

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДКРИВАННЯ ЄМНОСТЕЙ
НА БАЗІ ARDUINO UNO
AUTOMATED CONTAINER OPENING SYSTEM BASED ON
ARDUINO UNO.

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Комп'ютерна інженерія
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи КІсз-21
Забродоцький Олег Миколайович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Поліщук Микола Миколайович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« 15 » червня 2024 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент
Лавренчук Світлана Василівна

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Н.Черняшук

« 10 » 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Забродоцькому Олегу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Автоматизована система відкриття ємностей на базі Arduino Uno

Керівник роботи к.т.н., доцент Поліщук Микола Миколайович

затвержені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 року № 459/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 11.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи Джерелом розробки є науково-технічна література та публікації в періодичних виданнях з даного питання, опубліковані зарубіжні та вітчизняні роботи в даній області та різні інтернет-ресурси технічного спрямування

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

Вступ

Аналіз предметної області

Вибір апаратних та програмних засобів автоматизованої системи

Розробка автоматизованої системи відкриття ємностей на базі Arduino Uno

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Аналіз предметної області</i>	<i>Поліщук М.М., доцент</i>		
<i>Вибір апаратних та програмних засобів автоматизованої системи</i>	<i>Поліщук М.М., доцент</i>		
<i>Розробка автоматизованої системи відкривання ємкостей на базі Arduino Uno</i>	<i>Поліщук М.М., доцент</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Багнюк Н.В., доцент</i>		
<i>Гарант ОП</i>	<i>Лавренчук С.В., доцент</i>		
<i>Показник запозичень тексту</i>		____%	
<i>Академічна доброчесність</i>	<i>Міскевич О.І., асистент</i>		

7. Дата видачі завдання 10.01.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розділ 1. Аналіз предметної області</i>	до 15.02.2024 р.	Виконано
2.	<i>Розділ 2. Вибір апаратних та програмних засобів автоматизованої системи</i>	до 15.03.2024 р.	Виконано
3.	<i>Розділ 3. Розробка автоматизованої системи відкривання ємкостей на базі Arduino Uno</i>	до 04.05.2024 р.	Виконано
4.	<i>Висновки та пропозиції</i>	до 07.05.2025 р.	Виконано
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	до 10.05.2024 р.	Виконано
6.	<i>Формування додатків</i>	до 15.05.2024 р.	Виконано
7.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	до 20.05.2024 р.	Виконано
8.	<i>Нормоконтроль</i>	до 01.06.2024 р.	Виконано
9.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	до 04.06.2024 р.	Виконано
10.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	до 11.06.2024 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Заброцький О.М.

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Поліщук М.М.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Забродоцький О. М. Аватоматизована система відкривання ємностей на базі Arduino Uno. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024. 63 с.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Перший розділ присвячено огляду предметної області, розвитку сучасного розумного міста. Тут розглядаються розумні системи збору сміття в житлових районах. Також в цьому розділі здійснено огляд існуючих рішень на базі Arduino (автоматизований кран Arduino та інтелектуальний смітник на основі IoT).

В другому розділі здійснено вибір та обґрунтування апаратних та програмних засобів для розробки автоматизованої системи. Обрано засоби: ультразвуковий датчик відстані HC-SR04, сервопривід, мікроконтролер Arduino Uno та спосіб програмування.

Третій розділ присвячено опису розробки автоматизованої системи відкривання ємностей на базі Arduino Uno, а саме: підключення автоматизованої системи відкривання ємностей. Також в цьому розділі описано складання автоматизованої системи та програмування мікроконтролера в Arduino IDE.

Ключові слова: розумне місто, інтелектуальна система, Arduino Uno, мікроконтролер, ультразвуковий датчик, інтелектуальний смітник сервопривід, програмування мікроконтролера.

ANNOTATION

Zabrodotskyi O. M. Automated container opening system based on Arduino Uno. Manuscript.

Bachelor's qualifying thesis of the OP «Computer Engineering» specialty 123 Computer Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024. 63 p.

The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of used sources, and appendices.

The first chapter is dedicated to the overview of the subject area, the development of a modern smart city. Smart garbage collection systems in residential areas are considered here. Also, this section provides an overview of existing Arduino-based solutions (Arduino automated faucet and IoT-based intelligent trash can).

In the second section, the selection and justification of hardware and software tools for the development of an automated system is carried out. Selected tools: HC-SR04 ultrasonic distance sensor, servo drive, Arduino Uno microcontroller and programming method.

The third section is devoted to the description of the development of an automated container opening system based on Arduino Uno, namely: connecting an automated container opening system. Also, this section describes the assembly of the automated system and the programming of the microcontroller in the Arduino IDE.

Keywords: smart city, intelligent system, Arduino Uno, microcontroller, ultrasonic sensor, intelligent trash servo, microcontroller programming.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	9
1.1 Сучасне розумне місто	9
1.2 Розумна система збору сміття в житловому районі	16
1.2.1 Загальні засади розумної система	16
1.2.2 Програмне забезпечення розумної системи збору сміття	18
1.2.3 Апаратне забезпечення RASPBERRY Pi.....	19
1.2.4 Ультразвуковий датчик	20
1.2.5 ІЧ-датчик.....	21
1.2.6 ІС LM358.....	22
1.2.8 Драйвер мотора L293D ІС.....	23
1.2.10 Wi-Fi модуль.....	24
1.3 Аналіз існуючих рішень на базі Arduino	24
1.3.1 Автоматизований кран Arduino.....	24
1.3.2 Інтелектуальний смітник на основі IoT	27
РОЗДІЛ 2 ВИБІР АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ.....	31
2.1 Вибір апаратного забезпечення для розробки автоматизованої системи.....	31
2.1.1 Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04.....	31
2.1.2 Сервопривід.....	34
2.1.3 З'єднання DuPont	35
2.1.4 Мікроконтролер Arduino Uno	37
2.2 Вибір способів програмування плат Arduino	38
2.2.1 Спосіб програмування мікроконтролерів.....	38
2.2.2 Програмні засоби Arduino.....	40
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДКРИВАННЯ СМНОСТЕЙ НА БАЗІ ARDUINO UNO.....	43

3.1 Підключення авоматизованої системи відкривання ємностей	43
3.1.1 Підключення HC-SR04 до мікроконтролера.....	43
3.1.2 Підключення сервоприводу	46
3.2 Складання авоматизованої системи на базі мікроконтролера	47
3.3 Програмування мікроконтролера в Arduino IDE	49
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

Актуальність теми. Розумні міста в усьому світі зростають, і містобудівники невтомно працюють, щоб залучити бізнес і таланти, необхідні для реалізації справжнього потенціалу розумних міст. Усвідомлюючи нестачу кваліфікованої робочої групи для боротьби зі зростаючими загрозами безпеці, головні галузеві організації, співпрацюють із постачальниками засобів безпеки, такими як Symantec, щоб розвинути кваліфікованих і сертифікованих спеціалістів світового рівня. Ці ініціативи є спробою подолати прогалину в навичках кібербезпеки, яка існує в країні, прокладаючи таким чином шлях до безпечного розумного міста майбутнього [1].

«Розумні» міста – це завжди незавершена робота; але міста в усьому світі матимуть кращі шанси отримати найзручнішу нагороду, якщо ініціативи розумного міста впроваджуватимуться з реальними бізнес-результатами та унікальними потребами кінцевих користувачів.

Метою роботи є створення авоматизованої системи відкривання ємностей на базі Arduino Uno

Об'єкт дослідження – мікроконтролер Arduino Uno в якості інтелектуальної системи

Предмет дослідження – можливості використання мікроконтролера Arduino Uno для створення авоматизованої системи відкривання ємностей.

Для реалізації мети кваліфікаційної роботи було поставлено завдання:

- Проаналізувати розумні системи збору сміття в сучасному місті.
- Зробити огляд апаратних та програмних засобів для розробки авоматизованої системи.
- Спроекувати та скласти авоматизовану систему на базі Arduino Uno.
- Запрограмувати мікроконтролер авоматизованої системи для відкривання ємностей.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Сучасне розумне місто

Прискорене зростання міст і непропорційне споживання ними фізичних і соціальних ресурсів є нестійкими, як і традиційні системи, на які міста покладаються для доставки ресурсів. Майбутнє нашого світу залежить від якості його майбутніх міст. Прогнозується, що до 2025 року понад 40 глобальних міст стануть розумними містами. Наразі лише в Китаї та Індії заплановано майже 300 пілотних проектів розумних міст. У цьому документі зроблено спробу сформулювати нове визначення та концепцію розумних міст, які охоплюють його основні характеристики, такі як спадщина, естетика, напр. цегла, економіка, екологія та сучасний спосіб життя.

Місто представляє та символізує генезис, еволюцію та підйом великої цивілізації, якою нація має справді пишатися. Однак розумне місто сприймається як гармонійне поєднання історії з характером, спадщиною, естетикою, архітектурою тощо. цегла, економіка, екологія та сучасний спосіб життя. Термін «розумне місто» існує з 1990-х років, і різні визначення підкреслюють різні аспекти цього терміну. Загальні елементи серед цих визначень полягають у тому, що «розумні міста» [1] використовують інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) (тобто цеглини) для залучення громадян, надання міських послуг та вдосконалення міських систем. Розумне місто розроблено для оптимізації якості життя мешканців шляхом використання технологій та інтеграції кількох основних функцій, таких як керування даними громадян, інтелектуальний транспорт, громадська безпека та захист тощо. В першу чергу розгортання розумних міст має безліч функцій і найсучасніших технологій (впровадження ІКТ) і складається з різноманітних екосистем постачальників технологій. Різноманітні пристрої, як-от датчики, шлюзи, комунікаційна інфраструктура та сервери, спільно втілять у життя концепцію «Інтернету речей» – критичного компонента у формуванні міст майбутнього.

Використання технологій Smart City забезпечує економічну ефективність, стійку інфраструктуру та покращує міський досвід. «Розумні міста» – це найновіша концепція, коли йдеться про будівництво міст майбутнього. Очікується, що «розумні» міста стануть ключем до поєднання сталого майбутнього з безперервним економічним зростанням і створенням робочих місць, щоб додати нової ідентичності та унікальної цінності способу життя. Порівняльний аналіз міста на основі глобальної конкуренції, ефективного управління та надання комунальних послуг у найкращому вигляді можуть бути одними з ознак «стійких» розумних міст нової ери. Нові інновації, які висуваються та будуються на основі розумного міста, тепер включають: еко-місто, еко-містечко, еко-поселення; і останнє, але не менш важливе, «аеротрополіс».

Фраза «Smart Cities» [2] не нова, можливо, він бере свій початок у русі Smart Growth кінця 1990-х років, який виступав за нову політику міського планування. Портленд (Орегон, США) широко визнаний прикладом Smart Growth. Ця фраза була прийнята з 2005 року рядом технологічних компаній для застосування складних інформаційних систем для інтеграції роботи міської інфраструктури та послуг, таких як будівлі, транспорт, розподіл електроенергії та води, а також громадська безпека. З тих пір воно означало майже будь-яку форму технологічних інновацій у плануванні, розвитку та експлуатації міст.

Сучасні міста стикаються зі значними проблемами, такими як збільшення населення, відсутність фізичної та соціальної інфраструктури, екологічні та нормативні вимоги, зниження податкової бази та бюджетів, а також збільшення витрат. Вони повинні навчитися визначати нові та розумні способи вирішення складних умов міського життя та проблем, починаючи від забруднення, перенаселення та розростання міст до невідповідного житла, високого рівня безробіття, управління ресурсами, охорони навколишнього середовища та зростання рівня злочинності. Багаторічні міські виклики включають житло, особливо для населення з низькими доходами, забезпечення інфраструктури та

надання різноманітних послуг, включаючи водопостачання, санітарію, освіту та охорону здоров'я.

Місто, яке контролює та об'єднує умови всіх своїх критично важливих інфраструктур, включаючи дороги, мости, тунелі, залізницю/метро, аеропорти, морські порти, комунікації, водопостачання, електроенергію, навіть великі будівлі, може краще оптимізувати свої ресурси, планувати свою діяльність з профілактичного обслуговування, а також відстежувати аспекти безпеки, максимізуючи послуги для своїх громадян. Управління реагуванням на надзвичайні ситуації як на природні, так і на антропогенні виклики системі може бути цілеспрямованим і швидким. Завдяки вдосконаленим системам моніторингу та вбудованим інтелектуальним датчикам дані можна збирати й оцінювати в режимі реального часу, що покращує процес прийняття рішень керівництвом міста. У розумному місті, серед іншого, фізичне середовище, повітря, вода та навколишні зелені насадження повинні контролюватися ненав'язливими способами для досягнення оптимальної якості, таким чином створюючи покращене середовище для життя та роботи, яке є чистим, ефективним та безпечним і пропонує ці переваги в рамках найбільш ефективного використання всіх ресурсів.

Багато атрибутів і переваг ініціативи «Розумні міста», згаданих вище, не віддають належного відношення до дуже реальних і відчутних благ, які можна отримати від її реалізації. «Розумні міста» мають дуже гуманну та просту кінцеву мету: значно покращене середовище життя та роботи для нашого міського населення. За допомогою цієї Ініціативи можна швидше та економічніше досягти торгівлі, транспорту, різноманітних людських послуг, освіти та житла, а також значно покращити навколишнє середовище та значно підвищити рівень безпеки. Основною цільовою функцією «Бачення розумного міста» має бути, по суті, створення політики та нормативного дизайну, які динамічно встановлюють загальнонаціональні стандарти міського життя.

Інфраструктура міста включає, зокрема, житло, каналізацію, водопостачання та каналізацію, постачання та розподіл електроенергії,

транспорт, управління відходами та зв'язок. Інфраструктура розумного міста відрізняється від традиційної міської інфраструктури своєю здатністю розумно реагувати на зміни в навколишньому середовищі, включаючи вимоги користувачів та іншу інфраструктуру, для досягнення кращої продуктивності. Інфраструктура розумного міста закладає основу для всіх шести ключових тем, пов'язаних із розумним містом, а саме: розумна мобільність, розумна економіка, розумне життя, розумне управління, розумні люди та розумне довкілля. Але компоненти розумної інфраструктури дуже залежать від контексту, і їх природа визначається рівнем розвитку міст, а також конкретними проблемами розвитку. Для міста в країні, що розвивається, нагальною потребою є забезпечення відповідної міської інфраструктури, щоб відповідати зростаючим темпам урбанізації [3-5].

Крім того, ці інтелектуальні інфраструктурні програми мають потенціал для створення основи для нових інновацій, які сприятимуть ефективності та кращому управлінню ресурсами. Наприклад, дані, отримані за допомогою нової інфраструктури розумної мобільності, можуть надати корисну інформацію для перепроектування транспортних мереж, а також для створення нових додатків розумної мобільності. У розвинених країнах проблема полягає в підтримці застарілих інфраструктурних систем, від яких не можна відмовитися через вартість, простір та інші міркування. У цьому випадку додатки розумної інфраструктури будуть більше зосереджені на сприянні оптимальному використанню цих існуючих ресурсів успадкованої інфраструктури та моніторингу роботи цих ресурсів. Модель «Розумного міста» зображено на рисунку 1.1.

