

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНИКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для
визначення атмосферного тиску з розширеними функціями**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-2
напря Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Малиновський Назар В'ячеславович

(прізвище та ініціали)

Керівник старший викладач каф.

М та ІВТ Лугових О.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Житомир 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

« ____ » _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент _____

1. Тема роботи: Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями _____

Затверджена Наказом по університету від « ____ » _____ 202_ р. № ____

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « ____ » _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи матеріали звіту про переддипломну практику, вимірювання атмосферного тиску та температури вмикання/вимикання системи, посилання поточних значень температури та тиску на екран

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) Технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання тиску, розробка структурної, принципової схем, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та друкована плата

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Старший викладач Лугових О.О.		
4,5,6,7	Старший викладач Лугових О.О.		

7. Дата видачі завдання 30.03.2023

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Підготувати звіт про переддипломну практику	02.03.2023 – 11.03.2023	
2	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем вимірювання тиску	12.03.2023 – 28.03.2023	
3	Ознайомитись з основними принципами побудови систем вимірювання тиску	3-03.2023 – 08.04.2023	
4	Розробка структурної схеми системи вимірювання	09.04.2023 – 24.04.2023	
5	Розробка принципової схеми системи вимірювання тиску	25.04.2023 – 02.05.2023	
6	Вибір компонентів	03.05.2023 – 22.05.2023	
7	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи вимірювання тиску	23.05.2023- 31.05.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	01.06.2023 - 08.06.2023	

Студент _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
 Керівник роботи _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована інформаційно-вимірвальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями» містить 63 сторінки, 13 рисунків, 3 таблиці, 15 формул, 27 джерел.

В роботі проводиться обґрунтування актуальності створення Комп'ютеризованої інформаційно-вимірвальної системи для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями.

Складена структурна та принципова комп'ютеризована інформаційно-вимірвальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями. На базі принципової схеми розроблена друкована плата. Розроблений алгоритм роботи та відповідна програма.

Прорахована точність та надійність системи.

ANNOTATION

The bachelor's thesis on "Computerized Information Measurement System for Atmospheric Pressure Determination with Enhanced Functions" consists of 63 pages, 13 figures, 3 tables, 15 formulas, and 27 references.

The thesis provides justification for the relevance of developing a computerized information measurement system for atmospheric pressure determination with enhanced functions.

A structured and conceptual computerized information measurement system for atmospheric pressure determination with enhanced functions has been developed. A printed circuit board has been designed based on the conceptual scheme. An algorithm of operation and corresponding program have been developed.

The accuracy and reliability of the system have been calculated.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	9
1.3. Технічні параметри системи.....	9
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	10
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
2.1. Існуючі системи вимірювання атмосферного тиску.....	10
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	18
3.1. Обґрунтування мікроконтролеру.....	18
3.2. Обґрунтування датчика тиску.....	20
3.3. Обґрунтування дисплею.....	22
3.4. Обґрунтування індикації.....	23
3.5.Обґрунтування системи живлення.....	25
3.6.Обґрунтування кнопки.....	29
3.7. Структурна схема.....	30
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	31
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	31
4.2. Вибір дисплею.....	33
4.3. Вибір датчика тиску	34
4.4. Вибір індикації.....	36
4.5. Вибір системи живлення.....	36
4.6. Вибір кнопки.....	37
4.7. Побудова принципово-електричної схеми.....	39
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ	40
5.1. Побудова алгоритму	40
5.2. Розробка програми.....	42
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	49
6.1.Розробка друкованої плати.....	49
6.2. Розрахунок надійності системи.....	51
6.3. Розрахунок похибок вимірювання відстані.....	55
7.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
7.1. Охорона праці.....	58
7.2. Розробка заходів з охорони праці.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

					МММТ 480.008.008- ПЗ										
Зм	Лист	№ докум	Підпи	Дат	Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями Пояснювальна записка				Літ		Лист		Листів		
		Малиновський										5		53	
		Лугович О.О.													
Додатки															
Ц															
Затверд		Полчашинськ							ДУ «Житомирська політехніка» МТ 2						

