

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між
конструкціями
Назва теми

КвРКІ.180104.18.01.04 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

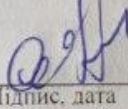
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-18-1


Підпис

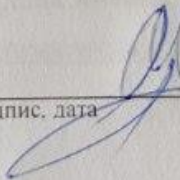
М.А.Дзись
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

Стецюк В.М.
Ініціали, прізвище

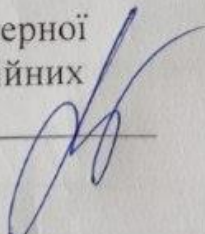
Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем



Т.О. Говорущенко
Підпис

Ініціали, прізвище

« 16 » червня 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Дзисю Максиму Андрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями

Керівник проекту (роботи) Стецюк В.М.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 06.01.2022 р. № 1

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 17.06.2022 р.

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

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

Дослідження предметної області та постановка задачі

Лазерний фазовий далекомір

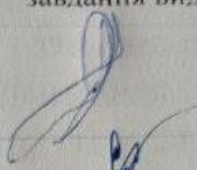

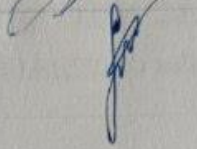

Розрахункова частина

Розробка і обґрунтування конструкції приладу

Висновок

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

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

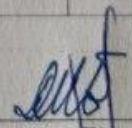
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПП		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПП		

7. Дата видачі завдання « 06 » 09 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Пр
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022	вик
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022	вик
3	Робота над розділом 1 – дослідження мікроконтролерного пристрою безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями та постановка задачі	01.03.2022	вик
4	Робота над розділом 2 – дослідження апаратної частини	01.04.2022	вик
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратне проектування	30.04.2022	вик
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2022	вик
7	Попередній захист ВКР	02.06.2022	онтр.
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року	Говт

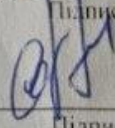
Студент


Підпис

М.А.Дзись

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Підпис

В.М.Стецюк

Ініціали, прізвище

Форма	Позначення	Найменування	Кількість	№екз	Примітка
		Текстові документи			
	КвРКІ 180104.18.01.04 ПЗ	Пояснювальна записка	63		
		Графічні матеріали			
	КвРКІ 180104.18.01.04 Е8	Логічні схеми алгоритмів	1		
	КвРКІ 180104.18.01.04 Е8	Структурна схема	1		
	КвРКІ 180104.18.01.04 Е8	Принципова схема	1		
Прим					
викон					
викон					
викон					
викон					

КвРКІ 180104.18.01.04 ВП				
м	Арк	№ докум	Підпис	Дата
викон	розробив	Дзись М.А.		15.06.2022
викон	перевір.	Стешок В.М.		16.6.22
викон	І. контр.	Лисенко С.М.		
	Затв.	Говорушенко Т.О.		
Відомість проекту				
			Літера	Аркуш
			У	1
			Аркушів	
			66	
ХНУ, КІ-18-1				

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями».

Автор роботи: Дзись Максим Андрійович.

Керівник роботи: Стецюк В.М..

Пояснювальна записка: 63 с., 20 рис., 10 джерел.

Метою роботи є проектування та реалізація Мікроконтролерного пристрою безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний (апаратний) засіб – пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями

Підпис студента



Дата 16.06.2022

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ПРИСТРОЮ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНЕЙ МІЖ КОНСТРУКЦІЯМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	6
1.1 Види далекомірів за принципом дії.....	6
1.1.1 Далекоміри активної дії	7
1.1.2 Далекоміри пасивної дії	12
1.2 Актуальність вибраної теми.....	16
1.3 Дослідження передавача.....	17
1.3.1 Види лазерів	17
1.3.2 Довжина хвилі	18
1.3.2 Безпека лазеру	19
1.3.4 Керування лазером.....	20
2 ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ.....	22
2.1 Вибір апаратних ресурсів.....	22
2.1.1 Мікроконтролер.....	22
2.1.2 Лазерний датчик.....	37
2.1.3 Дисплей	52
2.1.4 Кнопка	54
2.2 Вимоги до системного обладнання.....	54
2.3 Висновки	55
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	56
3.1 Апаратне проектування	56
3.1.1 Структурна схема.....	56
3.1.2 Принципова схема.....	57

КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями	Літера	Аркуш	Аркушів	
Виконав		Дзись М.А.							
Перевір.		Стецюк В.М.		16.6.22			2		66
Н.контр.		Лисенко С.М.							
Затвер.		Говорущенко Т.О.							
						ХНУ, КІ-18-1			

3.2 Програмне проектування.....	57
3.3 Висновки	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	62
Додаток А Логічні схеми алгоритмів.....	64
Додаток Б Структурна схема.....	65
Додаток В Принципова схема.....	66

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

АЧ – амплітудно-частотна

ПЗ – програмне забезпечення

API – прикладний програмний інтерфейс

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Пристрої допомагають вимірювати предмети досліджень та керувати ними і наразі охопили усі сфери життя людини. Вони сильно спрощують роботу, дають точніші та швидші результати. Один з таких простоїв це далекомір інструмент, який має безліч видів і способів виконання.

Далекомір – це пристрій, призначення якого є точне визначення відстані від спостерігача до заданого об’єкта. Головна перевага – можливість вимірювання точної відстані до недоступного об’єкта. При цьому роблячи це гранично швидко.

Без далекоміра неможливе сучасне будівництво і геодезія, але ними область застосування пристрою не обмежується. Даний пристрій використовують в різних сферах промисловості й виробництва, також у господарстві. Використовується при розбивці та для визначення обсягу у будівництві, у дослідках в астрономії, навігації і дизайні, у воєній промисловості та мореплаванні, будуванні доріг, споруд, ліній електропередачі, полюванні, туризмі, грі в гольф. Також використовують для інвентаризації житла та промислових об’єктів бюро технічної інвентаризації і при виробництві робіт у топографії для різних додаткових обмірів.

Сучасні пристрої, за рахунок останніх досягнень у програмному забезпеченні та мікропроцесорах, можуть виміряти площу й об’єм приміщення або навіть мати функцію використання теореми Піфагора.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

1 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ПРИСТРОЮ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНЕЙ МІЖ КОНСТРУКЦІЯМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Види далекомірів за принципом дії

Усі далекоміри діляться на активні і пасивні

Активні, використовуючи об'єктів наводяться на предмет, до якого потрібно виміряти відстань.

Потім на нього відправляється світловий або звуковий сигнал. Досягнувши поверхні об'єкта, сигнал відбивається від неї і повертається до чутливого елемента.

Він ловить хвилю і розраховує відстань до поверхні на основі часу, за який пройшла вона. Її швидкість є попередньо відомою.

Види активних далекомірів:

- 1) звуковий
- 2) світловий
- 3) лазерний
- 4) інші

Пасивний далекомір не посилає сигналів. Рахування відстані робиться за абсолютно іншим принципом та працює за законами геометрії.

Пасивні далекоміри будують рівнобедрений трикутник, як показано на рисунку 1.1, за допомогою параметрів якого рахується відстань. Наприклад за відомою стороною $AB = l$ (база) і протилежного гострого кута b (паралактичний кут). У випадку малого кута b (в мерідіанах):

$$h = l / b$$

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

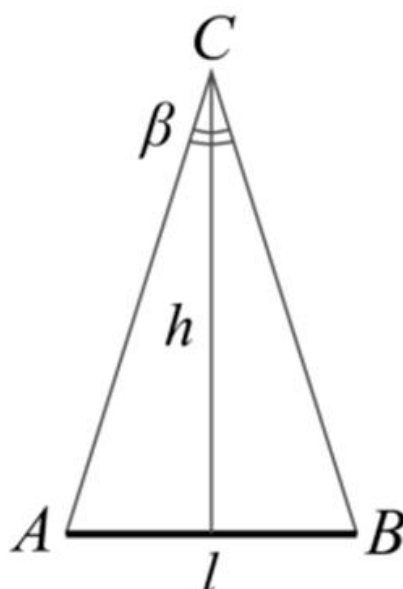


Рисунок 1.1 – Рівнобедрений трикутник

Величини l і b , є сталою, інша – змінною

Далекоміри з постійним кутом та ті, що мають постійну базу, ділять за цієї ознакою.

$AB = l$ – відстань між об'єктивами

C – об'єкт, відстань до якого необхідно знайти

h – відстань між об'єктом і далекоміром

До пасивних далекомірів належать:

- 1) оптичні;
- 2) нитяні;
- 3) звукові;
- 4) інші;

1.1.1 Далекіміри активної дії

Ультразвуковий далекомір

Даний пристрій працює за допомогою магнітострикційного або п'єзоелектричного перетворювачів. Такий далекомір рахує відстань, поширюючи електромагнітні хвилі.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Її швидкість є відомою у конкретному середовищі вимірювання. У повітря вона дорівнює приблизно 340 м/с. Принцип роботи такого далекоміра полягає у посиленні звукових хвиль в сторону об'єкта, потім вони відбиваються від нього і зчитуються чутливим елементом. Звукові хвилі мають бути за межами діапазону слуху людини.

Швидкість звуку у повітрі має конкретне значення при сталій щільності, і це дає змогу дізнатись відстань до об'єкту. У міру розвитку технологій і знань людини, змінювалася і конструкція далекоміра.

Як приклад, для точнішого напрямку сигналу на об'єкт контролю, відстань до якого потрібно визначити, була додана лазерна вказівка. Це зробило далекомір значно зручнішим і точнішим у плані наведення на об'єкт, до якого потрібно виміряти відстань.

За рахунок сучасних досягнень у виробництві мікропроцесорів та ПЗ, далекомір в змозі провести більш складні операції. Такі як розрахунок площі, кутових координат до об'єкту та багато чого ще.

Але також необхідно відмітити важливі недоліки та переваги, що притаманні далекомірам, які використовують ультразвукову локацію. Перш за все це точність вимірювання, яка залежить від середовища, в якому поширюється ультразвук. Характеристики та їх значення, такі як щільність, є не постійними та можуть мінятись під час вимірів. Так як швидкість, з якою поширюється звук, збільшує при вищій щільності середовища).

Серед інших недоліків є обмеження у відстані вимірів.

Мінімальною дистанцією для подібних приладів є 0,3м, а максимальною – 20 м. Щоправда, основний недолік ультразвукового далекоміра є природа звуку. Якщо точніше, то особливості його поширення. Варто пам'ятати, звуку притаманна хвильова природа. Тому при наявності перешкоди на шляху хвилі, звук який відіб'ється від неї може долетіти до приймача раніше, ніж звук відбитий від об'єкту контролю. Саме тому такий далекоміром доволі складно робити вимірювання кутів та діагоналей.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Окрім того, матеріал об'єкту також має вплив на вимірювання, так як м'які матеріали краще поглинають звукові хвилі ніж тверді. Це негативно впливає на точність вимірювального пристрою.

Вплив навколишнього середовища. Безпосередньо від щільності повітря та вмісту вологи у ньому залежить точність вимірювань. При вищій щільності звукова хвиля довше проходить крізь простір, а отже це означає, що отримані дані можуть бути доволі неточними.

З цієї причини, не рекомендовано користуватись приладом у вологу погоду на вулиці.

Перевагою даного далекоміра над іншими є його здатність вимірювати відстань до об'єкту, який пропускає чи спотворює світло, такий як скло чи люстра. Також він дешевший, аніж лазерний далекомір, також користування ним дуже інтуїтивно зрозуміле, і при наявності лазерної вказівки ще й більш комфортне.

Лазерний далекомір.

Лазерний далекомір є універсальнішим, ніж ультразвуковий, та використовується для серйозніших задач, тому що він набагато точніший за ультразвуковий далекомір і має широкий функціонал у плані вимірювання та знаходженні середньої відстані, об'єму, площі, кутів, тощо.

Його принцип роботи є дуже схожим на ультразвуковий.

Активний елемент подає лазерний імпульс, він в свою чергу відбивається від поверхні об'єкта, та повертається до приймача (чутливого елементу). За допомогою часу, який був витрачений на проходження відстані, відбувається рахування відстані з точністю до міліметра. Лазерний далекомір має доволі широкий діапазон відстаней, для яких він призначений. Близня межа дорівнює 0,02 – 0,03 м, а дальня 100-200м або навіть більше. Залежно від реалізації може досягати 10 кілометрів при точності у 10м. При відстані 0.02-200м точність вимірювання є дуже високою, у простих моделей – ± 3 мм, а у професійних – ± 1.5 мм.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

Щоб виміряти максимально точно, рекомендується притиснути однією стороною до місця початку відліку (наприклад, стіни) чи використовувати спеціальне обладнання (наприклад, штатив).

Звісно такі прилади має і певні недоліки.

Треба не забувати, що технічні можливості лазерного далекоміра сильно знижуються в яскравий сонячний день.

Наприклад, замість 100-200м, заявлених виробником, як показує практика, може бути максимум 30-50м в таких умовах. Причиною цього є те, що спектри лазерного сигналу та сонячного випромінювання перетинаються, тому сигнал слабшає.

Окрім цього, дальність роботи залежить від поглинання поверхні предмету. Щоб отримати паспортну діяльність варто використовувати спеціальний світловідбивач.

Такі світловідбивачі, зазвичай, не входять у комплект та продають окремо. Вони необхідні для того, щоб мінімізувати поглинання поверхні об'єкту контролю.

Також є певні складнощі у роботі зі склом і люстерками, так як скло може пропускати лазерний промінь крізь себе і тоді результати вимірювань стають некоректними.

Головною перевагою серед аналогів є висока точність і дальність вимірювання (10 – 10000м).

Також можливість виміру відстані до дуже маленьких об'єктів. Розміром у цвях.

Крім цього, сучасні далекоміри мають і додаткові функції, більший обчислювальний функціонал.

Навіть у простих моделях є можливість обрахунку площі, обсягу, теорема Піфагора та інші функції.

Мають доволі великий обсяг пам'яті, можливість підключення до комп'ютера. Такі пристрої стабільно працюють у будь яку погоду. І також на них майже не впливає щільність повітря, на відміну від ультразвукових далекомірів.

Лазерний фазовий далекомір

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

У порівнянні з імпульсними далекомірами, лазерній фазові мають сильно меншу дальність вимірювання. Правда, при цьому мають сильно більше точність вимірювання. Причиною цьому є те, що джерелом випромінювання у лазерному фазовому далекомірі є світлодіод або безперервний напівпровідниковий лазер, випромінювання якого промодульовано одним чи декількома гармонійними сигналами.

У лазерному фазовому далекомірі відстань рахується порівнянням фази модульованого сигналу, котрий на виході з приймача випромінювання з фазою опорного сигналу.

Формула відстані, яку проходить світлова хвиля за час t :

$$l = ct \quad (1.1)$$

c – швидкість тіла

За цей же час фаза модульованого лазерного випромінювання, яке проходить шлях від далекоміра до об'єкта і назад, поміняється на таку величину:

$$\varphi = 2\pi f_m t \quad (1.2)$$

де f_m – частота модуляції випромінювання

З виразів 1.1 та 1.2 випливає, що дальність об'єкта можливо визначити ось таким чином:

$$l = c \frac{\varphi}{2\pi f_m} \quad (1.3)$$

Під час вимірювання фази утворюється похибка $\Delta\varphi$. Похибка при вимірюванні відстані Δl обчислюється наступним чином:

$$\Delta l = c \frac{\Delta\varphi}{2\pi f_m} \quad (1.4)$$

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

Після аналізу формули (2.4) стає зрозуміло, що похибка виміру дальності Δl залежить від частоти модуляції.

Чим вища частота модуляції, тим нижча похибка. Але для того щоб однозначно дізнатись дальність, зміна фази φ повинна бути менша ніж 2π . Тобто подвійна відстань маж бути нижча за довжину хвилі модуляції, що обмежує максимально допустиму частоту модуляції f_m .

