

Міністерство освіти і науки України
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ПЕРВОМАЙСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ»
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Відділення «Інформаційних технологій»
Комп'ютерних технологій
(циклова комісія)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту
фаховий молодший бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Ультразвуковий далекомір на основі платформи Arduino з символь-
ним дисплеєм»

Виконав: студент 4 курсу, групи 411-KI-20
спеціальності
123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Музиченко Д.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник Бойко Д.А.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Бесараб І. С.
(прізвище та ініціали)

Первомайськ - 2024 року

ЗМІСТ

Вступ	3
1 Загальний розділ	5
1.1 Роль мікропроцесорних пристроїв у автоматизації процесів вимірювання на виробництві	5
1.2 Постановка технічного завдання	6
1.3 Вибір апаратно-програмної платформи	7
2 Розробка та створення пристрою	13
2.1 Розробка алгоритму роботи	13
2.2 Вибір апаратних складових проєкту	13
2.3 Розробка схеми пристрою	19
2.4 Розробка програмного коду	21
2.5 Збирання та програмування пристрою	22
3 Охорона праці	26
3.1 Аналіз умов праці	26
3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць	27
3.3 Розрахунок засобів кондиціонування повітря виробничого приміщення	27
3.4 Розрахунок штучного освітлення	29
3.5 Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників	30
Висновок	31
Література	32
Додаток А Лістинг програми	

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ			
Змін	Лист	№ документу.	Підпис	Дата				
Розробив.	Музиченко Д.І.				«Ультразвуковий далекомір на основі платформи Arduino з символним дисплеєм»	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Бойко Д.А.						2	32
Н. Контр.	Ткаченко Т.І.					ВСП ПФК НУК 411-КІ		
Рецензент.	Бесараб І.С.							
Затвердив	Островська І.О.							

ВСТУП

Мікропроцесорні пристрої відіграють ключову роль в автоматизації виробничих процесів, що дозволяє підвищити ефективність, точність і надійність виробництва. Нижче наведено основні аспекти їх ролі:

1. Контроль і управління. Мікропроцесори використовуються для контролю і управління різними аспектами виробничих процесів. Вони здатні виконувати обчислення в реальному часі, аналізувати дані з датчиків, приймати рішення на основі заданих алгоритмів і керувати роботою машин та механізмів.

2. Моніторинг і діагностика. Мікропроцесорні системи можуть постійно моніторити стан обладнання, збирати дані про його роботу та виявляти відхилення від нормального режиму. Це дозволяє вчасно виявляти несправності та запобігати поломкам, що знижує простої та витрати на ремонт.

3. Автоматизація виробничих ліній. Використання мікропроцесорів у виробничих лініях дозволяє автоматизувати рутинні та повторювані операції, такі як зварювання, складання, пакування тощо. Це підвищує швидкість виробництва та знижує потребу в ручній праці.

4. Покращення якості продукції. Мікропроцесорні пристрої забезпечують високу точність і повторюваність операцій, що сприяє виробництву продукції стабільно високої якості. Вони також можуть використовуватися для автоматичного контролю якості продукції на різних етапах виробництва.

5. Енергоефективність. Сучасні мікропроцесори дозволяють оптимізувати енергоспоживання виробничих процесів шляхом точного управління енергетичними ресурсами. Це не тільки знижує витрати на енергію, але й зменшує вплив виробництва на навколишнє середовище.

6. Гнучкість виробництва. Мікропроцесорні системи дозволяють легко змінювати параметри виробничих процесів, що робить виробництво більш гнучким і адаптивним до змін у попиті на продукцію. Це особливо важливо в умовах швидко змінюваного ринку.

Мікропроцесорні пристрої є основою сучасної автоматизації виробничих

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

процесів. Вони сприяють підвищенню продуктивності, покращенню якості продукції, зниженню витрат і забезпечують гнучкість виробництва. Розвиток мікропроцесорних технологій продовжує відкривати нові можливості для автоматизації і вдосконалення виробничих процесів.

Мета дипломного проектування – розробка ультразвукового далекоміру на основі мікроконтролера.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Роль мікропроцесорних пристроїв у автоматизації процесів вимірювання на виробництві

Мікропроцесорні пристрої відіграють важливу роль у автоматизації процесів вимірювання на виробництві, забезпечуючи точність, швидкість і надійність збору та обробки даних. Нижче розглянемо основні аспекти їх використання в цій сфері:

1. Точність і надійність вимірювань. Мікропроцесори забезпечують високоточне вимірювання фізичних параметрів, таких як температура, тиск, вологість, швидкість, витрати тощо. Вони використовуються для калібрування та компенсації похибок датчиків, що підвищує точність і надійність отриманих даних.

2. Реальний час обробки даних. Завдяки високій швидкості обробки даних, мікропроцесорні пристрої можуть забезпечувати миттєвий збір і аналіз інформації з датчиків в реальному часі. Це дозволяє швидко реагувати на зміни умов виробництва і приймати оперативні рішення.

3. Автоматизація збору даних. Мікропроцесорні системи можуть автоматично збирати дані з численних датчиків, розташованих по всьому виробничому процесу. Це зменшує потребу в ручному знятті показників, знижуючи ризик помилок і підвищуючи ефективність збору даних.

4. Аналіз і обробка інформації. Мікропроцесори здатні не тільки збирати, але й аналізувати отримані дані, застосовувати алгоритми обробки сигналів, фільтрації шумів, виявлення аномалій та інших методів обробки інформації. Це допомагає покращити якість даних і забезпечити більш точне управління виробничими процесами.

5. Передача даних. Мікропроцесорні пристрої можуть передавати зібрані дані до централізованих систем управління або на хмарні платформи для подальшого аналізу і зберігання. Це забезпечує безперервний моніторинг і контроль виробничих процесів на віддалених об'єктах.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

6. Інтеграція з іншими системами. Мікропроцесорні пристрої легко інтегруються з іншими автоматизованими системами, такими як SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), MES (Manufacturing Execution Systems) та ERP (Enterprise Resource Planning). Це дозволяє створити єдину інформаційну середу для управління виробництвом.

7. Автоматичне управління процесами. На основі даних, зібраних і проаналізованих мікропроцесорами, можна автоматично керувати технологічними процесами. Наприклад, автоматичне регулювання температури в печах, тиску в системах подачі газу чи рідини, дозування компонентів у хімічному виробництві тощо.

Приклади використання:

- Системи контролю якості – мікропроцесори використовуються для автоматичного вимірювання параметрів продукції та виявлення дефектів.
- Енергетичний менеджмент – автоматичний моніторинг і оптимізація споживання енергії на виробництві.
- Моніторинг стану обладнання – контроль параметрів роботи машин і механізмів для запобігання поломкам і забезпечення планового технічного обслуговування.

Мікропроцесорні пристрої є невід'ємною частиною автоматизації процесів вимірювання на виробництві. Вони забезпечують високу точність, швидкість і надійність вимірювань, сприяють зниженню витрат на виробництво та підвищенню якості продукції. Завдяки розвитку мікропроцесорних технологій, можливості автоматизації вимірювальних процесів продовжують розширюватися, відкриваючи нові перспективи для підвищення ефективності виробничих систем.

1.2 Постановка технічного завдання

На виробництві під час роботи з деревиною виникає питання вимірювання пиломатеріалів або їх залишків. Розроблені науково-методичні рекомендації з нормування витрат сировини у виробництві пиломатеріалів та заготовок [1] де чітко

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

прописані алгоритми розрахунків обсягів та об'ємів, які спираються на виміри. Також існують Державні будівельні норми України [2], які регламентують витрати деревини під час будівництва. Але в багатьох випадках вимірювання відбувається вручну із застосуванням рулетки вимірювальної, що негативно впливає на точність результату та швидкість здійснення вимірів. Більш сучасним підходом є застосування лазерної рулетки, але вартість такого пристрою дуже значна.