ВСТУП

Величина атмосферного тиску, швидкість і характер його змін відіграють важливу роль у прогнозуванні погоди, а також сильно впливають на самопочуття людей, схильних до метеозалежності - нездужання, пов'язані з різними погодними явищами. Для вимірювання атмосферного тиску використовуються барометри. Механічний анероїдний барометр має дві стрілки. Одна показує поточний тиск. Інша стрілка, яку можна вручну встановити в будь-яке положення, дозволяє відмітити виміряне значення, щоб визначити тенденцію зміни атмосферного тиску через певний час. Дуже бажано, щоб електронний барометр також показував не лише величину атмосферного тиску, але й дозволяв визначити, чи відбувається зростання чи спад, а також якою є швидкість зміни вимірюваного параметра.

Недорогі метеостанції побутового призначення показують лише піктограми з зображеннями дощових крапель, хмар або сонця. Важко сказати, як ці піктограми пов'язані з атмосферним тиском і чи є в даній метеостанції барометричний датчик або використовуються інші креативні способи прогнозування погоди. Більш просунуті метеостанції показують поточне значення тиску у вигляді числа, а зміну тиску протягом попередніх годин у вигляді грубої стовпчатої діаграми, яка в основному виконує декоративну функцію. Такі метеостанції коштують помітно дорожче. Також на ринку є дуже просунуті пристрої, призначені для моряків, яхтсменів і т. д., з високою точністю відображають як зміни тиску, так і поточне значення, але такі пристрої коштують дуже дорого.

У цій кваліфікаційній роботі розглядається простий саморобний барометр, що відображає величину і швидкість зміни атмосферного тиску, а також температуру повітря.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						6
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Мета роботи: Розробити комп'ютеризовану інформаційно-вимірювальну систему для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями

Задачі, які необхідно виконати для досягнення мети:

1. Проаналізувати існуючі системи визначення атмосферного тиску;
2. Розробити структурну схему системи визначення атмосферного тиску;
3. Розробити принципову схему роботи;
4. Розробити друковану плату;
5. Розробити алгоритм роботи і друковану плату;
6. Прорахувати похибки і надійність системи;

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						7
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

1.ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями має різноманітні призначення та області застосування. Ось декілька можливих варіантів:

1. Метеорологія та погодні станції: Така система може використовуватись для моніторингу та реєстрації атмосферного тиску в режимі реального часу. Вона надає зручний і автоматизований спосіб збирання даних про тиск для прогнозування погоди та вивчення кліматичних змін.

2. Дослідження атмосфери та клімату: Ця система може використовуватися у наукових дослідженнях для вимірювання тиску на різних висотах, аналізу змін тиску з часом та вивчення атмосферних процесів. Вона може бути включена до складу метеорологічних дрейфуючих буїв, дронах або інших дослідницьких платформ для збору даних.

3. Геодезія та картографія: У системах цього типу можуть бути функції для визначення висоти над рівнем моря на основі атмосферного тиску. Вони можуть використовуватися у геодезичних роботах, створенні цифрових моделей рельєфу та іншому землевпорядкуванні.

4. Авіація та аерокосмічна промисловість: Такі системи можуть бути встановлені на повітряних суднах, космічних апаратах або балонах для вимірювання атмосферного тиску під час польоту. Це дозволяє контролювати зміни тиску на різних висотах та забезпечувати безпеку польотів.

5. Промисловість та наукові дослідження: Комп'ютеризовані системи вимірювання тиску можуть бути використані у промислових процесах, де точне вимірювання тиску має значення, наприклад, у виробництві, хімічних процесах або нафтовій промисловості.

Це лише кілька прикладів застосування комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем для визначення атмосферного тиску. Їх потенціал залежить від функціональності та особливостей конкретної системи.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						8
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

1.2 Умови експлуатації

Точність вимірювання тиску і температури повністю визначається точністю використаного датчика тиску BMP180 від компанії Bosch. Звичайна похибка вимірювання тиску становить -1 гектопаскаль (гПа), що приблизно відповідає 0.75 міліметрам ртутного стовпа. Рівень шуму при вимірюванні тиску становить 0.02 гПа (0.015 мм.рт.ст.). Звичайна похибка вимірювання температури близько 25 °C становить +/- 0.5 °C.