Майбутнє нашого світу визначається якістю його майбутніх міст; деякі з них давні, а деякі ще в майбутньому. У всьому світі налічується близько 700 міст, у кожному з яких проживає понад 500 тис. осіб; тоді як на 25 найбільших міст світу сьогодні припадає половина світового багатства. За прогнозами, протягом наступних 20 років інвестиції в інфраструктуру міст коливатимуться приблизно

від 30 до 40 трильйонів доларів США. Прогнозується, що до 2025 року понад 40 глобальних міст стануть розумними містами.

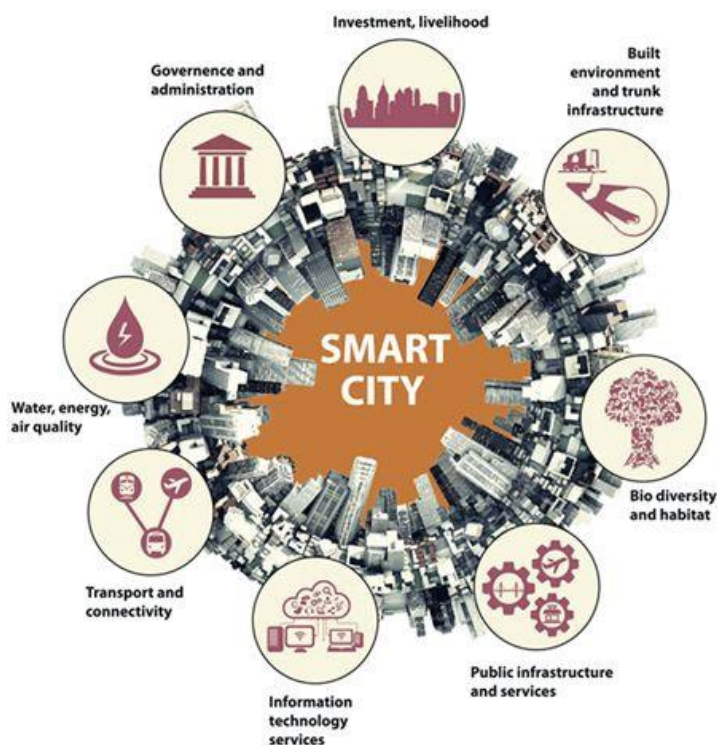


Рисунок 1.1 – Модель «Розумного міста» [6]

Бачення розумних міст швидко стає реальністю, оскільки міські центри в усьому світі прагнуть створити спільноти, які стануть місцями, де люди хочуть жити, вчитися та грати, а компанії прагнуть інвестувати. Розумні міста, такі як Сонгдо, Барселона та Лейк-Нона тощо, використовують інформаційні технології, мережевий зв'язок, включаючи Інтернет, і датчики для автоматизації рутинних процесів, а також забезпечують швидке та інтелектуальне прийняття рішень для досягнення значної ефективності та економії коштів у існуючих функціях і процесах [7]. Розумні міста набагато тісніше зв'язують уряди з людьми. Вони забезпечують допоміжну інфраструктуру для надання нових послуг і вирішення широкого спектру міських проблем – від екологічної стійкості до створення робочих місць та економічного зростання.

Очікується, що до 2050 року населення світу зросте до понад дев'яти мільярдів, і 80 відсотків цього населення проживатиме в містах. Сьогодні в

містах проживає трохи більше половини семимільярдного населення світу. Між тим, міста складають лише два відсотки суші Землі та відповідають за споживання 80 відсотків природних ресурсів Землі [8]. Прискорене зростання міст і непропорційне споживання ними фізичних і соціальних ресурсів є нестійкими, як і традиційні системи, на які міста покладаються для доставки ресурсів. У той час як урбанізація продовжує сприяти збільшенню викидів вуглекислого газу в усьому світі, місцеві дії мають вирішальне значення для досягнення низьковуглецевого майбутнього. Через відсутність зобов'язуючих міжнародних кліматичних дій відповідно до духу «Киотського протоколу», а також через обмежене керівництво в багатьох урядах штатів, міста зараз беруть на себе ініціативу та розробляють стратегії подолання наслідків зміни клімату шляхом дій із пом'якшення та адаптації. У багатьох відношеннях міста є нашою найкращою надією для боротьби зі зміною клімату для боротьби з подвійними хронічними проблемами «Глобального потепління» та «Продовольчої безпеки» для вступу в нову еру «Зеленої економіки».

Після кризи 2008 року розумний сталий розвиток портових територій/міст має розвиватися на основі конкретних принципів: принципу синергії (між різними акторами/системами, зокрема соціально-культурною та економічною системою), принципу креативності та циркулярності. Принцип. Підхід Historic Urban Landscape (HUL) стає гарантією того, що перехід до моделі розвитку розумного міста базується на конкретних місцевих культурних ресурсах, а не лише на технологічних інноваціях. Іншими словами, стратегія екоміста/екоміста стає культурною.

Глобальна тенденція урбанізації викликає гостру потребу в пошуку розумніших способів вирішення супутніх викликів. Сталі міста стали дуже бажаною метою для майбутнього міського розвитку без шкоди для екології. Забезпечення умов для життя в контексті такого швидкого зростання міського населення в усьому світі вимагає глибшого розуміння концепції розумного міста. Нагальність цих викликів спонукає багато міст у всьому світі шукати розумніші способи їх вирішення. Ці міста все частіше називають «розумним містом». Один

із способів концептуалізації розумного міста – це символ сталого та придатного для життя міста. У всьому світі гарними прикладами є: Барселона, Берлін, Копенгаген, Гельсінкі, Париж, Лондон, Бірмінгем, Амстердам, Стокгольм, Ріо-де-Жанейро, Бостон, Нью-Йорк, Філадельфія, Каліфорнія, Торонто, Сінгапур, Сідней, Гонконг, Токіо, Пекін, Сінгапур та індійські Мумбаї, Бангалор, Ауровіль (Пондічеррі). Основні стратегії та досягнення, пов'язані з просторовим інтелектом міст, перераховані в нагородах Intelligent Community Forum з 1999 по 2010 роки в містах Сувон (Південна Корея), Стокгольм (Швеція), район Каннам Сеула (Південна Корея), Ватерлоо (Бельгія), Онтаріо (Канада), Тайбей (Тайвань), Мітака (Японія), Глазго (Шотландія, Великобританія), Калгарі (Альберта, Канада), Сеул (Південна Корея), Нью-Йорк (США), Лагранж, Джорджія (США), Тегеран (Іран) і Сінгапур, які були відзначені за їхні зусилля в розвитку широкосмугових мереж і електронних послуг, що підтримують інноваційні екосистеми, зростання та економічну інтеграцію [9].

Розумні міста використовують цифрові технології, щоб зробити міські системи більш ефективними, рентабельними та екологічно стійкими. Датчики, вбудовані в будівлі та інфраструктурні мережі, можуть допомогти містам використовувати відновлювані джерела енергії, такі як сонячна енергія, або економити енергію, вмикаючи вуличні ліхтарі лише тоді, коли дорога використовується. Датчики, смарт-карти та цифрові камери передають дані в реальному часі в інтегровані системи управління, а кращі дані та аналітичні технології можуть інформувати прийняття рішень і покращувати управління містом. Інфраструктура розумного міста та системи управління, що використовуються в нових містах Гуджарату, надані міжнародними компаніями, такими як IBM, Cisco та Vehtel, є дорогими.

Порівняльний аналіз міста на основі глобальної конкуренції, ефективне управління та надання комунальних послуг у найкращому вигляді можуть бути одними з ознак «стійких «розумних міст» у нову еру. Нові інновації, які

висуваються та будуються навколо структури розумного міста, тепер мають включати еко-місто, еко-містечко, еко-поселення [8].

1.2 Розумна система збору сміття в житловому районі

1.2.1 Загальні засади розумної система

Управління твердими відходами є великою проблемою в міських районах для більшості країн світу. Ефективне поводження з відходами є необхідною умовою для підтримки природного середовища, оскільки кількість усіх видів утилізації відходів зростає. Існує безліч технологій, які використовуються для збору відходів, а також для добре керованої переробки. Наслідки швидкого зростання населення, великої та щільної житлової забудови та гострого попиту на захист навколишнього середовища в містах, створюють складну основу для управління відходами. Складність контексту та процедур справді є головною проблемою для місцевих муніципальних органів влади через проблеми, пов'язані зі збором, транспортуванням і переробкою твердих побутових відходів, сьогодні збирання сміття здійснюється вручну, що вимагає багато зусиль і часу.

Розглянемо використання автоматичної техніки для визначення рівня сміття в баку (рис. 1.2). Для цього кожному смітцевому баку надається ідентифікаційний номер. Крім того, щойно бак для сміття заповнюється або переповнюється, на сервер надсилається SMS, звідки розподіляються всі транспортні засоби для збору сміття [10].

Крім того, є датчик ваги на основі тензодатчика, який визначає вагу смітцевого бака, і коли вага перетинає встановлене значення, SMS надсилається до центру збору сміття. Після надсилання повідомлення, на це місце прибуде смітцевоз, в даному випадку, це демонструється механізмом робота.

Блок-схема (рис. 1.3) показує різні компоненти, які використовуються в системі Smart Dust bin System: джерело живлення, ультразвуковий датчик, ІЧ-датчик, двигун, використання Інтернету та модуль Wi-Fi.

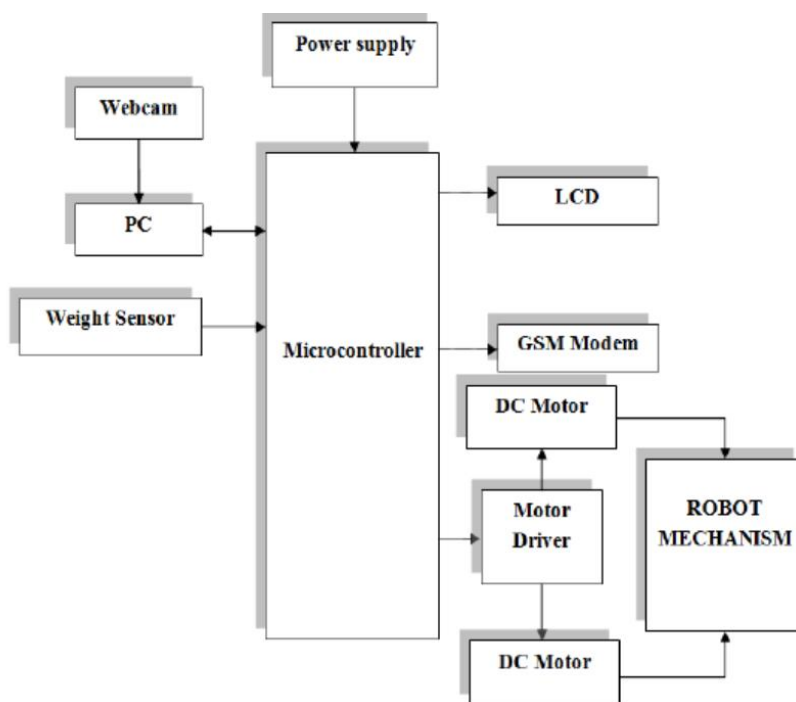


Рисунок 1.2 – Блок-схема механізму робота для визначення рівня сміття в баку
[10]

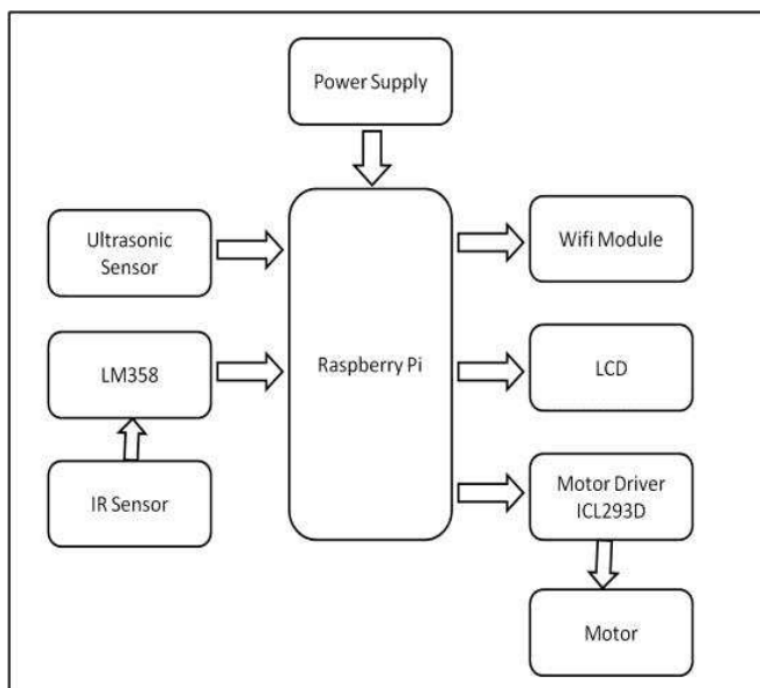


Рисунок 1.3 – Блок-схема системи [10]

Ультразвуковий датчик підключається до сміттезбірника (використовується для визначення рівня сміттезбірника – смітник повний або порожній). Тут ми використовуємо 4 різні ультразвукові датчики.

1. Смітник порожній на 25% (коли датчик першого рівня дає сигнал).

2. Смітник заповнений на 50% (коли перший і другий датчики рівня видають вихід).

3. Смітник заповнений на 75% (коли перший, другий і третій датчики рівня видають вихід).

4. Відро для сміття заповнене на 90% (коли всі чотири датчики рівня дають вихід).

5. Смітник важкий, коли перевищено пороговий рівень (ультразвуковий датчик дає вихід).

ІЧ-датчик складається з ІЧ-світлодіода (передавача та приймача) та мікросхеми ОР-АМР LM358. Коли ІЧ-датчик дає випромінювання, воно досягає об'єкта, частина якого відбивається назад до ІЧ-приймача. На основі інтенсивності світла визначається його вихід. Тут він використовується як датчик виявлення об'єктів.

В даній системі двигун використовується для відкриття та закриття кришки смітцевого баку. Це можна зробити шляхом прямого та зворотного обертання двигуна. Для плавної роботи, хорошого регулювання швидкості та роботи використовується двигун Drive IC L293D.

За будь-яких умов використовується дані на веб-порталі за допомогою модуля Wi-Fi, і те ж саме буде відображено на РК-екрані, підключеному до смітцевого баку. Модуль Wi-Fi допомагає надсилати деталі смітника на стороні приймача. Схема з'єднання представлена на рисунку 1.4.

