводи можуть використовуватися як джерела переривань, які виникають при різних умовах: при низькому рівні сигналу, на фронті, спаді або зміні сигналу. Для отримання додаткової інформації див. функцію attachInterrupt().

ШИМ: виводи 2 - 13 і 44 - 46. За допомогою функції analogWrite() можна виводити 8-бітні аналогові значення в формі ШИМ-сигналу.

Інтерфейс SPI: виводи 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). За допомогою бібліотеки SPI ці виводи дозволяють здійснювати зв'язок за

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою інтерфейсу SPI. Лінії SPI також виведені на роз'єм ICSP, сумісний з Arduino Uno, Duemilanove і Diecimila.

Світлодіод: 13. Вбудований світлодіод, підключений до виводу 13. При встановленні значення HIGH світлодіод вмикається, при встановленні LOW - вимикається.

TWI: виводи 20 (SDA) і 21 (SCL). За допомогою бібліотеки Wire ці виводи дозволяють здійснювати зв'язок за допомогою інтерфейсу TWI. Розташування цих виводів відрізняється від Arduino Duemilanove і Diecimila.

У Arduino Mega 2560 є 16 аналогових входів, кожний з яких може представляти аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значення). За замовчуванням вимірювання напруги здійснюється відносно діапазону від 0 до 5 В. Однак верхню межу цього діапазону можна змінити за допомогою виводу AREF і функції `analogReference()`.

Крім перелічених на платі є декілька додаткових виводів:

- AREF. Опорна напруга для аналогових входів. Може бути використана за допомогою функції `analogReference()`.
- Скидання (Reset). Низький рівень (LOW) на цьому виводі призведе до перезавантаження мікроконтролера. Зазвичай цей вивід використовується для роботи кнопки скидання на розширених платах.

5.1.4 Зв'язок

Arduino Mega 2560 надає різноманітні можливості для забезпечення зв'язку з комп'ютером, іншими платами Arduino або іншими мікроконтролерами. У ATmega2560 є чотири апаратні UART для реалізації послідовних інтерфейсів (зі стандартним рівнем TTL 5В). Мікроконтролер ATmega16U2 (або ATmega8U2 на платах версій R1 і R2) забезпечує зв'язок одного з UART з USB-портом комп'ютера, що дозволяє Arduino розпізнаватися як віртуальний COM-порт при

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

підключенні до ПК (операційна система Windows потребує відповідного .inf-файлу, у відміну від OSX і Linux, де плата автоматично розпізнається як COM-порт). В комплект програмного забезпечення Arduino входить спеціальна програма SerialMonitor, яка дозволяє зчитувати та відправляти прості текстові дані на Arduino. Під час передачі даних через мікросхему ATmega8U2/ATmega16U2 під час USB-з'єднання з комп'ютером світлодіоди RX і TX на платі будуть миготіти. (При послідовній передачі даних через виводи 0 і 1 без використання USB-конвертера, ці світлодіоди не активуються).

Бібліотека SoftwareSerial дозволяє реалізувати послідовний зв'язок на будь-яких цифрових виводах Mega2560.

У мікроконтролері ATmega2560 також реалізована апаратна підтримка послідовних інтерфейсів TWI і SPI. В комплект програмного забезпечення Arduino входить бібліотека Wire, яка спрощує роботу з шиною TWI; для отримання більш детальної інформації дивіться документацію по бібліотеці Wire. Для роботи з інтерфейсом SPI використовується бібліотека SPI.

5.1.5 Програмування

Arduino Mega можна програмувати за допомогою програмного забезпечення Arduino.

У Arduino Mega з мікроконтролером ATmega2560 встановлений завантажувач, що дозволяє завантажувати нові програми без використання зовнішнього програматора. Взаємодія з мікроконтролером здійснюється за оригінальним протоколом STK500.

Однак, мікроконтролер також можна прошивати через роз'єм для внутрішньосхемного програмування ICSP (In-Circuit Serial Programming), не звертаючи уваги на завантажувач.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Прошивка ATmega16U2/8U2 включає в себе загрузчик DFU (Device Firmware Update), який дозволяє оновлювати прошивку мікроконтролера. Для активації режиму DFU необхідно:

- На платах версії R1: замкнути переми́чку ззаду плати (поруч зі зображенням Італії), а потім скинути 8U2.

- На платах версії R2 і вище - для спрощення переходу в режим DFU присутній резистор, який заземлює лінію HWB мікроконтролера 8U2/16U2. Після переходу в режим DFU можна використовувати програмне забезпечення Atmel's FLIP (для Windows) або DFU programmer (для Mac OS X і Linux) для завантаження нової прошивки. Альтернативний варіант - прошити мікроконтролер через роз'єм для внутрішньосхемного програмування ISP за допомогою зовнішнього програматора, проте у цьому випадку загрузчик DFU буде видалений. Для отримання більш детальної інформації дивіться ці інструкції від користувачів.

5.1.6 Захист USB від перевантажень

Arduino Mega 2560 має вбудовані захисні пристрої, які захищають USB-порт комп'ютера від коротких замикань та перевантажень. Незважаючи на те, що більшість комп'ютерів мають власний захист, такі захисні пристрої забезпечують додатковий рівень захисту. Якщо від USB-порта споживається струм більше 500 мА, захисний пристрій автоматично перериває з'єднання до усунення причин короткого замикання або перевантаження.

5.2 Двигун постійного струму

Двигун здатний керуватися завдяки широтно-імпульсній модуляції. Реалізувати широтну-імпульсну модуляцію можна силами таймера, який

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вбудовано у сам мікроконтролер. Стабільність роботи системи напряму залежить від вибору двигуна і є дуже важливою. Режим «реверс» двигуна постійного струму виконується виключно зміною полярності сигналів керування.