Задача дипломного проєктування – розробити пристрій, який швидко вимірював би лінійний параметр (наприклад довжину), виводив би інформацію на екран та мав можливість зв'язку з комп'ютерною технікою для фіксації і обробки інформації. Важливою характеристикою майбутнього пристрою є невелика вартість та можливість автономної роботи.

Для реалізації технічного завдання необхідно розробити пристрій на базі мікроконтролера.

1.3 Вибір апаратно-програмної платформи

Найбільш популярними та розповсюдженими для непромислової розробки є платформи Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32 та STM32. Для вибору основи проєктування порівняємо характеристики цих платформ.

Основні переваги Arduino.

1. Простота використання. Arduino розроблена з урахуванням початківців, тому її дуже легко освоїти навіть тим, хто не має досвіду в програмуванні чи електроніці. Інтуїтивно зрозуміле програмне середовище (IDE) та великий обсяг документації полегшують старт.

2. Велика спільнота. Arduino має величезну глобальну спільноту користувачів, що активно ділиться своїм досвідом, проєктами та порадами. Це означає, що новачки можуть знайти багато навчальних матеріалів, прикладів коду та підтримки.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Доступність. Плата Arduino є відносно недорогою, що робить її доступною для широкого кола користувачів. Крім того, доступні численні сумісні клони плат Arduino, що ще більше знижує витрати.

4. Розширюваність. Платформа Arduino підтримує велику кількість додаткових плат (shields), які можна легко підключати для розширення функціональних можливостей. Це дозволяє швидко і просто додавати до проекту нові компоненти, такі як сенсори, дисплеї, модулі зв'язку тощо.

5. Програмне забезпечення з відкритим кодом. Arduino IDE і бібліотеки є відкритими, що дозволяє користувачам модифікувати та покращувати їх під свої потреби. Це сприяє розвитку і розширенню платформи спільнотою.

6. Апаратне забезпечення з відкритим кодом. Схеми плат Arduino також відкриті, що дозволяє користувачам вивчати та створювати власні версії плат, або навіть модифікувати існуючі для своїх проектів.

7. Кросплатформеність. Arduino IDE працює на різних операційних системах, включаючи Windows, macOS та Linux, що забезпечує доступність платформи для більшої кількості користувачів.

8. Широкий спектр застосувань. Arduino використовується в різних областях – від простих навчальних проектів до складних професійних рішень. Це включає робототехніку, домашню автоматизацію, Інтернет речей (IoT), музичні інструменти, носимі пристрої та багато іншого.

9. Гарна підтримка для освітніх проектів. Arduino активно використовується в навчальних закладах для викладання основ електроніки і програмування. Велика кількість освітніх матеріалів, підручників та навчальних проектів робить платформу ідеальною для викладання і навчання.

10. Простота інтеграції з іншими технологіями. Arduino легко інтегрується з іншими платформами та технологіями, такими як Raspberry Pi, мікроконтролери ESP8266/ESP32, різноманітні датчики та модулі зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee тощо).

Недоліки.

1. Обмежена обчислювальна потужність: Підходить для простих проектів,

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

але може бути недостатньо потужним для складних завдань.

2. Мало пам'яті: Обмежений обсяг оперативної та флеш-пам'яті у порівнянні з іншими платформами.

Основні переваги та недоліки Raspberry Pi.

Переваги.

1. Висока обчислювальна потужність: Використовує потужні процесори, що робить його підходящим для складних проектів.

2. Повноцінна операційна система: Працює під управлінням Linux, що дозволяє запускати складне програмне забезпечення.

3. Мережеві можливості: Вбудовані Wi-Fi і Ethernet, що робить його ідеальним для IoT та серверних проектів.

Недоліки.

1. Споживання енергії: Високе споживання енергії у порівнянні з мікроконтролерами.

2. Складність: Вимагає більш глибоких знань в Linux і програмуванні, що може бути складно для новачків.

3. Відсутність реального часу: Не підходить для завдань, що потребують обробки в реальному часі.

Основні переваги та недоліки ESP8266/ESP32.

Переваги.

1. Інтегрований Wi-Fi (ESP8266) та Wi-Fi + Bluetooth (ESP32): Ідеальні для проектів, пов'язаних з IoT.

2. Низька вартість: Дуже доступні за ціною.

3. Добра обчислювальна потужність: Значно потужніші, ніж Arduino.

4. Підтримка Arduino IDE: Можливість програмування через Arduino IDE, що спрощує розробку.

Недоліки.

1. Складність налаштування: Може вимагати більше часу для налаштування порівняно з Arduino.

2. Менше спільноти: Менше ресурсів і прикладів у порівнянні з Arduino,

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

але спільнота активно зростає.

Основні переваги та недоліки STM32.

Переваги.

1. Висока продуктивність: Підтримка ARM Cortex процесорів, що забезпечують високу продуктивність.

2. Реальний час: Підтримка операційних систем реального часу (RTOS), що важливо для критичних додатків.

3. Багатофункціональність: Великий вибір різних моделей з різними характеристиками (пам'ять, швидкість, периферійні інтерфейси).

Недоліки.

1. Складність у навчанні: Більш складна у вивченні платформа, яка потребує глибших знань у програмуванні і електроніці.

2. Менше навчальних матеріалів: Менше готових проектів і навчальних матеріалів у порівнянні з Arduino.

Результати аналізу різних платформ можна звести до аналітичної таблиці (табл 1.1).

Таблиця 1.1 Порівняння переваг та недоліків платформ

Платформа	Обчислювальна потужність	Простота використання	Мережеві можливості	Підтримка в реальному часі	Вартість
Arduino	Низька	Висока	Обмежені	Немає	Доступна
Raspberry Pi	Висока	Середня	Висока	Немає	Середня
ESP8266/ESP32	Середня/Висока	Середня	Висока	Немає	Дуже доступна
STM32	Висока	Низька	Залежить від моделі	Підтримка RTOS	Варіюється

Вибір платформи для розробки мікроконтролерних пристроїв залежить від конкретних потреб проекту, рівня досвіду розробника, вимог до продуктивності

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

та функціональності. Arduino є відмінним вибором для початківців та простих проектів, тоді як Raspberry Pi, ESP8266/ESP32 та STM32 пропонують більшу потужність та гнучкість для більш складних і вимогливих завдань.

Основою проекту обрано платформу Arduino.

В лінійці Arduino велика кількість моделей (рис. 1.1). Але, внаслідок відсутності особливих вимог, підійде будь-яка з трьох найбільш популярних: Uno, Nano або Mega2560.

У лінійці Classic присутні такі плати, як легендарна Arduino UNO та інші класичні плати, такі як Leonardo & Micro. Ці плати вважаються основою проекту Arduino і користуються успіхом протягом багатьох років.

Лінійка Nano – це набір мініатюрних плат із безліччю функцій. Він варіюється від недорогого базового Nano Every до багатофункціонального Nano 33 BLE Sense / Nano RP2040 Connect з радіомодулями Bluetooth® / Wi-Fi®. Ці плати також мають набір вбудованих датчиків, таких як температура/вологість, тиск, жести, мікрофон тощо. Їх також можна програмувати за допомогою MicroPython і вони підтримують машинне навчання.