1.2.2 Програмне забезпечення розумної системи збору сміття

Використовується різне програмне забезпечення для розумних систем:

1. RASPBIAN OS – це безкоштовна операційна система на основі Debian, оптимізована для апаратного забезпечення Raspberry Pi. Операційна система – це набір основних програм і утиліт, які забезпечують роботу вашого Raspberry Pi. Однак Raspbian надає більше, ніж чисту ОС: вона постачається з понад 35 000 пакунків; попередньо скомпільоване програмне забезпечення в зручному форматі для легкого встановлення на ваш Raspberry Pi.

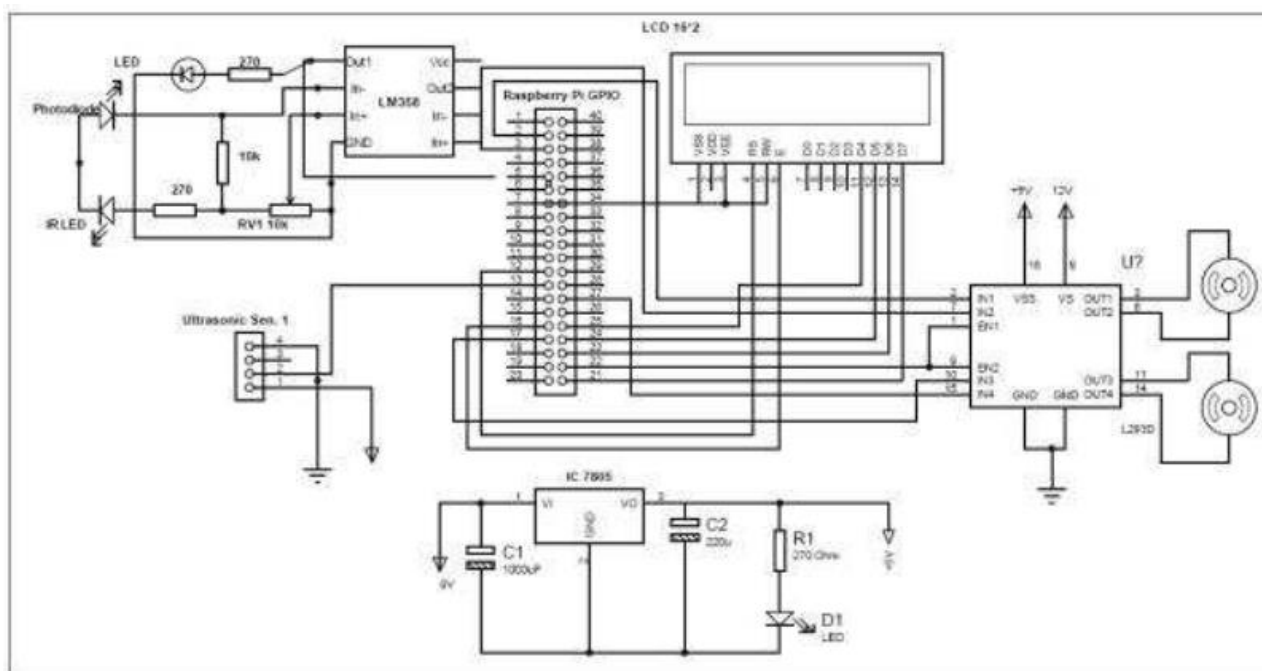


Рисунок 1.4 – Схема з'єднання [10]

2. Вбудований LINUX. ОС Linux, яка працює у вбудованій системі, відома як Embedded Linux. ОС Linux займає лише до 100 Кб місця в пам'яті. Зараз більшість ES на основі 32-розрядного процесора, наприклад ARM, PowerPC, Cold Fire тощо, мають достатній обсяг флеш-пам'яті та оперативної пам'яті. Розробники, які не знайомі з вбудованою розробкою, часто стикаються з поняттями та відмінностями між рідним середовищем і середовищами перехресної розробки.

3. Python – це інтерпретатор, інтерактивна, об'єктно-орієнтована мова програмування. Її часто порівнюють із Tcl, Perl, Scheme або Java. Це мова сценаріїв, наприклад php або asp, для розробки додатків. Мова програмування складається з певного коду, який потрібен для написання будь-якої програми мовою програмування.

1.2.3 Апаратне забезпечення RASPBERRY Pi

Raspberry Pi – це недорогий комп'ютер розміром з кредитну картку, який підключається до комп'ютерного монітора чи телевізора та використовує стандартну клавіатуру та мишу (рис. 1.5). Він здатний робити все, що ви очікуєте

від настільного комп'ютера. Raspberry Pi має здатність взаємодіяти із зовнішнім світом і використовувався в багатьох проектах цифрових розробників, від музичних машин і батьківських детекторів до метеостанцій і шпаківень для твітів з інфрачервоними камерами.

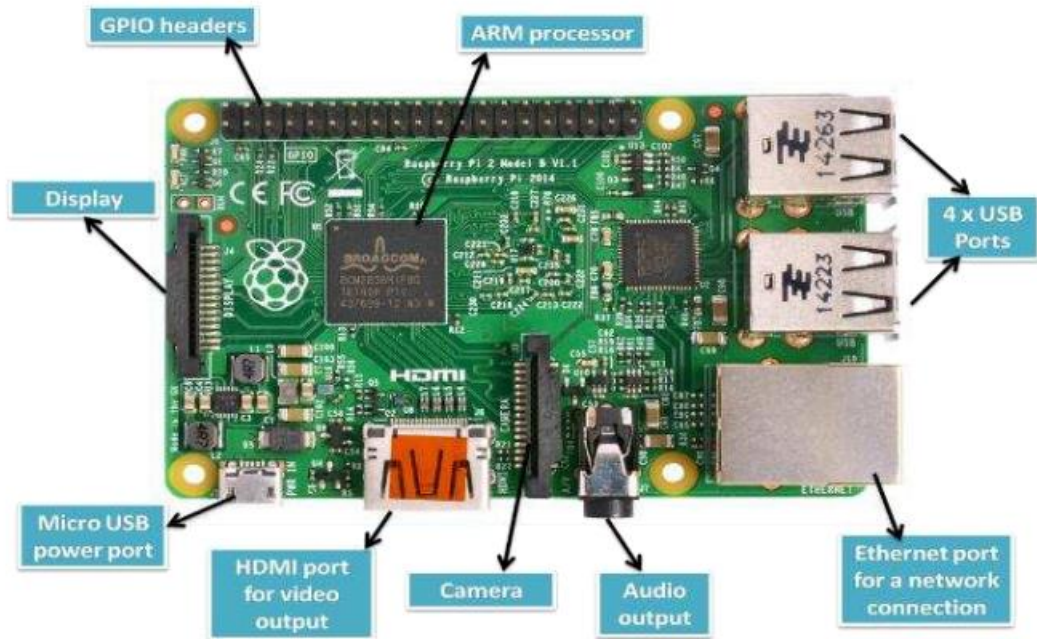


Рисунок 1.5 – Апаратне забезпечення RASPBERRY Pi [10]

1.2.4 Ультразвуковий датчик

Ультразвукові датчики засновані на вимірюванні частот вище діапазону чутності людини. Вони працюють шляхом генерування високочастотного звукового імпульсу, а потім отримання та оцінки властивостей екологічного імпульсу. На рисунку 1.6 ультразвуковий датчик відстані використовується як датчик визначення рівня сміття.

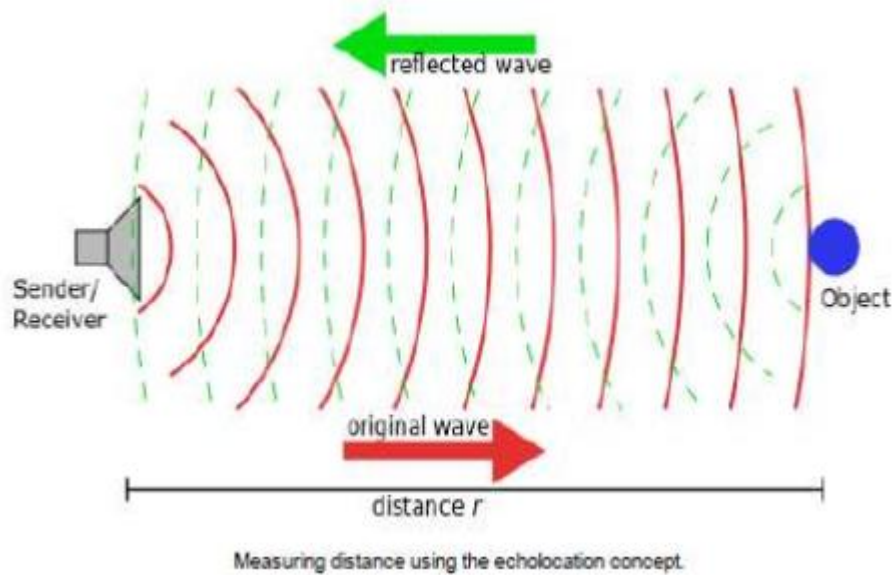


Рисунок 1.6 – Ультразвуковий датчик визначення рівня сміття [10]

1.2.5 ІЧ-датчик

Інфрачервоний датчик – це електронний пристрій, який випромінює, щоб відчувати деякі аспекти оточення (рис. 1.7). Ці типи випромінювань невидимі нашим оком і можуть бути виявлені інфрачервоним датчиком.

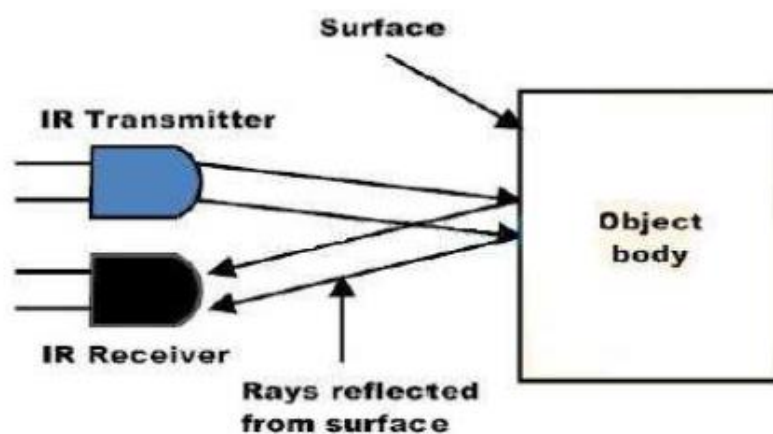


Рисунок 1.7 – ІЧ-датчик

Випромінювач – це просто ІЧ-світлодіод (світлодіод), а детектор – це просто ІЧ-фотодіод, який чутливий до ІЧ-проміння тієї ж довжини хвилі, що і

ІЧ-світлодіод. Коли ІЧ світло падає на фотодіод, опір і ці вихідні напруги змінюються пропорційно до величини отриманого ІЧ-світла.

1.2.6 IC LM358

LM358 – це інтегральна схема подвійного операційного підсилювача малої потужності (рис. 1.8). LM358 призначений для загального використання в якості підсилювачів, фільтрів високих і низьких частот, смугових фільтрів і аналогових суматорів.

LM358 складається з двох незалежних операційних підсилювачів з високим коефіцієнтом посилення та внутрішньою частотною компенсацією, які були розроблені спеціально для роботи від одного джерела живлення в широкому діапазоні напруг.

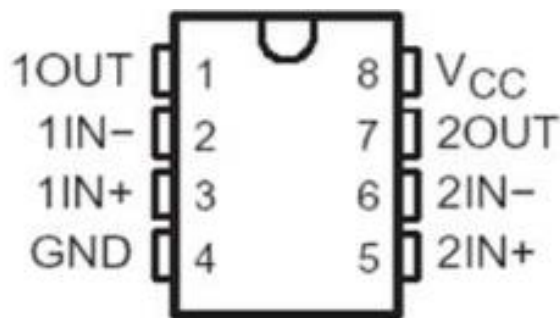


Рисунок 1.8 – IC LM358

1.2.7 Двигун постійного струму (DC MOTOR)

Двигун постійного струму (рис. 1.9) заснований на тому, що подібні магнітні полюси відштовхуються, а різні магнітні полюси притягуються один до одного.

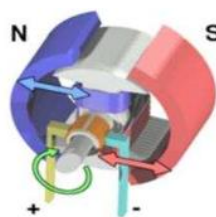


Рисунок 1.9 – DC MOTOR [10]

Котушка дроту, через яку проходить струм, створює електромагнітне поле, розташоване по центру котушки. Увімкнувши або вимкнувши струм у котушці, можна увімкнути або вимкнути її магнітне поле або перемкнувши напрямок струму в котушці, можна змінити напрям створеного магнітного поля на 180° .

1.2.8 Драйвер мотора L293D IC

L293D – це інтегральна схема драйвера двигуна з подвійним Н-мостом (IC) (рис. 10). Драйвери двигунів діють як підсилювачі струму, оскільки вони приймають керуючий сигнал низького струму та забезпечують сигнал більшого струму.

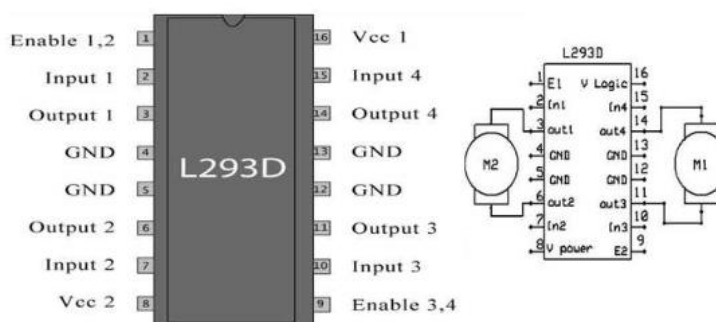


Рисунок 1.10 – Motor Driver L293D IC [10]

1.2.9 LCD

Рідкокристалічний дисплей (РК) – це тонкий плоский дисплей, що складається з будь-якої кількості кольорових або монохромних пікселів, розташованих перед джерелом світла або відбивачем (рис. 1.11). Кожен піксель складається з колонки молекул рідкого кристала, підвішених між двома прозорими електродами, і двох поляризаційних фільтрів, осі полярності яких перпендикулярні одна одній.

Рідкий кристал спотворює поляризацію світла, що потрапляє в один фільтр, дозволяючи йому проходити через інший. Багато мікроконтролерів використовують «розумні РК-дисплеї» для виведення візуальної інформації.