Інтервали часу в цьому пристрої відлічуються програмно. Похибка формування цих інтервалів, не перевищує одну хвилину за 10 годин.

1.3. Технічні параметри прилада

Система вимірює і виводить на дисплей Величину та швидкість зміни атмосферного тиску, а також температуру повітря.

Результати вимірювань виводяться на двохрядковий синтезований дисплей. У першому рядку виводиться результат вимірювання поточного атмосферного тиску в мм рт.ст., відхилення поточного значення тиску від середнього значення для даного місця (позитивним вважається перевищення поточного значення тиску над середнім), а також температура повітря в градусах Цельсія. Дані у верхньому рядку оновлюються кожні 6 секунд. Вивід нових даних супроводжується спалахом світлодіода, розташованого над індикатором.

У другому рядку індикатора виводяться зміни тиску за останню годину, три години і десять годин. Якщо тиск за вказаний часовий проміжок збільшився, відповідна зміна виводиться з плюсом, у протилежному випадку - з мінусом. Дані у другому рядку оновлюються кожні 10 хвилин. Відразу після включення барометра другий рядок буде порожнім. Числові значення з'являться там через 1 годину, 3 години і 10 годин відповідно.

Пристрій зібраний на макетній платі розміром 85 x 55 мм

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						9
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

1.4.Вимоги до конструктивного оформлення

- Пристрій зібраний на макетній платі розміром 85 x 55 мм;
- Ремонтно придатна;
- Надійність системи 13 000 годин;
- Прорахована похибка прилада 5.54 що становить 0.75%

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1. Існуючі системи вимірювання атмосферного тиску

Атмосферний тиск — це сила, яку виконує повітряна маса на поверхню Землі або на інші об'єкти в атмосфері. Повітряна маса складається з газів, переважно азоту, кисню, водяної пари та інших складових. Цей тиск є наслідком сили, з якою газові молекули вдаряються одна об молекули іншої та наявності гравітаційної притягальної сили, яка утримує гази навколо Землі.

Атмосферний тиск вимірюється у паскалях (Па) або гектопаскалях (гПа). Стандартний атмосферний тиск на рівні моря становить близько 1013 гПа або 1013 мбар (мілібар). Зазвичай атмосферний тиск змінюється з висотою: зменшується зі зростанням висоти, оскільки кількість повітря, що знаходиться над об'єктом, зменшується.

Атмосферний тиск відіграє важливу роль у прогнозуванні погоди, визначенні кліматичних умов і впливає на різні процеси в атмосфері та гідрологічному циклі. Його зміни можуть призводити до формування погодних явищ, таких як циклони, антициклони, бурі тощо. Також атмосферний тиск може впливати на самопочуття людей, особливо на тих, хто схильний до метеозалежності, і може викликати різні симптоми, такі як головний біль, розлади сну, зміни настрою тощо.

Атмосферний тиск можна виміряти за допомогою приладу, який називається барометром. Існують різні типи барометрів.

Барометр - це прилад, призначений для вимірювання атмосферного тиску. Він дозволяє визначити величину тиску та відстежувати його зміни, що має важливе значення у прогнозуванні погоди та встановленні зв'язку

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						10
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

між погодними умовами і самопочуттям людей.

Існує кілька видів барометрів, які використовуються для вимірювання атмосферного тиску, а кожен з них має свої переваги:

1. Меркуріальний барометр: Використовує стовпчик ртуті, що піднімається або опускається у реакції на тиск. Має високу точність і стабільність вимірювань. Однак, меркуріальні барометри вимагають обережного поводження з ртуттю через її токсичні властивості.

2. Анероїдний барометр: Використовує механічний датчик, який реагує на зміни тиску. Цей тип барометра компактний і переносний, не вимагає ртуті, тому є безпечнішим у використанні. Він також може бути більш стійким до вібрацій і ударів. Анероїдні барометри зазвичай менш точні за меркуріальні, але їх можна легко калібрувати.