Двигуни постійного струму керуються за допомогою транзисторів або реле. Одиночне перемикає реле вмикає і вмикає двигун, а парне відповідає за напрямок обертання.

Керуючі імпульси у вигляді сигналів з широтно-імпульсною модуляцією використовуються для регулювання швидкості обертання двигуна постійного струму. Такий підхід дозволяє керувати середньою величиною потужності, що надходить на двигун. В даному випадку, чим більше величина відношення «тривалість імпульсу/період», тим більша потужність надходить на двигун.

Частота сигналу з широтно-імпульсною модуляцією повинна перевищувати 20 кГц, що дозволяє виключити звукові ефекти, пов'язані з формуванням звукових сигналів самим двигуном при зміні магнітного поля, яке в ньому утворюється.

5.3 Драйвер ШІМ

Для керування двигуном постійного струму використовується драйвер ШІМ, який підключений за допомогою мостової схеми. Мостова схема зображена на рисунку 5.1.

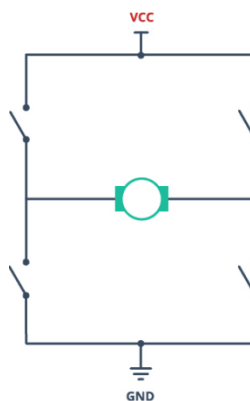


Рисунок 5.1 – Мостова схема підключення ДПС

Обрано пристрій, який перетворює керуючі сигнали малої потужності у струми, необхідні для керування двигунами. Цей пристрій називається драйвер двигунів.

Існує багато різних схем для керування двигунами постійного струму. Вони відрізняються потужністю та базою елементів, на якій вони реалізовані. Далі розглянуто простий драйвер керування двигунами, який представлений у вигляді готової до використання мікросхеми. Ця мікросхема називається L293D. Її зображення наведено на рисунку 5.2, а виводи на рисунку 5.3.



Рисунок 5.2 – L293D - зовнішній вигляд

Для керування двома електродвигунами використовуються два драйвери L293D. Кожен драйвер має чотири незалежних канали, які об'єднані у дві пари. Мікросхема L293D має дві пари виходів для підключення електродвигунів і дві пари входів для керуючих сигналів. Для кожного драйвера використовуються два входи для його вмикання. За допомогою широтно-імпульсної модуляції сигналів здійснюється керування швидкістю обертання електродвигунів.

Для підключення електричних двигунів з вищою напругою живлення, L293D надає можливість розділеного живлення для мікросхеми та керованих двигунів. Це дозволяє зменшити завади, що виникають внаслідок стрибків напруги, пов'язаних з роботою двигунів.

Для підключення до Arduino потрібно здійснити наступні кроки:

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Живлення:
- Підключіть позитивний полюс джерела живлення (VCC2) драйвера L293D до джерела живлення, яке використовується для живлення ваших двигунів постійного струму.
- Підключіть негативний полюс джерела живлення до землі Arduino та до GND виводів драйвера L293D.
- Керуючі сигнали:
- Використовуючи виводи Arduino, підключіть IN1 та IN2 виводи драйвера до цифрових пінів Arduino.
- Використовуючи виводи Arduino, підключіть IN3 та IN4 виводи драйвера до інших цифрових пінів Arduino.
- Виводи двигуна:
- Підключіть двигун до виводів драйвера L293D. Позитивний полюс двигуна підключається до OUT1 або OUT3 виводу, а негативний полюс підключається до OUT2 або OUT4 виводу.

Після підключення можна програмувати Arduino для керування двигунами постійного струму. Для цього використовуються відповідні команди у коді Arduino для керування напрямком обертання та швидкістю двигуна, використовуючи відповідні цифрові піни, підключені до IN1, IN2, IN3 та IN4 виводів драйвера L293D. Змінюючи стани цих пінів (HIGH або LOW), ви змінюєте напрямок руху двигуна та швидкість обертання.

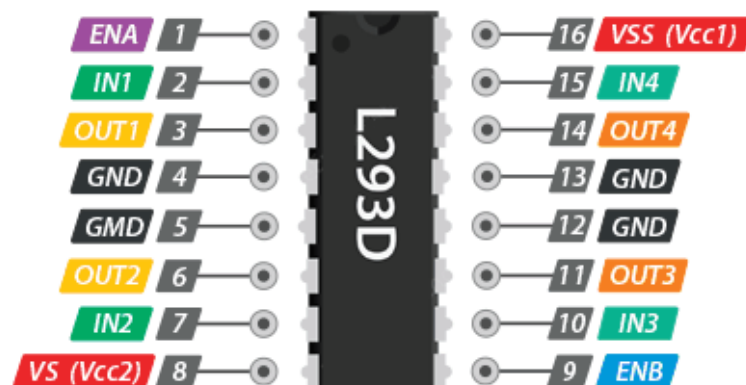


Рисунок 5.3 – L293D - виводи мікросхеми

VCC1 (8 вивід): Живлення для внутрішніх логічних ланцюгів драйвера. Підключається до джерела живлення з напругою в межах 4.5-36V.

GND (4, 5, 12, 13 виводи): Заземлення. Підключаються до негативного полюсу живлення.

VCC2 (16 вивід): Живлення для двигунів. Підключається до джерела живлення з напругою, яка відповідає напрузі живлення двигунів.

1, 2EN (1, 9 виводи): Вхід для включення / вимкнення внутрішнього логічного пристрою драйвера. Підключаються до виводів Arduino для керування включенням / вимкненням драйвера.

1A, 2A (2, 7 виводи): Виводи, через які подається сигнал для керування напрямком обертання першого двигуна. Підключаються до виводів Arduino.

3, 6EN (10, 15 виводи): Вхід для включення / вимкнення внутрішнього логічного пристрою драйвера. Підключаються до виводів Arduino для керування включенням / вимкненням драйвера.