У лінійці Mega знаходяться плати для проектів, які потребують великої обчислювальної потужності та контактів GPIO.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

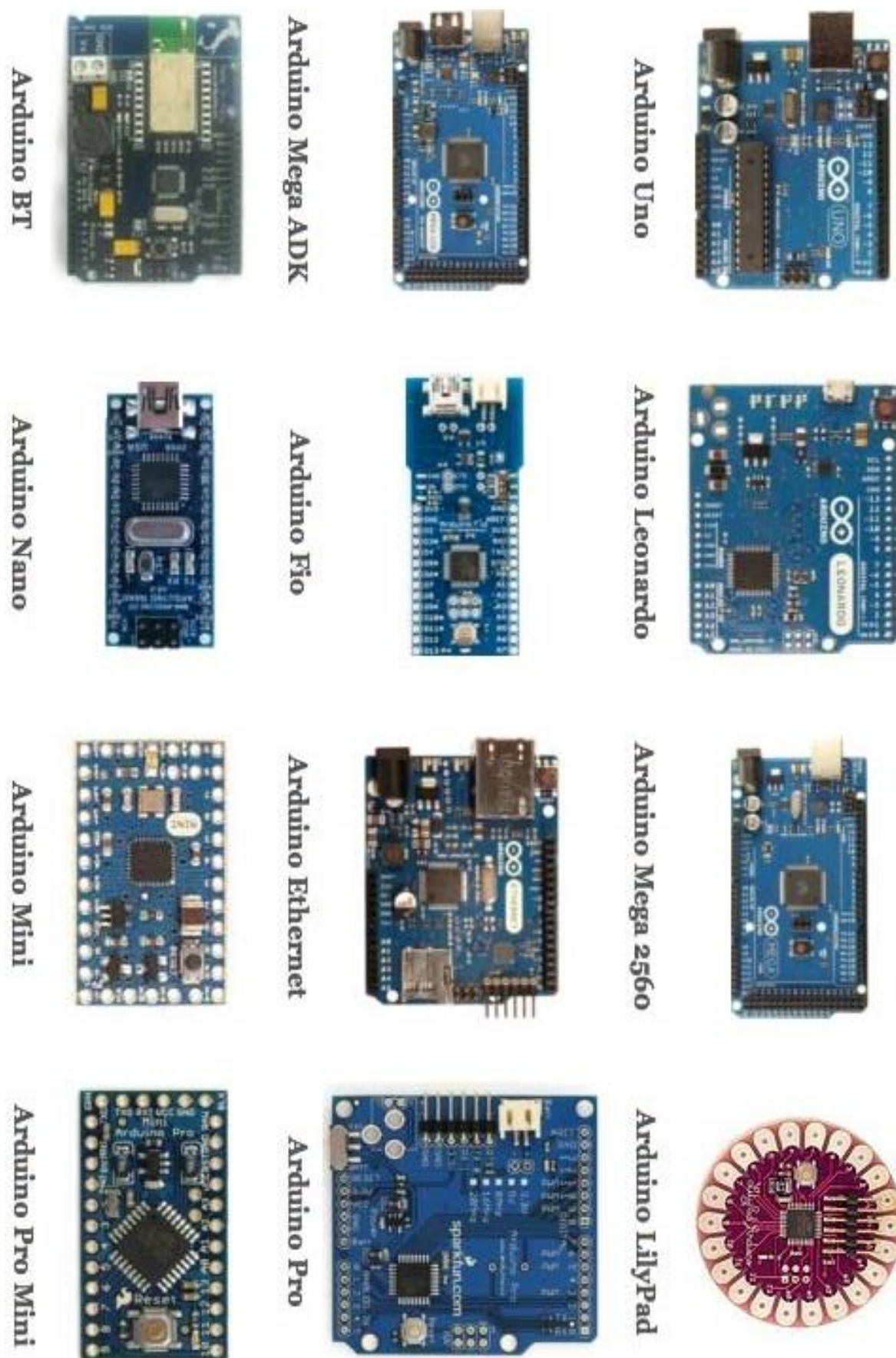


Рисунок 1.1 Версії плат Arduino

2 РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка алгоритму роботи

Алгоритм роботи пристрою дуже простий: в спеціально підготовленому кондукторі (тут кондуктор – верстатний пристрій, що забезпечує правильне положення деталі та інструмента) розташовується деталь (рис. 2.1), ультразвуковий датчик посилає сигнал в напрямку деталі та вловлює його відлуння, передає відомості на мікроконтролер, той обчислює відстань до деталі та розраховує її довжину. Розраховане значення виводиться на дисплей.

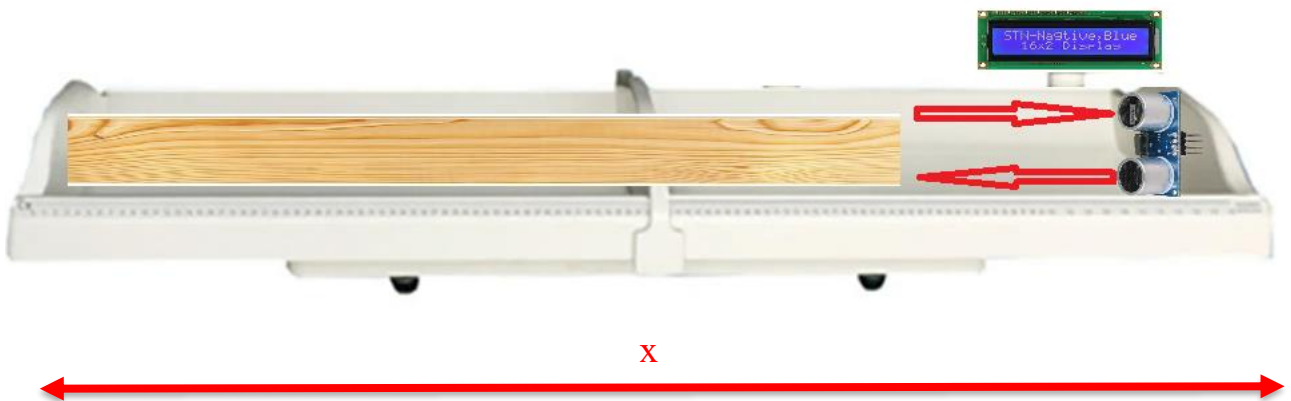


Рисунок 2.1 Схематичне зображення алгоритму вимірювання

Таким чином для реалізації апаратної частини проєкту необхідно обрати ультразвуковий датчик, дисплей, плату Arduino та зібрати пристрій. Для реалізації програмної частини проєкту необхідно написати код для ініціалізації ультразвукового датчику, обрахунку відстані до деталі, розрахунку довжини та виводу її на дисплей.

2.2 Вибір апаратних складових проєкту

Серед ультразвукових датчиків найчастіше використовуваним є HC-SR04. Він користується популярністю серед розробників внаслідок простоти та

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

невисокої ціни (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 Ультразвуковий модуль HC-SR04

Ультразвуковий модуль HC-SR04 забезпечує функцію безконтактного вимірювання 2 см - 400 см, точність діапазону може досягати 3 мм. Модулі включають ультразвукові передавачі, приймач та схему управління. Основний принцип роботи:

- 1) Використання тригера ІО принаймні для сигналу високого рівня 10US.
- 2) Модуль автоматично надсилає вісім 40 кГц і виявляє, чи є пульсовий сигнал назад.
- 3) Якщо сигнал назад, через високий рівень, час високої тривалості ІО - це час від надсилання ультразвукового до повернення.
- 4) Відстань = (час високого рівня $\times$ швидкість звуку (340 м / с)/2.

Має чотири контакти:

- 1) 5 В живлення.
- 2) Імпульс тригера, вхід.
- 3) Відлуння імпульсу, вихід.
- 4) Заземлення.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Параметри HC-SR04 наведено в таблиці 2.1, а часова діаграма на рисунку 2.3.