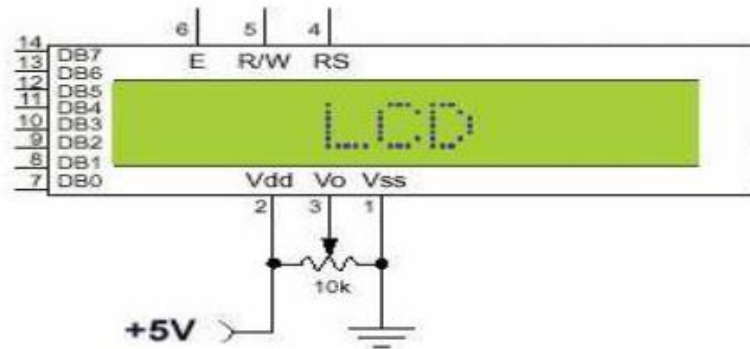


Рисунок 1.11 – LCD [10]

1.2.10 Wi-Fi модуль

Основна частина нашої розробки залежить від роботи модуля Wi-Fi. Модуль Wi-Fi допомагає нам надсилати деталі смітника на стороні приймача. Контролер передає дані модулю передавача (модулю Wi-Fi). У секції приймача необхідна мобільна трубка для підключення до маршрутизатора Wi-Fi, щоб деталі сміттєвого бака відображалися на веб-сторінці, а сповіщення (наприклад, електронною поштою) було надіслано відповідній особі муніципального/державного органу.

Отже, розробка полягає в реалізації інтелектуальної системи управління сміттям з використанням датчиків, Raspberry pi та модуля ІОТ. Ця система забезпечує прибирання смітєвих баків, коли рівень сміття досягає максимуму [10].

1.3 Аналіз існуючих рішень на базі Arduino

1.3.1 Автоматизований кран Arduino

Цей проєкт був розроблений для домашніх тварин, які відмовляється пити з миски з водою [11]. Було створено автоматичний кран, який відкривається, коли тварина поряд та закривається, коли вона поза межами досяжності (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Автоматизований кран на базі Arduino [11]

Вся установка зосереджена навколо 20-літровою відра. Було використано Arduino Nano як контролер, нормально закритий електромагнітний клапан як кран і батарея 12 В як джерело живлення.

Створений кран як рішення проблеми, яка, хоча більшість людей, ймовірно, ніколи не стикалася з нею, але тих, хто має домашніх улюбленців це дуже цікаво, схема представлена на рисунку 1.13.

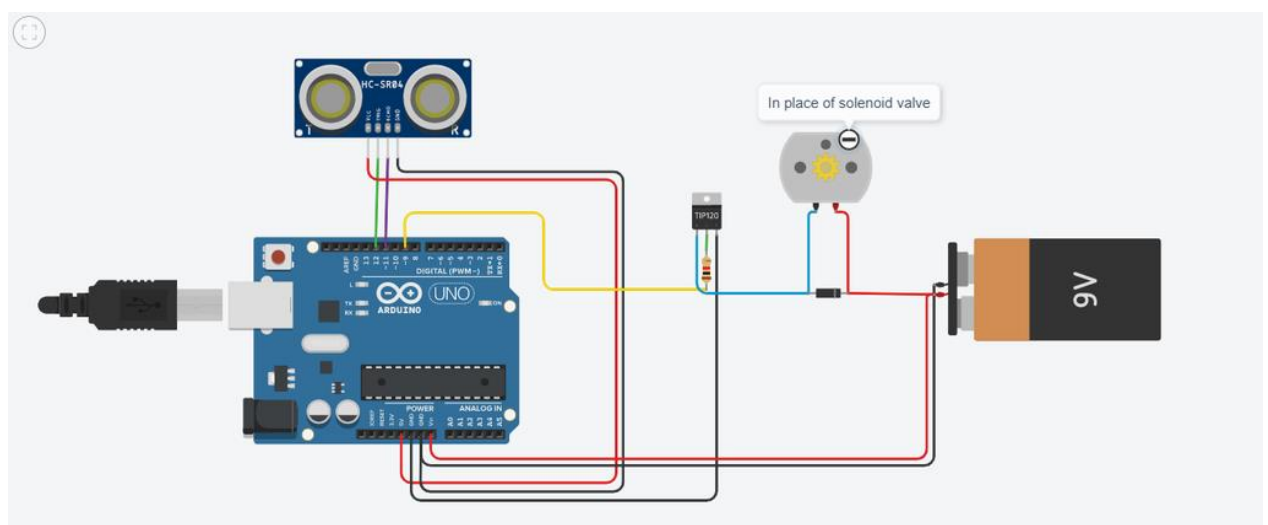


Рисунок 1.13 – Схема підключення до Arduino [11]

Двигун постійного струму на схемі являє собою соленоїд. Причина ШІМ-регулятора на MOSFET полягає в тому, що Arduino не може керувати соленоїдом 12 В самостійно. Вихідна напруга Arduino становить лише 5 В, тому модуль MOSFET дозволяє Arduino все ще контролювати соленоїд, поки його живить батарея. Акумулятор також живить плату через контакт VIN.

Не рекомендується опускати діод тому, що соленоїд відкривається і закривається за допомогою електромагніту. Замикаюче магнітне поле може викликати зворотний струм, який пошкоджує плату. Зібрана схема з мікроконтролером (рис. 1.14).

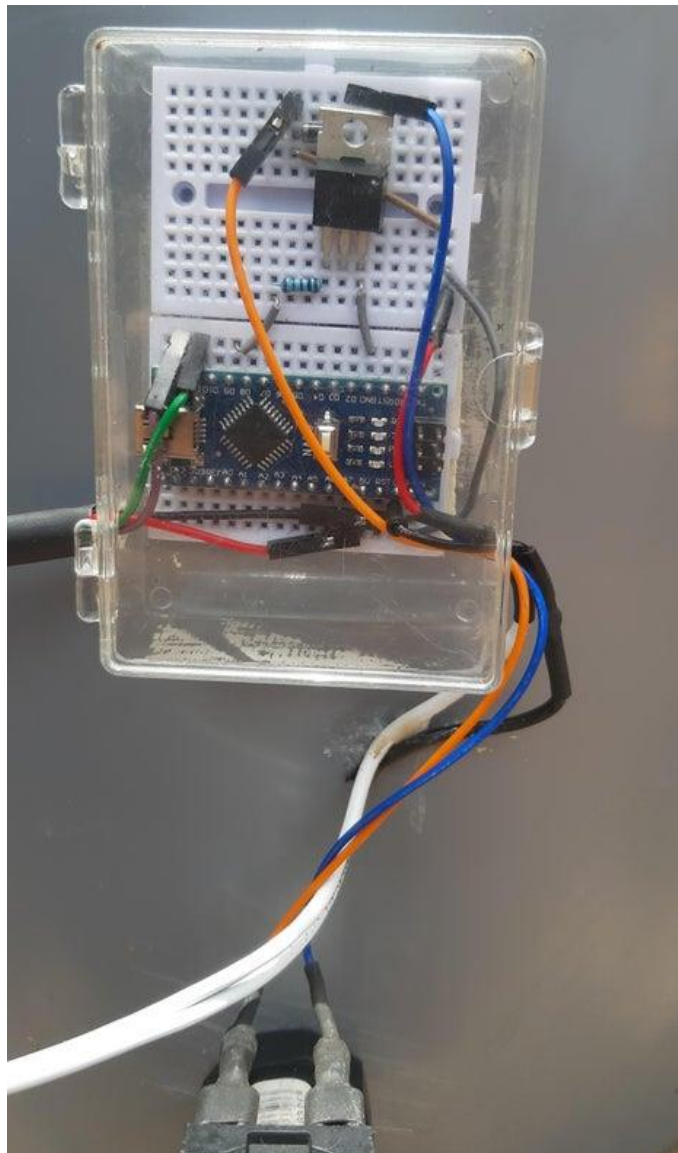


Рисунок 1.14 – Зібрана схема з мікроконтролером

1.3.2 Інтелектуальний смітник на основі IoT

Відходи, які не піддаються біологічному розкладанню та не підлягають належній переробці вже досить давно завдають шкоди навколишньому середовищу та заповнюють звалища. Люди є найбільшою причиною того, що кількість сміття збільшується, саме тому, нам необхідне програмне та апаратне забезпечення, щоб управляти відходами, у тому числі без взаємодії зі сміттєвим баком.

На рисунку 1.15 розглянемо проект, який повністю базується на IoT. У цьому проекті ми використовуємо Arduino Nano, який базується на мікроконтролері [12].

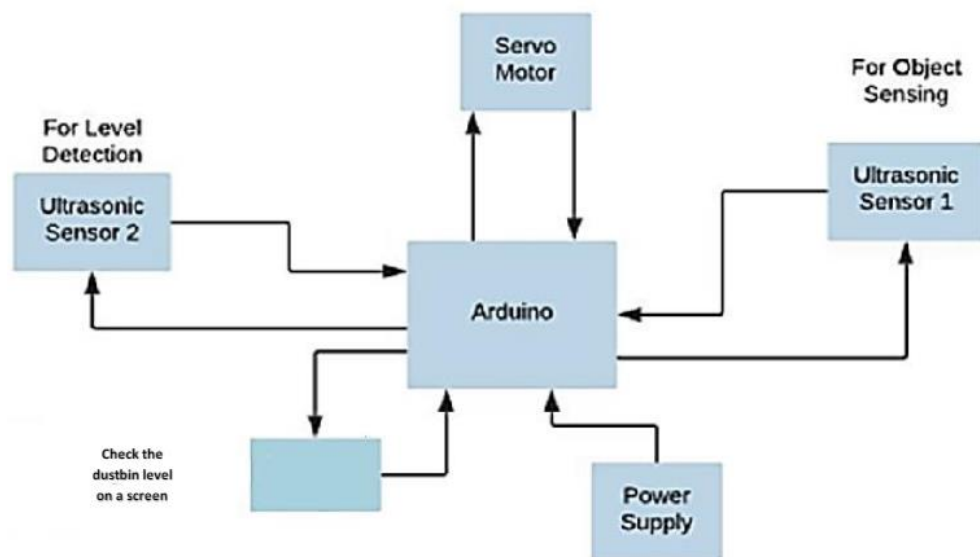


Рисунок 1.15 – Блок-схема інтелектуального смітника на основі IoT [12]

Необхідне програмне забезпечення – Arduino IDE (версія). Обладнання:

1 Arduino UNO R3. Arduino – стандартна плата Arduino. Її назвали UNO, щоб позначити перший випуск програмного забезпечення Arduino. Це також була перша USB-плата, випущена Arduino. Вважається потужною платою, яка використовується в різних проектах. Arduino.cc розробив плату Arduino NANO. Arduino NANO базується на мікроконтролері ATmega328P. Він простий у використанні порівняно з іншими платами, такими як плата Arduino Mega тощо.

Плата складається з цифрових і аналогових входів/виходів (I/O), екранів та інших схем. Arduino NANO містить 6 аналогових контактних входів, 14 цифрових контактів, роз'єм USB, роз'єм живлення та роз'єм ICSP (In-Circuit Serial Programming). Він програмується на основі IDE, що означає інтегроване середовище розробки. Він може працювати як на онлайн-, так і на офлайн-платформах.

2. Ультразвуковий датчик – це електронний пристрій, який вимірює відстань до цільового об'єкта шляхом випромінювання ультразвукових хвиль і перетворює відбитий звук в електричний сигнал. Ультразвукові хвилі поширюються швидше, ніж швидкість чутного звуку (тобто звуку, який чує людина). Ультразвукові датчики мають два основні компоненти: передавач (який випромінює звук за допомогою п'єзоелектричних кристалів) і приймач (який стикається зі звуком після того, як він потрапив до цілі та від неї). Щоб обчислити відстань між датчиком і об'єктом, датчик вимірює час між випромінюванням звуку передавачем і його контактом із приймачем.

3. Міні-серводвигун – це електронні пристрої та поворотні або лінійні приводи, які з точністю обертають і штовхають частини машини. Сервоприводи в основному використовуються для кутового або лінійного положення та для певної швидкості та прискорення.

4) Відро для сміття.

5) З'єднувальні дроти.

6) Екран символів 16x2 (відображає таку важливу інформацію, як рівень заповнення сміттевого бака та відстань людей до сміттевого баку).

7) Зарядний пристрій 9v.

В результаті ультразвуковий датчик забезпечував точні вимірювання відстані в межах зазначеного діапазону виявлення, забезпечуючи точний моніторинг рівня заповнення сміттевого бака (рис. 1.16).

Сервомотор, який відповідає за автоматичний механізм відкривання кришки, був перевірений на надійність і точність. Рух кришки та відповідь на взаємодію користувача оцінювали за різних умов.



Рисунок 1.16 – Точність ультразвукових вимірювань відстані [12]

Серводвигун демонстрував постійний і точний рух кришки, відкривання та закривання у відповідь на наближення користувача або тригери рівня наповнення. Механізм працював плавно без будь-яких помітних затримок. Здатність змінювати відстань виявлення розумного сміттєзбірника оцінювалася на адаптованість до різних середовищ і потреб користувачів. Результати підкреслюють гнучкість і легкість регулювання відстані виявлення (рис. 1.17).

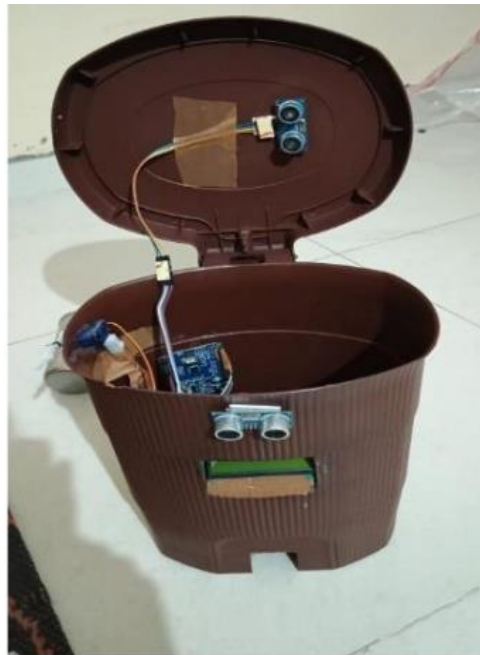


Рисунок 1.17 – Робота механізму відкривання кришки

Модуль Wi-Fi сприяв безперебійному зв'язку між розумним смітником і пристроєм централізованого моніторингу. Передача даних Інтернету речей була успішною, надаючи оновлення в режимі реального часу щодо рівня заповнення сміттевого відра та робочого стану на пристрій централізованого моніторингу (рис. 1.18).