3A, 4A (11, 14 виводи): Виводи, через які подається сигнал для керування напрямком обертання другого двигуна. Підключаються до виводів Arduino.

1, 2Y (3, 6 виводи): Виводи для керування напругою на першому двигуні. Підключаються до виводів двигуна.

3, 4Y (14, 11 виводи): Виводи для керування напругою на другому двигуні. Підключаються до виводів двигуна.

1, 2, 3, 4EN (7, 2, 10, 15 виводи): Вхід для включення / вимкнення відповідних виводів двигуна. Підключаються до виводів Arduino для керування включенням / вимкненням виводів двигуна.

5.4 Захисні діоди

На схемі, яку наведено на рисунку 5.4 присутні 8 захисних діодів з позначеннями VD1...VD8. Ці діоди використовуються для захисту транзисторних

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ключів VT1...VT8 від паразитних імпульсів високої амплітуди, які виникають під час комутації двигуна. Діоди VD1...VD8 захищають від негативних імпульсів (VT4, VT2, VT8, VT6) та позитивних імпульсів (VT3, VT1, VT7, VT5).

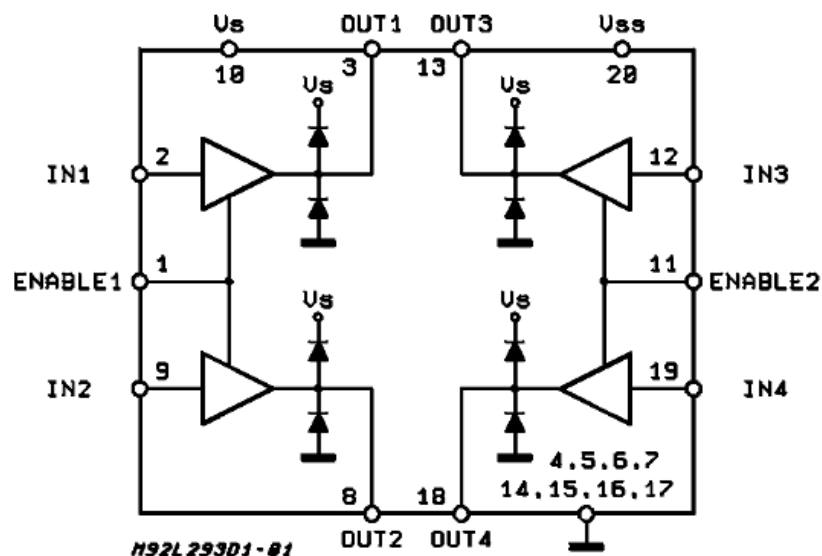


Рисунок 5.4 – L293D - виводи мікросхеми

Ці імпульси виникають при вимиканні (позитивні) та увімкненні (негативні) ключів. Поява цих імпульсів пов'язана зі зміною струму в котушці, що призводить до зміни магнітного потоку всередині неї. Це викликає індукційну електрорушійну силу (ЕРС) згідно з правилом лєнзи.

Наприклад, при різкому збільшенні струму (при включенні перемикача), змінюється магнітний потік, що викликає індукцію ЕРС на котушці, протилежну напрямку до стартового струму, намагаючись зменшити зміну струму. У такому випадку на кнопці (зображено на рисунку 5.5, а) з'являється негативний імпульс з великою амплітудою, який може пошкодити ключ.

Якщо струм у котушці різко зменшується (при вимкненому ключі), це викликає індукцію магнітного потоку і виникає електрорушійна сила (ЕРС: ЕІ), спрямована вздовж того ж напрямку, що й вихідний струм, що підтримує стартовий струм. В такому випадку на кнопці створюється позитивний імпульс з великою амплітудою (зображено на рисунку 5.5, б), який може пошкодити ключ.

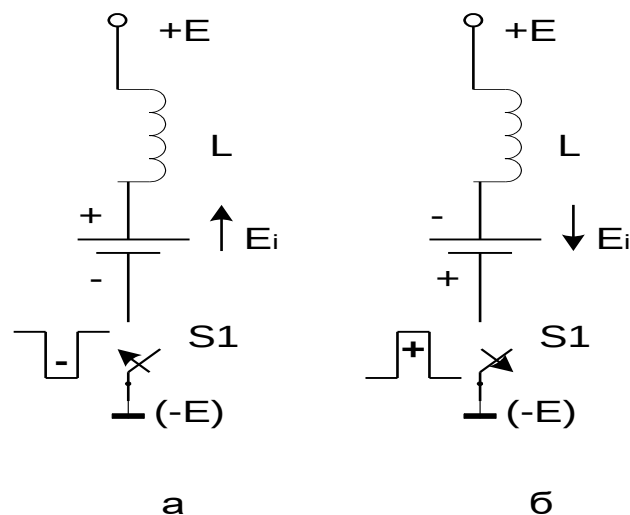


Рисунок 5.5 – Паразитні імпульси в процесі комутації ключів: а) – від’ємний імпульс при включенні ключа; б) – додатний імпульс при відключенні ключа.

5.5 Цифро-аналоговий перетворювач

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) є важливою складовою платформи Arduino Mega2560, яка дозволяє генерувати аналогові сигнали з цифрових значень. Цей ЦАП базується на функції ШІМ (Ширина імпульсу модуляції) і дозволяє генерувати аналогові сигнали з цифрових значень.

Arduino Mega2560 має 15 цифрових портів з функцією ШІМ. Функція `analogWrite()` у мові програмування Arduino дозволяє встановлювати ширину імпульсу на цих пінах, що відповідає аналоговому сигналу. Це дає можливість керувати яскравістю світлодіодів, кутом обертання сервоприводів або швидкістю обертання моторів.