Зазвичай, використовуються кілька частот модуляції, а не одна. Низька частота визначається максимальною дальністю вимірювання. Остання частота модуляції визначається похибкою $\Delta\varphi$.

Інтегральний фазовий детектор, котрий використовується у далекомірі, вимірює різницю між вхідним і опорним сигналом у діапазоні від 0° до 180° . Проте, при більшому діапазоні виникає неоднозначність. У такому випадку потрібно, щоб фаза змінювалась на φ , що не перевищує π .

Максимальна дальність визначається наступним чином (рисунок 1.2):

$$2l_{max} \leq \frac{1}{2} T_1 c \quad (1.5)$$

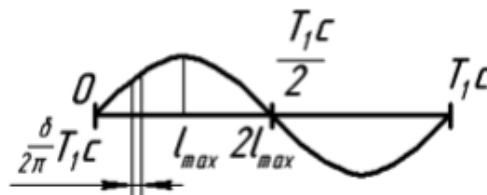


Рисунок 1.2 – Період модулюючого випромінювання

1.1.2 Далекоміри пасивної дії

Оптичний далекомір.

Далекомір пасивної дії відноситься до далекомірів геометричного типу. Далекоміри такого типу визначають відстань до об'єкта за допомогою вимірювання одного з елементів трикутника. Такий трикутник називають

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

«далекомірним». Однією з його сторін є відстань до поверхні об'єкта. У той же час часина його елементів є постійними.

Такі далекоміри зазвичай використовуються геодезистами, так як даний пристрій підтримує виміри на доволі великі відстані. У разі необхідності виконувати топографічні роботи варто вибрати обладнання такого типу. Такий далекомір працює за допомогою теореми Піфагора, яка є однією з головних в геометрії

Оптичний далекомір не має датчика, котрий би визначав відстань автоматично. Щоб виміряти відстань потрібно подивитись в окуляр оптичного далекоміра і зафіксувати дані спеціальної шкали, а отже наявність похибки є неминучою.

Хоч оптичний далекомір це доволі хороший вибір для далеких вимірювань, він доволі неточно вимірює відстань до об'єкта з рельєфною поверхнею, так як при наведенні на такий об'єкт, через зорову трубку він виглядатиме як рівна площина.

І тому отримана відстань буде мати велику похибку, оскільки ця відстань є середньою до площини об'єкту контролю, а не до конкретної точки відліку.

Далекомір з однією трубкою (монокуляр) є дешевшим за далекомір з двома зоровими трубками.

Окрім цього він є менш зручним, тому що він більше втомлює оператора. Стереоскопічний далекомір комфортніший, і окрім цього він здатись визначити відстань до об'єкта у русі.

Одна величина є постійною, а інша вимірюванною. У залежності від цього поточні далекоміри діляться на:

- 1) З постійним паралактичним куторм та змінною базою. Такий далекомір у вигляді вертикальної рейки, яку встановлюють поза приладом
- 2) З постійною базою та змінним паралактичним кутом. Їх також називають далекомірами подвійного зображення.

На рисунку 1.3 зображено вимірювання довжини лінії.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

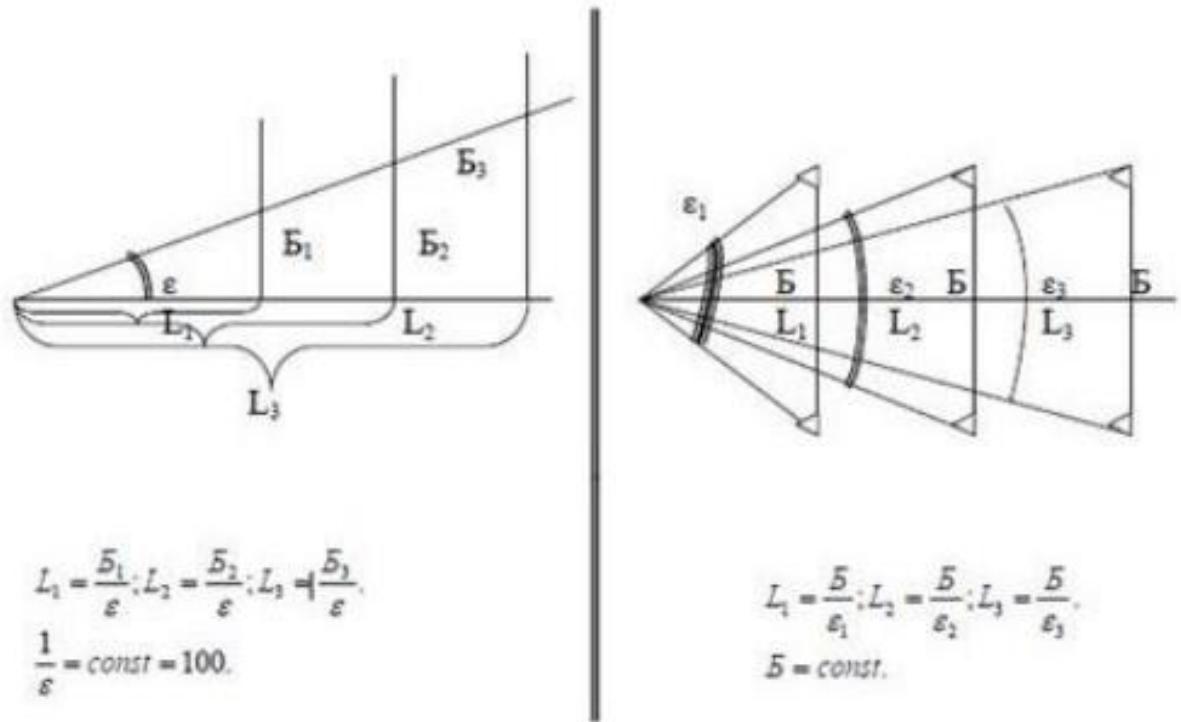


Рисунок 1.3 – Вимірювання довжини лінії

Основною перевагою оптичного далекоміра є його велика дальність у порівнянні з іншими типами. Правда, вона залежить від фокусування, так як вона впливає на точність.

Також у такого далекоміра вищий рівень захисту можливого впливу середовища.

Але оптичний далекомір має низьку точність, яка присутня у всіх пасивних далекомірів.

Вимірявши рел'єфну поверхню, наприклад скелю, ви не отримаєте точних результатів.

Нитяний далекомір.

Нитяний далекомір належить до оптичного типу з постійним паралактичним кутом та змінним вирюваним базисом.

Складається з зорової трубки, у полі зору якої є сітка ниток. Вона складається з трьох горизонтальних ниток та схеми визначення відстані. Дві з них симетричні до середньої і називаються даль-номерними.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Відстань визначається за допомогою заходів або бази. База є переносною рейкою з поділами.

При роботі з таким далекоміром у якості бази (візирної цілі) ставиться вертикально в кінці лінії вимірювання оцифрована лінійна шкала. Зазвичай, це нівелірна рейка).

Зорова трубка наводиться на шкалу і за допомогою далекомірних ниток робляться поділки по цій шкалі.

Довжина базису задається різницею поділок, а вона у свою чергу нитяним далекоміром паралактичного кута.

По рейці, що поділена на сантиметри, відстань рахують наступним чином: від відліку по верхній нитці віднімають відлік по нижній нитці. Різниця переводиться у метри і за допомогою формули визначають довжину відрізка. У випадку вимірювання похилих ліній потрібно враховувати поправку за нахилом лінії.

$$D = 100 \cdot b \quad (1.6)$$

$$D = DN \cdot \cos 2v \quad (1.7)$$

де, DN - довжина похилої відстані;

v - кут нахилу лінії

Принцип роботи нитяного далекоміра дуже простий. Чим ближче знаходиться лінійна шкала у зоровій трубці, тим менший відрізок буде потрапляти у проміжок між нитками.

Також, навпаки, чим далі шкала, тим більший відрізок. Довжина вимірюваного базису прямо пропорційна відстані до геодезичного приладу. Іншими словами, визначена довжина базису відповідає конкретній відстані до нього.

Завдяки відомій довжині вимірюваного базису можна знайти цю відстань дуже легко, знайшовши коефіцієнт нитяного далекоміра (пропорційність між довжиною базису і відстанню до нього).

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

Спочатку береться відлік. Він показує кількість видимих сантиметрів (які поділяють проекції ниток) через зорову трубку. За коефіцієнт береться число 100. За наявною інформацією можна сказати, що точність нитяного далекоміра дорівнює близько 1 : 400 (0.25%). Для точнішого вимірювання довгих відрізків варто розбивати їх на відрізки (50-100м). У такому випадку похибка зменшується у 1,5-2,5 рази.

Точність нитяного далекоміра обмежується в основному мінливістю ефективної відстані фокусування зорової трубки з внутрішнім фокусуванням.

Тобто нестабільністю розташування точки фокусу зорової трубки під час фокусування на різні відстані.

Ця точка і є вершиною паралактичного кута.

Тому такий далекомір використовується тільки для допоміжного вимірювання відстаней, коли точність не є критичною. Наприклад, у випадку визначення відстані між рейками і нівеліром під час вимірювання перевищень. Раніше таким далекоміром користувалися для визначення відстаней у виробництві топографічної зйомки. (Переважно, під час зйомок рельєфу, де низька точність не є критичною).

Основні недоліки у роботі з нитяними далекомірами це доволі низька точність у порівнянні з іншими далекомірами. Також швидкість вимірювання залежить від оператора.

Такі далекоміри не здатні точно вимірювати відстань до нерівних поверхонь. Перевагою є велика дальність вимірювання у порівнянні з іншими видами далекомірів. Нитяні далекоміри легкі та мають просто конструкцію.

1.2 Актуальність вибраної теми

Серед усіх зазначених далекомірів було вирішено надати перевагу лазерному далекоміру, оскільки він універсальний і дуже поширений у побуті, промисловості та інших сферах.

Основними критеріями вибору типу далекоміра та способу його реалізації були: точність, швидкість вимірювання та розмір.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

Перед тим як появились лазерні далекоміри, було багато оптичних далекомірів.

Їх точність варіювалась в залежності від відстані і вони часто давали суперечливі показання у різних операторів. Також вони були дуже громіздкими і доволі повільно працювали. Лазерний далекомір маю значно вищу точність і продуктивність у порівнянні з оптичними далекомірами. Також він має значно менший розмір.

Зараз є багато типів лазерних далекомірів. Деякі лазерні далекоміри мають більш широкий діапазон, ніж інші. Деякі діють на 300 метрів, інші на 800 метрів. Є і такі що перевищуються відстань у кілометр. Його діапазон залежить від контролера і датчика.

Суть імпульсного методу вимірювання у тому, що до об'єкту посилається імпульс, в той же час запускається тимчасовий лічильник у далекомірі. Після того як відбитий від об'єкта імпульс повертається до далекоміра, лічильник зупиняється.

За допомогою отриманого часового інтервалу автоматично рахується відстань до об'єкта і відображається перед оператором. Похибка такого способу вимірювання 30см. Фахівці вважають, що для більшості практичних завдань, цього достатньо.

Під час фазового методу випромінювання точність є значно вищою, оскільки вимірюється фаза.

1.3 Дослідження передавача

1.3.1 Види лазерів

Дуже важливим є те, щоб лазер зміг забезпечити високу потужність короткими імпульсами, так як завдяки цьому сигнал, який відбиватиметься назад до приймача буде сильнішим. Є багато доступних типів лазерів, котрі можуть задовольнити цю умову.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

Проте, є тільки два типи лазерів, які будуть краще підходити, так як вони більш поширені і мають звичний розмір: твердотільні лазери та діодні (напівпровідникові).

Твердотільні лазери використовують кристал як активний елемент і два відбиваючих дзеркала.

Вони живляться оптично від діодного лазера або спалаху. Саму тому ними складно керувати, оскільки це потребує знання характеристик конкретного кристалу. Також вони доволі дорогі.

Діодні лазери використовують структуру арсеніду галію як середовище посилення і живляться безпосередньо електричним струмом, що полегшує керування ними.

Вони доволі бюджетні і маленькі, що є важливою перевагою. Однак, вони забезпечують нижчу якість променя, ніж твердотільні лазери, і потребуються лінзу для функціонування, як лазерний промінь.

Було вирішено використовувати лазерний діод, виходячи з його ціни та простоти використання.

1.3.2 Довжина хвилі

Важливою характеристикою лазера є довжина його хвилі. Було розглянуто 3 різні діапазони довжини хвилі: близько 650нм (видимий червоний), 850-950нм (поблизу ІЧ), 1550нм (ІЧ). Усі ці довжини є доволі стандартними.

650 нм

Світло такої довжини хвилі видно без будь-якого додаткового обладнання. На цілі буде видна точка видна людському оку, що є великим плюсом під час розробки, але для кінцевого користувача це може не бути перевагою. Однією з проблем є те, що вузькосмугові детектори не дуже поширені для цієї довжини хвилі.

850-950нм

Перевагою цього діапазону є те, що він дуже поширений, а це означає, що в цьому діапазоні є багато лазерів і детекторів на вибір. Імпульсні лазери дуже

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

поширені у цьому діапазоні, оскільки багато комунікаційних систем його використовують.

Але поширеність цього діапазону може бути й мінусом, так як багато інших пристроїв його використовують і це означає, що у цій частині спектру, ймовірно, багато шуму.

Хвилі у цьому діапазоні є небезпечними для людського ока. Але є перевага у тому, що детектори для хвиль цього діапазону можуть бути виготовлені з кремнію, які, як правило, дешевші.

1550нм

Це також доволі поширена довжина хвилі у комунікації. Найбільшою її перевагою є те, що вона не фокусується людським оком, що робить її безпечною для очей.

Завдяки цьому можна випромінювати майже будь-яку кількість вихідною потужності, якщо з цим може впоратися лазерний діод.

Оскільки ця область довжини хвилі не така поширена, як дві інших області, вартість набагато більша.

Іншим недоліком є те, що детектори у цьому діапазоні досить рідкі та дорогі, оскільки їх неможливо зробити з кремнію.

Найкращим варіантом є використання довжини хвилі у діапазоні 850-950нм. Поширеність лазерів і детекторів дозволяє вибрати кращу продуктивність за тією ж ціною і надає широку різноманітність варіантів.

Але через небезпеку для очей, вихідна потужність має бути обмежена більше у порівнянні з іншими двома діапазонами.

1.3.2 Безпека лазеру

Оскільки лазери можуть бути шкідливими для людського організму, зокрема для очей, необхідно обрахувати які лазерні імпульси шкідливі, а які ні. Сильніший лазерний імпульс дасть сильніший відбитий імпульс, що є бажаним, так як на великих відстанях зворотний імпульс буде дуже слабким. Максимальна безпечна потужність лазера повинна бути розрахована таким чином, щоб

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

забезпечити максимально потужний імпульс, і щоб в той же час він залишався безпечним для очей.

Допустиме випромінювання лазера визначається вказівками, встановленими стандартом ІЕС 60825, який розроблений Міжнародною електротехнічною комісією.

Для розрахунку дозволеної вихідної потужності завжди береться найгірший сценарій, котрий в даній ситуації означає, що людина буде дивитись прямо у лазер на протязі тривалого періоду часу, не відвертаючись і не кліпаючи. Навіть якщо система обертається, найгірший випадок все ще залишається таким, оскільки обертання може з якихось причин зупинитись.

1.3.4 Керування лазером

Лазерний діод контролюється струмом. Це означає, що вихідна потужність контролюється струмом, а не напругою.

Як тільки струм починає перевищувати пороговий, діод починає випромінювати світло більш-менш лінійно (вихідна потужність змінюється лінійно по відношенню до струму).

Так як лазерні діоди часто працюються на високій частоті, стандартні методи керування, такі як широтно-імпульсна модуляція (ШІМ), не можна використовувати для керування вихідною потужністю.

ККД зменшується при підвищенні температури діода. Але це більш важливо для лазерних діодів, котрі працюють у безперервному режимі, ніж для тих, що працюють в імпульсному.