3. Електронний барометр: Використовує електронні сенсори для вимірювання тиску. Електронні барометри зазвичай компактні, легкі у використанні та забезпечують швидке та точне вимірювання. Вони можуть мати додаткові функції, такі як відображення зміни тиску, графіки, сповіщення про погоду тощо. Однак, вони можуть бути вразливими до електромагнітних перешкод, і їх точність може залежати від якості сенсорів.

Меркуріальний барометр є одним з видів барометрів, що використовується для вимірювання атмосферного тиску. Винахід барометра пов'язується з ім'ям Євангеліста Торрічеллі, який у 1643 році розробив цей пристрій.

Меркуріальний барометр базується на використанні ртуті, яка взаємодіє з атмосферним тиском. Основним елементом барометра є вертикальна скляна трубка, заповнена ртуттю і закрита з одного кінця. Закрите кінце трубки підводять до рівня ртутного басейну, який містить деяку кількість ртуті. Відкрите кінце трубки знаходиться у контакті з атмосферою.

При зміні атмосферного тиску ртуть у трубці піднімається або опускається. Зміщення ртуті в трубці відбувається через залежність атмосферного тиску на рівні відкритого кінця трубки від атмосферного тиску на рівні ртутного басейну.

Вимірювання проводять за допомогою шкали, що розміщена поруч з трубкою. Шкала відображає висоту ртутного стовпа у міліметрах ртутного стовпа (мм рт. ст.), що відповідає атмосферному тиску. Звичайно, значення висоти стовпа ртуті зафіксовано приблизно на рівні морської поверхні, тому цей показник називається абсолютним атмосферним тиском.

Переваги меркуріального барометра полягають у високій точності вимірювань, особливо на низьких значеннях тиску, а також у стабільності ртутного стовпа. Однак, через використання ртуті, меркуріальні барометри є складними в обслуговуванні, небезпечними при пошкодженні та не зручними для перенесення.

Застосування меркуріальних барометрів включає метеорологічні дослідження, погодні прогнози, наукові дослідження, а також використовується в деяких промислових і наукових лабораторіях.

Технічні характеристики:

Оскільки використання барометрів з ртутним стовпчиком (меркуріальних барометрів) поступово зменшується через проблеми, пов'язані з безпекою та довкіллям, я не зміг знайти конкретну специфікацію для меркуріального барометру. Проте, я можу розповісти вам загальну інформацію про меркуріальні барометри:

1. Вимірювальний діапазон:

- Максимальний тиск: зазвичай від 950 до 1050 мм рт. ст.
- Мінімальний тиск: зазвичай від 700 до 800 мм рт. ст.

2. Точність:

- Залежить від якості самого барометру та умов його використання.

Зазвичай точність становить декілька міліметрів ртутного стовпчика.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						12
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

3. Роздільна здатність:

— Залежить від шкали барометра. Зазвичай роздільна здатність становить 1 мм рт. ст.

4. Механізм показу:

— Барометри з ртутним стовпчиком мають вертикальний прозорий трубчастий контейнер, наповнений ртуттю. Зміна рівня ртуті в цьому контейнері відбувається внаслідок зміни атмосферного тиску. Показання відображаються на шкалі, розташованій поруч з контейнером.

5. Розміри та вага:

— Розміри та вага меркуріальних барометрів можуть значно варіюватись залежно від конкретної моделі. Існують як компактні портативні версії, так і більші стаціонарні моделі для фіксованого встановлення.

6. Додаткові функції:

— В деяких меркуріальних барометрах можуть бути включені градування для прогнозування погоди або вбудовані термометри.

Важливо зазначити, що через ртуть, яка використовується у меркуріальних барометрах, ці пристрої можуть бути небезпечними для здоров'я та навколишнього середовища. З метою безпеки та збереження довкілля рекомендується використовувати безртутьові барометри, такі як анероїдні або електронні барометри.

Анероїдний барометр - це інший тип барометра, що використовується для вимірювання атмосферного тиску. Він отримав свою назву від грецького слова "анероїдес", що означає "без рідини". Анероїдні барометри відмінні від меркуріальних барометрів тим, що вони не використовують ртуть для вимірювання тиску.