Хоча вбудований ЦАП в Arduino Mega2560 має свої обмеження, такі як обмежена роздільна здатність (8 біт), він все одно є потужним інструментом для генерації аналогових сигналів у багатьох додатках розумного будинку. Завдяки великому числу цифрових портів з функцією ШІМ, Arduino Mega2560 дозволяє

керувати багатьма виконавчими елементами, надаючи їм аналоговий функціонал.

Технічні характеристики:

- Роздільна здатність (біти): 8 біт.
- Діапазон напруги: 0-5 В.
- Кількість аналогових входів: 16 (позначені як А0 до А15).
- Максимальний струм виходу: приблизно 5 мА.

5.6 Аналого-цифровий перетворювач

Arduino Mega2560, на базі мікроконтролера АТmega2560, має у своєму складі вбудований АЦП (аналого-цифровий перетворювач), який дозволяє зчитувати аналогові сигнали з різних джерел і перетворювати їх на цифрові значення, зрозумілі для мікроконтролера.

АЦП може працювати у двох режимах: режим одиночного перетворення та режим автоматичного перетворення. У режимі одиночного перетворення перетворення ініціюється користувачем, тоді як у режимі автоматичного перетворення перетворення відбуваються автоматично з заданою швидкістю.

АЦП підтримує функціонал автоматичного запуску перетворень, преривання при завершенні перетворення, вибір прескалера для налаштування швидкості перетворення та можливість зчитування результатів перетворення з різних регістрів.

У мікроконтролері АТmega2560, є мультиплексор аналогових входів для АЦП (аналого-цифрового перетворювача). Цей мультиплексор дозволяє підключати до восьми аналогових джерел сигналу до АЦП для перетворення їх у цифрові значення.

У АЦП є ПВЗ, що підтримує на постійному рівні напругу на вході АЦП під час перетворення.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка, що виникає від квантування за рівнем, є одним із основних недоліків АЦП. Ця похибка виникає внаслідок розбиття (квантування) вхідного сигналу на постійні інтервали ΔU [10]. Кожному зміщенню вхідної напруги на $\pm \Delta U$ відповідає зміна вихідного двійкового коду на ± 1 у менш значущому розряді (МЗР). Абсолютна величина похибки квантування за рівнем дорівнює $\pm \Delta U/2$ або $\pm 0,5$ МЗР.

Для оцінки відносної похибки квантування за рівнем, ми можемо використати наступну формулу:

$$\delta_{\text{вдн}} = \frac{50}{N_{\text{д}} - 1} \% , \quad (5.1)$$

де $N_{\text{д}}$ представляє кількість дискретних значень вихідного коду, включаючи нульове.

У свою чергу

$$N_{\text{д}} = 2^{N_{\text{РДК}}} , \quad (5.2)$$

де $N_{\text{РДК}}$ можна визначити як кількість розрядів вихідного двійкового коду.

Для нашого АЦП $N_{\text{РДК}} = 10$, $N_{\text{д}} = 2^{10} = 1024$. Тоді,

$$\delta_{\text{вдн}} = \frac{50}{1024 - 1} \% = \frac{50}{1023} \% = 0,05 \% . \quad (5.3)$$

Технічні характеристики:

- Роздільна здатність: 10 біт (1024 рівні напруги);
- Діапазон вимірювання: Від 0 до 5 Вт;
- Кількість аналогових вхідних пінів: 16 (А0 - А15);
- Максимальний струм вхідного сигналу: 40 мА;
- Максимальна частота дискретизації: 10 кГц;
- Помилка перетворення: до 2 лісових біт;
- Швидкість перетворення: 15 000 Вибірок / с.

5.7 Давач руху

Давач руху є пристроєм, призначеним для виявлення руху в своєму оточенні. В розумному будинку використання давачів руху може бути корисним для автоматизації освітлення, безпеки, енергозбереження та інших функцій. Давач руху зазвичай працюють на основі різних технологій, таких як інфрачервоні (PIR), ультразвукові, мікрохвильові або відеокамери.

Основна принципова робота давача руху полягає в спостереженні зміни відображеного сигналу або індикації руху в зоні його охоплення. Коли модуль виявляє рух, вихід змінюється з високого рівня (3.3В) на низький рівень (0В).

Для нашої системи було обрано давач руху HC-SR50. Він використовує технологію інфрачервоного виявлення руху (PIR)

Переваги давач руху HC-SR501 в тому, що він є простим у використанні, економним та надійним модулем. Також він забезпечує широкий діапазон виявлення, налаштовувану чутливість та можливість налаштування часу затримки, що робить його універсальним для різних сценаріїв застосування.

Технічні характеристики:

- Діапазон виявлення: до 7 метрів, з кутом до 110 градусів;
- Чутливість: налаштовувана;
- Час затримки: налаштовуваний, від декількох секунд до декількох хвилин;
- Живлення: від 4,5В до 20В;
- Вихідний сигнал: цифровий вихідний сигнал, який індикаторно показує наявність або відсутність руху;
- Робочий температурний діапазон: від -20°C до +80°C;
- Розміри: 32мм x 24мм.

5.8 Давач витоку води

Давач витоку води дозволяє виявляти протікання або краплини води і забезпечує надійний контроль рівня вологості. Він дозволяє визначити появу крапель вологи і вчасно відреагувати на це, наприклад, включивши оповіщення або закривши клапан води.

Модуль давача складається з двох частин:

- "Сенсорна" плата виявлення крапель. Вона відстежує кількість вологи, що потрапила на неї. По суті, сенсор є простим змінним резистором, що замикається водою в різних місцях, що викликає зміну опору.
- Друга частина давача – здвоєний компаратор (як правило, LM393, але можливі варіанти LM293 та LM193). Його головне завдання – перетворення значення із сенсора на аналоговий сигнал від 0 до 5 вольт.