Так як імпульс дуже короткий, то вихідна потужність не сильно змінюється з часом, тому що лазер встигає охолонути між імпульсами. Тому у цьому проекті передбачається, що певний струм завжди відповідатиме певній вихідній потужності.

Навіть якщо це не так, висока точність вихідної потужності не є важливою. Управління струмом здійснюється через програмований резистор та імпульсний транзистор.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

Оскільки комерційно доступні програмовані резистори є повільними і мають високий опір (найменший у діапазоні 1 кОм), було розроблено спеціальне рішення з використанням 8 метал-оксид-напівпровідникових транзисторів і резисторів, з'єднаних паралельно, як показано на рисунку 1.4

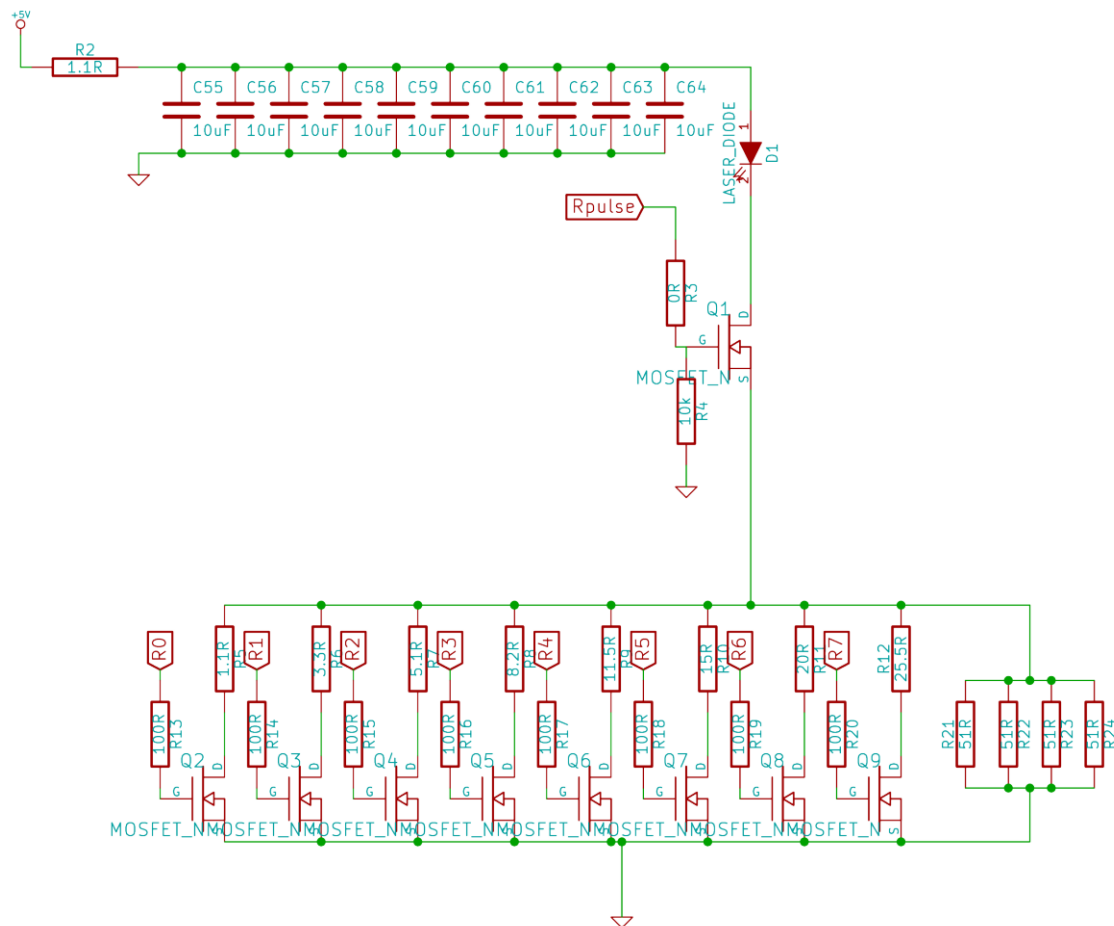


Рисунок 1.4 – Рішення з використанням 8 метал-оксид-напівпровідникових транзисторів і резисторів, з'єднаних паралельно

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

2 ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ

2.1 Вибір апаратних ресурсів

2.1.1 Мікроконтролер

Для даного проекту був вибраний мікроконтролер PIC16F628A.

PIC16F628A – це 18-контактний FLASH-компонент універсального сімейства PIC16CXX. Він має низьку вартість та хорошу продуктивність, є повністю статичним 8-бітним контролером. Оснований на передовій архітектурі RISC.

Має розширені основні функції, восьмирівневий глибокий стек і безліч внутрішніх і зовнішніх джерел переривань.

Режим SLEEP (вимкнення живлення) забезпечує економію енергії.

Користувачі можуть вивести чіп із режиму сну за допомогою кількох зовнішніх переривань, внутрішніх переривань та скидань. Дуже надійний сторожовий таймер з власним вбудованим чіпом RC-генератором забезпечує захист від програмного блокування.

Серія PIC16F627A/628A/648A підходить для застосування від зарядних пристроїв до пульта дистанційного керування малої потужності.

Технологія FLASH дозволяє налаштувати прикладні програми (рівні виявлення, генерація імпульсів, таймери тощо) надзвичайно швидко та зручно.

Невеликий розмір пакетів робить цей мікроконтролер ідеально підходящим для всіх застосувань з обмеженим простором.

Низька вартість, низьке споживання, висока продуктивність, простота використання і гнучкість введення-виведення робить PIC16F627A/628A/648A дуже універсальний.

Високу продуктивність PIC16F628A можна віднести до ряду архітектурних функцій, які зазвичай зустрічаються в мікропроцесорах RISC.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

Почнемо з того, що PIC16F627A/628A/648A використовує гарвардську архітектуру, в якій доступ до програм та даних отримується з окремої пам'яті за допомогою окремих шин.

Це покращує пропускну здатність порівняно з традиційною архітектурою фон Неймана, де витягуються програми та дані з тієї самої пам'яті. Крім того, розділення програми та даних пам'ять дозволяє інструкціям мати інший розмір, ніж 8-розрядне слово даних.

PIC16F628A може прямо або опосередковано адресувати свої реєстрові файли або пам'ять даних.

Усі спеціальні регістри функцій, включаючи програмний лічильник, є відображено в пам'яті даних.

Даний мікроконтролер має ортогональний (симетричний) набір інструкцій, що дає можливість виконувати будь-які операції, на будь-який реєстр, використовуючи будь-який режим адресації.

Мікроконтролер має на борту послідовний порт USART.

UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) - універсальний асинхронний приймач, інтерфейс для зв'язку цифрових пристроїв, призначений для передачі даних у послідовній формі.

Інтерфейси UART/USART, незважаючи на їх солідний вік, досі знаходять широке застосування, дуже поширені та дуже потрібні.

Мають апаратну реалізацію у багатьох мікроконтролерах. Наприклад, мікроконтролери STM32 із сімейства STM32F100xx, залежно від варіанту виконання, містять 2 або 3 USART. Синхронна передача використовується набагато рідше за асинхронну і зазвичай USART використовується в режимі UART.

UART може застосовуватися як здійснення взаємодії компонентів всередині одного пристрою, так і для підключення пристроїв між собою. Для зовнішніх підключень сигнали з рівнями логіки TTL або КМОП підходять мало через низьку стійкість до перешкод.

Поширеним стандартом фізичного рівня для UART, який підходить для підключення зовнішніх пристроїв, є RS-232.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

Цьому стандарту, зокрема, відповідає послідовний порт (COM-порт) комп'ютера.

Отже, мікроконтролер за допомогою схеми перетворення рівнів може обмінюватися інформацією з COM-портом комп'ютера.

У UART передача даних відбувається у послідовній формі, тобто по одному біту. Тому передачі в одному напрямку потрібен один провідник; для повнодуплексного двонаправленого зв'язку знадобиться два провідники.

Вихід позначають TD або TX (transmitted data), вхід - RD або RX (received data). Для підключення двох пристроїв вихід одного підключають до входу іншого та вхід першого - до виходу другого.

Можливий варіант використання UART для дводуплексного двонаправленого зв'язку по одному дроту. У цьому випадку висновки TX та RX кожного пристрою з'єднують разом. Весь час, поки пристрої не передає даних, воно тримає вихід у відключеному стані.

Пристрій може мати апаратну підтримку напівдуплексного обміну даними, тоді потрібно лише вибрати потрібний режим роботи.

Якщо апаратної підтримки немає, напівдуплексний режим легко реалізується програмно.

Для цього потрібно відключати передавач, коли пристрій не передає даних, щоб звільнити лінію для здійснення передачі іншими пристроями і відключати приймач під час роботи свого передавача, щоб не приймати власну передачу (або програмно відкидати дані передані своїм передавачем).

До однопровідної лінії можна підключити кілька пристроїв, які утворюватимуть мережу передачі даних. Арбітраж у цій мережі має бути реалізований програмно

Посилання починається зі стартового біта, він має значення 0. Після стартового біта передаються біти даних. Кількість бітів даних може становити 5-9 залежно від установок UART.

Зазвичай передається 8 біт даних або 9 біт (8 біт власне даних та один біт парності).

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

Завершується посилка стоп-бітами, їх значення завжди лог. 1 кількість зазвичай становить 1, 1.5 або 2.

Під кількістю стоп-бітів розуміється тривалість відповідного їм одиничного імпульсу по відношенню до тривалості бітів даних і старт-біта.

Цим пояснюється можливість висловлювати кількість бітів дрібним числом. Відразу ж після стоп-бітів може починатися передача наступної посилки або можливо пауза довільної тривалості, під час якої на виході також формується рівень балка. 1.

Так як під час передачі стоп-біта і поки що лінія вільна, на виході є одиничне значення, а старт-біт має значення 0, старт-біт дозволяє виявити момент початку передачі даних, розділити дві послідовні посилки та здійснити синхронізацію передавача та приймача.

Якщо передавач і приймач працюють однією швидкості, налаштовані працювати з однаковою кількістю бітів даних, стоп бітів, однаково конфігуровані щодо біта парності, то обміну даними не потрібно передавати окремо тактовий сигнал - може бути відновлено приймачем самостійно.

Виявивши початок старт-біта, приймач чекає протягом половини тривалості передачі біта, після чого починає зчитувати сигнал на вході з частотою, що дорівнює швидкості передачі даних.

В ідеальному випадку момент кожного зчитування припадає на середину біта, що приймається.

Насправді генератори тактових імпульсів передавача і приймача мають неузгодженість по частоті, у результаті кожне нове зчитування дедалі більше зміщується щодо середини чергового біта.

Важливо, щоб за час передачі однієї посилки, усунення не перевищило половини тривалості біта, а з урахуванням перехідних процесів - зміщення краще не перевищувати четвертої частини тривалості біта.

Інакше замість зчитування біта відбудеться зчитування сусіднього біта (або зчитування лінії під час перехідного процесу) і надсилання буде прийнято неправильно.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

Для управління потоком даних UART використовується програмний чи апаратний метод. У випадку програмного методу, інформація про готовність пристрою приймати дані або необхідність зупинити передачу передається по тих же каналах, що і дані. Приймаюча сторона програмно розділяє дані та керуючі сигнали відповідно до прийнятого протоколу.

Інтерфейс UART передбачає можливість використання додаткових сигналів (CTS, RTS) для апаратного керування потоком даних. Апаратне керування може використовуватися деякими повільними пристроями чи пристроями із простою схемною реалізацією. Однак воно потребує двох додаткових ліній для підключення пристрою.

Якщо в UART включено контроль стану CTS, передавач перед відправкою чергового кадру перевіряє вхід CTS.

Якщо CTS низький рівень, передача відбувається, інакше - ні. Якщо сигнал CTS буде встановлено під час надсилання (фрейму), поточна передача все одно буде завершена перед зупинкою.

Приймач, своєю чергою, встановлює на виході RTS значення балка. 0, якщо він готовий приймати дані та встановлює 1, вимагаючи від передавача зупинити передачу.

USART у мікроконтролерах STM32 надає гнучкі засоби для повнодуплексного обміну даними із зовнішніми пристроями у послідовному форматі з можливістю підтримки сигналів CTS/RTS; підтримує напівдуплексний обмін по однопровідній лінії; може працювати у широкому діапазоні швидкостей передачі.

У мультибуферному режимі DMA досягається висока швидкість передачі, максимальне значення становить 3 Мбіт/с. Також підтримується односпрямована передача у синхронному режимі; мультипроцесорний зв'язок; LIN (local interconnection network) – мережа для локального зв'язку; smartcard протокол; інфрачервоний протокол відповідно до специфікації IrDA (infrared data association) SIR ENDEC.

Основні можливості:

- 1) Асинхронний повнодуплексний зв'язок;

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

- 2) Асинхронний однопровідний напівдуплексний зв'язок;
- 3) Настроюваний метод оверсемплінга (супердискретизації) дає можливість вибору між швидкістю передачі та допустимим відхиленням швидкості;
- 4) Передавач і приймач використовують загальну програмовану швидкість передачі, яка може налаштовуватись у широких межах; максимальне значення досягає 3 Мбіт/с при 8-кратному оверсемплінгу;
- 5) Програмована довжина слова (8 чи 9 біт);
- 6) Кількість стоп-бітів (1 або 2), що настроюється;
- 7) У LIN режимі підтримується відправлення та виявлення приймачем Break-посилки (генерується 13-бітна та детектується 10/11 бітна);
- 8) Є вихід тактового сигналу синхронної передачі;
- 9) IrDA SIR кодек для інфрачервоного зв'язку (підтримується тривалість біта 3/16 у нормальному режимі);
- 10) Інтерфейс Smartcard підтримує асинхронний протокол смарт-карт, як визначено в стандарті ISO 7816-3; використовується 0,5, 1,5 стоп-бітів в операціях зі смарт-картою;
- 11) Конфігурований мультибуферний зв'язок із використанням DMA (direct memory access);
- 12) Прапори, що встановлюються при виявленні подій під час обміну даними (приймальний буфер заповнений; буфер для порожній; передача завершена);
- 13) Контроль парності (можна налаштувати передавач формування біта парності і приймач контролю біта парності);
- 14) Чотири прапори, що встановлюються при виявленні помилок (помилка переповнення; виявлений шум у сигналі; помилка кадру; помилка парності);
- 15) 10 джерел переривання USART, пов'язаних з прапорами регістру стану SR (зміна стану CTS; виявлення посилки LIN Break; регістр даних передавача порожній; передача завершена; регістр даних приймача заповнений;

виявлення події "лінія вільна" (Idle line); помилка переповнення; помилка кадру; ; виявлення шуму; помилка парності);

16) Мультипроцессорная зв'язок (перехід у тихий режим, якщо відбулося зіставлення адреси);

17) Пробудження з тихого режиму при виявленні вільної лінії (Idle line) або адресної мітки;

18) Два режими пробудження приймача - за адресним бітом (9-й, старший біт) або при виявленні, що лінія вільна;

Різноманітні діапазони частот і варіантів упаковки доступні. Залежно від застосування та виробництва вимоги, можна вибрати відповідний варіант пристрою.

FLASH-пристрої можна стерти та перепрограмувати електрично. Це дозволяє використовувати той самий пристрій для розробки прототипів, пілотних програм.

Ще однією перевагою FLASH пристрою, який можна стерти електрично, є те що, його можна стерти та перепрограмувати у циклі.

Пристрій PIC16F628A містить 8 біт ALU та робочий реєстр. ALU — це арифметична одиниця загального призначення. Він виконує арифметику та логічні обчислення і Boolean функції між даними в робочому реєстрі та будь-якими файлами реєстру.

ALU має ширину 8 біт і може виконувати логічні операції та операції додавання, віднімання, зсуву.

Реєстр W — це 8-розрядний робочий реєстр, що використовується для ALU операції. Це не адресний реєстр.

Залежно від виконаної інструкції, ALU може впливати на значення параметрів Carry (C), Digit Carry (DC) і Zero (Z) бітів у реєстрі STATUS.