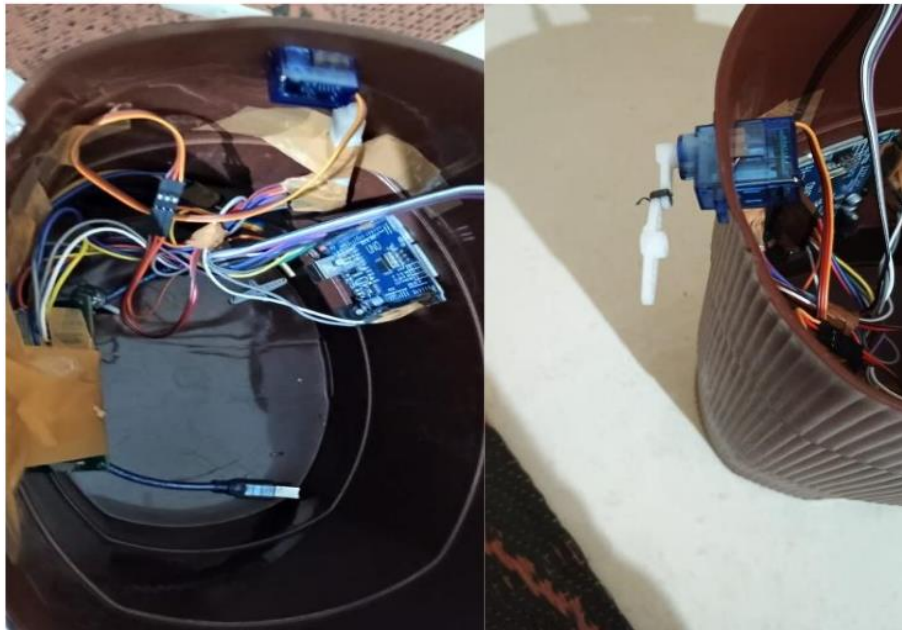


Рисунок 1.18 – Передача даних IoT [12]

Для оцінки ефективності системи моніторингу рівня заповнення було проведено опитування користувачів. Було зібрано відгуки про точність сповіщень, чіткість індикаторів і загальну ефективність системи сигналізації, коли смітник потребує уваги.

Розумний смітник дасть можливість зменшити кількість сміття та підтримувати екологію, що зрештою допоможе зберегти чистоту навколишнього середовища [12].

РОЗДІЛ 2

ВИБІР АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Вибір апаратного забезпечення для розробки автоматизованої системи

2.1.1 Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04

В автоматизованій системі відкривання ємностей на базі Arduino Uno у ролі «очей» буде виступати ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04

Ультразвукові датчики використовують звук для визначення відстані між датчиком і найближчим об'єктом на його шляху. Вони по суті, є датчиками звуку, але працюють на частоті, вищій за слух людини. Датчик посилає звукову хвилю на певній частоті, а потім він вислуховує цю специфічну звукову хвилю, яка відбивається від об'єкта та повертається назад (рис. 2.2).

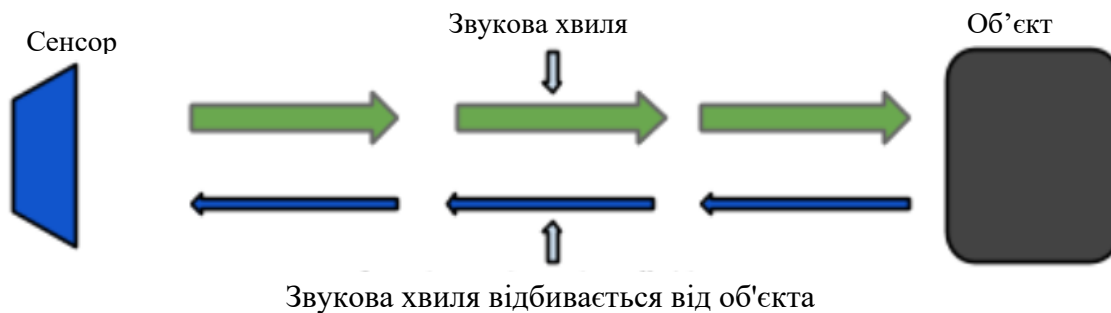


Рисунок 2.2 – Принцип роботи ультразвукового датчика [13]

Датчик відстежує час між надсиланням звукової хвилі та поверненням звукової хвилі. Якщо знати швидкість та час подорожі звукової хвилі, то відстань звукової хвилі можна розрахувати:

$$d = v * t. \quad (2.1)$$

де, v – швидкість звукової хвилі;

t – час проходження звукової хвилі.

Швидкість звуку можна розрахувати на основі різних атмосферних умов, включаючи температуру, вологість і тиск . Слід зазначити, що ультразвукові датчики мають конус виявлення, кут цього конуса змінюється залежно від відстані, на рисунку 3.3 представлено це співвідношення. Також залежить здатність датчика виявляти об'єкт на орієнтацію об'єктів на датчик. Якщо об'єкт не є плоскою поверхнею для датчика, можливо, звукова хвиля відбиватиметься від об'єкта таким чином, що вона не повертатиметься до датчика.

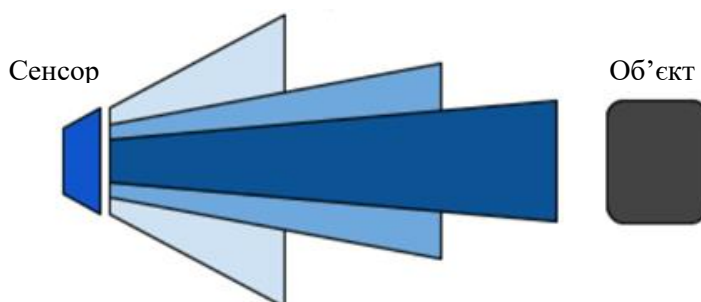


Рисунок 2.3 – Конус виявлення об'єктів

Основні вимоги до сенсорних модулів:

- Вартість.
- Вага.
- Спільнота любителів і підтримка.
- Точність виявлення об'єктів.
- Імовірність роботи в задимленому середовищі.
- Простота використання

Технічні характеристики HCSR04 представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики HCSR04

Параметр	Характеристики
Джерело живлення	+5V DC
Струм спокою	<2 мА
Робочий струм	15мА
Ефективний кут	<15°
Дистанція	2400 см
Роздільна здатність	0,3 см
Кут вимірювання	30°
Тригер входного імпульсу	10 мкс
Розмір	45 x 20 x 15 мм
Вага	10 г

Джерело [13]

Графік синхронізації та пояснення контактів HCSR04 має чотири контакти: VCC, GND, TRIG і ECHO; всі ці контакти мають різні функції. Контакти VCC і GND є найпростішими, вони живлять ультразвуковий відстані HCSR04, її контакти потрібно приєднати до джерела +5 вольт і землі відповідно. Існує єдиний керуючий контакт: TRIG. Штифт TRIG відповідає за надсилання ультразвукового випромінювання. Цей висновок має бути встановлений на «високий» рівень протягом 10 мкс, після чого HCSR04 надсилатиме звуковий пакет із восьми циклів на частоті 40 кГц. Після того, як звуковий сигнал буде надіслано, штифт ECHO стане «високим». Вихід ECHO є контактом даних, який використовується для вимірювання відстані. Після надсилання ультразвукового

вибуху штифт перейде на «високий» рівень, він залишатиметься високим, доки ультразвукова хвиля відіб'ється та не буде виявлена, після чого він стане «низьким».

Вимірювання відстані HCSR04 можна запустити для надсилання ультразвукового відбивання хвилі, встановивши контакт TRIG на «високий» рівень. Після надсилання пакету сигнал ЕЧО автоматично переходить у «високий» рівень. Цей штифт залишатиметься «високим», доки сплеск знову не потрапить на датчик. Можна розрахувати відстань до об'єкта, відстежуючи, як довго вихід ЕЧО залишається «високим». Час, протягом якого ЕЧО залишається на «високому» рівні, – це час, витрачений на переміщення хвилі. Використання цього вимірювання в рівнянні 2.1 разом із швидкістю звуку дасть пройдену відстань. Короткий опис із візуальним представленням на рисунку 2.4.

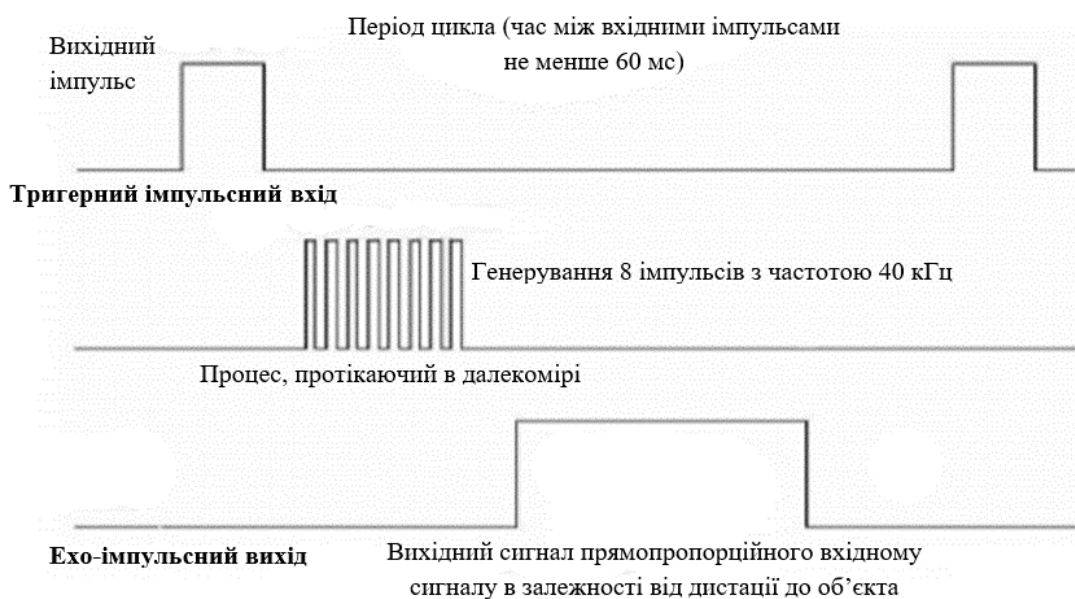


Рисунок 2.4 – Часова діаграма ультразвукового датчика відстані HC-SR04

2.1.2 Сервопривід

Сервопривід SG90 – це маленький і легкий з високою вихідною потужністю (рис. 2.5). Сервопривід може обертатися приблизно на 180 градусів (90 у кожному напрямку) і працює так само, як стандартні типи, але меншого розміру.



Рисунок 2.5 – Сервопривід [14]

Технічні характеристики представлено в таблиці 3.2

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики сервопривода SG90

Параметр	Характеристики
Вага	9 г
Розміри	22,2 x 11,8 x 31 мм
Момент зупинки	1,8 кгс·см
Робоча швидкість	0,1 с / 60 градусів
Робоча напруга	4,8 В (~5 В)
Ширина зони нечутливості	10 мкс
Діапазон температур	0 °С – 55 °С

Джерело [14]

2.1.3 З'єднання DuPont

З'єднання DuPont – це тип електричних з'єднувачів, які широко використовуються в електроніці, особливо в прототипуванні і проектуванні схем на макетних платах (рис. 2.6). Ці з'єднувачі отримали свою назву від компанії DuPont, яка їх розробила.



Рисунок 2.6 – З'єднання DuPont

Основні конструктивні характеристики таких з'єднання DuPont: контактні штекери (металеві контакти, які вставляються в відповідні роз'єми) та пластиковий корпус, що забезпечує фіксацію та ізоляцію контактів.

З'єднання можуть бути у вигляді штекерів (Male) та гнізд (Female). Штекери мають виступаючі контакти, а гнізда – заглиблення для прийому цих контактів. Однорядні та дворядні з'єднувачі можуть мати один або два ряди контактів. Одиночні контакти використовуються для підключення одного проводу до одного контакту, а багатоконтактні смужки можуть бути використані для підключення кількох проводів або контактів одночасно.

Матеріал контактів зазвичай виготовляються з латуні або іншого провідного металу з покриттям для захисту від корозії, а корпус пластиковий, стійкий до високих температур та механічних впливів.

Використання з'єднувачів DuPont для прототипування на макетних платах тому, що вони дуже зручні для швидкого підключення компонентів на макетних платах без пайки. Також використовуються для підключення модулів та сенсорів до Arduino, Raspberry Pi та інших мікроконтролерних платформ, застосовуються для зручного розведення сигналів у прототипах електронних пристроїв. Вони ідеальні для навчальних проектів, де потрібні часті зміни схем та швидке підключення/відключення компонентів.

Основними перевагами є простота підключення та відключення без необхідності пайки, підходять для широкого спектра застосувань в електроніці, широко доступні на ринку за низькою ціною та існує можливість швидкого і легкого перепідключення компонентів під час прототипування.

У випадках коли сильних вібрації або механічні навантаження можуть не забезпечувати достатньо надійне з'єднання. Також контакти можуть з часом окислюватися, що погіршує якість з'єднання.

Застосовують з'єднання DuPont при підключенні сенсорів, дисплеїв, модулів зв'язку та інших периферійних пристроїв. Також для з'єднання моторів, датчиків та інших компонентів роботів. Швидке складання і зміна електронних схем під час навчальних експериментів. Використання в DIY проектах для створення різних електронних пристроїв.

З'єднання DuPont є одним з найпопулярніших типів електричних з'єднувачів для прототипування та розробки електронних схем завдяки своїй простоті, універсальності та доступності. Вони дозволяють швидко і легко підключати компоненти без необхідності пайки, що робить їх ідеальним вибором для інженерів, студентів та аматорів електроніки.

2.1.4 Мікроконтролер Arduino Uno

Arduino Uno – популярна плата розробки мікроконтролерів на основі 8-розрядного мікроконтролера ATmega328P. Разом із мікросхемою мікроконтролера ATmega328P вона складається з інших компонентів, таких як кристалічний генератор, послідовний зв'язок, регулятор напруги тощо для підтримки мікроконтролера (рис. 2.7).

Технічні характеристики Arduino Uno представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики Arduino Uno

Параметр	Характеристики
1	2
Мікроконтролер	ATmega328P – 8-розрядний мікроконтролер сімейства AVR
Робоча напруга	5В
Рекомендована вхідна напруга	7-12В
Обмеження вхідної напруги	6-20В
Аналогові входи	6 (A0 – A5)
Цифрові контакти вводу/виводу	14 (з яких 6 забезпечують вихід ШІМ)

Продовження таблиці 2.3

1	2
---	---

Постійний струм на контактах входу/виходу	40 мА
Постійний струм на контакті 3,3 В	50 мА
Флеш-пам'ять	32 КБ (0,5 КБ використовується для завантажувача)
Статична пам'ять	2 КБ
Постійна пам'ять	1 КБ
Тактова частота	16 МГц

Джерело [15]



Рисунок 2.7 – Мікроконтролер Arduino Uno

2.2 Вибір способів програмування плат Arduino

2.2.1 Спосіб програмування мікроконтролерів

Плати Arduino – це один із набору на основі мікроконтролерів, який або використовуватиметься безпосередньо через покупку у постачальника, або його створюватимуть вдома, використовуючи компоненти для апаратної функції з

відкритим кодом. Зазвичай він використовується як для зв'язку, так і для роботи чи керування різними пристроями.