Давач зображено на рисунку 5.6. Можна зустріти давачі як з об'єднаними так і рознесеними сенсором та компаратором.



Рисунок 5.6 – Давач витоку води

Компаратор LM393 порівнює вихідне значення давача з пороговим значенням і видає вихідне значення через цифровий вивід.

Коли значення давача перевищує порогове значення, цифровий вихід передає нам 5В, і світлодіод давач загоряється. В іншому випадку, коли значення

давача менше порогового значення, цифровий вивід передає 0В, і світлодіод не загоряється.

Для підключення до Arduino достатньо підключити його до відповідних портів Arduino:

- VCC (вхід живлення) – 5В;
- GND - заземлення;
- АО – аналоговий вихід;
- DO – цифровий вихід.

5.9 Давач витоку газу

В якості давачу витоку газу обрано MQ-4. Це газовий давач, призначеним для виявлення метану (CH_4) в повітрі. Він широко використовується в різних застосуваннях, включаючи системи безпеки, домашні автоматизовані системи та промислові системи контролю.

Основним компонентом MQ-4 є електрохімічний давач, який працює на принципі електролітичної реакції з метаном. При контакті з метаном на поверхні давача відбувається хімічна реакція, яка генерує електричний сигнал. Цей сигнал залежить від концентрації метану в повітрі.

Для підключення MQ-4 до мікроконтролера, такого як Arduino, необхідно забезпечити стабільне джерело живлення 5В і підключити аналоговий вихідний пін давача до аналогового вхідного піну мікроконтролера. Зчитання аналогового сигналу з давач дозволяє визначити концентрацію метану в повітрі. У разі підключення через цифрові піни, вбудований потенціометр порівнює аналогове значення з виставленим рівнем і видає 0 або 1.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: 5В;
- Поточне споживання: 150мА;

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вихідний сигнал: аналоговий сигнал, що змінюється відносно концентрації метану;
- Чутливість: 200-10000 ppm (parts per million);
- Робоча температура: від -10°C до +50°C;
- Робоча вологість: від 10% до 90% без конденсації;
- Час реакції: < 10 секунд;
- Час відновлення: < 30 секунд.

5.10 Давач температури

В якості температурного давача використовуємо DS18B20. Цей давач від компанії Dallas Semiconductor відомий своєю високою точністю та простотою використання. Основною особливістю DS18B20 є його діапазон вимірювання, який становить від -55°C до +125°C.

Також, він працює за протоколом 1-Wire, що дозволяє передавати дані з давача до мікроконтролера, використовуючи всього один цифровий пін. Це спрощує процес підключення та забезпечує зручну комунікацію.

Підключення DS18B20 до Arduino вимагає підключення трьох проводів: жовтого (DATA), червоного (+5V) і чорного (GND). Жовтий провід підключається до цифрового піна Arduino, на якому буде встановлено програмне забезпечення для зчитування температури. Червоний провід підключається до джерела живлення Arduino (+5V), а чорний провід - до землі Arduino (GND).

Для використання DS18B20 з Arduino потрібно встановити бібліотеку OneWire. Ця бібліотека дозволяє зчитувати дані з давача за допомогою протоколу 1-Wire. Після встановлення бібліотеки можна використовувати вбудовані функції для ініціалізації давача, зчитування значення температури і роботи з даними.

Технічні характеристики:

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Діапазон вимірювання температури: $-55\text{ }^{\circ}\text{C} +125\text{ }^{\circ}\text{C}$
- якщо живлення – зовнішнє, вимірювання температури повітря йде від $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- точність $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- енергоспоживання: в режимі зчитування $< 1\text{mA}$, в режимі неактивності $< 10\text{mA}$
- інтерфейс комунікації: 1-WIRE;
- час конвертації: 750мс.

5.11 Давач задимленості

В якості давача задимленості було обрано газовий сенсор MQ-2.

Він здатний швидко виявляти наявність газу в приміщенні, що дозволяє вчасно реагувати на можливі загрози, пов'язані з витоком газу. Також, може бути використаний в системах попередження про пожежу або системах безпеки для виявлення небезпечних газів.

MQ-2 може виявляти шкідливі гази, такі як дим, аміак, бензол та інші токсичні сполуки, які можуть присутні у повітрі. Це корисно для систем вентиляції, очищення повітря та контролю якості повітря в приміщеннях.

MQ-2 також може використовуватись для виявлення присутності газів, таких як алкоголь, метан, пропан, ізобутан та інші горючі гази. Це корисно для перевірки наявності газу перед запуском пристроїв або для забезпечення безпеки у приміщеннях. Для отримання результату через цифровий вивід використовується компаратор LM393. Він порівнює аналогове значення з виставленим рівнем і видає 0 або 1.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: $5\text{V} \pm 0,1\text{V}$.
- Поточне споживання: близько 800mA.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вихідний сигнал: аналоговий вихід, що змінюється залежно від концентрації газу.
- Температурний діапазон роботи: -10°C до +50°C.
- Вологість робочого середовища: 95% RH (без конденсації).
- Виявлювані гази: леткі органічні сполуки (ЛОС), дим, метан, алкоголь, пропан, ізобутан та інші горючі гази.

5.12 Система пожежогасіння

При спрацюванні датчик диму, через Arduino подається сигнал на систему пожежогасіння. В якості системи пожежогасіння було обрано спрінклерну систему.

Спрінклерна система пожежогасіння є надійним і ефективним вибором для розумного будинку, забезпечуючи автоматичний захист від пожежі. Ось деякі переваги спрінклерних систем, які визначають їх конкурентну перевагу над іншими методами пожежогасіння:

Ефективність: Спрінклерна система є однією з найефективніших систем пожежогасіння. Коли спрінклери активуються, вони розпилюють воду або пожежогасячі речовини безпосередньо на джерело пожежі, що сприяє швидкому і ефективному гасінню вогню.