Таблиця 2.1 Параметри HC-SR04

Електричні параметри	Значення
Робоча напруга	3.3Vdc ~ 5Vdc
Струм спокою	<2mA
Робочий струм	15mA
Робоча частота	40KHz
Робочий діапазон і точність	2cm ~ 400cm ± 3mm
Чутливість	-65dB min
Звуковий тиск	112dB
Ефективний кут	15°
З'єднувач	4-pins header with 2.54mm pitch
Розмір	45mm x 20mm x 15mm
Вага	9g

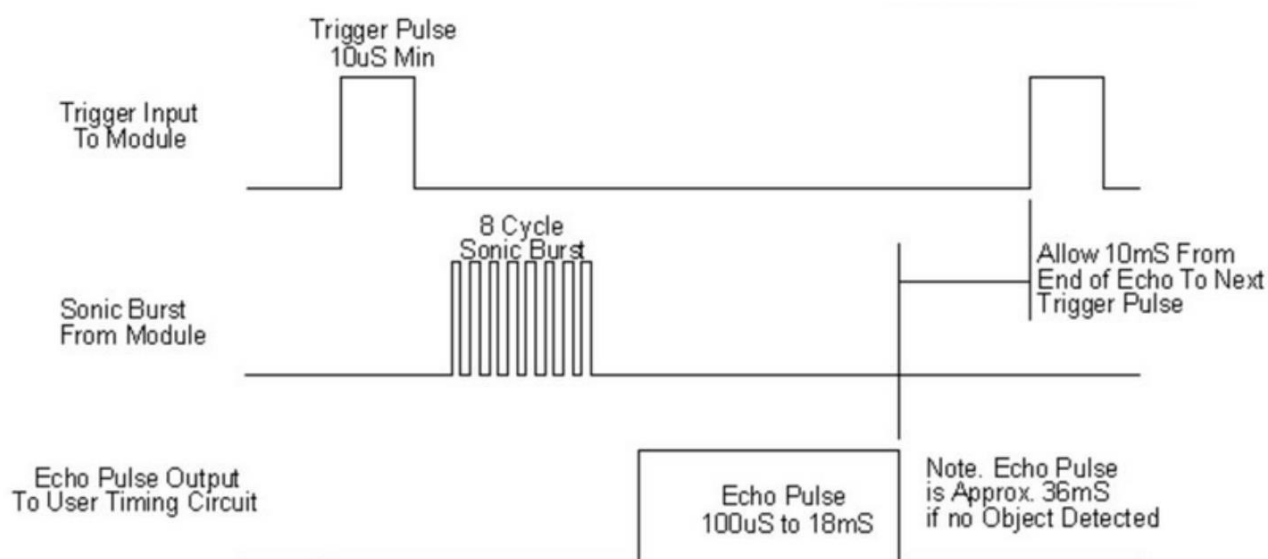


Рисунок 2.3 Часова діаграма

При виборі дисплею необхідно врахувати кількість інформації, що буде виводитись, наявність підсвітки, можливість прямого під'єднання то плати Arduino та характеристики живлення.

Якщо врахувати всі чинники та наявність на ринку України, то найкращим вибором буде дисплей LCD 1602 (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 Дисплей LCD 1602

Розпіновка LCD 1602 наведена в таблиці 2.2, основні електричні характеристики в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2 Розпіновка LCD 1602

Pin No.	Символ	Опис	Функція
1	VSS	Заземлення логіки схеми	0V (GND)
2	VDD	Живлення логіки схеми	+5V
3	VO	Регулювання контрастності	
4	RS	Інструкція/Дані Вибір регістру	RS = 0: Регістр інструкцій RS = 1: Регістр даних
5	RW	Вибір читання/запису	RAV = 0: записати регістр RAV = 1: читати регістр
6	E	Увімкнути сигнал	
7	D0	Рядки введення/виведення даних	8 BIT: DB0-DB7
8	D1		
9	D2		
10	D3		
11	D4		
12	D5		
13	D6		
14	D7		
15	A	Живлення підсвітки	+5V
16	K	Заземлення підсвітки	0V

Таблиця 2.3 Електричні характеристики LCD 1602

Характеристики	Символ	Значення
Робоча напруга	VDD	-0.3V to +7.0V
Напруга живлення драйвера	V _{LCD}	VDD-12V to VDD+0.3V
Діапазон вхідної напруги	V _{IN}	-0.3V to VDD +0.3V
Робоча температура	T _A	0°C~+60 °C
Температура зберігання	T _{STO}	-55°C~+125 °C

Arduino Mega 2560 – це плата на основі мікроконтролеру ATmega2560. Вона має 54 цифрові вхідні/вихідні штифти (з яких 15 можна використовувати як виходи), 16 аналогових входів, 4 UARTS (апаратні послідовні порти), кристалічний генератор 16 МГц, USB-з'єднання, гніздо живлення, заголовок ICSP, і кнопка скидання.

Основні характеристики плати наведено в таблиці 2.4, а розпіновка на рисунку 2.6.

Таблиця 2.4 Основні характеристики Arduino Mega 2560

Мікроконтролер	ATmega2560
Робоча напруга	5V
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12V
Вхідна напруга (гранична)	6-20V
Цифрові контакти вводу/виводу	54 (з яких 15 забезпечують ШІМ-вихід)
Контакти аналогового входу	16
Постійний струм на контакт вводу/виводу	20 mA
Постійний струм для контакту 3,3 В	50 mA
Флеш-пам'ять	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Тактова частота	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Довжина	101.52 mm
Ширина	53.3 mm
Вага	37 g