На пристрої передбачено два типи пам'яті даних. Енергонезалежна пам'ять EEPROM надається для тривалого зберігання даних, таких як значення калібрування та будь-яких інших даних, які можуть потребувати періодичності оновлення на місцях.

Ці дані не втрачаються, коли живлення відключено. Інша надана пам'ять це

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		27

звичайна оперативна пам'ять.

Вона для тимчасового зберігання даних. При відключенні живлення дані втрачаються.

Регістр STATUS, показаний у Регістрі 4-1, містить арифметичний статус ALU.

На рисунку 2.1 зображена схема даного мікроконтролера

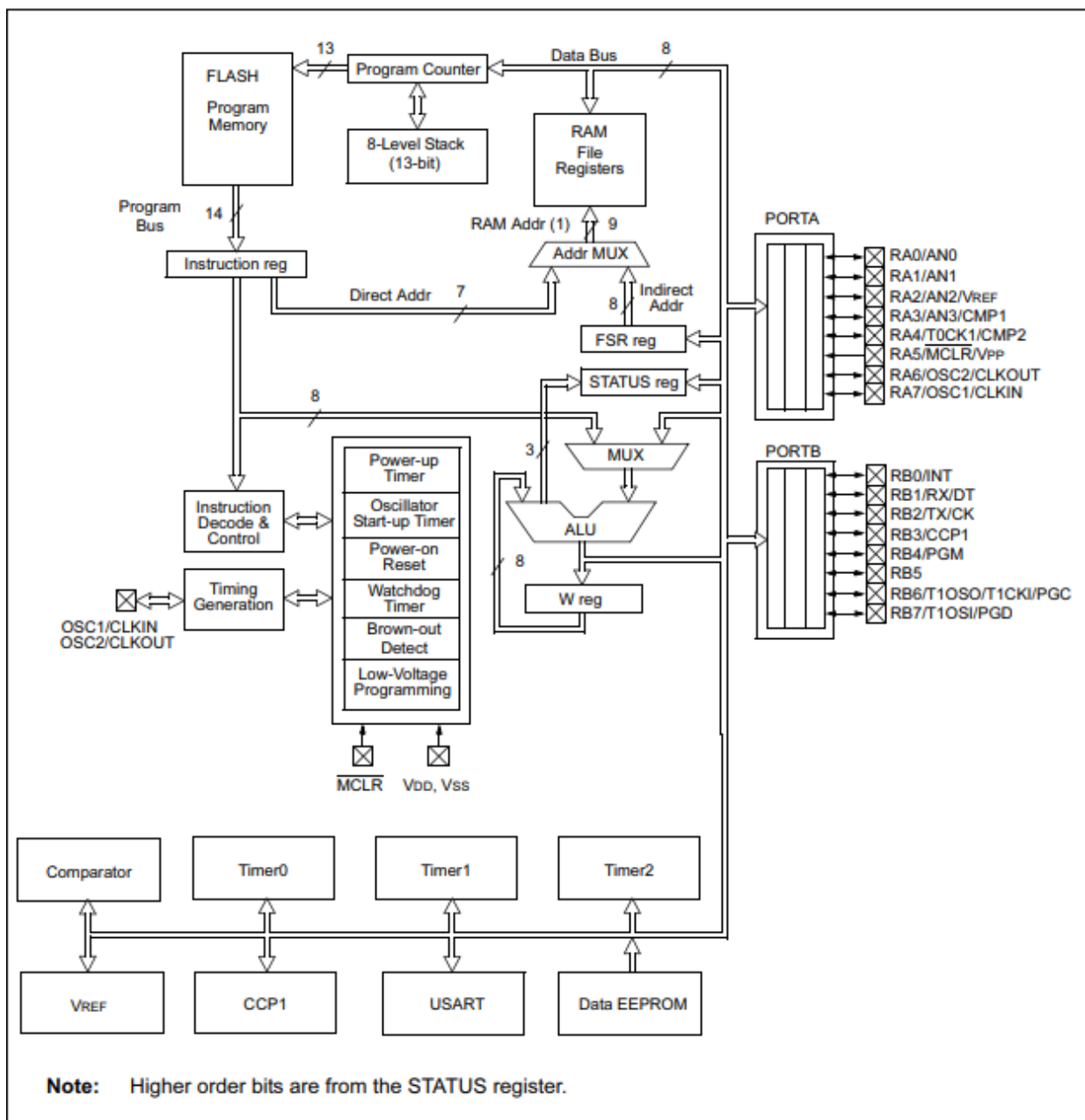


Рисунок 2.1 – Схема мікроконтролера

На даній схемі зображено принцип роботи мікроконтролера та усі його КОМПОНЕНТИ.

Характеристики:

- 1) Внутрішній тактовий генератор 48KHz/4MHz;
- 2) Зовнішній тактовий генератор до 20MHz;
- 3) 2048x14 FLASH;
- 4) 224 байтів SRAM;
- 5) 128 байтів EEPROM;
- 6) 16 ліній введення/виводу;
- 7) два 8-бітні таймери;
- 8) один 16-бітний таймер;
- 9) Два компаратори;
- 10) Послідовний порт USART;
- 11) Програмований регулятор напруги Vref;
- 12) Внутрішньосхемне програмування (ICSP);
- 13) Напруга живлення: 3.0..5.5V;
- 14) Діапазон температур: -40...+85°C;

На рисунку 2.2 фотографія мікроконтролера:

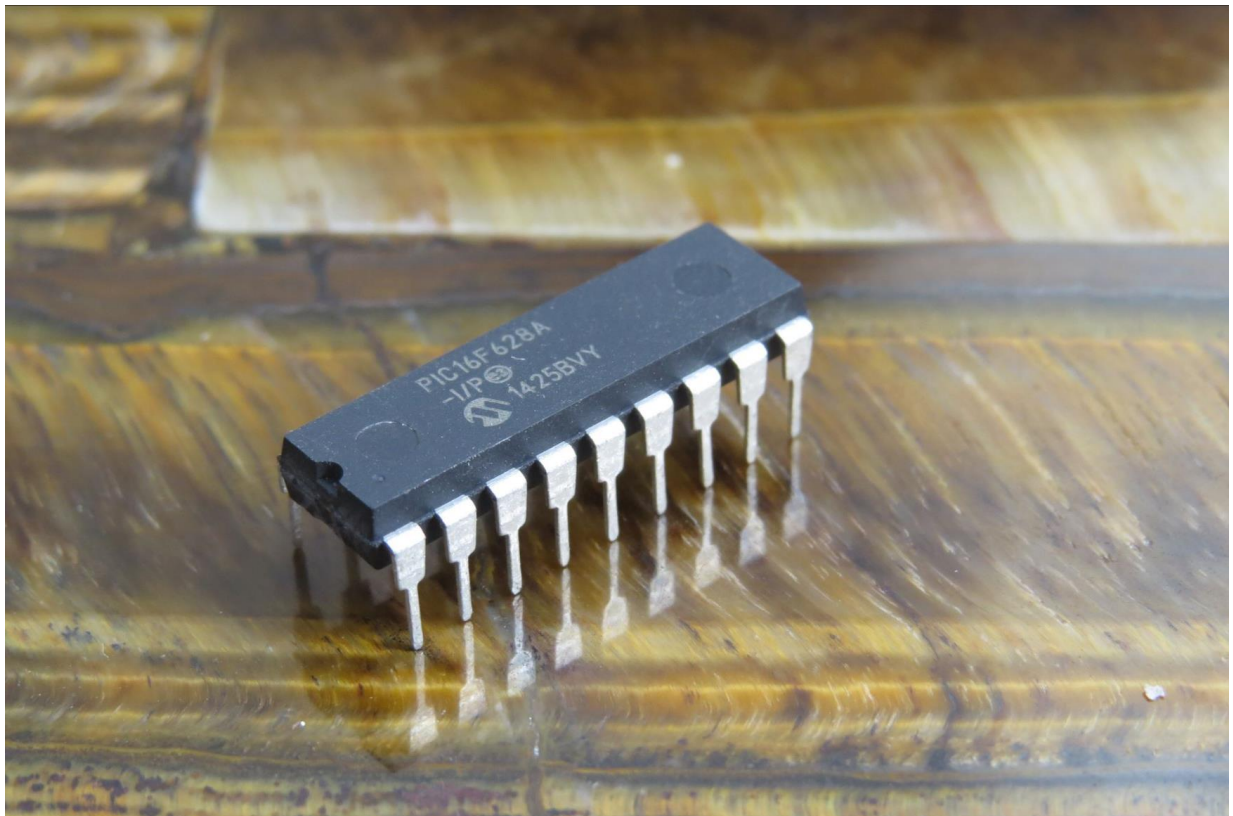


Рисунок 2.2 – Фотографія мікроконтролера

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ

Арк.

29

На рисунку 2.3 зображена схема входів та виходів мікроконтролера

PIC16F628A

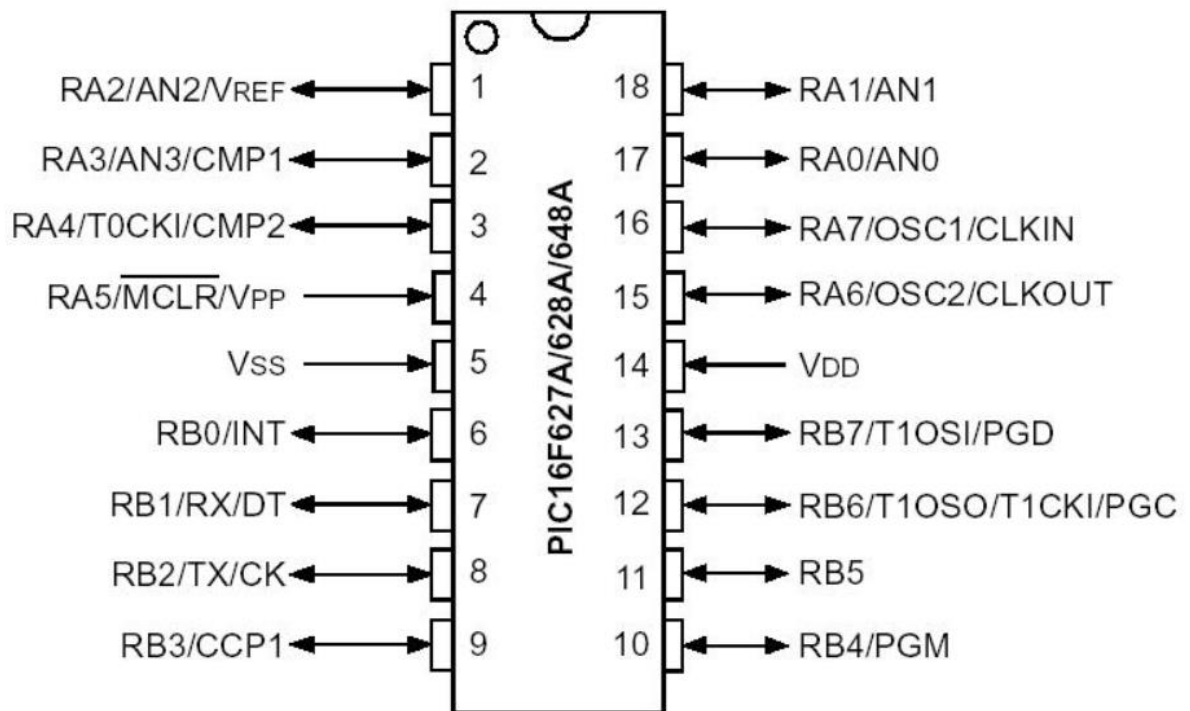


Рисунок 2.3. Входи та виходи мікроконтролера

ICSP – технологія програмування електронних компонентів (ПЛІС, мікроконтролери тощо), що дозволяє програмувати компонент, що вже встановлений у пристрій. До появи цієї технології компоненти програмувалися перед установкою в пристрій, їх перепрограмування вимагалося їх вилучення з пристрою.

Головною перевагою технології є можливість об'єднання процесу програмування та тестування під час виробництва, виключивши окрему фазу програмування компонентів перед остаточним збиранням.

Технологія також дозволяє виробникам пристроїв обійтися без закупівлі заздалегідь запрограмованих компонентів, виконуючи програмування у процесі виробництва.

Це дозволяє знизити вартість виробництва та вносити зміни до програмованої частини пристрою без зупинки виробництва.

Існують два основних способи ISP

Перший спосіб. Програмактор працює з ПЗУ та EEPROM мікроконтролера (МК) як із зовнішньою пам'яттю, самостійно розміщуючи байти прошивки за потрібними адресами.

Ядро МК при цьому не задіяне, а висновки переведені у високоімпедансний стан.

У другому випадку використовується завантажувач (bootloader) - невелика програма, записана зазвичай наприкінці ПЗП МК.

При цьому сектор ПЗУ, відведений під завантажувач, повинен бути відмічений тим чи іншим способом (зазвичай установкою конфігураційного біта в стан, що вказує на наявність завантажувача та обсяг ПЗП (з кінця) відведений під нього).

У цьому випадку при старті МК керування передається спочатку завантажувачу (вектор старту переноситься з нульової адреси ПЗУ на перший байт сектора завантажувача).

Завантажувач перевіряє наявність заздалегідь визначених умов (комбінації сигналів на висновках МК, стан змінної в EEPROM тощо) і, якщо умови не співпадають, передає керування основною програмою.

Якщо ж умови збігаються, завантажувач переходить у режим програмування, готовий приймати дані через будь-який, заздалегідь визначений програмістом, інтерфейс та розміщувати їх у ПЗУ. При цьому МК програмує сам себе.

Перевага завантажувача полягає в тому, що можливе програмування МК через будь-який інтерфейс будь-яким зручним протоколом (навіть зашифрованим, якщо завантажувач візьме на себе і розшифровку). Завантажувач також зручний при віддаленому оновленні прошивки МК. Недолік – частина ПЗП недоступна для розміщення основної програми.

Після того як завантажувач записав у пам'ять мікроконтролера прошивку, він надалі або запускає прикладну програму сам або чекає якоїсь команди від керуючої програми на комп'ютері, це залежить від реалізації конкретного завантажувача.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		31

Оновлення прошивки мікроконтролера також може здійснюватися цим же завантажувачем, причому сам він не затирається (хоча така можливість і існує).

Мікросхеми, що мають можливість внутрішньосхемного програмування, зазвичай мають спеціальну схему, що генерує напруги, необхідні для програмування, із звичайної напруги живлення, а також схему для комунікації з програматором за допомогою послідовного інтерфейсу

Статична пам'ять або Static Random Access - SRAM або СОРУ - це напівпровідникова енергозалежна оперативна пам'ять з позитивним зворотним зв'язком, що забезпечує зберігання двійкових або трійкових розрядів.

Відсутність конденсаторів у конструкції мікросхем виключає втрату заряду і, відповідно, не вимагає підтримки стану регенерації, що необхідно для роботи динамічної пам'яті. Мікросхема статичної пам'яті має довільний доступ до інформації, що зберігається, і дозволяє вибирати для читання або запису будь-які біти або байти.

Головною перевагою статичної пам'яті є її висока швидкодія, що перевищує показники динамічної пам'яті.

Завдяки мінімальному часу доступу, що не перевищує 2 нс, мікросхеми статичної пам'яті можуть працювати синхронно з процесорами, забезпечуючи високу швидкодію

До переваг статичної пам'яті також слід віднести:

- 1) мале енергоспоживання;
- 2) простоту інтерфейсу;
- 3) надійність у експлуатації;

Головним недоліком СОР є те, що її мікросхема має набагато меншу щільність зберігання даних, ніж динамічна ПЗУ.

Це означає збільшені габарити, вищу вартість та меншу ємність зберігання даних.

За своїми габаритами мікросхеми пам'яті SRAM у середньому в 30 разів перевищують розміри та вартість динамічної пам'яті, що робить недоцільним її використання у якості оперативної пам'яті.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

Незважаючи на свої недоліки, статична пам'ять широко використовується у роботі обчислювальної техніки.