Швидка реакція: Спрінклерна система реагує на пожежу миттєво. Коли виявляється підвищена температура або дим, спрінклери автоматично активуються, що дозволяє реагувати на пожежу на ранніх стадіях та запобігати її поширенню.

Надійність: Спрінклерні системи відомі своєю надійністю. Вони мають довгий термін служби і зазвичай працюють без збоїв. Системи побудовані на основі стандартів безпеки та надійності, що забезпечує їх ефективну роботу у випадку пожежі.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Універсальність: Спрінклерні системи можуть бути розроблені та налаштовані під конкретні потреби будинку. Вони можуть бути встановлені у всіх приміщеннях, включаючи кухню, ванну кімнату, спальню, гараж та інші приміщення. Це дозволяє забезпечити широкий охоплення будинку пожежогасінням.

Для підключення спрінклерної системи до Arduino достатньо підключити спрінклер через реле до відповідного порту Arduino. Це дозволяє віддалено контролювати та моніторити систему пожежогасіння, а також отримувати повідомлення про пожежу на смартфон або інші пристрої.

5.13 Давач вологості

В якості вимірювача вологи був обраний сенсор DHT22 від компанії AOSONG (Amphenol Advanced Sensors). DHT22 є цифровим сенсором, який використовує однопровідний протокол передачі даних для зв'язку з мікроконтролерами, такими як Arduino. Він має компактний розмір та простий у використанні. Він використовує один провід для передачі сигналів даних та живлення. Мікроконтролер, такий як Arduino, забезпечує комунікацію з сенсором, відправляючи сигнали запиту та отримуючи відповіді з давача. Завдяки 1-Wire протоколу, цей спосіб зв'язку є зручним та ефективним для зчитування температури та вологості з AOSONG DHT22.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання температури: від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$.
- Діапазон вимірювання вологості: від 0% до 100% відносної вологості
- Точність вимірювання температури: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Точність вимірювання вологості: $\pm 2\% \text{ RH}$.
- Роздільна здатність: 0.1°C для температури та $0.1\% \text{ RH}$ для вологості.
- Час відгуку: менше ніж 2 секунди для температури та вологості.

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Живлення: від 3.3V до 6V DC.
- Інтерфейс комунікації: 1-WIRE.

5.14 Давач відкриття дверей і вікон

В якості давачу відкриття дверей і вікон скла обрано МС-38. Це недорогий та надійним магнітним контактний давач, призначений для виявлення відкриття дверей, вікон та інших об'єктів. Принцип дії давача МС-38 базується на використанні магнітних полів та контактного замикання. Давач складається з двох основних компонентів: магнітного контакту і магніту. Магнітний контакт є маленьким реле, що містить дві металеві контактні пластини, які замкнуті одна на одну за нормальних умов. При віддаленні магніту від давачу, ці контакти відкриваються, розриваючи замикання. Таким чином, стан відкриття або закриття дверей або вікон визначається залежно від положення магніту.

Магніт, зазвичай циліндричної форми, забезпечує магнітне поле, яке впливає на магнітний контакт. Коли магніт знаходиться вблизь давачу, магнітне поле притягує контакти магнітного контакту, тим самим зберігаючи замкнене становище контактів. Коли магніт віддаляється, магнітне поле слабшає і контакти відкриваються.

При підключенні давачу до мікроконтролера або іншого електронного пристрою, вихідний сигнал давача передається через цифровий вхідний пін. Коли контакти магнітного контакту замкнені, вихідний сигнал буде у стані HIGH (логічна "1"). Коли контакти розійшлися, вихідний сигнал переходить у стан LOW (логічна "0").

МС-38 легко монтується на рамі дверей або вікон та настінній чи рамковій конструкції. При відкритті дверей або вікон магнітний контакт віддаляється від давача, що призводить до зміни стану вихідного сигналу.

Технічні характеристики:

- Робоча напруга: 3.3 В або 5 В;

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вихідний сигнал: Цифровий вихідний сигнал HIGH або LOW;
- Максимальний струм: До 20 мА.
- Максимальна напруга: До 100 В постійного струму.
- Контактний матеріал: Високоякісна нержавіюча сталь.
- Робоча температура: Від -40°C до +85°C.
- Розміри: 27 x 14 мм

5.15 Давач освітленості

Один з прикладів простого та недорогого давача освітленості, який можна використати у системі, - це фоторезистор. Фоторезистори змінюють своє опірне значення в залежності від кількості освітлення, на яку вони впливають. Для системи було обрано фоторезистор GL5528. Він має два виводи, і його можна легко підключити до платформи Arduino або будь-якого іншого мікроконтролера, що має аналогові входи. Значення інтенсивності світла виражається у сигналі в 0 до 1023, де 0 – відсутність світла. Зазвичай, один вивід фоторезистора підключається до позитивного полюса джерела живлення (5В) через пульсуючий резистор, наприклад, 10 кОм, для стабілізації опірного значення. Інший вивід з'єднується з аналоговим входом Arduino, що дозволяє зчитувати зміну опору фоторезистора, пов'язану з освітленістю.

Технічні характеристики:

- Модель: GL5528
- Тип: Фоторезистор
- Робоча напруга: 5 В
- Опір у темряві: близько 1 МОм
- Опір при сильному освітленні: кілька сотень Ом
- Чутливість: Висока
- Діапазон вимірювання освітленості: 0 до 1000 лк

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Максимальна потужність: 100 мВт
- Максимальна робоча температура: -30°C до +70°C
- Розміри: близько 5 мм в діаметрі

5.16 Давач розбиття скла

В якості давачу розбиття скла обрано SW-420. Цей простий та недорогий давачем розбиття скла може бути використаний у системах безпеки та охоронних пристроях. Він працює на принципі виявлення коливань, що виникають при розбитті скляної поверхні. Його зображення наведено на рисунку 5.2.