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

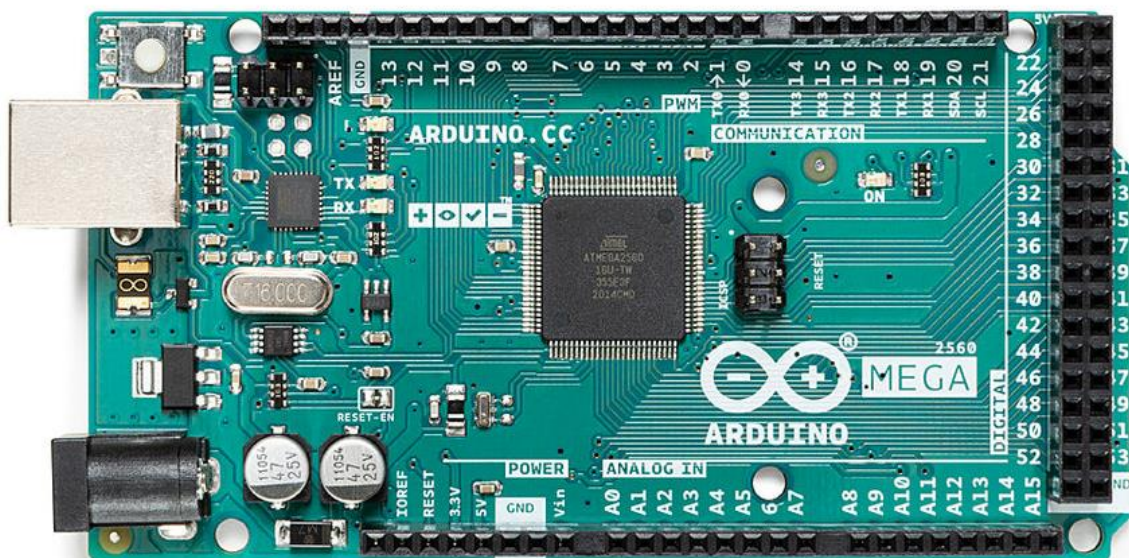
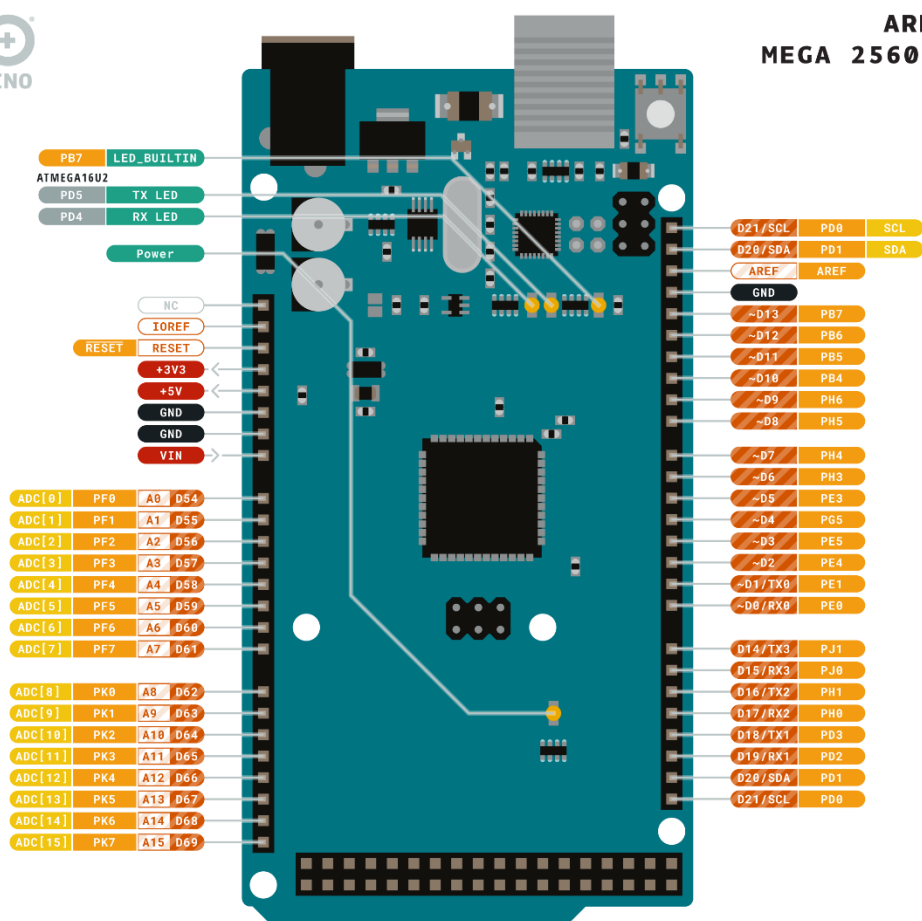


Рисунок 2.5 Arduino Mega 2560



**ARDUINO
MEGA 2560 REV3**



ARDUINO.CC

CC BY SA

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view

Рисунок 2.6 Розпіновка Arduino Mega 2560

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.3 Розробка схеми пристрою

Для розробки схеми необхідно використати програмне забезпечення для створення електронних схем. Я розглянув дві безкоштовні програми для моделювання – Fritzing та Tinkercad.

Fritzing — це апаратна ініціатива з відкритим кодом, яка робить електроніку доступною як творчий матеріал для будь-кого. Fritzing пропонує програмний інструмент, веб-сайт спільноти та послуги в дусі Processing і Arduino, сприяючи творчій екосистемі, яка дозволяє користувачам документувати свої прототипи, ділитися ними з іншими, навчати електроніці в класі, а також макетувати та виготовляти професійні друковані плати.

Tinkercad – це безкоштовна веб-програма для 3D-дизайну, електроніки та програмування. Tinkercad – ідеальне знайомство з Autodesk, світовим лідером у сфері дизайну та виробництва технологій.

У кожній програмній платформі є свої переваги та недоліки. Перевагою Fritzing є те, що це оф-лайн програма, яку можна використовувати без доступу в інтернет. Також перевагою даної платформи є наявність багаточисельних моделей елементів, які можна додавати завантажуючи відповідні файли. З недоліків необхідно відмітити відсутність емуляції роботи схеми.

Перевагою Tinkercad є емуляція роботи схеми та відлагодження коду в режимі он-лайн. Також перевагою є режим автоматичної перевірки короткого замикання, надмірного струму та не співпадіння полярності. До недоліків слід віднести обмежену кількість елементів та відсутність оф-лайн додатку.

Випробувавши обидві програми, я зупинився на Tinkercad. Таке рішення було прийнято із за наявності режиму емуляції та відлагодження коду.

Використовуючи обрані апаратні елементи було створено принципову схему (рис. 2.7) та на її основі макет схеми (рис. 2.8).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