Висока швидкість читання та запису статичної пам'яті дозволяє використовувати її для кешування інформації в процесорі та інших пристроях.

При читанні даних процесором інформація попередньо записується в статичну пам'ять із пам'яті з низькою швидкодією - динамічною.

Висока швидкість SRAM робить її незамінною в мережевому устаткуванні для буферизації інформації як під час прийому, і після її обробки мережевою картою чи маршрутизатором. Статична пам'ять тут використовується разом із динамічною.

При цьому пам'ять DRAM використовується як буфер великого обсягу, а на статичну покладається роль швидкого буфера, що працює безпосередньо при прийомі або передачі інформації з мережі. SRAM широко використовується і в інших пристроях, де необхідно забезпечити високу швидкодію читання та запису інформації.

Існують такі типи статичної пам'яті:

Синхронна пам'ять – читання та запис виконуються лише за тактовим сигналом. Через це швидкість обробки обмежена тактовою частотою, що робить недоцільним застосування цього виду пам'яті у високошвидкісних системах.

Асинхронна статична пам'ять – читання і запис проводиться у фронті сигналу даних, тобто контроль здійснюється надходять даними. Характеризується високою швидкодією доступу до інформації.

EEPROM - це енергонезовна пам'ять з електричним стиранням інформації. Кількість циклів запису-стирання в цих мікросхемах досягає 1000000 разів. Замінні осередки в них, також як і в постійних пристроях, що запам'ятовують, з електричним стиранням EPROM, реалізуються на основі транзисторів з плаваючим затвором.

Комірка EEPROM пам'яті є МОП транзистор, у якому затвор виконується з полікристалічного кремнію.

Потім у процесі виготовлення мікросхеми цей затвор окислюється і в результаті буде оточений оксидом кремнію - діелектриком з прекрасними ізолюючими властивостями.

У транзисторі з плаваючим затвором при повністю стертому ПЗУ, заряду в "плаваючому" затворі немає, і тому цей транзистор струм не проводить.

При програмуванні на другий затвор, що знаходиться над "плаваючим" затвором, подається висока напруга і в нього за рахунок тунельного ефекту індукуються заряди.

Після зняття програмуючої напруги індукований заряд залишається на затворі, що плаває, і, отже, транзистор залишається в провідному стані. Заряд з його плаваючому затворі може зберігатися десятки років.

Подібний осередок пам'яті застосовувався в ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням (EPROM).

У комірці пам'яті з електричним стиранням можливий не тільки запис, а й стирання інформації.

Стирання інформації проводиться подачею на програмуючий затвор напруги, протилежної напруги запису.

На відміну від ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням, час стирання інформації в EEPROM пам'яті становить близько 10 мс.

Подібний осередок пам'яті застосовувався в ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням (EPROM). У осередку пам'яті з електричним стиранням можливий не тільки запис, а й стирання інформації.

Стирання інформації проводиться подачею на програмуючий затвор напруги, протилежної напруги запису.

На відміну від ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням, час стирання інформації в EEPROM пам'яті становить близько 10 мс.

Зазвичай дані, які зберігаються в EEPROM, потрібні досить рідко. Час зчитування у своїй не критично.

Тому в ряді випадків адреса та дані передаються в мікросхему і назад через послідовний порт.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

Це дає змогу зменшити габарити мікросхем за рахунок зменшення кількості зовнішніх висновків.

Компаратор (лат. *comparare* - порівнювати) - порівнюючий пристрій - логічний електронний прилад з двома входами та одним виходом. Компаратор видає високу напругу (логічна 1) у разі, якщо напруга на першому (прямому) вході вище, ніж на другому (інвертує) і низька вихідна напруга (логічний 0) якщо напруга першого входу нижче вольтажу другого.

Одна з напруг (сигналів), що подається на один із входів компаратора зазвичай називають опорною або граничною напругою. Порогова напруга ділить весь діапазон вхідної напруги, що подається на інший вхід компаратора на два піддіапазони.

Стан виходу компаратора, високий або низький, вказує, у якому з двох піддіапазонів знаходиться вхідна напруга. Існують компаратори з двома або декількома пороговими напругами.

Спосіб реалізації компаратора - операційний підсилювач без зворотний зв'язок з великим коефіцієнтом посилення.

Якщо подати на один його вхід (наприклад інверсний) якийсь постійний рівень опорної напруги, а на інший вхід (прямий) сигнал, що змінюється - вихідна напруга у нього зміниться стрибком, від мінімального до максимального в той момент, коли рівень вхідного сигналу перевищить рівень сигналу опорного напруги, встановленого на іншому вході, та навпаки.

Таким чином, якщо вхідна напруга на прямому вході перевищить напругу інверсного входу, вихідний транзистор компаратора відкривається, якщо стане нижче - закривається.

Тобто компаратор порівнює напруження

Основне призначення компараторів – оцифрування аналогових сигналів. За допомогою компараторів здійснюється зв'язок між безперервними сигналами, наприклад, напруги та логічними змінними цифровими пристроями. Застосовуються в різних електронних пристроях, АЦП та ЦАП, пристроях сигналізації, допускового контролю

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

2.1.2 Лазерний датчик

Було проведено дослідження і обрано лазерний датчик VL53L0X, так як він доволі простий і його достатньо для проекту.

VL53L0X V2 – мініатюрний модуль датчика відстані ToF (Time-of-Flight). Швидко і точно вимірює відстань до 6м.

Сенсор VL53L0X оснащений передовою матрицею на основі високочутливих однофотонних лавинних діодів. Принцип роботи ґрунтується на запатентованій STMicroelectronics технології FlightSense®.

Поверхнево-випромінюючий лазер VCSEL з довжиною хвилі 940 нм виконує в датчику відстані VL53L0X роль джерела оптичного сигналу. Він оснащений вбудованим інфрачервоним фільтром. Його світіння повністю невидиме для людського ока.

VL53L0X – це час модуль типу Time-of-Flight нового покоління, реалізований у найкомпактнішому варіанті на ринку сьогодні і забезпечує точне вимірювання відстані, незалежно від коефіцієнту відбиття об'єкту. Він може вимірювати абсолютні відстані до 600см.

Time-of-Flight, у перекладі «час польоту», це типу датчиків вимірювання відстані, котрі проводять вимірювання на основі часу між відправленням сигналу до об'єкту і отриманням його назад.

VL53L0X інтегрує передовий SPAD масив (однофотонні лавинні діоди) і вбудовує FlightSense™ другого покоління.

Керування пристроєм відбувається за допомогою API (інтерфейс програмування застосунків).

API надає програмі клієнта набір функцій високого рівня, які дозволяються керувати датчиком.

Присутні такі функції як ініціалізація / калібрування, старт, стоп, вибір точності, вибір режиму дальності.

API складається з набору функцій C, які дозволяють швидко розробляти додатки для кінцевого користувача, без ускладнення доступу до прямого множинного регістра.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

API структурований таким чином, що його можна зібрати на будь-якій платформі через добре ізольований шар платформи.

Пакет API дозволяє користувачеві в повній мірі скористатися можливостями VL53L0X.

Щоб оптимізувати динаміку системи, еталонні SPAD необхідно відкалібрувати.

Калібрування еталонного SPAD необхідно виконувати лише один раз під час початкового виробництва. Дані калібрування мають зберігатись у керуючому мікроконтролері.

Калібрування температури – це калібрування двох параметрів (VHV і фазової калібровки), які залежать від температури. Ці два параметри використовуються для встановлення чутливості пристрою.

Калібрування виконуютьс під час початкового виробництва, але при змінні температури більше ніж 8°C від початковою температури його потрібно повторити.

Зміщення діапазону можна охарактеризувати середнім зміщенням, яке є центруванням вимірювання відносно реальної відстані.

Калібрування зміщення має виконуватися на заводі для оптимальної роботи (рекомендовано на 10 см). При калібруванні зміщення слід враховувати:

- 1) напруга живлення та температура;
- 2) захисне скло над модулем;

Особливості:

- 1) 940 нм лазер VCSEL;
- 2) драйвер VCSEL;
- 3) Датчик дальності з удосконаленим вбудованим мікроконтролером;
- 4) 4,4 x 2,4 x 1,0 мм;
- 5) Швидке та точне визначення відстані;
- 6) Вимірює абсолютний діапазон до 6 м;
- 7) Повідомлений діапазон не залежить від відбивної здатність об'єкту вимірювання;
- 8) Розширені вбудовані оптичні перехресні перешкоди;

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		37

- 9) Компенсація для спрощення покривного скла;
- 10) Безпечний для очей;
- 11) Лазерний пристрій класу 1, що відповідає останнім вимогам;
- 12) Стандарт ІЕС 60825-1:2014 - 3-є видання;
- 13) Легка інтеграція;
- 14) Один багаторазовий компонент;
- 15) Без додаткової оптики;
- 16) Один блок живлення;
- 17) Інтерфейс І2С для керування пристроєм і передачі даних;
- 18) Xshutdown (скидання) та переривання GPIU;
- 19) Програмована адреса І2С;

Сфера використання

- 1) Датчики присутності персональних ПК/ноутбуків/планшетів та інших пристроїв;
- 2) Робототехніка;
- 3) Побутова техніка;
- 4) Одновимірні датчики розпізнавання жестів;
- 5) Лазерні системи автофокусування. Він покращує та прискорює роботу автофокусування камери, особливо в несприятливих умовах, таких як низька освітленість, низька контрастність, або під час зйомки на високій швидкості руху;

Калібрування перехресних перешкод.

Перехресні перешкоди визначають як сигнал, що повертається від покривного скла.

На рисунку 2.4 зображено графік компенсації перехресних перешкод

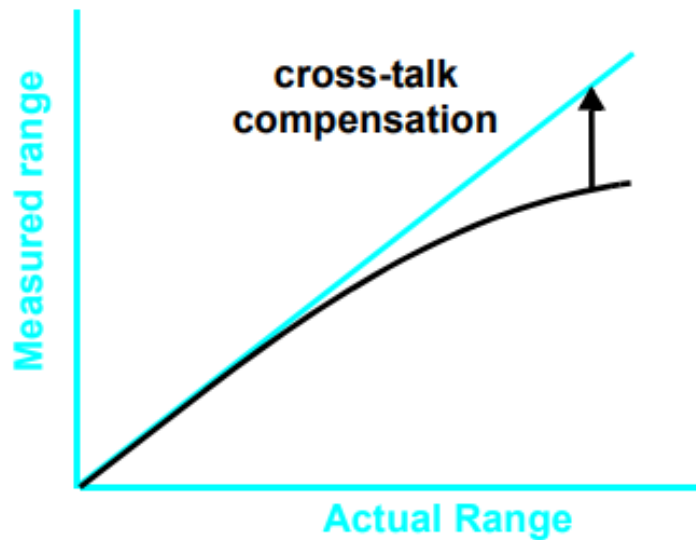


Рисунок 2.4 – Компенсація перехресних перешкод

В API доступні 3 режими визначення діапазону.

Одиночний діапазон. Визначення діапазону виконується лише один раз після виклику функції API. Система автоматично повертається в режим очікування ПЗ.

Безперервне визначення діапазону. Визначення діапазону виконується безперервно після виклику функції API. Як тільки вимірювання закінчено, без затримки розпочинається наступне.

Користувач повинен зупинити визначення діапазону, щоб повернутися в режим очікування ПЗ. Останнє вимірювання завершено до зупинки.

Періодичне визначення діапазону. Визначення діапазону виконується безперервно після виклику функції API.

Коли вимірювання закінчено, після визначеної користувачем затримки розпочинається ще одне. Цю затримку (період між вимірюваннями) можна задати через API.

Користувач повинен зупинити визначення діапазону, щоб повернутися в режим очікування ПЗ. Якщо запит на зупинку надходить під час вимірювання діапазону, то спочатку завершується вимірювання, а потім відбувається зупинка.

Якщо це відбувається під час міжвимірювального періоду, вимірювання діапазону негайно зупиняється.

У прикладі коду API доступні 4 різні профілі діапазону:

- 1) режим за замовчуванням;
- 2) висока швидкість;
- 3) висока точність;
- 4) далека дистанція;

Клієнти можуть створювати власні профілі діапазону, що залежить від вимог до продуктивності варіанта використання.

Кожен профіль діапазону складається з 3 послідовних фаз:

- 1) Дані ініціалізації та калібрування навантаження;
- 2) Дальність;
- 3) Цифрове ведення домашнього господарства;

Фаза ініціалізації та калібрування виконується перед першим вимірюванням або після скидання налаштувань.

Потім користувачеві доведеться періодично повторювати фазу калібрування температури, залежно від випадку використання.

Фаза визначення діапазону складається з налаштування діапазону, а потім вимірювання дальності.

Під час операції визначення дальності випромінюється, а потім відбивається кілька інфрачервоних імпульсів VCSEL назад до датчика.

Використаний фотодетектор всередині VL53L0X використовує передову надшвидку технологію SPAD, захищену кількома патентами. Типовий бюджет часу для діапазону становить 33 мс (ініціал/діапазон/обробка).

Цифрова обробка (ведення домашнього господарства) є останньою операцією всередині послідовності діапазону, яка обчислює, перевіряє або відхиляє вимірювання дальності.

Частина цієї обробки виконується внутрішньо, тоді як інша частина виконується на хості за допомогою API.

В кінці цифрової обробки відстань дальності обчислюється самим VL53L0X.

Якщо не вдалося виміряти відстань (слабкий сигнал, відсутність цілі...), надається відповідний код помилки.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

На самому пристрої виконуються такі функції:

- 1) перевірка значення сигналу (слабкий сигнал);
- 2) корекція зсуву;
- 3) корекція перехресних перешкод (у випадку накривного скла);
- 4) розрахунок остаточного діапазону;

У той час як API виконує наступне:

- 1) перевірка сигналу проти перехресних розмов;
- 2) перевірка Sigma (умова точності);
- 3) розрахунок стану остаточної дальності;

Якщо користувач хоче підвищити точність визначення діапазону, деяка додаткова обробка (не частина API) може виконуватися хостом, наприклад, ковзне середнє, гістерезис або будь-який вид фільтрування.

Користувач може отримати остаточні дані за допомогою опитування або механізму переривання.

Режим опитування: користувач повинен перевірити статус поточного вимірювання, опитуючи API функцію.

Послідовність увімкнення живлення та завантаження

Для включення/завантаження пристрою доступні два варіанти.

Варіант 1. контакт XSHUT підключений і керований з хоста.

Ця опція допомагає оптимізувати енергоспоживання, оскільки VL53L0X може бути повністю вимкненим, коли не використовується, а потім прокидатися через хост GPIO (за допомогою контакту XSHUT).

Режим очікування HW визначається як період, коли AVDD присутній, а XSHUT низький.

Варіант 2. Контакт XSHUT не контролюється хостом і прив'язаний до AVDD через підтягуючий резистор. У цьому випадку пристрій автоматично переходить у режим очікування SW після FW BOOT, без переходу в HW STANDBY.

Інтерфейс I2C використовує два сигнали: лінія послідовних даних (SDA) і лінія послідовного тактування (SCL). Кожен пристрій, підключений до шини,

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

використовує унікальну адресу та існують прості відносини ведучий/підпорядкований.

Обидві лінії SDA і SCL підключаються до позитивної напруги живлення за допомогою підтягуючих резисторів, розташованих на хості. Лінії активно рухаються лише низько.

Генерація тактового сигналу (SCL) виконується головним пристроєм. Головний пристрій ініціює передачу даних.

Шина I2C на VL53L0X має максимальну швидкість 400 кбіт/с і використовує адресу пристрою 0x52.

Інформація упакована у 8-бітові пакети (байти), за якими завжди слідує біт підтвердження, A_s для підтвердження VL53L0X і A_m для головного підтвердження (головна шина хоста).