Програми можна писати на Arduino, саме програмування відоме як ескізи, основний ескіз з 3 різних частин:

- Оголошення змінних.
- Ініціалізація, його можна записати у функцію `setup()`.
- Контрольний код, його можна записати у функцію `loop()`.

Такі ескізи зберігаються в розширенні `.ino`. Будь-які операції, такі як відкриття ескізу, перевірка, збереження ескізу, виконуватимуться за допомогою кнопок на панелі інструментів або за допомогою меню інструментів

Ескізи будуть зберігатися в каталозі скетчбука, тільки потрібно вибрати відповідну плату в меню інструментів і номери послідовних портів

Далі зазвичай потрібно натиснути кнопку завантаження або вибрати пункт завантаження в меню інструментів

Особливості мікроконтролера Arduino представлено на рисунку 2.8.

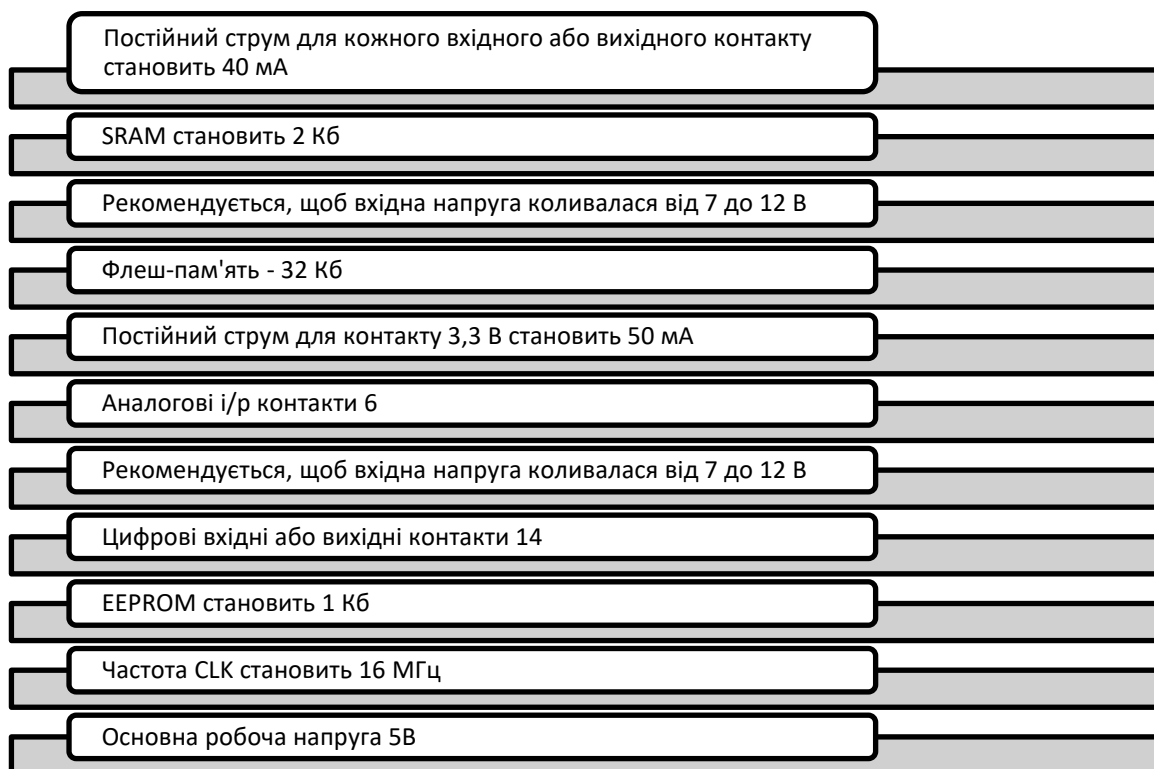


Рисунок 2.8 – Особливості мікроконтролера Arduino

Arduino може виявляти оточення за вхідним сигналом. Тут деякі датчики можуть впливати на оточення, керуючи двигунами, приводами та освітленням. У цьому мікроконтролері ATmega328 на платі Arduino програмується за допомогою мови програмування Arduino, а також IDE (Інтегроване середовище розробки).

Важливо розуміти, що індустрія обчислювальної техніки, а також індустрія програмування може швидко розвиватися, а ІТ-індустрія процвітає в сьогоденні [16].

2.2.2 Програмні засоби Arduino

Arduino IDE доступні для безкоштовного завантаження на сторінці завантажень програмного забезпечення.

Arduino IDE, як її зазвичай називають, є інтегрованим середовищем розробки. Щоб запрограмувати плату, вам потрібно написати програму, скомпілювати цю програму в машинний код і, нарешті, надіслати нову програму на плату.

Arduino IDE полегшує все це, від першого рядка написаного коду до його виконання на мікроконтролері плати Arduino. Це програма або програма, яку ви можете завантажити (або використовувати онлайн-версію), щоб керувати розробкою свого коду. Колись це був складний процес, який вимагав хороших знань з електроніки та інформатики. Тепер кожен може навчитися це робити за допомогою Arduino IDE [16].

Сьогодні доступно три IDE Arduino:

- Arduino IDE 1.8.x (класичний), представлено на рисунку 2.9.
- Arduino IDE 2 (новий), представлено на рисунку 2.10.
- Веб-редактор Arduino (онлайн), представлено на рисунку 2.11.

Типовий робочий процес програмування мікроконтролера заключається у завантаженні коду на плату Arduino за допомогою IDE.



Рисунок 2.9 – Arduino IDE 1.8. [16]

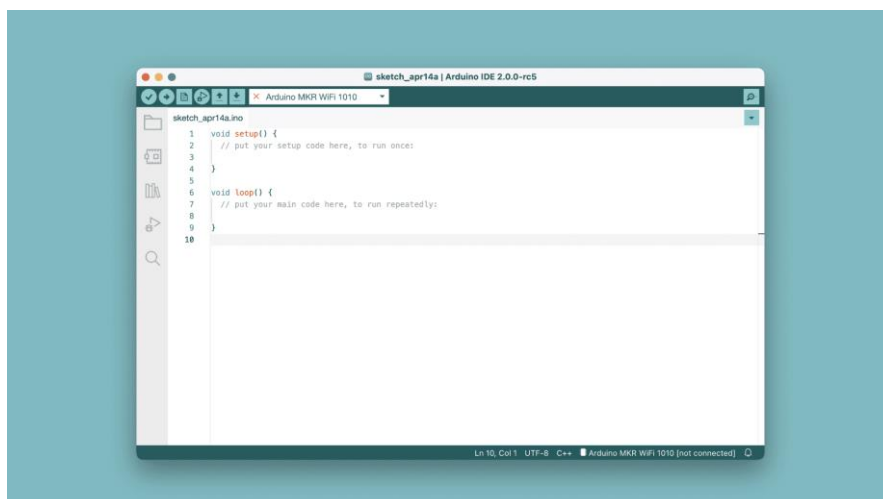


Рисунок 2.10 – Arduino IDE 2 [16]

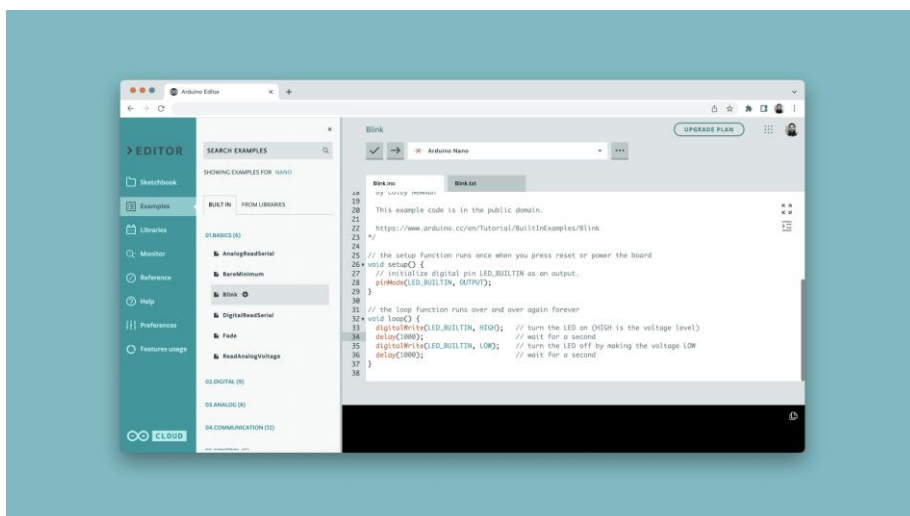


Рисунок 2.11 – Веб-редактор Arduino [16]

Етапи процесу створення прошивки

1. Встановлюють свою плату – це означає встановлення правильного «пакета» для плати. Без упаковки просто не можна використовувати свою дошку. Встановлення виконується безпосередньо в IDE, і це швидка та проста операція.

2. Створення нового ескізу – ескіз є основним програмним файлом. Тут пишеться набір інструкцій, які хочемо виконати на мікроконтролері.

3. Компіляція ескіз – це код, який пишеться, виглядає не зовсім так, як він завантажується на Arduino: компіляція коду означає, що ми перевіряємо його на наявність помилок і перетворюємо його у двійковий файл (1s і 0s). Якщо щось не вийде, ви отримаєте це на консолі помилок.

4. Завантажте свій ескіз – коли компіляція буде успішною, код можна буде завантажити на вашу дошку. На цьому кроці ми фізично підключаємо плату до комп'ютера та вибираємо правильний послідовний порт.

5. Serial Monitor (опціонально) – для більшості проектів Arduino важливо знати, що відбувається на вашій платі. Інструмент Serial Monitor, доступний у всіх IDE, дозволяє надсилати дані з плати на персональний комп'ютер [16].

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА АВОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДКРИВАННЯ ЄМНОСТЕЙ НА БАЗІ ARDUINO UNO

Для розробки авоматизованої системи відкриття ємностей потрібно вибрати всі компоненти, зібрати та запрограмувати мікроконтролер.

3.1 Підключення авоматизованої системи відкриття ємностей

Після підготовки всіх компонентів системи потрібно скласти за допомогою з'єднання DuPont згідно схеми, яка представлена на рисунку 3.1.

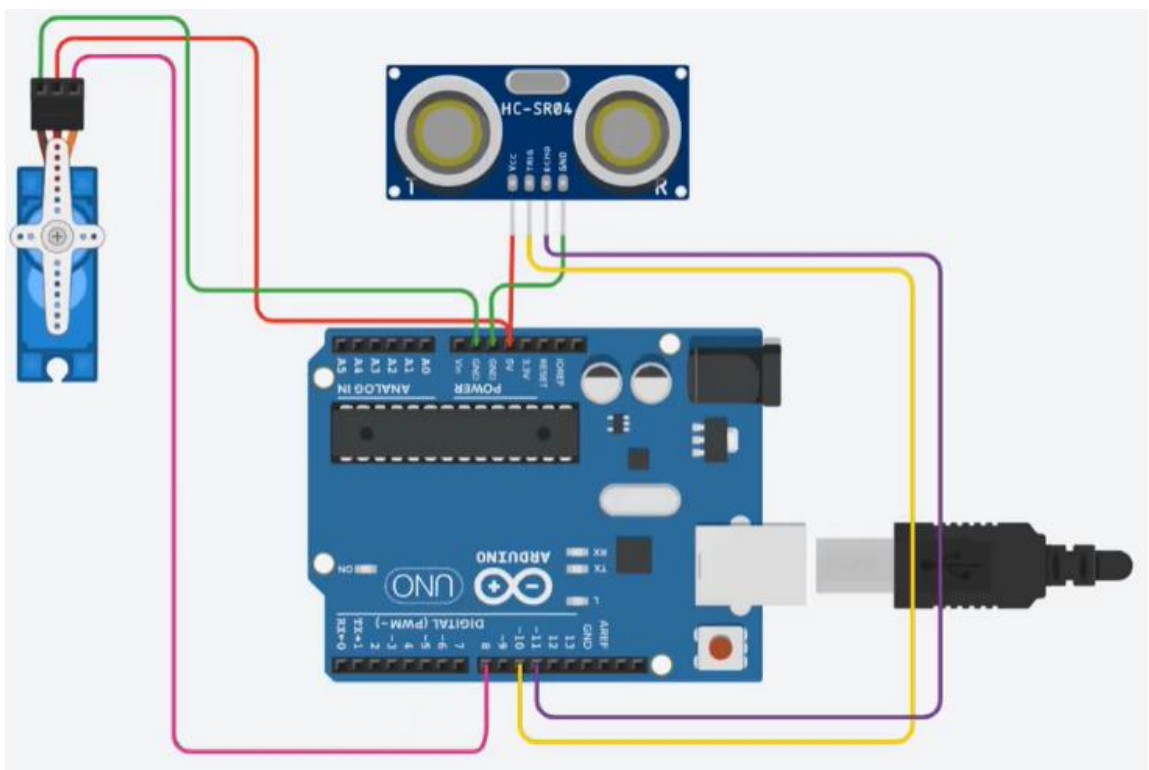


Рисунок 3.1 – Схема підключення

3.1.1 Підключення HC-SR04 до мікроконтролера

Для того щоб підключити ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 потрібно розібратись з виходами датчика та інтегрувати програмне забезпечення. HCSR-04 має 4 контакти (виходи):

1. VCC – це джерело живлення 5 В (має надходити від мікроконтролера).
2. GND є контактом заземлення (потрібно приєднувати до заземлення на мікроконтролері).
3. TRIG слід приєднати до контакту GPIO, який можна встановити на високий рівень.
4. ECHO вихід.

HCSR04 видає 5 В, що може пошкодити багато контактів GPIO мікроконтролера тому, що максимально дозволена напруга змінюється. Щоб знизити напругу потрібно використовувати один резистор або схему ділника напруги (рис. 3.2). Знову ж таки, це залежить від конкретного мікроконтролера, який ви використовується, тобо потрібно буде дізнатися його максимальну напругу GPIO та переконатися, що в нас нижча напруга.



Рисунок 3.2 – Використання резистора для знизження напруги

Ультразвукові датчики – чудові датчики, вони добре працюють у багатьох сферах застосування, де інші типи датчиків не вистачають. На жаль, у них є слабкі місця та ці недоліки можна пом'якшити та усунути, але спочатку їх потрібно знайти та зрозуміти. Перша слабкість полягає в тому, що вони використовують звук, тобто існує обмеження на те, наскільки швидко ультразвукові датчики можуть вимірювати відстань. Чим більша відстань, тим повільніше вони повідомляють про відстань. Друга слабкість виникає через те,

як звук відбивається від об'єктів у замкнутих приміщеннях можливе, якщо малоймовірно, ненавмисне відлуння. ЕСНО може дуже легко викликати помилкові короткі показання.