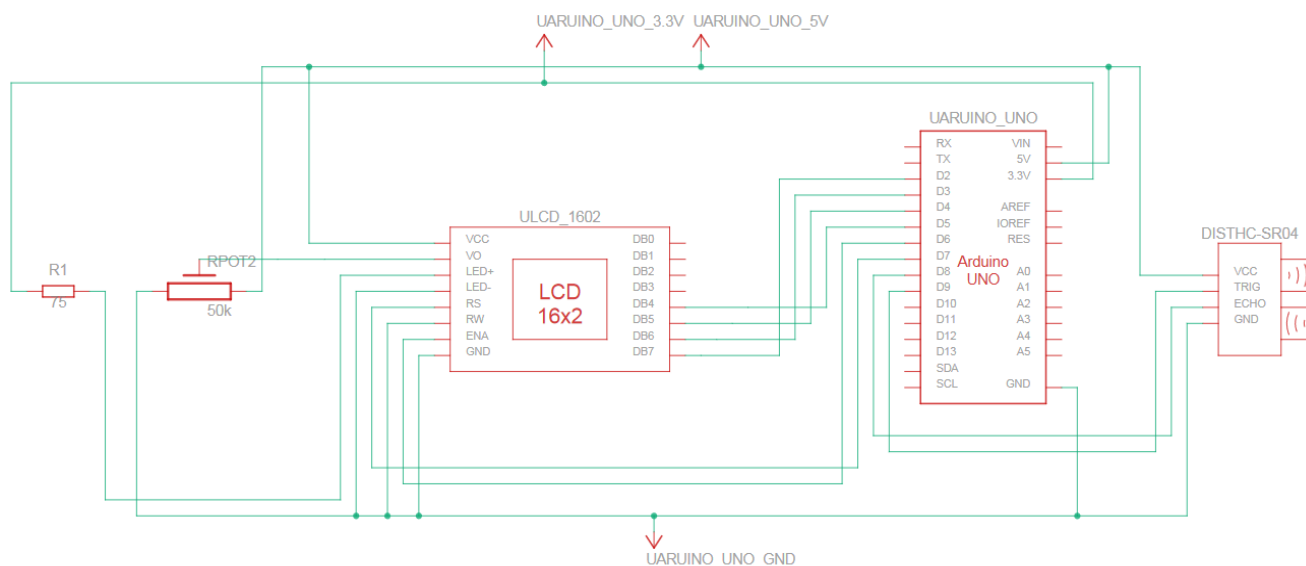


Рисунок 2.7 Принципова схема пристрою

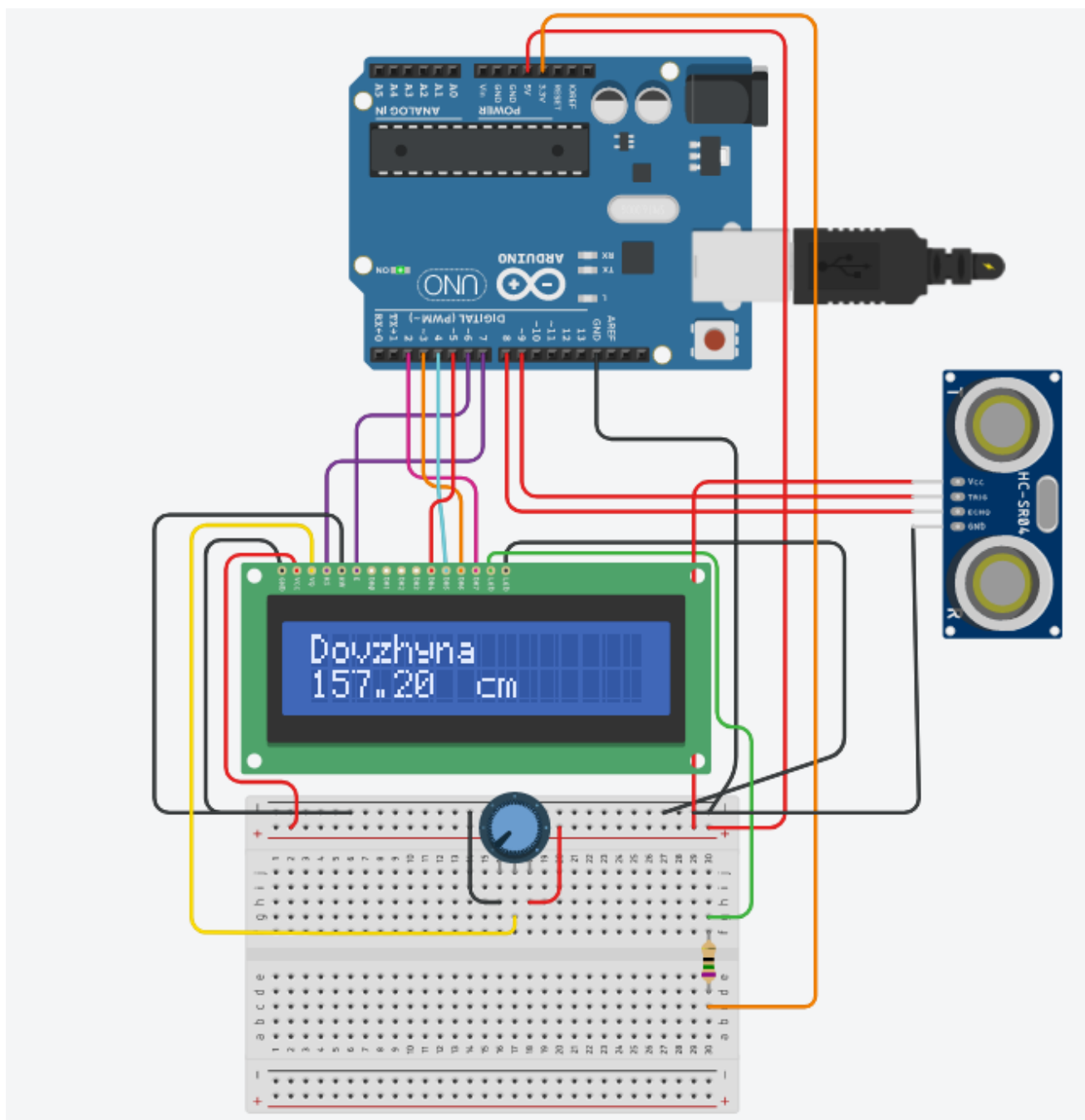


Рисунок 2.8 Макет схеми

2.4 Розробка програмного коду

Зазвичай програмний код при роботі з платформою Arduino розробляють в Arduino IDE, але Tinkercad дозволяє так само писати програмний код, підсвічуючи синтаксис. Тому було прийнято рішення писати код в Tinkercad (рис.2.9).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для управління відображенням на дисплеї було використано вбудовану бібліотеку <LiquidCrystal.h>.



Рисунок 2.9 Розробка та відлагодження коду програми в Tinkercad

Лістинг коду наведено в Додатку А.

2.5 Збирання та програмування пристрою

Маючи розроблену електричну схему та емуляований макет, збирання пристрою звелось до з'єднання відповідних контактів за допомогою пайки та макетної плати (рис. 2.10).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