Зовнішні дані повинні бути стабільними під час високого періоду SCL. Винятком є умови початку (S) або зупинки (P), коли SDA падає або підвищується відповідно, а SCL високий.

Повідомлення містить серію байтів, перед якими стоїть умова початку і за якими слідує або зупинка, або повторний запуск.

Перший байт містить адресу пристрою (0x52), а також визначає напрямок даних.

Модуль VL53L0X підтверджує отримання дійсної адреси шляхом керування низького рівня SDA.

Стан біта читання/запису (lsb байта адреси) зберігається і наступний байт даних, вибірково з SDA, може бути інтерпретований. Під час послідовності запису другий отриманий байт надає 8-бітовий індекс, який вказує на один із внутрішніх 8-розрядних регістрів

Коли дані отримуються ведомим, вони записуються побітно в послідовний/паралельний регістр.

Після того, як кожен байт даних був отриманий ведомим, генерується підтвердження, дані потім зберігаються у внутрішньому регістрі, адресованому поточним індексом.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		42

Під час прочитаного повідомлення вміст регістра, адресованого поточним індексом, зчитується в байті, наступному за байтом адреси пристрою. Вміст цього регістра паралельно завантажується в послідовний/паралельний регістр і тактується з пристрою спадним фронтом SCL.

Наприкінці кожного байту, як в послідовності повідомлень читання, так і запису, пристроєм-отримувачем видається підтвердження.

Інтерфейс також підтримує індексацію автоматичного збільшення.

Після того, як перший байт даних був переданий, індекс автоматично збільшується на 1.

Таким чином, ведучий може безперервно надсилати байти даних веденому до тих пір, поки ведомий не надасть підтвердження.

Якщо використовується функція автоматичного збільшення, ведучому не потрібно надсилати індекси адрес для супроводу байтів даних.

Умови вимірювання. У всіх таблицях вимірювань в документі вважається, що повне поле зору (FOV) покривається.

Система огляду VL53L0X становить 25 градусів.

Цілі відбиття стандартні.

Якщо не зазначено, пристрій керується через API за допомогою налаштувань за замовчуванням.

Модулі датчиків наближення містять численні внутрішні компоненти, які піддаються ударам.

Якщо пристрій зазнає сильного удару, його необхідно відхилити, навіть якщо пошкоджень не видно.

Та рисунку 2.5 зображена фотографія датчика.

Також на рисунку 2.6 зображені входи та виходи датчика

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
						43
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

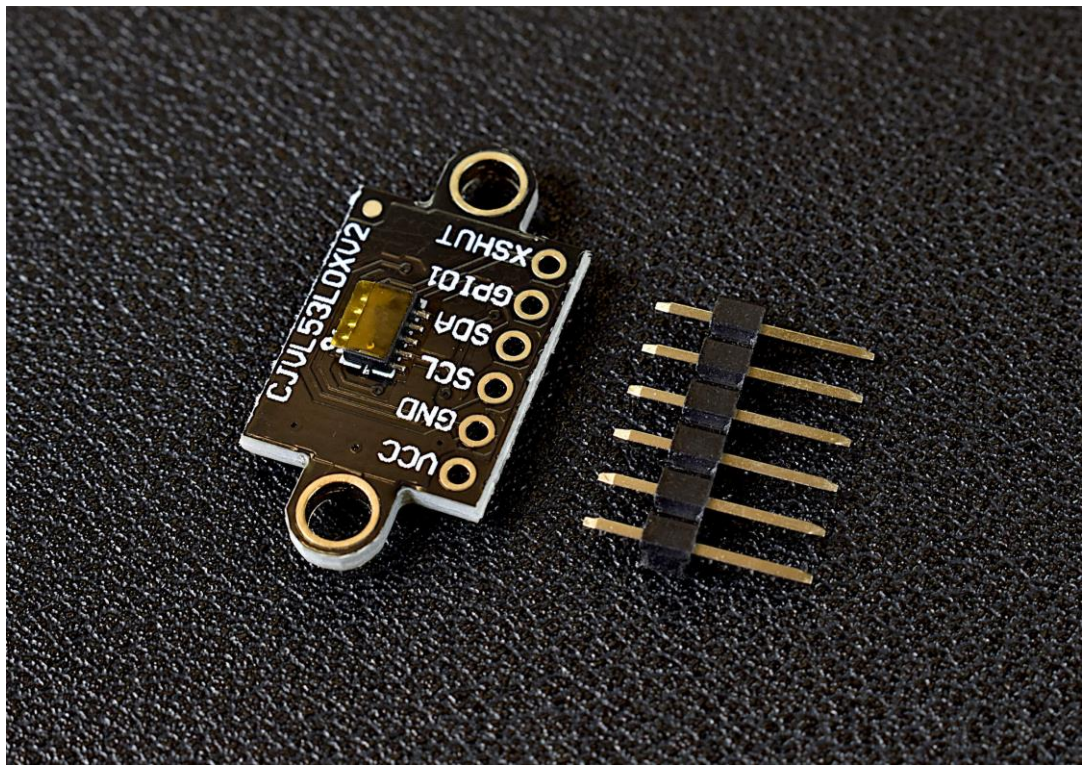


Рисунок 2.5 – Фотографія датчика

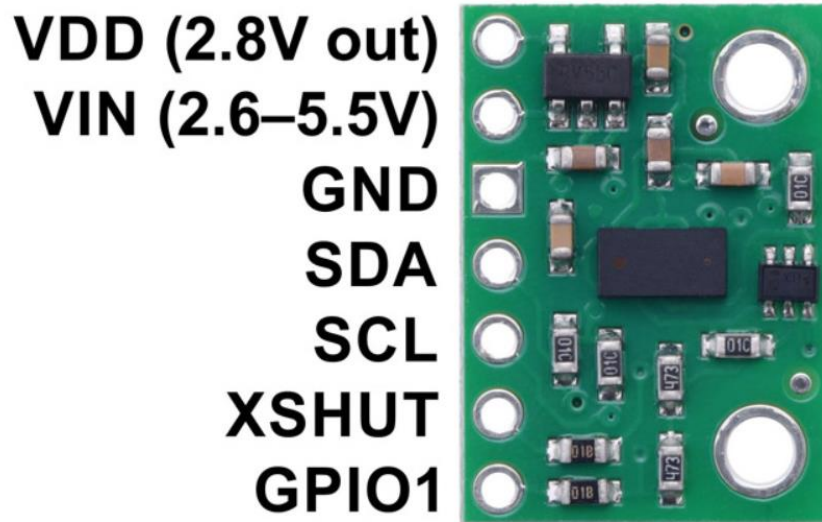


Рисунок 2.6 – Входи та виходи датчика

I²C – послідовна асиметрична шина зв'язку між інтегральними схемами всередині електронних приладів. Використовує дві двонаправлені лінії зв'язку (SDA та SCL), застосовується для з'єднання низькошвидкісних периферійних компонентів з процесорами та мікроконтролерами

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Шина I2C синхронна, складається з двох ліній: даних (SDA) та тактування (SCL). Є ведучий (master) та ведені (slave).

Ініціатором обміну завжди виступає ведучий, обмін між двома відомими неможливий.

Усього однією двопровідної шині може бути до 127 пристроїв.

Такти лінії SCL генерує master. Лінією SDA можуть управляти як майстер, так і ведений залежно від напрямку передачі.

Одиницею обміну є пакет, обрамлений унікальними умовами на шині, іменованими стартовим і стоповим умовами.

Майстер на початку кожного пакета передає один байт, де вказує адресу веденого та напрямок передачі наступних даних. Дані передаються 8-бітними словами.

Після кожного слова передається один біт підтвердження прийому приймальною стороною.

I²C використовує дві двонаправлені лінії, підтягнуті до напруги живлення і керовані через відкритий колектор або відкритий стік - послідовна лінія даних (SDA, англ. Serial DAta) та послідовна лінія тактування (SCL, англ. Serial CLock). Стандартні напруги +5 або +3,3 В, однак допускаються й інші.

Класична адресація включає 7-бітний адресний простір із 16 зарезервованими адресами.

Це означає, що розробникам доступно до 112 вільних адрес для підключення периферії на одну шину.

Основний режим роботи – 100 кбіт/с; 10 кбіт/с у режимі роботи зі зниженою швидкістю. Також важливо, що стандарт допускає припинення тактування для роботи з повільними пристроями.

Шина I2C є модифікацією послідовного протоколу обміну даними, здатну в звичайному «швидкому» режимі передавати послідовні 8-бітні дані на швидкостях від 100 до 400 кбіт/с.

Шина стає двоспрямованою завдяки тому, що каскади виходів підключених до шини пристроїв мають відкриті колектори або стоки, таким чином відтворюючи монтажне «I». В результаті шина зводить до мінімуму кількість

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		45

зв'язків між мікросхемами, на платі залишається менше необхідних контактів та доріжок.

Сама плата в результаті виходить простіше, компактніше і технологічніше у виробництві.

Цей протокол дозволяє виключити дешифратори адреси та іншу зовнішню логіку погодження.

Число мікросхем, які можуть одночасно працювати з шиною I2C, обмежено її ємністю - максимум 400 пФ.

У I2C-сумісних мікросхемах є апаратний алгоритм придушення перешкод, що забезпечує збереження даних навіть за сильних перешкод.

Такі пристрої мають інтерфейс, що дозволяє мікросхемам зв'язуватися між собою навіть тоді, коли напруги їх живлення різні. На наведеному нижче малюнку можна ознайомитись із принципом з'єднання кількох мікросхем через одну загальну шину.

Кожен із з'єднаних з шиною пристроїв має свою унікальну адресу, визначається за ним, і, відповідно до призначення пристрою, може працювати як приймач або як передавач.

При передачі цих пристрої можуть бути ведучими (master) чи веденими (slave).

Ведучим виступає те з пристроїв, яке починає передачу даних і генерує синхронізуючі сигнали лінії SCL. Веденим, по відношенню до ведучого, вважається пристрій-адресат.

У кожний момент дії шини I2C лише один пристрій може виступати провідним, воно формує на лінію сигналу SCL. Ведучий може бути або провідним приймачем, або провідним передавачем.

У принципі шина допускає кілька різних провідних, накладаючи, однак, обмеження на особливості формування сигналів, що управляють, і контролю стану шини; це означає, що кілька провідних можуть почати передачу одночасно, але конфлікти такого роду усуваються завдяки арбітражу, тобто способу поведінки ведучого при виявленні факту, що шина зайнята іншим ведучим.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

Синхронізація пари пристроїв забезпечується тим, що всі пристрої приєднані до шини, формуючи монтажне «І». У початковому стані сигнали SDA та SCL – високого рівня.

Обмін починається з генерації провідним стану "СТАРТ": на лінії SDA сигнал переходить з високого - в низький стан, поки на лінії SCL стабільний високий рівень.

Цю ситуацію всі пристрої, підключені до шини, сприймають як команду початку обміну.

На рисунку 2.7 зображено сигнал синхронізації:

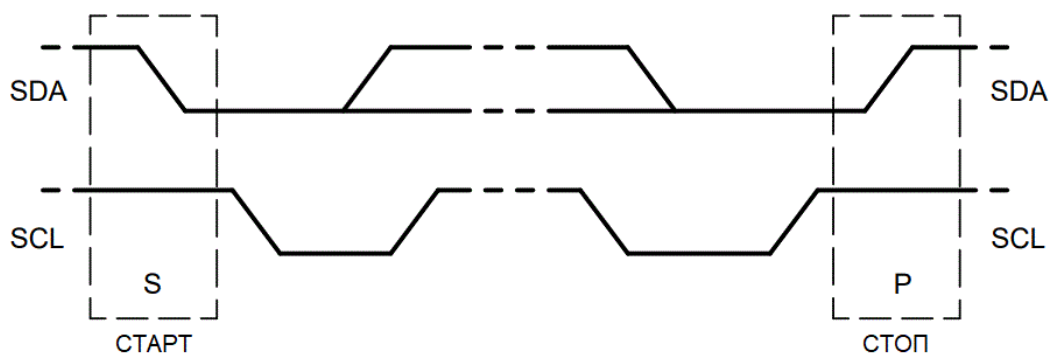


Рисунок 2.7 – Сигнал синхронізації

Кожен ведучий створює індивідуальний сигнал синхронізації лінії SCL, коли передає дані по шині.

Обмін закінчується формування провідним стану «СТОП»: на лінії SDA сигнал змінюється від низького до високого стану, поки на лінії SCL стабільний високий рівень.

Джерелом сигналів «СТАРТ» та «СТОП» завжди виступає ведучий. Як тільки сигнал «СТАРТ» зафіксований, це означає, що лінія зайнята. Лінія вільна, коли зафіксований сигнал «СТОП».

Як тільки стан "СТАРТ" оголошено, ведучий переводить лінію SCL у стан низького рівня, і посилає на лінію SDA старший біт першого байта повідомлення. Кількість байт щодо одного повідомлення не обмежена. Зміни на лінії SDA дозволені лише за низького рівня сигналу на SCL-лінії. Дані дійсні і не повинні змінюватися лише за високого стану синхроімпульсу.

Підтвердження того, що байт від ведучого-передавача прийнятий веденим-приймачем, здійснюється виставленням спеціального підтверджуючого біта на лінію SDA після завершення прийому восьмого біта даних.

Отже, відправка 8 біт даних від передавача - до приймача завершується формуванням додаткового імпульсу лінії SCL, коли приймаючий пристрій виставляє сигнал низького рівня на лінію SDA, показуючи що байт цілком прийнятий.

Підтвердження — невід'ємна складова процесу передачі. Ведучий генерує імпульс синхронізації.

Передавач посилає на SDA низький стан, поки діє підтверджуючий синхроімпульс.

Поки синхроімпульс перебуває у високому стані, приймач повинен тримати SDA низький стан.

Якщо провідний приймач не підтверджує свою адресу, наприклад через зайнятість в даний момент, лінія даних повинна утримуватися у високому стані. Після цього ведучий може видати сигнал "СТОП", щоб перервати відправку.

Якщо прийом здійснює ведучий-приймач, він зобов'язаний повідомити по завершенні передачі веденому-передавачу — не підтвердженням останнього байта.

Ведомий передавач звільняє лінію даних щоб ведучий міг видати сигнал «СТОП» чи повторний сигнал «СТАРТ».

Синхронізація пристроїв забезпечується тим, що підключення до лінії SCL виконується за принципом монтажного «І».

Ведучий немає права на те, щоб одноосібно керувати переходом лінії SCL з низького стану у високий.

Якщо веденому потрібен ще час на обробку прийнятого біта, він може самостійно утримувати SCL в низькому стані до того, доки не буде готовий до прийому наступного біта даних.

Лінія SCL у такій ситуації буде перебувати в низькому стані, поки триває найдовший низький рівень синхроімпульсу.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		48

Пристрої з найменш низьким рівнем будуть перебувати в стані очікування весь час, доки не завершиться довгий період.

Коли всі пристрої періоду низького рівня синхросигналу закінчиться, SCL перейде в стан високого рівня.

Всі пристрої почнуть відзначати високий рівень своїх синхросигналів, і перший із пристроїв, що закінчили свій період, першим встановить лінію SCL у низький стан.

У результаті тривалість низького стану SCL визначатиметься найбільш тривалим низьким станом синхроімпульсу одного з пристроїв, а тривалість високого - більш коротким періодом синхронізації одного з пристроїв.

Синхронізуючі сигнали можуть використовуватися приймачами як управління передачею даних на бітовому і байтовому рівнях.

Якщо пристрій здатний на високій швидкості приймати байти, але для цього йому потрібен певний час на процес збереження прийнятого або на підготовку до прийому чергового байта, він може продовжувати утримувати SCL в низькому стані після прийому та підтвердження байта, вимушено утримуючи передавач стан очікування.

Мікроконтролер без вбудованих апаратних ланцюгів, наприклад, на рівні бітів може уповільнити частоту синхроімпульсів через збільшення тривалості їхнього низького стану.

В результаті швидкість передачі ведучого визначатиметься швидкістю повільного пристрою.