На рисунку 3.3 представлено, як було надіслано імпульс, а він відскочив від об'єкта 1 і повернувся до датчика. Відстань записується, а потім надсилається новий імпульс, але був інший об'єкт, тому, коли новий імпульс досягне об'єкта 1, перший сигнал досягне датчика. Це змусить датчик подумати, що об'єкт знаходиться ближче, ніж насправді. Старий пульс менший за новий, оскільки він став слабшим. Чим довше існує пульс, тим слабше він стає незначним, якщо використовується кілька датчиків, кількість відлунь буде збільшуватися разом із кількістю помилок. Є два основних способи зменшити кількість помилок:

– захистити датчик (це запобігає надходженню луни з кута поза межами того кута, який насправді має сприймати датчик);

– зменшити частоту надсилання імпульсів (дає більше часу для розвіювання відлуння).

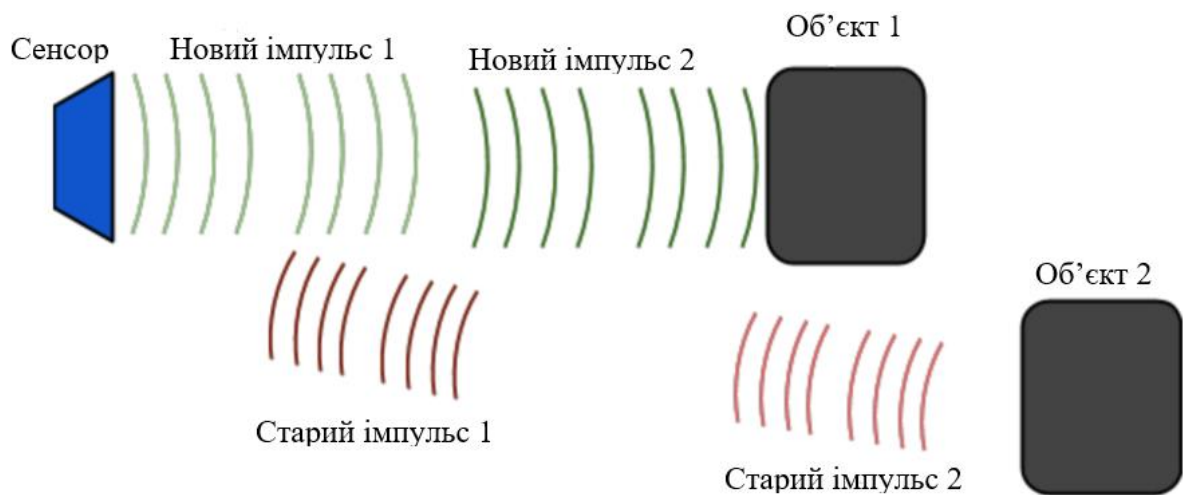


Рисунок 3.3 – Принцип роботи ультразвукового датчика

Схема підключення ультразвукового датчика представлена на рисунку 3.4.

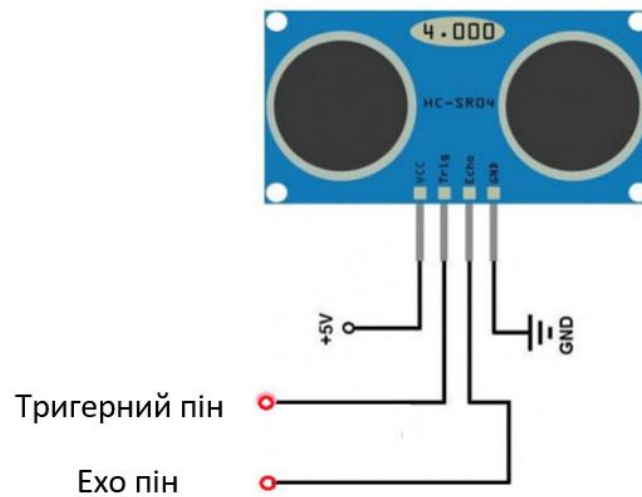


Рисунок 3.4 – Схема підключення ультразвукового датчика HC-SR04

3.1.2 Підключення сервоприводу

Для підключення сервоприводу до мікроконтролера можна використовувати будь-який сервокод, обладнання або бібліотеку для керування таким сервоприводом. Добре підходить для неважких проектів без створення контролера двигуна зі зворотним зв'язком і коробкою передач, а особливо він підходить для місць де є мало місця монтажу деталей. Зазвичай він поставляється з 3 ріжками (руками) та обладнанням.

Положення «0» (імпульс 1,5 мс) знаходиться посередині, «90» (імпульс ~ 2 мс) – зовсім ліворуч. мс пульс) посередині, «90» (~2 мс імпульс) – до кінця праворуч, «ліворуч». Принцип роботи представлено на рисунку 3.5.

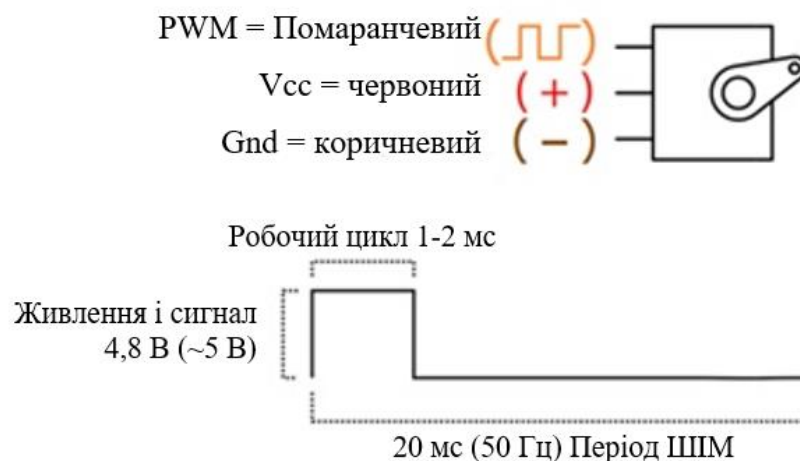


Рисунок 3.5 – Принцип роботи сервопривода

3.2 Складання авоматизованої системи на базі мікроконтролера

В якості ємності для авоматизованої системи відкривання на базі Arduino Uno було вибрано готове рішення пластикову урну для сміття з Alixpress (рис. 3.6) куди потрібно буде прикріпити всі елементи.



Рисунок 3.6 – Ємність для авоматизованої системи

Після підключення всіх складових згідно рисунка 3.1 потрібно приєднати всі елементи. Спочатку клеєм прикріплюється сервопривід та плече для відкривання кришки, як показано на рисунку 3.7.

Далі, з передньої сторони ємності було прикріплено ультразвуковий датчик HC-SR04 для виявлення об'єктів перед ємністю, як представлено на рисунку 3.8. Потрібно кріпити датчик рівно з боків ємності та достатньо високо біля кришки ємності. З метою не роз'єднання виходів датчика було додаткове кріплення скотчем.

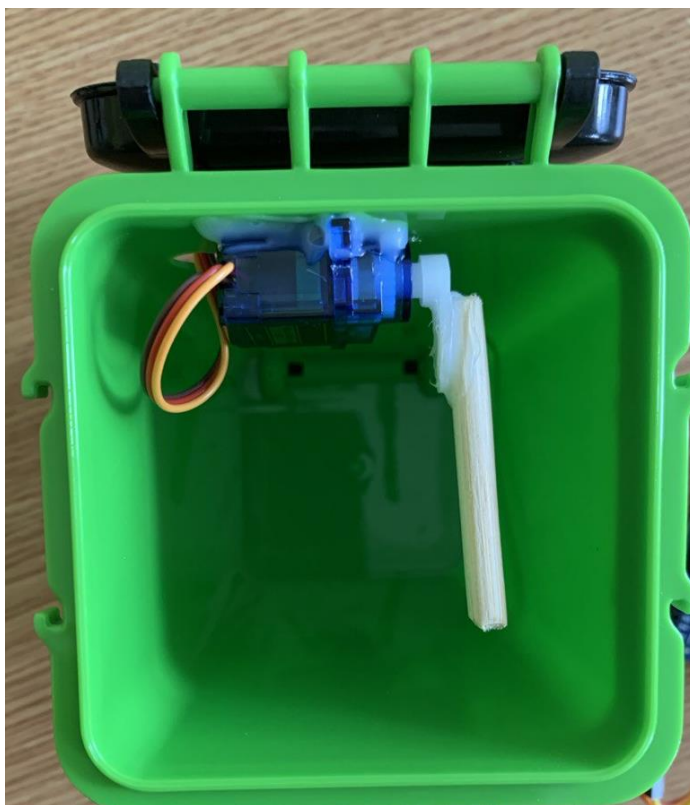


Рисунок 3.7 – Приєднання сервопривода до ємності



Рисунок 3.8 – Приєднання ультразвукового датчика до ємності

Далі потрібно всі складові потрібно приєднати до мікроконтролера та помістити його так, що не заважав відкриванню кришки або датчику виявляти об'єкти (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – З'єднання всіх складових з мікроконтролером

3.3 Програмування мікроконтролера в Arduino IDE

Для програмування мікроконтролера авоматизованої системи відкривання ємностей потрібно завантажити та відкрити програму Arduino IDE (рис. 3.10). Наступний крок – це додавання плати Arduino Uno через Інструменти \ Менеджер плат та вибрається Arduino AVR Boards (рис. 3.11).

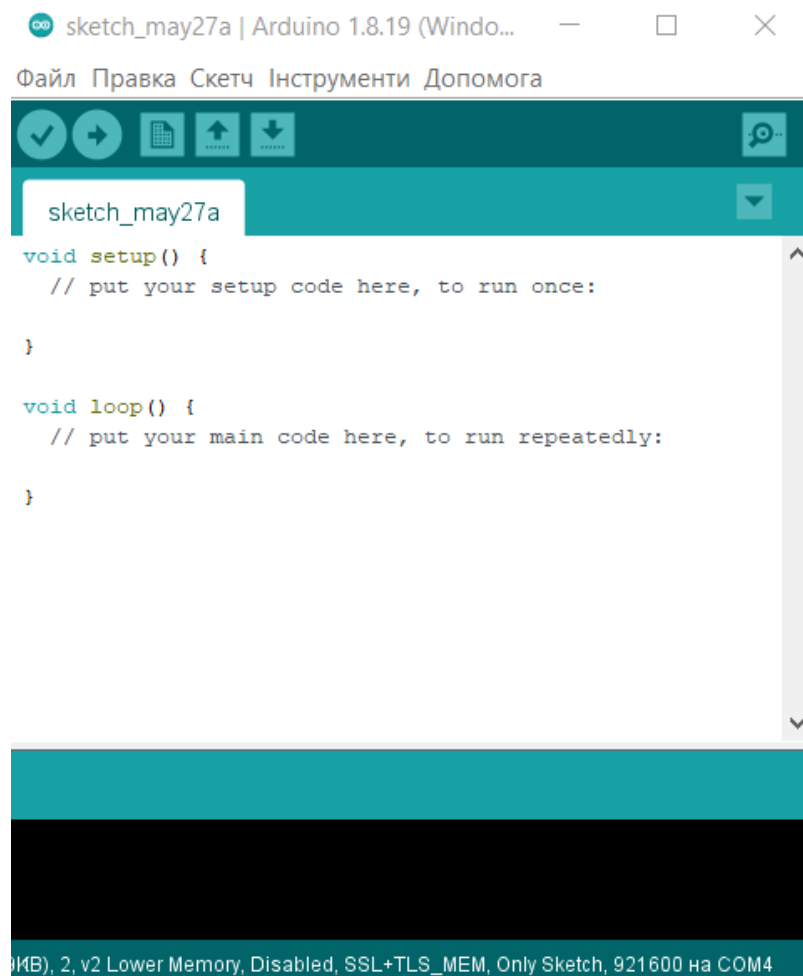


Рисунок 3.10 – Стартове вікно Arduino IDE

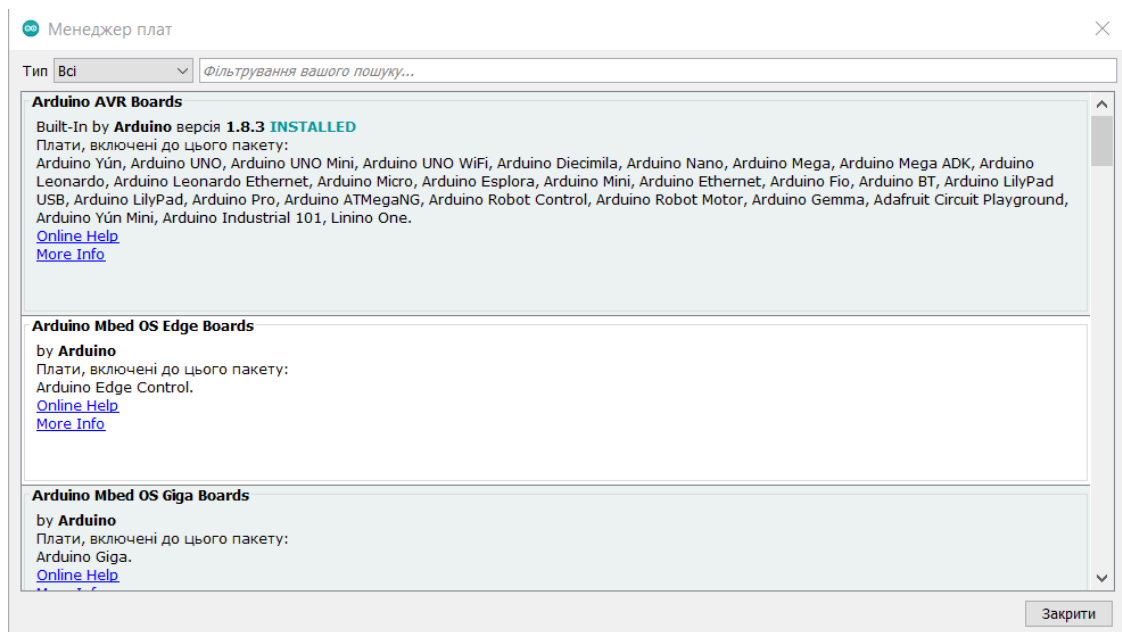


Рисунок 3.11 – Вікно Менеджер плат

Далі потрібно підключити плату до персонального комп'ютера, тобто вибрати в інструментах плату Arduino Uno, для запобігання помилки при кавантаженні коду. Вибір плати представлено на рисунку 3.12.