На пластиковому корпусі модуля знаходяться два світлодіоди. Червоний світлодіод підключений до джерела живлення і світиться, коли модуль отримує напругу живлення. Зелений світлодіод підключений до цифрового виходу і світиться, коли давач спрацює. Чутливість давача можна налаштувати за допомогою резистора, який розташований на платі. На цифровому виході подається логічне значення 1, якщо давач не спрацює, і логічне значення 0, якщо давач спрацював.

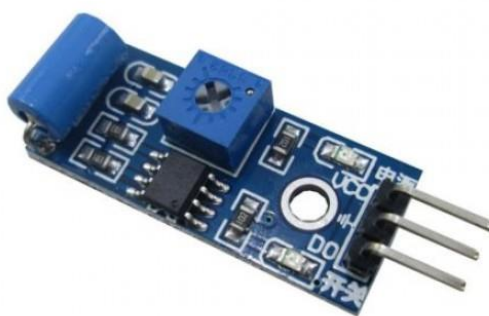


Рисунок 5.7 – Давач SW-420

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

- Робоча напруга: 3.3В або 5В;
- Вихідний сигнал: Давач генерує цифровий вихідний сигнал- HIGH або LOW.
- Чутливість: є має можливість налаштування чутливості;
- Інтерфейс підключення: Для підключення модуля до мікроконтролера або іншого електронного пристрою необхідно використовувати вихідний пін давача (OUT) та заземлювальний пін (GND).

5.17 GSM модуль

В якості GSM модуля обрано модель SIM800L. За допомогою цього модуля можна виконувати практично будь-які операції, які здійснюються звичайним мобільним телефоном, зокрема надсилання SMS-повідомлень, здійснення дзвінків, підключення до Інтернету через GPRS та багато іншого.

Основна частина модуля - це SIM800L GSM-чіп від Simcom. Робочий діапазон напруги чипу становить від 3,4В до 4,4В, що робить його ідеальним для безпосереднього живлення від акумулятора.

Всі необхідні контакти SIM800L GSM-чіпа виведені на головку з розміром 0,1 дюйма, включаючи контакти для зв'язку з мікроконтролером через UART. Модуль підтримує швидкості передачі даних від 1200 біт/с до 115200 біт/с і має автоматичне визначення швидкості передачі даних.

Модуль SIM800L має загалом 12 контактів. Їх можна побачити на рисунку 5.8. Нижче наведена розташування контактів:

- VCC: Живлення модуля (вхідна напруга 3.4-4.4 В)
- GND: Земля (з'єднання землі)
- RXD: Вхідний сигнал даних (зв'язок з мікроконтролером або іншими пристроями)

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- TXD: Вихідний сигнал даних (зв'язок з мікроконтролером або іншими пристроями)
- RST: Сигнал скидання (для скидання модуля)
- DTR: Сигнал перезавантаження (для перезавантаження модуля)
- MIC+: Вхід для мікрофона (+)
- MIC-: Вхід для мікрофона (-)
- SPK+: Вихід для динаміка (+)
- SPK-: Вихід для динаміка (-)
- ADC: Аналоговий вхід (для підключення аналогових сенсорів)
- GND: Земля (з'єднання землі)



Рисунок 5.8 – Модуль SIM800L піни

Так як вхідна напруга модуля SIM800L 3.4-4.4 В, його не можна підключати напряму до цифрового піну Arduino. Для коректної роботи під'єднаємо резистор 10 кОм між пінами Rx модуля SIM800L і цифровим піном Arduino, а також резистор 20 кОм між пінами Rx модуля SIM800L і GND.

Зв'язок здійснюється між модулем SIM800L і Arduino за допомогою програмного УАПП і вказується у бодах(байтах за секунду). Модуль підтримує наступні швидкості: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800 бод. Ми будемо використовувати модуль зі швидкістю 9600 бод.

Модуль підтримує і використовує АТ-команди для приймання і відправки SMS-повідомлень. АТ-команди мають загальну структуру, де префікс "АТ" служить для визначення початку команди, а сама команда може мати додаткові параметри і розділяється символом нового рядка. Наприклад, АТ команда для надсилання SMS-повідомлення може мати вигляд: "АТ+CMGS=номер_отримувача", де "+CMGS" є командою для відправки SMS, а "номер_отримувача" - це параметр, що вказує номер телефону отримувача.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРОБКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ

В проєкті розроблено схему алгоритму роботи контролера вітальні, яку наведено на схемі ІАз91.100БАК.004 Д1.

Принципи роботи системи описаної в роботі наступні. Система активується і Arduino починає постійно контролювати сигнальні виходи датчиків і команди віддаленого керування. Мікроконтролер порівнює значення з нормальним станом який налаштовується при першому старті системи. Якщо якийсь датчик змінить свій стан платформа зафіксує цю подію і відповідно відреагує. Це може бути, наприклад, вимкнення кондиціонера, керуванням ДПС або закриття клапану подачі газу. А також GSM модуль, який повідомить відповідальних осіб у разі пожежі.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У сучасному світі спостерігається стрімкий розвиток технологій, що призводить до зростання інтересу до автоматизації та впровадження розумних систем у житлові приміщення. Автоматизація стає необхідністю в нашому сучасному житті, оскільки дозволяє забезпечити більш комфортні умови проживання, зменшити споживання енергії та покращити рівень безпеки. Розумний котедж, заснований на мережі RS485 з використанням «інтернету речей» надає можливість інтеграції різних систем, таких як освітлення, опалення, безпека та електроприлади, у єдину централізовану систему керування. Це дозволяє мешканцям зручно та ефективно керувати всіма аспектами їхнього життя в будинку. Застосування мережі RS-485 для комунікації між різними пристроями у розумному котеджі демонструє високу надійність та швидкість передачі даних. Це забезпечує стабільну роботу системи та мінімізує можливість виникнення помилок. Крім того, використання RS-485 дозволяє побудувати масштабовану систему, яка може включати в себе сотні пристроїв, що робить її ідеальною для великих житлових будинків або комплексів.