Кожен підключений до шини I2C пристрій має унікальну програмну адресу, за якою ведучий звертається до нього, посылаючи певну команду. Однотипним мікросхемам властивий селектор адреси, що реалізується у вигляді цифрових входів селектора, або в аналоговому вигляді. Адреси рознесені в адресному просторі підключених до шини пристроїв.

Звичайний режим передбачає семибітну адресацію. Адресація працює так: після команди «СТАРТ» ведучий посилає перший байт, в якому визначається те, який ведений потрібний для взаємодії ведучому.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

Існує і адреса загального виклику, що визначає всі пристрої шини, на нього всі пристрої (теоретично) відповідають підтвердженням, але це зустрічається рідко.

Отже, перші сім бітів першого байта — це адреса веденого. Молодший біт, восьмий, показує напрямок надсилання даних. Якщо там «0», то інформація буде записуватися ведучим цього веденого. Якщо «1», інформація зчитуватиметься провідним з цього веденого.

Після завершення пересилки ведучим байта з адресою, кожен ведений порівнює свою адресу з ним.

У кого адреса збігається - той ведений і визначає себе як провідний-передавач або ведений-приймач, залежно від значення молодшого біта байта з адресою.

Адреса веденого може включати фіксовану і програмовану частини. Нерідко велика кількість однотипних пристроїв працюють в одній системі, тоді програмована частина адреси дозволяє використовувати максимум однотипних пристроїв на шині.

Те, скільки біт в адресному байті є програмованими, залежить кількості вільних висновків мікросхеми.

Іноді достатньо одного виводу з аналоговою установкою діапазону програмованих адрес, наприклад, SAA1064 – драйвер світлодіодного індикатора, що має саме таку реалізацію.

Потенціал на певному висновку визначає усунення адресного простору мікросхеми так, щоб мікросхеми одного типу не конфліктували, працюючи на одній шині.

Всі мікросхеми з підтримкою шини I2C містять набір адрес, які вказує виробник в документації.

Комбінація «11110XX» зарезервована для адресації по 10 біт.

Тут допустимі прості та комбіновані формати обміну даними. Комбінований формат має на увазі те, що між «СТАРТ» і «СТОП» ведучий і ведений можуть виступати як приймачами, так і передавачами, це корисно в управлінні послідовною пам'яттю.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50

Нехай перший байт даних передає адресу пам'яті.

Тоді при повторі команди «СТАРТ» та оголошення адреси веденого, будуть працювати дані з пам'яті.

Рішення про авто-інкремент або декремент адреси, до якого був здійснений попередній доступ, приймає розробник пристрою, попередньо вивчивши документацію на мікросхему.

Так чи інакше, всі пристрої після отримання команди «СТАРТ» повинні скидати логіку і готуватися до того, що зараз буде названо адресу

2.1.3 Дисплей

Для даного проекту було вибрано дисплей Im0161, котрий може відображати 2 рядки по 16 символів.

Властивості:

- 1) розмір модуля 84Ш x 44В x 120 (макс.) мм;
- 2) ефективна площа дисплея 61 Ш x 15,8 В мм;
- 3) розмір символу (5 x 7 точок) 2,96 Ш x 4,86 В мм;
- 4) крок 3,55 мм;
- 5) розмір точки 0,56 Ш x 0,66 В мм;
- 6) вага близько 25 г;

Та рисунку 2.8 зображена фотографія дисплею.

Також на рисунку 2.9 зображені входи та виходи дисплею.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 2.8 – Фотографія дисплею

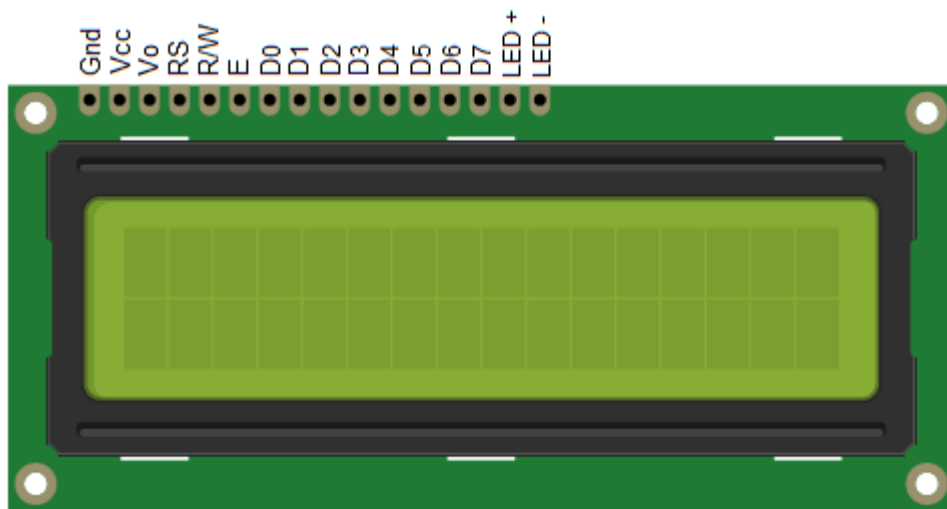


Рисунок 2.9 – Входи та виходи дисплею

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

2.1.4 Кнопка

Для даного проекту була обрана кнопка SWT-2/5

Властивості:

- 1) виробник: Tastronic;
- 2) тип: кнопка тактова;
- 3) вивідна/SMD: THT;
- 4) розмір, mm: 6x6 мм;
- 5) висота кнопки 5 мм.

На рисунку 2.10 зображена схема кнопки:



Рисунок 2.10 – Схема кнопки

2.2 Вимоги до системного обладнання

Підсумувавши усе можна скласти наступний список апаратних вимог для створення даного далекоміра:

- 1) мікроконтролер PIC16F628A;
- 2) лазерний датчик VL53L0X;
- 3) дисплей lm016l;
- 4) кнопка SWT-2/5;

На рисунку 2.11 зображена фотографія кнопки



Рисунок 2.11 – Зображення кнопки

2.3 Висновки

У даному розділі був проведений аналіз серед існуючого апаратного забезпечення.

І було вибрано найбільш підходяще обладнання для створення далекоміру. Також було проведено дослідження документацій усіх апаратних частин далекоміра.

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Апаратне проектування

3.1.1 Структурна схема

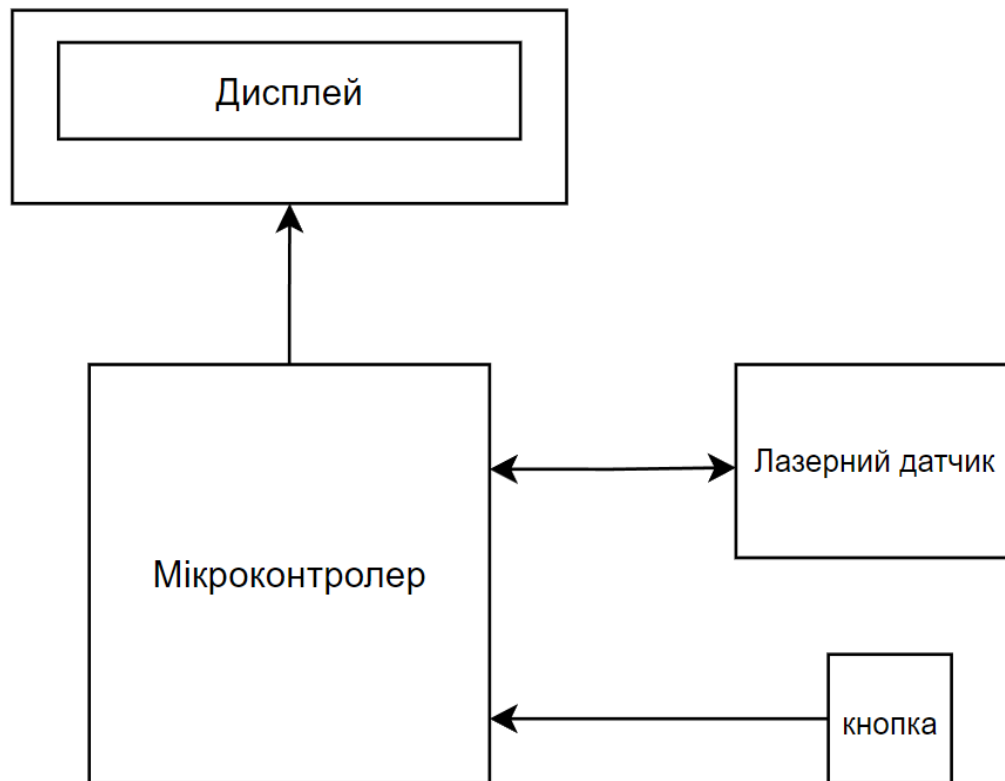


Рисунок 3.1 – Структурна схема далекоміра

На даній схемі (рисунок 3.1) зображений принцип роботи лазерного далекоміра. За допомогою натискання кнопки, ініціюється початок виконання програми у мікроконтролері.

Після того мікроконтролер посилає сигнал у лазерний датчик, після чого отримує у відповідь дані про відстань до об'єкту вимірювання. В кінці дані виводяться на дисплей. При повторному натисканні кнопки, весь цикл

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

повторюється. Таким чином відбувається вимірювання відстані даним далекоміром.

3.1.2 Принципова схема

На рисунку 3.2 зображена принципова схема

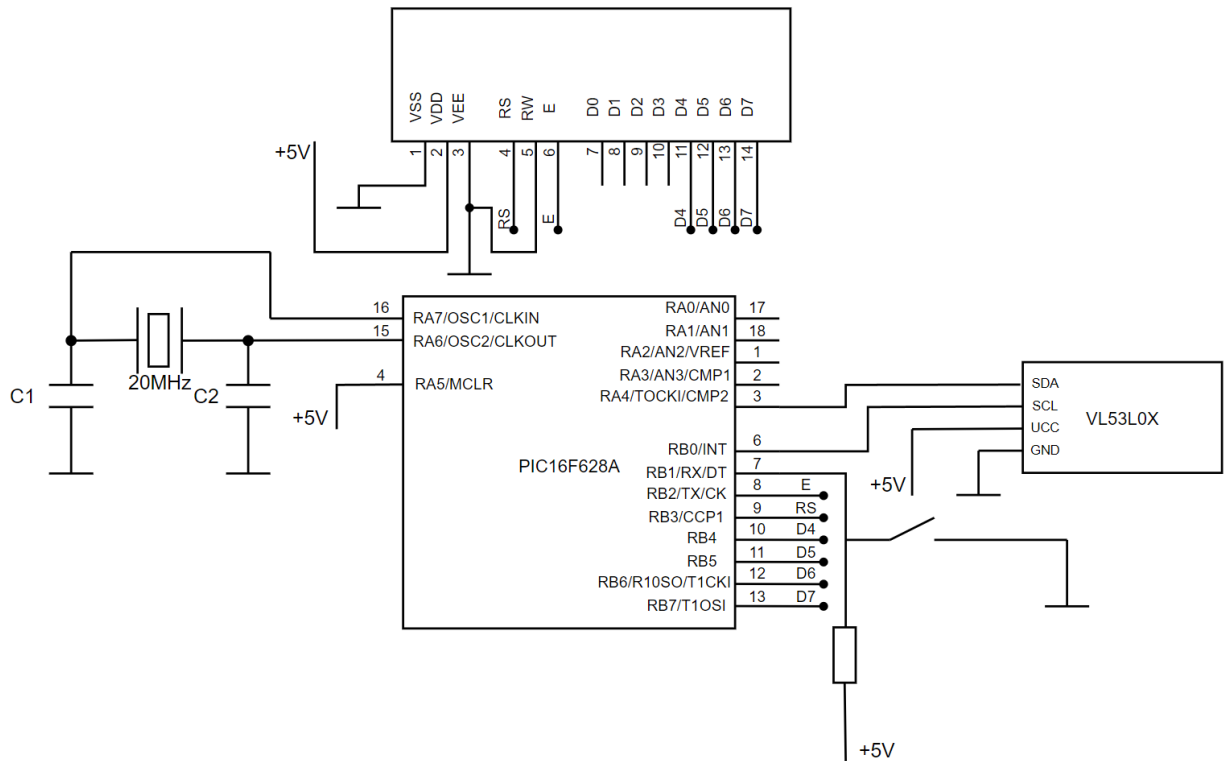


Рисунок 3.2 – Принципова схема

На принциповій схемі зображено підключення усіх елементів далекоміра.

Підключення датчика VL53L0X:

- 1) SDA – лінія даних, підключається до RA4/T0CKI/CMP2;
- 2) SCL – лінія синхронізації, підключається до RB0/INT;
- 3) GND – заземлення;
- 4) VCC – живлення;

3.2 Програмне проектування

На рисунку 3.3 зображена блок-схема алгоритму, котрий починає виконання основної частини коду

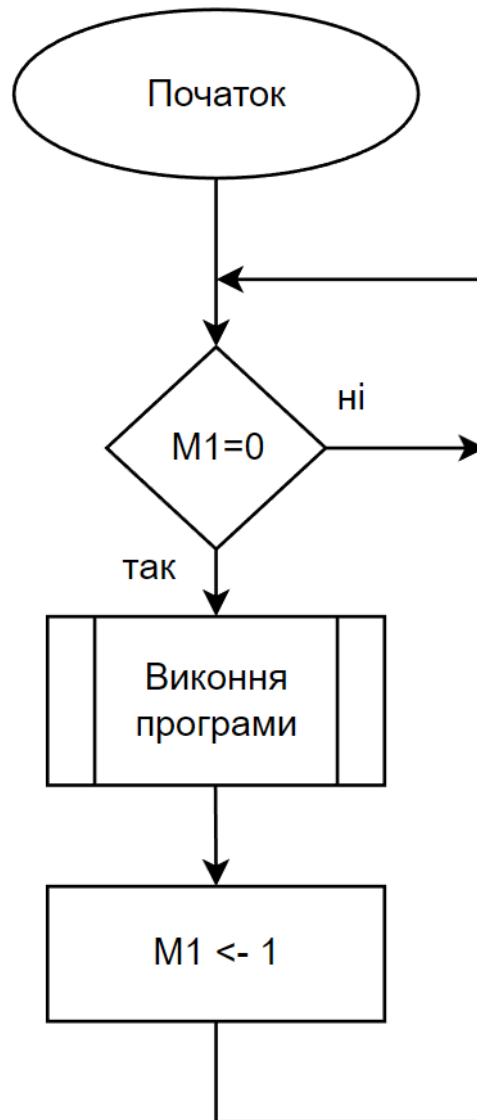


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму, котрий починає виконання основної частини коду

M1 – змінна, котра визначає чи програма вже була виконана чи ні.

Якщо $M1 = 0$, то програма ще не була виконана, і трігерується її виконання і зображення результатів на дисплеї.

У випадку, коли $M1 = 1$, то програма вже була виконана, або кнопка не була натиснена, тоді цикл повторюється знову доти, поки $M1$ не стане дорівнювати нулю.

Але для цього потрібен ще один алгоритм, котрий і буде задавати їй значення 0.