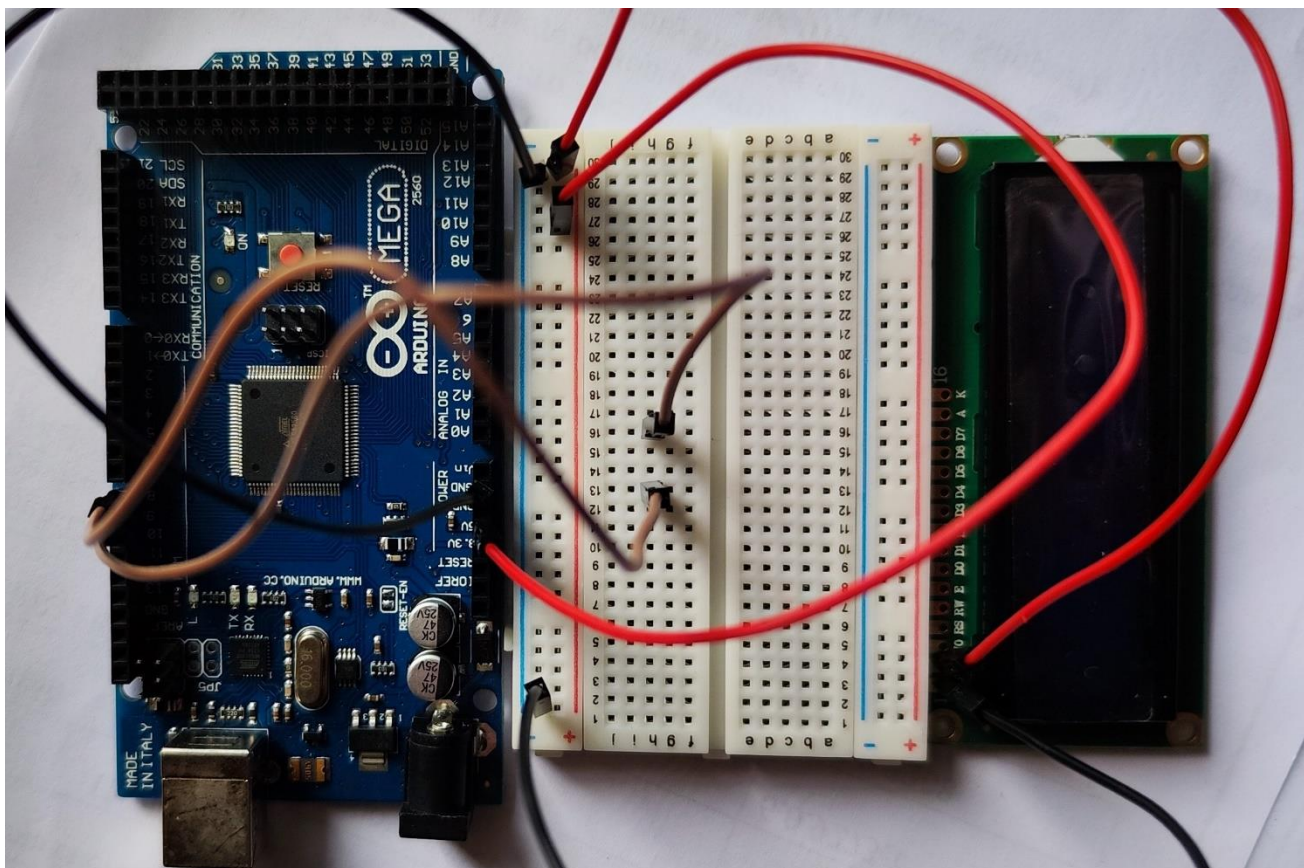


Рисунок 2.10 Збирання пристрою

Програмування плати Arduino було проведено за допомогою Arduino IDE (рис. 2.11).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

```

1  #include <LiquidCrystal.h>
2  #define TRIG 9
3  #define ECHO 8
4  | float cm = 0; // Визначаємо змінну «cm».
5  float dv = 0; // Визначаємо змінну «dv».
6  | float time = 0; // Визначаємо змінну «time».
7  LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2); // Ініціалізуємо LCD дисплей.
8  void setup() {
9      Serial.begin (9600);
10     //Визначення входів і виходів
11     pinMode(TRIG, OUTPUT);
12     pinMode(ECHO, INPUT);
13     lcd.begin(16, 2); // Визначаємо кількість стовпців і рядків.
14     lcd.setCursor(8, 1); // Визначаємо знакомісце курсору.
15     lcd.print("cm   "); // Друкуємо слово cm.
16 }
17 void loop() {
18     // Генерація імпульсів.
19     digitalWrite(TRIG, LOW); //Низький рівень на вихід.
20     delayMicroseconds(2); // Затримка тривалістю 2 мікросекунди.
21     digitalWrite(TRIG, HIGH); // Високий рівень на вихід.
22     delayMicroseconds(10); // Затримка тривалістю 10 мікросекунд.
23     digitalWrite(TRIG, LOW); // Низький рівень на вихід.
24     time = pulseIn(ECHO, HIGH); // Перетворюємо час відлуння сигналу в змінну «time».

```

Рисунок 2.11 Програмування в Arduino IDE

Готовий пристрій має наступний вигляд (рис. 2.12).

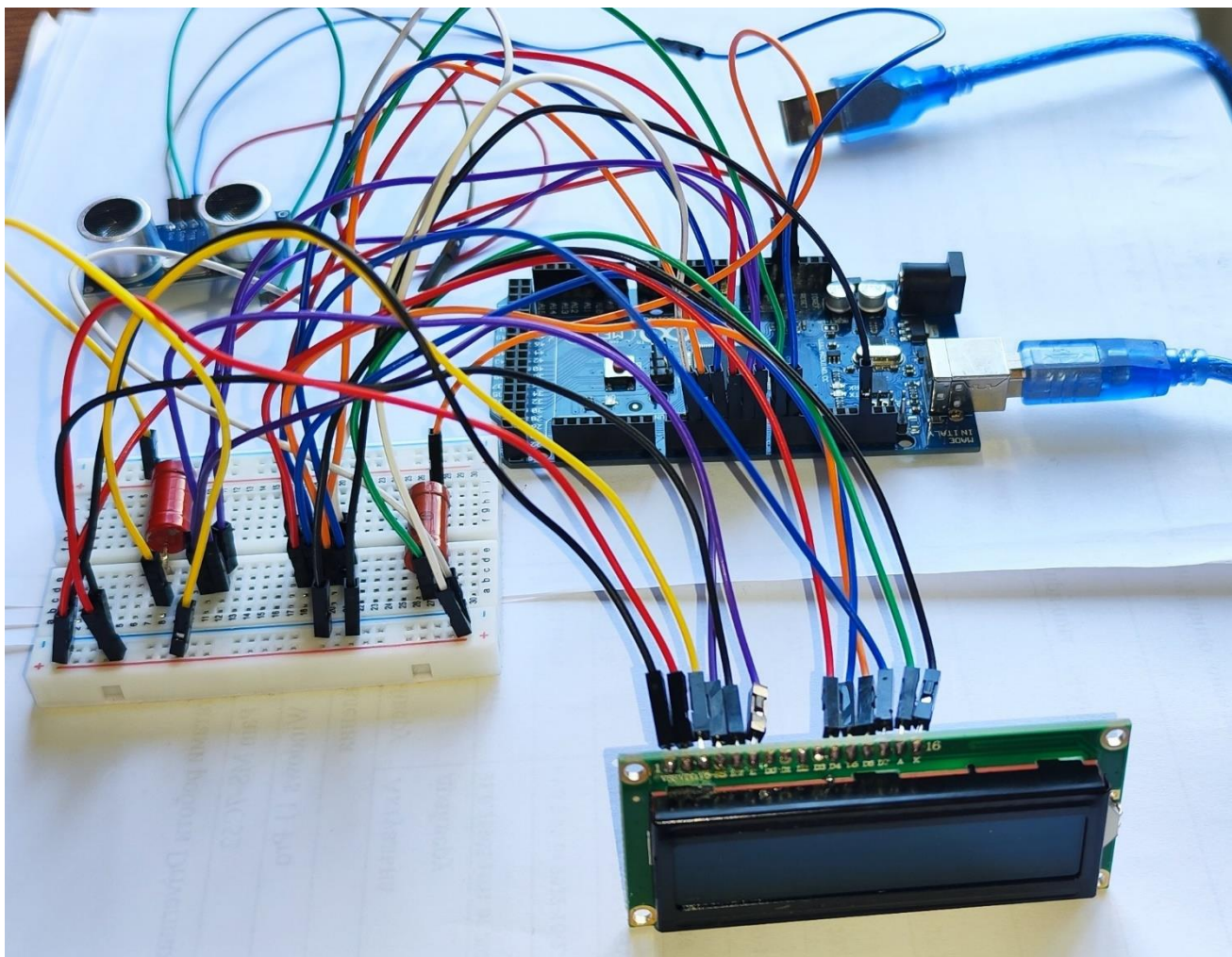


Рисунок 2.12 Пристрій у зборі

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз умов праці

Будь-яке робоче місце характеризується певними небезпечними та шкідливими виробничими факторами. У приміщеннях, де використовуються електронно-обчислювальні машини або персональні комп'ютери, найчастіше такими чинниками є: несприятливі мікрокліматичні умови у повітрі робочої зони, напружені зорові роботи, інтелектуальні навантаження, монотонність праці, нервово-емоційна напруженість праці, невідповідність ергономічних показників робочого місця діючим вимогам та ін.

Приміщення, де проводяться роботи з ПК знаходиться на третьому поверсі п'ятиповерхової будівлі і має об'єм 210 м³, площу – 70 м². У кабінеті обладнано десять місць праці, чотири з яких укомплектовано ПК та лазерним принтером, також в приміщенні знаходяться комутатор. Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18 - 24°C, відносна вологість – близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення – природна неорганізована, а опалення – централізоване. Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою 8 світлодіодних ламп, забезпечує рівень освітленості 300 Лк. У кабінеті є електрична мережа з напругою 220В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць

Робоче місце – це зона простору, що оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного працівника чи групи працівників. Раціональне планування робочого місця має забезпечувати найкраще розміщення знарядь і предметів праці, не допускати загального дискомфорту, зменшувати втомлюваність працівника, підвищувати його продуктивність праці. Площа робочого місця має бути такою, щоб працівник не робив зайвих рухів і не відчував незручності під час виконання роботи. Важливо мати також можливість змінити робочу позу, тобто положення корпусу, рук, ніг. Проте доцільно виключати або мінімізувати всі фізіологічно неприродні і незручні положення тіла.