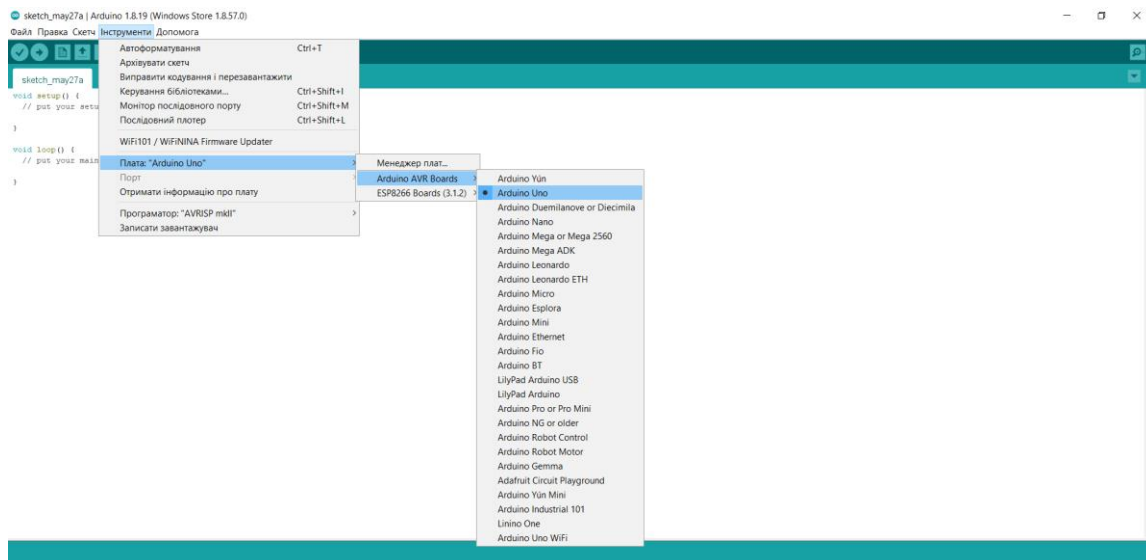


Рисунок 3.12 – Підключення плати Arduino Uno

Далі потрібно вибрати правильний порт після встановлення драйвера. Як видно з рисунка 3.13, буде COM-порт 4.

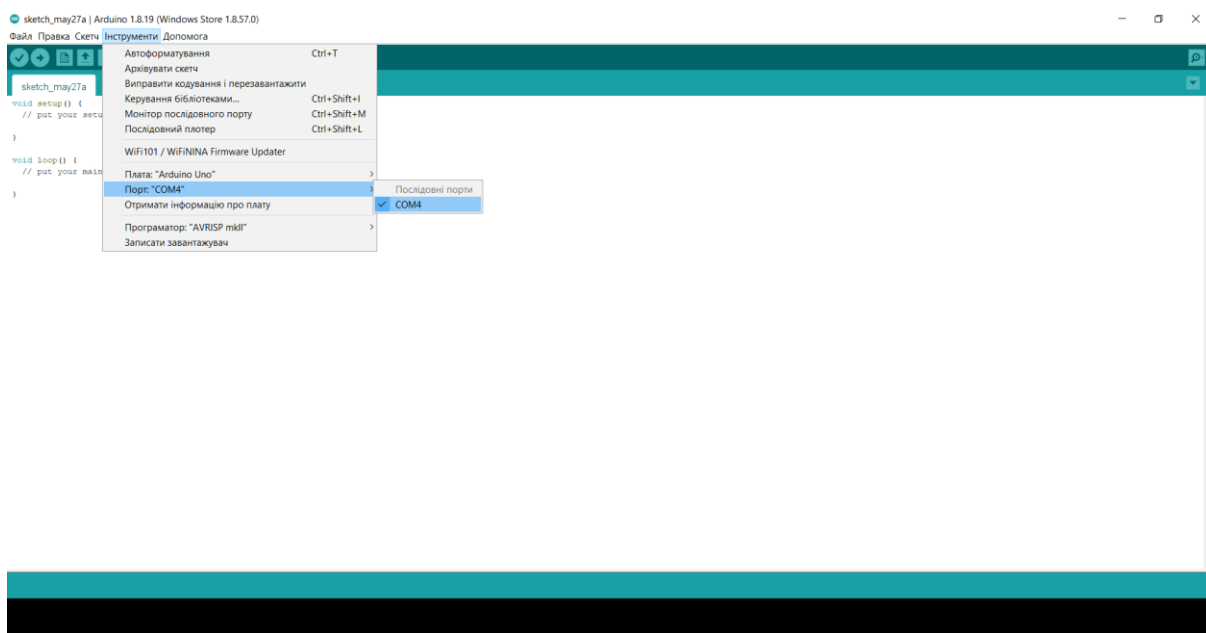


Рисунок 3.13 – Вибір порта для програмування плати

Підключення ультразвукового датчика HC-SR04 до Arduino є простим і дозволяє визначати відстань до об'єктів. HC-SR04 використовує звукові хвилі для вимірювання відстані і складається з двох основних елементів: передавача (TRIG) та приймача (ECHO) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Схема підключення ультразвукового датчика HC-SR04 до Arduino

Виходи сервопривода	Підключення
VCC	5V
GND	GND
TRIG	Pin 9
ECHO	Pin 10

Для роботи з датчиком HC-SR04 можна скористатися стандартними бібліотеками Arduino або написати власний код. В листигу 3.1 наведено приклад коду, який дозволяє вимірювати відстань за допомогою датчика HC-SR04.

Спочатку відбувається налаштування пінів, тобто визначаються пін TRIG як вихідний і пін ECHO як вхідний. Для генерації імпульсу на пін TRIG подається короткий імпульс 10 мкс.

Вимірювання імпульсу визначається за допомогою функції `pulseIn()` вимірюється тривалість відбитого імпульсу, який приймається на пін ECHO, а відстань обчислюється на основі тривалості імпульсу. Виведення результату виводиться на серійний монітор через серійний порт.

Підключення та програмування ультразвукового датчика HC-SR04 до Arduino є досить простим процесом. З його допомогою можна легко вимірювати відстань до об'єктів, що відкриває безліч можливостей для створення різноманітних проектів, таких як робототехніка, системи безпеки та автоматизація.

Далі потрібно прописати код для підключення сервоприводу до Arduino, що є простим процесом та дозволяє керувати положенням сервоприводу за допомогою сигналів, що генеруються мікроконтролером.

Лістинг 3.1 – Вимірювання відстані за допомогою датчика HC-SR04

```
// Визначення пінів
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

// Змінні для зберігання виміряної відстані
long duration;
int distance;

void setup() {
  // Налаштування пінів
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  // Налаштування серійного порту для виведення результатів
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Генерація 10 мікросекундного імпульсу на TRIG пін
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  // Вимірювання тривалості імпульсу на ECHO пін
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  // Обчислення відстані в сантиметрах
  distance = duration * 0.034 / 2;

  // Виведення результату на серійний порт
  Serial.print("Distance: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");

  // Затримка перед наступним вимірюванням
  delay(500);
}
```

Кінець лістингу 3.1

Схема підключення представлена в таблиці 3.2.

Для керування сервоприводом можна скористатися бібліотекою Servo, яка спрощує роботу з цими пристроями.

Таблиця 3.2 – Схема підключення сервопривода

Виходи сервопривода	Підключення
VCC:	до 5V на платі Arduino
GND	до GND на платі Arduino
Signal:	Підключється до будь якого цифрового піну на платі Arduino

В лістингу 3.2 наведено приклад коду, який дозволяє керувати положенням сервоприводу.

Лістинг 3.2 – Приклад коду для керування положенням сервоприводу

```
#include <Servo.h>

// Створення сервоприводу
Servo myServo;

// Визначення піну
const int servoPin = 9;

void setup() {
  // Підключення сервоприводу до піну
  myServo.attach(servoPin);
}

void loop() {
  // Рух сервоприводу від 0 до 180 градусів
  for (int pos = 0; pos <= 180; pos += 1) {
    myServo.write(pos);
    delay(15); // Затримка для плавного руху
  }

  // Рух сервоприводу від 180 до 0 градусів
  for (int pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) {
    myServo.write(pos);
    delay(15); // Затримка для плавного руху
  }
}
```

Кінець лістингу 3.2

Підключення бібліотеки Servo, яка спрощує роботу з сервоприводами. Створюється об'єкт Servo для керування сервоприводом, а у функції setup() сервопривід підключається до зазначеного піну за допомогою методу attach(). Основний цикл в функції loop() сервопривід рухається від 0 до 180 градусів і

назад для демонстрації його роботи. Підключення сервоприводу до Arduino і його програмування за допомогою бібліотеки Servo є досить простим процесом, завдяки цьому можна легко керувати положенням кришки нашої ємності.

Після написання загального коду потрібно перевірити його на помилки та можна завантажити програму на мікроконтролер. Далі залишилось тільки налаштувати сервопривід для коректної роботи. Код програми представлено в додатку А.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено та реалізовано автоматизовану систему відкривання ємностей на базі мікроконтролера Arduino Uno. Основна мета полягала у створенні системи, яка б автоматично відкривала та закривала ємності, забезпечуючи тим самим зручність, ефективність та безпеку в різних сферах застосування. Визначено вимоги до системи та спроектовано апаратну частину, що включає мікроконтролер Arduino Uno, серводвигуни для механічного відкривання ємностей.

Проаналізовано розумні системи збору сміття в сучасному місті. Ефективне поводження з відходами є необхідною умовою для підтримки природного середовища, оскільки кількість усіх видів утилізації відходів зростає. Існує безліч технологій, які використовуються для збору відходів, а також для добре керованої переробки. Наслідки швидкого зростання населення, великої та щільної житлової забудови та гострого попиту на захист навколишнього середовища в містах, створюють складну основу для управління відходами. Реалізації інтелектуальної системи управління сміттям з використанням датчиків, мікроконтролерів та модулів IoT забезпечить прибирання сміттєвих баків та зручність використання для людей.

Виконано огляд апаратних та програмних засобів для розробки автоматизованої системи. Було вибрано: ультразвукови датчик, як використовують звук для визначення відстані між датчиком і найближчим об'єктом на його шляху; сервопривід може обертатися приблизно на 180 градусів (90 у кожному напрямку); плату Arduino Uno разом із мікросхемою мікроконтролера ATmega328P, яка складається з компонентів, таких як кристалічний генератор, послідовний 'язок, регулятор напруги тощо для підтримки мікроконтролера. Також було вибрано середовище Arduino IDE, полегшує програмування, від першого рядка написаного коду до його виконання на мікроконтролері плати Arduino. Це програма, яка може використовувати онлайн-версію, щоб керувати розробкою свого коду.

Було спроектувано та складено авоматизовану систему на базі Arduino Uno для автоматичного відкривання ємностей, де успішно інтегровано апаратну та програмну частини, що дозволило створити повністю функціональну систему. Проведено серію тестувань, яка підтвердила надійність та ефективність роботи системи у різних умовах.

Запрограмовано мікроконтролер авоматизованої системи для відкривання ємностей. Розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера Arduino Uno, яке забезпечує автоматичне відкривання та закривання ємностей на основі показань датчиків та інших вхідних сигналів. Встановлено і протестовано систему в реальних умовах, що дозволило оцінити її практичну цінність та виявити можливі шляхи для подальшого вдосконалення. Використано ефективні алгоритми керування серводвигуном, що дозволило забезпечити плавність і точність рухів.

Розроблена авоматизована система відкривання ємностей на базі мікроконтролера Arduino Uno продемонструвала високу ефективність та надійність. Вона здатна значно підвищити зручність і безпеку використання різних ємностей, зменшити витрати часу і зусиль на ручне керування, а також сприяти авоматизації рутинних процесів у різних галузях. Завдяки гнучкості та можливостям розширення система має великий потенціал для подальшого розвитку та комерційного використання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розумне місто URL: <https://deps.ua/ua/knowegable-base/reference-information/67697.html> (дата звернення: 11.01.2024).
2. Smart City Ukraine: що це та як це працює в українських реаліях. URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/2183/smart-city-ukraine-what-it-is-and-how-it-works-in-ukrainian-realities> (дата звернення: 11.01.2024).
3. Розумне місто-концепція, технології, перспективи розвитку. URL: <https://www.0462.ua/list/205939> (дата звернення: 12.01.2024).
4. Smart city: технології «розумного міста» та їх цільове призначення. URL: <https://eukraine.org.ua/ua/news/smart-city-tehnologiyi-rozumnogo-mista-ta-yih-cilove-priznachennya> (дата звернення: 12.01.2024).
5. Smart infrastructures: essential for smart cities. URL: <https://nexusintegra.io/smart-infrastructures-essential-for-smart-cities/> (дата звернення: 12.01.2024).
6. Benefits of Real Wireless Power in Smart Cities. URL: <https://www.ossia.com/blog/the-brains-of-smart-cities> (дата звернення: 27.02.2024).
7. Top 7 Smart Cities in the World in 2024. URL: <https://earth.org/top-7-smart-cities-in-the-world/> (дата звернення: 27.02.2024).
8. Smart Cities: A Futuristic Vision. URL: <https://www.thesmartcityjournal.com/en/articles/smart-cities-futuristic-vision> (дата звернення: 03.03.2024).
9. Smart City Technology Benefits And The World's Top 10 Smartest Cities. URL: <https://www.hlp.city/smart-city-technology-benefits-and-the-worlds-top-10-smartest-cities/> (дата звернення: 05.03.2024).
10. Khedikar A., Khobragade M., Sawarkar N., Mahadule N., Khasbage S., Kolhatkar S., Harinkhede T. Garbage Management of Smart City Using IOT. International Journal of Research In Science & Engineering. Vol. 3. Issue 2. 2023. P. 6-14.
11. Automated Arduino Tap. URL: <https://www.instructables.com/Automated-Arduino-Tap/> (дата звернення: 25.03.2024).

12. Sontakke R., Deotale A., Nimje N., Hulke N., Ghongade P., Dhande N., Singh A. Smart waste dustbin using ARDUINO UNO R3. *International Journal of Progressive Research in Engineering Management and Science (IJPREMS)*. Vol. 04. Issue 04. 2024. P. 281- 285.

13. HCSR04 Datasheet. URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Hcsr04&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwmrqzBhAoEiwAXVpgorpbv3JpS-SdRcLV-yMF-ZgCLBJVS2LuRd6hDfV7Ph2wYLOpRuYz9RoCJXUQAvD_BwE (дата звернення: 01.04.2024).

14. SG90 Datasheet. URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Sg90&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwmrqzBhAoEiwAXVpgosHvmKF40isSz-88Hrpq2oYdXHATEEl2sspcYp5d3zXuM0rFCYYvVuxoC2u8QAvD_BwE (дата звернення: 10.04.2024).

15. Arduino Uno. URL: <https://components101.com/microcontrollers/arduino-uno> (дата звернення: 15.04.2024).

16. Top 5 Steps to Program an Arduino Microcontroller. URL: <https://embeddedschool.in/arduino-programming-step-by-step/> (дата звернення: 01.05.2024).

17. Getting Started with Arduino. URL: <https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/getting-started-arduino/> (дата звернення: 02.05.2024).