Використання в роботі GSM-модуля дозволяє користувачу спілкуватися з обладнанням котеджу за допомогою звичайного мобільного телефону.

Даний вибір є особливо актуальним для країн зі скрутним економічним становищем. Розумні котеджі на базі мережі RS-485 з використанням «інтернету речей» можуть стати ефективним рішенням для оптимізації енергоспоживання та зниження витрат на утримання житла. Завдяки автоматизованій системі керування, мешканці можуть ефективно керувати споживанням енергії, зокрема опалення та освітлення, що дозволяє значно зменшити витрати на комунальні послуги.

Таким чином, вибір проектування розумного котеджу на базі мережі RS-485 має потенціал позитивно вплинути на економічне становище країни. Впровадження таких інноваційних технологій допомагає зробити житло більш

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

доступним та ефективним у використанні ресурсів, що може покращити якість життя громадян і зменшити їхню залежність від зростаючих комунальних тарифів.

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке інтернет речей. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/internet-veschej-internet-of-things-iot> (дата звернення: 21.04.2023)
2. Wikipedia / Котедж. Історія. URL: Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B4%D0%B6> (дата звернення: 20.04.2023)
3. Новацький А.О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 246 с.
4. Arduino Q&A platform. URL: <https://arduino.stackexchange.com/questions/43928/sim800l-and-arduino-sleep-getting-whimsy-serial-output-after-5-calls> (дата звернення: 27.04.2023)
5. Seedstudio. Arduino Uno. URL: <https://www.seeedstudio.com/Arduino-Uno-Rev3-p-2995.html> (дата звернення: 13.05.2023)
6. Arduino Uno on sparkfun. URL: <https://www.sparkfun.com/products/11021> (дата звернення: 06.05.2023)
7. Arduino Nano documentation. URL: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano> (дата звернення: 20.04.2023)
8. Arduino Mega2560 documents. URL: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3> (дата звернення: 27.04.2023)
9. ChipKIT Uno32 datasheet. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/chipKIT-Uno32-RevC_rm.pdf (дата звернення: 15.05.2023)
10. ChipKIT Max32 datasheet. URL: https://digilent.com/reference/chipkit_max32/refmanual (дата звернення: 15.05.2023)
11. Raspberri PI documentation. URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html> (дата

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

звернення: 24.04.2023)

12. SIM800H&SIM800L_Hardware Design_v2.02. URL:

<https://datasheetspdf.com/pdf-file/989664/SIMCom/SIM800L/1> (дата звернення: 05.06.2023)

13. GSM Ai Thinker A6 URL: [https://voron.ua/catalog/029905--](https://voron.ua/catalog/029905--modul_gsm_a6_mini_gprsgsm)

[modul_gsm_a6_mini_gprsgsm](https://voron.ua/catalog/029905--modul_gsm_a6_mini_gprsgsm) (дата звернення: 21.05.2023)

14. Quectel m95 datasheet. URL: [https://docs.rs-](https://docs.rs-online.com/e765/0900766b8147dc24.pdf)

[online.com/e765/0900766b8147dc24.pdf](https://docs.rs-online.com/e765/0900766b8147dc24.pdf) (дата звернення: 21.05.2023)

15. GSM Sim7000E datasheet. URL:

<https://www.tme.eu/Document/ca51d6fef36379a03ebbef578bc05442/SIM7000E-N.pdf> (дата звернення: 29.04.2023)

16. Elecrow – electronic components vendors. URL:

<https://www.elecrow.com/mcu/arduino-compatible.html> (дата звернення: 20.04.2023)

17. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка: Мікропроцесорні системи: Програмування мікропроцесорних систем: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2014.

18. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка-3: Мікропроцесорні системи: Апаратні засоби мікропроцесорних систем: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2015.

19. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка: Лабораторний практикум: навчальний посібник для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»,/ Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

20. Новацький А. О. Імпульсна та цифрова електроніка : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2014..

21. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»,

					ІА391.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціалізації «Інтегровані інформаційні системи» / Електронні текстові дані (1 файл: 80.9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 468 с.

22. Adafruit – ресурси і компоненти для електроніки. URL: <https://www.adafruit.com/category/105> (дата звернення: 12.05.2023)

23. Instructibles platform for making projects including electronics and robotics. URL: <https://www.instructables.com/Smart-home-with-arduino/> (дата звернення: 08.05.2023)

24. Hackster.io IoT developers. URL: <https://www.hackster.io/EasyMades/sim800l-gprs-module-with-arduino-at-commands-d3f3f7> (дата звернення: 08.05.2023)

25. Arduino IoT train. URL: https://projecthub.arduino.cc/buddhimaan/d8e382e5-0782-4d4b-9a0d-874e5fae2bbf?ref=platform&ref_id=424_trending_part__&offset=6 (дата звернення: 23.04.2023)

26. Raspberry PI Q&A platform. URL: <https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/534/definitive-list-of-operating-systems/543#543> (дата звернення: 28.04.2023)

27. Wikipedia / Інтернет речей. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%B9 (дата звернення: 20.04.2023)

28. Arduino projects. URL: <https://embedded-lab.com/blog/arduino-projects/> (дата звернення: 23.05.2023)

					ІАз91.100БАК.004 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