Основні ергономічні вимоги до проектування робочого місця в системі «людина – техніка – виробниче середовище» відображені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Оцінка параметрів робочого місця нормам

Фактор виробничого середовища	Санітарно-гігієнічні норми	Існуючі показники	Висновок
Температура	19-25°C	21	відповідає вимогам
Відносна вологість	40-60%	58	відповідає вимогам
Освітленість робочої поверхні	Не менше 300Лк	300	відповідає вимогам
Відстань від очей до монітора	600-700мм	600	відповідає вимогам
Висота столу, Н	680-720	705	відповідає вимогам
Ширина столу, В	900	905	відповідає вимогам
Довжина столу, А	1600	1610	відповідає вимогам
Висота стільця, h ₁	400-500	495	відповідає вимогам
Розміри сидіння стільця, b/a	380-400	400	відповідає вимогам
Площа на одного працівника	6м ² (мінімально 4,5м ²)	6	відповідає вимогам

3.3 Розрахунок засобів кондиціонування повітря виробничого приміщення

У приміщенні відсутні будь-які шкідливі речовини, але присутнє надмірне виділення тепла. Для приведення показників повітря у відповідність до норм застосовується кондиціонування повітря. Вибір «спліт» - кондиціонера

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

здійснюють за потужністю (охолодження) з урахуванням усіх теплоприпливів – зовнішнього, від обладнання та робітників.

Розрахунок потрібної потужності (Q_x) за формулою (3.1).

$$Q_x = Q_z + Q_o + Q_p = 6,3 + 1,4 + 1 = 8,7 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де

Q_z – зовнішній приплив тепла від вікна, стін, підлоги і стелі розраховуємо за формулою 3.2, кВт

$$Q_z = S \cdot h \cdot \frac{q}{1000} = 70 \cdot 3,0 \cdot \frac{30}{1000} = 6,3 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

де S – площа приміщення (м^2);

h – висота приміщення (м);

q – коефіцієнт, що дорівнює 30 – 40 Вт / м^3 .

$q = 30$ для затіненого приміщення;

$q = 35$ при середній освітленості;

$q = 40$ для приміщень, у які потрапляє багато сонячного світла.

Q_o – виділення тепла від обладнання, кВт (3.3)

$$Q_o = 0,3 \cdot n_k + P \cdot Q_{ok} = (0,3 \cdot 4) + 0,2 = 1,4 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

де

$Q_{ok} = 0,3$ кВт – виділення тепла від персонального комп'ютера, копіювального пристрою;

n_k – кількість одиниць оргтехніки (комп'ютерів, принтерів);

P – паспортна потужність інших електричних приладів, кВт;

Q_p – виділення тепла від робітників, кВт (3.4)

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = n_m \cdot q_m = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ кВт} \quad (3.4)$$

n_m – кількість чоловіків, які працюють у приміщенні;

q_m – кількість тепла, що виділяється одним чоловіком, згідно з ДСН

3.3.6.042-99 $q_m = 0,1 \text{ кВт}$ під час виконання легких робіт;

$n_{ж}$ – кількість жінок, які працюють у приміщенні;

$q_{ж}$ – кількість тепла, що виділяється однією жінкою, $q_{ж} = 0,85 q_m$

Обираємо найближчу за потужністю марку кондиціонера.

За параметром BTU/h, який відповідає за холодопродуктивність обираємо модель.

Розрахована необхідна потужність дорівнює 6,25 кВт

Визначаємо потужність в BTU/h за формулою (3.5)

$$1 \text{ кВт} \cdot 3412 = 8,7 \cdot 3412 = 29684 \text{ BTU/h} \quad (3.5)$$

За таблицею обираємо потужність кондиціонеру

Модельний ряд – 30

Потужність, кВт – 8.2

Потужність, BTU/h – 30000

3.4 Розрахунок штучного освітлення

Освітлення приміщень та місць праці належить до тих чинників, від якого суттєво залежать працездатність і здоров'я працівників. Світло регулює всі функції людського організму і впливає на психологічний стан і настрій, обмін речовин, гормональний фон і розумову активність.

Розрахунок необхідної сукупної величини світлового потоку $\Phi_{л}$ в приміщенні (3.6).

$$\Phi_{л} = E \cdot S \cdot n = 300 \cdot 70 \cdot 1,2 = 25200 \text{ Лм} \quad (3.6)$$

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де

$\Phi_{\text{л}}$ – необхідна величина світлового потоку, Лм

E – норма освітленості в офісних приміщеннях (у приміщеннях з використанням комп'ютерів $E = 300 \text{ Лк}$);

S – площа приміщення, м^2 ;

n – коефіцієнт висоти стелі.

$n = 1$ при висоті 2,5-2,7м;

$n = 1,2$ при висоті 2,7-3,5м;

$n = 2$ при висоті 3,5-4,5м.

Визначаємо необхідну кількість ламп. Ділимо розрахований у першому етапі світловий потік $\Phi_{\text{л}}$ 19800 на величину світлового потоку в люменах обраної лампи.

У результаті отримуємо необхідну кількість ламп конкретної потужності для освітлення приміщення (3.7).

$$n = \frac{\Phi}{P} = \frac{25200}{1200} = 21 \text{ шт} \quad (3.7)$$

Обираємо 18 ламп, потужністю 12 Вт.

3.5 Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В.

Приміщення, у яких розміщені ПЕОМ, треба оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 1 штука ВВК-5(ОУ-7).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

ВИСНОВОК

Під час дипломного проєктування було проаналізовано роль мікропроцесорних пристроїв у автоматизації процесів вимірювання на виробництві, детально сформульовано технічне завдання – розробити пристрій, який швидко вимірював би лінійний параметр (наприклад довжину), виводив би інформацію на екран та мав можливість зв'язку з комп'ютерною технікою для фіксації і обробки інформації.

Проведено аналіз переваг та недоліків найбільш популярних для непромислової розробки мікроконтролерні платформи: Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32 та STM32. Спираючись на проведений аналіз здійснено обґрунтований вибір платформи. Було обрано платформу Arduino.

Розроблено алгоритм роботи пристрою, який став визначальним для вибору апаратних складових та розробки програмного модуля.

Проведено обґрунтований вибір всіх апаратних елементів, проаналізовано їх функціональні та електричні характеристики.

Для розробки схеми пристрою здійснено моніторинг засобів розробки схем, проаналізовано їх переваги та недоліки та обрано середовище Tinkercad.

В середовищі Tinkercad розроблено електричну схему пристрою та, на її основі, макет схеми.

Під час розробки програмного коду було використано вбудовані в Tinkercad засоби програмного відлагодження.

Фінальним етапом дипломного проєктування став етап збирання пристрою та програмування апаратно-програмної платформи Arduino.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ЛІТЕРАТУРА

1. Науково-методичні рекомендації з нормування витрат сировини у виробництві пиломатеріалів та заготовок, Доповнення до Рекомендацій для лісопиляльно-деревообробних підприємств України «Розрахунок норм витрат деревини різних порід на виготовлення пилопродукції залежно від виду лісопиляльного устаткування та вибір лісопиляльного устаткування», схвалені науково-технічною радою НДІ лісівництва та декоративного садівництва (протокол від 20.10.2016 р. № 3) та науково-технічною радою Державного агентства лісових ресурсів України (протокол від 20 грудня 2017 р. № 5), Київ – 2019
2. Державні будівельні норми України, ДБН Д.2.5-5-2001, Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України/Держбуд України/ Київ, 2001
3. <https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf>
4. <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>
5. <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
6. Бельська М.В. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Організація охорони праці та протипожежний захист». – Первомайськ, 2023 – 16 с.
7. Новацький А. О., Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.
8. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: Підручник / Є. І. Сокол, І. Ф. Домнін, О. М. Рисований та ін. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2017. – 252 с.
9. Смирний М. Ф. Мікросхемотехніка : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / М. Ф. Смирний ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 113 с.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.12 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32