На рисунку 3.4 зображена блок-схема алгоритму задання значення 0 змінній $M1$

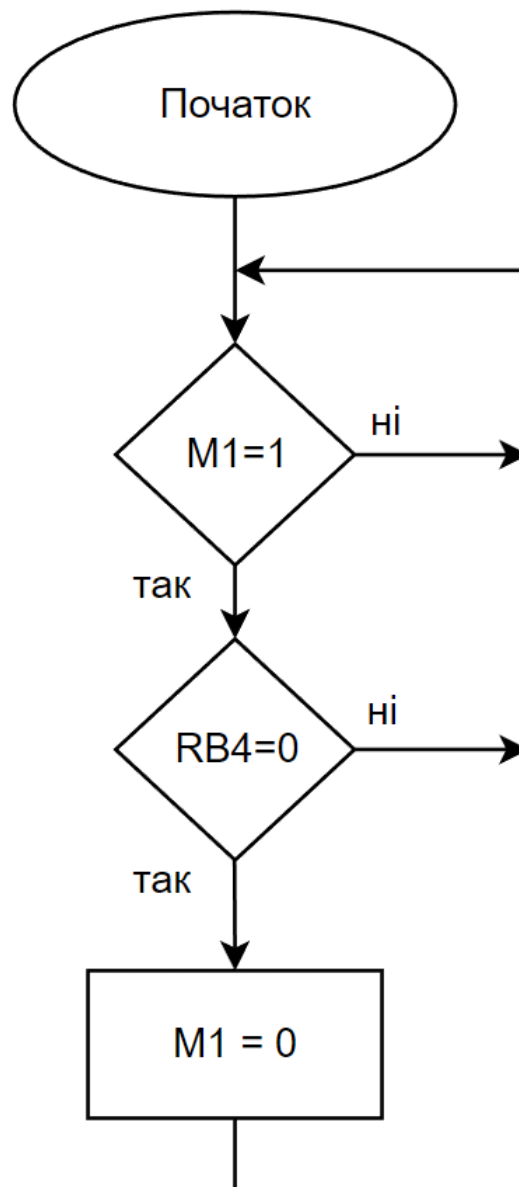


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму задання значення 0 змінній $M1$

Даний алгоритм задає змінній M1 значення 0, якщо $RB4 = 0$. В іншому випадку алгоритм виконується заново.

RB4 – це вхід мікроконтролера, до якого підключено кнопку. Тому якщо $RB4=0$, то кнопка є натисненою, якщо $RB4=1$, то навпаки – кнопка не натиснена.

На рисунку 3.5 зображений основний алгоритм програми

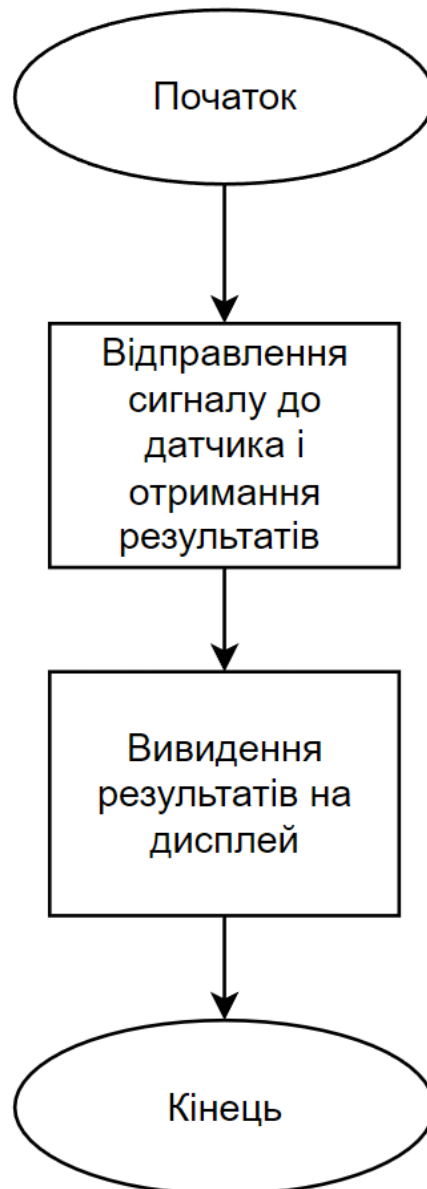


Рисунок 3.5 Основний алгоритм програми

На даній блок-схемі зображений основний алгоритм програми. Він починає своє виконання тоді, коли $M1 = 0$ (рис.3.3). Після початку його відбувається підправлення сигналу на лазерний датчик, котрий у свою чергу починає

вимірювати відстань до об'єкту. Після її вимірювання він надсилає результати назад у мікроконтролер.

Потім мікроконтролер вимірює обробляє отриманні дані та конвертує їх у відстань в сантиметрах, і відправляє дані на дисплей.

У результаті, користувач бачить відстань до об'єкту на дисплеї і виконання програми є завершеною.

Але в той же час алгоритми, котрі зображені на рис. 3.3 і 3.4, не припиняються своєю виконання.

Завдяки цьому, при повторному натисканні кнопки, вимірювання відбувається заново.

3.3 Висновки

У даному розділі було спроектовано лазерний далекомір, в ході чого були створені структурна та принципова схема. Також були створені алгоритми роботи програмної частини пристрою

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

ВИСНОВКИ

В результаті виконання даної роботи був повністю спроектований мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями.

					КвРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

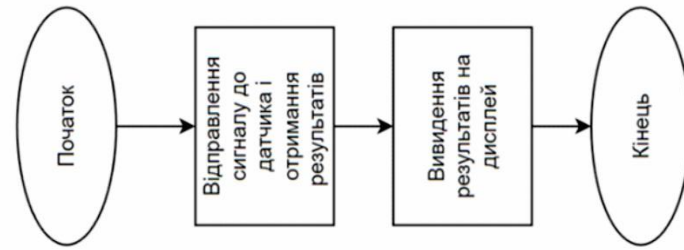
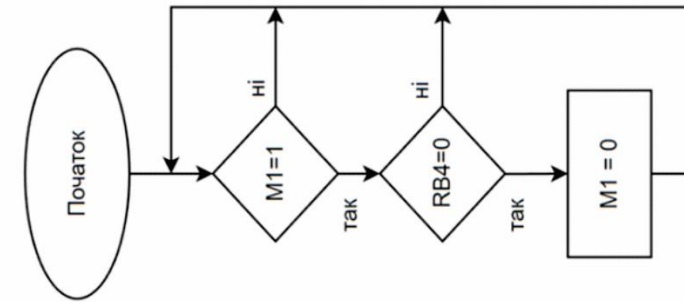
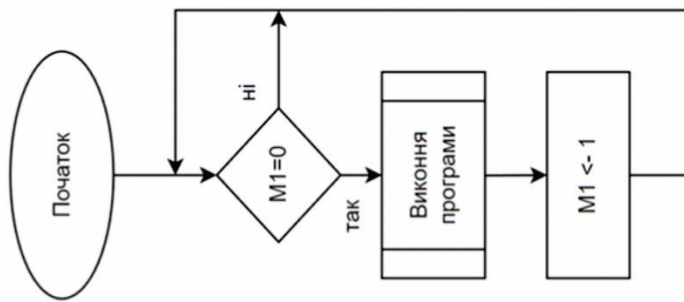
1. Куц Ю.В. Технології електромагнітного неруйнівного контролю. *КПІ ім. Ігоря Сікорського*. 2021. С.61-63. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41127/1/TENK.pdf>
2. Куц Ю.В. Магнітний неруйнівний контроль: Навчальний посібник. *НТУУ "КПІ"*. 2012. С.135-139. URL: https://psnk.kpi.ua/docs/obj_emnk/MagnNK2012.pdf
3. Войтко С.В. PIC-контролери та MPLAB: програмування на асемблері. *КПІ ім. Ігоря Сікорського*. 2017. С.146-159. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=GPgoDwAAQBAJ&pg>
4. Theoretical aspects of modern engineering. *International Science Group*. 2020. С.350-356. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=-GMNEAAAQBAJ&pg>
5. Problems of implementation of science into practice. *International Science Group*. 2020. С.466. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=kIUHEAAAQBAJ&pg>
6. Actual problems of science and practice. *International Science Group*. 2020. С.560-677. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=koUHEAAAQBAJ&pg>
7. В. П. Малахов, Д. П. Яковлев. Мікроконтролери. *АО БАХВА*. 2012. С.140-153. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=e8VKD5oIsLYC&p>
8. Science, theory and practice. *International Science Group*. 2021. С.440-477. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=Ep5MEAAAQBAJ&pg>
9. Hubert Henry Ward. C Programming for the PIC Microcontroller. *Apress*. 2019. С.260-171. URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-5525-4?utm_medium=referral&utm_source=google_books&utm_campaign=3_pier05_buy_p_rint&utm_content=en_08082017
10. John Morton. The PIC Microcontroller: Your Personal Introductory Course. *Newnes*. 2012. С.300-320. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=mVdk3cLvHukC&pg>

					КВРКІ. 180104.18.01.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

Додаток А

Копія креслення «Логічні схеми алгоритмів»

Логічні схеми алгоритмів

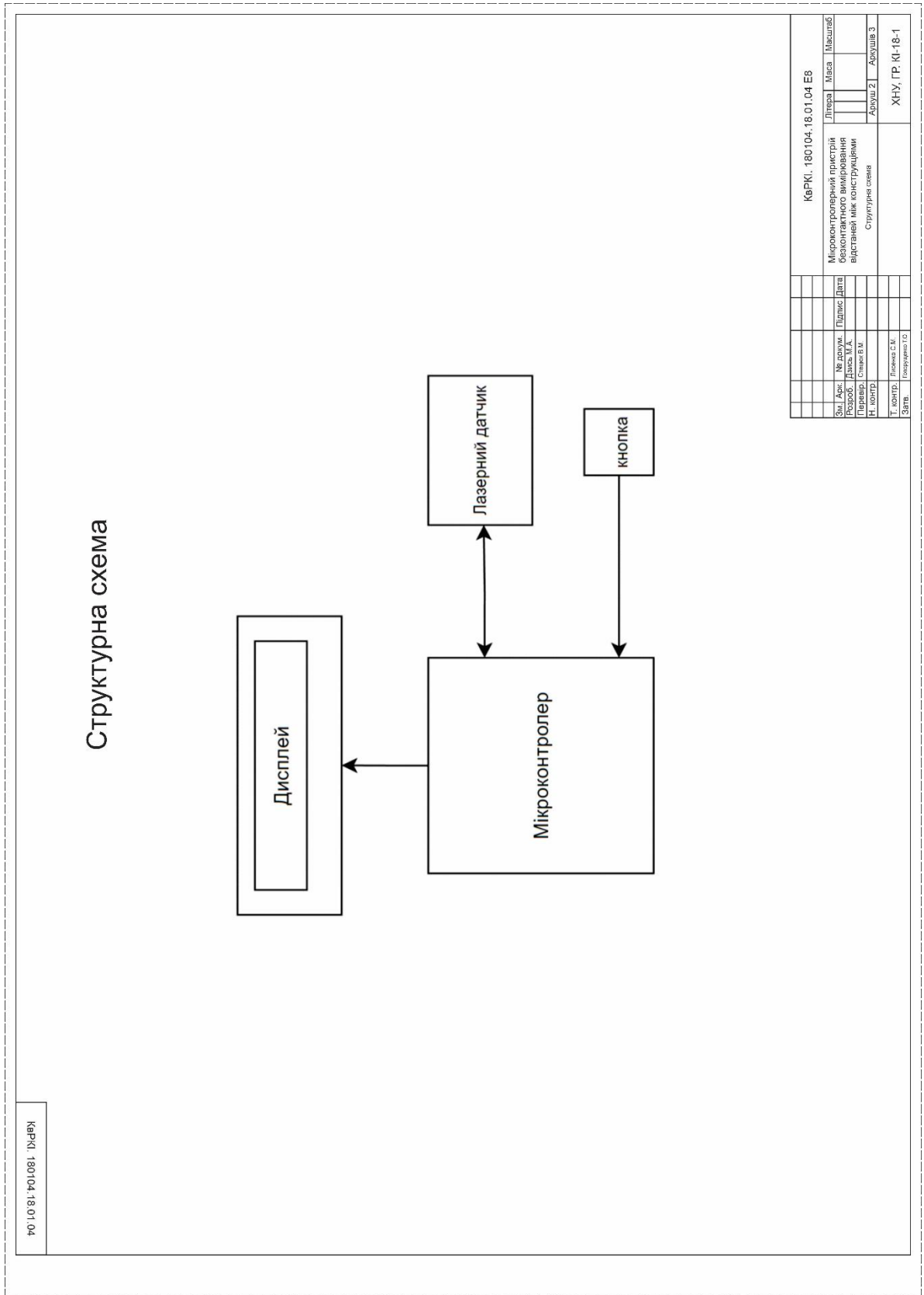


КвРКі. 180104. 18.01.04

КвРКі. 180104. 18.01.04 Е8		Літера	Маса	Місцях
Вн. Аук.	№ докум.	Після	Дата	
Розроб.	Діагн. М.А.			
Перевір.	Сторчак В.М.			
Н. контр.		Аркуш. 1	Аркуш. 3	
Т. контр.	Поліщук С.М.	ХНУ, ГР. КІ-18-1		
Затв.	Свердловський І.О.			
Мікроконтрольний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями				
Логічні схеми алгоритмів				

Додаток Б

Копія креслення «Структурна схема»



Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1011596040

Дата перевірки:
16.06.2022 14:58:51 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
16.06.2022 14:59:26 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Дзись_Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкц...

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 10073 Кількість символів: 78538 Розмір файлу: 6.84 MB ID файлу: 1011464847

5.64% Схожість

Найбільша схожість: 3.57% з Інтернет-джерелом (https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u232/pidruchnik_mehatronika..)

4.7% Джерела з Інтернету

22

Сторінка 63

1.13% Джерела з Бібліотеки

75

Сторінка 63

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

5

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 0.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 10%

ID: 105713 Назва: Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями Додано в БД: 2022-06-16 Автора: М.А.Дзись Керівники: Стецюк В.М. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	68541	678	1118 (2%)	12 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Дипломник Дзись Максим Андрійович

Тема Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями

Спеціальність 7.05010201 Комп'ютерна інженерія

Обсяг дипломного проекту:

кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 63

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В рамках дипломного проекту було спроектовано мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями

2. Висновок про відповідність ДП дипломному завданню Дипломний проект у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даного проекту

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі дипломного проекту якісно та в повній мірі розглянуті методи вирішення поставленої задачі, був проаналізований кожен аспект, який стосується теми дипломного проекту. У наступному розділі було здійснено обґрунтування обраної структури основної задачі на основі порівняння різних можливих варіантів створення мікроконтролера. У основній проектній частині диплому було спроектовано мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней. В загальному усі розділи відповідають завданню та містять сучасні методи вирішення поставлених завдань.

4. Позитивні сторони проекту Дипломний проект відповідає сучасним вимогам до проектування мікроконтролерних пристроїв безконтактного вимірювання відстаней, зокрема, з точки зору використання різних методів і технологій на основі різних стандартів.

5. Негативні сторони проекту Надмірна кількість теоретичного матеріалу. В рамках дипломного проекту варто було приділити більшу увагу опису процесу проектування.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту Графічне оформлення виконане відповідно до суті дипломного проекту. У першому листу зображені алгоритми роботи програмної частини. У другому листі було зображено структурну схему пристрою. На останньому листу було зображено принципову схему. В загальному графічне оформлення виконане на належному рівні. Пояснювальна записка відповідає задекларованим нормам для її оформлення.

7. Відгук про проект в цілому В загальному дипломний проект заслуговує схвальних відгуків. Весь матеріал дипломного проекту структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи проекту йдуть у вірній послідовності, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках даного дипломного проекту. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу при проектуванні мікроконтролерного пристрою безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями.

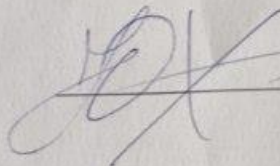
8. Інші зауваження _____

9. Оцінка дипломного проекту Розглянувши позитивні та негативні сторони представленого дипломного проекту, можна зробити висновок, що він заслуговує оцінку «задовільно».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Хмельницький Юрій Владиславович
Доцент кафедри КБ

« 16 » 06 2022 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КНС
д-ру техн. наук, проф. Говорушенко Т. О.

Дзись М.А.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ-18-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

16.06

дата

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Мікроконтролерний пристрій безконтактного вимірювання відстаней між конструкціями

Автор: Дзись Максим Андрійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Стецюк Василій Миколайович, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

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

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 5.64% і адресується до 97 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи _____

Гарант ОП _____

Завідувач кафедри КІСП _____

_____ В.М. Стецюк

_____ С. М. Лисенко

_____ Т. О. Говорущенко