Основним елементом анероїдного барометра є герметично закритий металевий бак, зазвичай у формі плоского диска. Всередині цього бака створений вакуум або дуже низький тиск. При зміні атмосферного тиску зовні, вакуум у баку змінюється, що впливає на форму та розміри бака.

Зміна форми бака вимірюється за допомогою механічного механізму, який перетворює зміну розмірів бака на вимірювальний показник, який можна спостерігати на шкалі барометра. Показник може бути у формі стрілки або цифрового дисплею.

Один з переваг анероїдних барометрів полягає у їхній портативності та відсутності ртуті, що робить їх безпечними для використання. Вони також менші розміри та легші у порівнянні з меркуріальними барометрами.

Анероїдні барометри використовуються у метеорології, мореплавстві, авіації, туризмі та особистому використанні. Вони здатні показувати миттєві значення тиску, а також вимірювати тенденцію зміни тиску протягом певного часу.

Для досягнення більшої точності деякі анероїдні барометри можуть бути корегованими шляхом налаштування їхніх механічних компонентів або з використанням електронних датчиків. Такі барометри можуть надавати більш точні та стабільні покази атмосферного тиску.

Технічні характеристики:

1. Діапазон вимірювання:

Максимальний тиск: зазвичай від 900 до 1050 гПа або від 675 до 787 мм рт. ст.

Мінімальний тиск: зазвичай від 950 до 950 гПа або від 712 до 712 мм рт. ст.

2. Точність:

Для тиску: зазвичай ± 1 гПа або ± 0.75 мм рт. ст.

Для температури: зазвичай $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

3. Роздільна здатність:

Для тиску: зазвичай 0.1 гПа або 0.1 мм рт. ст.

Для температури: зазвичай 0.1°C

4. Механізм показу:

Шкала або дисплей з показником тиску в гектопаскалях (гПа) або міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.).

Деякі моделі можуть мати стрілковий показник тиску, а інші - цифровий дисплей.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Друк
Зм	Друк	Но докум	Підпис	Дат		14

5. Розміри та вага:

Залежить від конкретної моделі. Може бути компактным і портативним для перенесення або більшим для фіксованого встановлення.

6. Додаткові функції:

Деякі моделі можуть мати вбудовані годинник, термометр, функцію пам'яті для збереження даних, індикатор тенденції зміни тиску тощо.

7. Живлення:

Безпосередньо від механічного руху повітря або від батарейок.



Рис 2.1 Зовнішній вигляд анероїдного барометра

Електронний барометр є сучасним пристроєм, що використовує електронні сенсори для вимірювання атмосферного тиску. Замість традиційних механічних компонентів, він використовує електронні датчики, такі як п'єзорезистивні сенсори або мікромеханічні датчики тиску.

Основними перевагами електронних барометрів є висока точність вимірювання, швидкість реакції на зміни тиску та можливість збереження і передачі даних. Вони здатні надавати точні вимірювання тиску з високою роздільною здатністю.

Електронні барометри можуть мати різні форми відображення результатів вимірювання. Деякі моделі мають цифровий дисплей, де значення тиску відображаються у числовій формі. Інші можуть мати графічний дисплей, на якому показується графік зміни тиску протягом певного періоду часу. Деякі пристрої можуть навіть підключатися до комп'ютера або мобільного пристрою за допомогою бездротового зв'язку для передачі даних та аналізу.

Електронні барометри часто використовуються в метеорологічних станціях, авіації, мореплавстві, спорті та рекреаційних додатках. Вони можуть бути вбудовані в мобільні пристрої, які використовуються для моніторингу погоди або для визначення висоти при гірськолижних або альпіністських активностях.

Важливо відзначити, що точність електронного барометра може залежати від якості використаного датчика тиску, калібрування пристрою та умов його експлуатації. Як і в інших типах барометрів, регулярна перевірка та калібрування є важливими процедурами для забезпечення точних вимірювань атмосферного тиску.

Технічні характеристики:

Ось загальні характеристики, які можуть бути вказані у специфікації електронного барометру:

1. Діапазон вимірювання тиску: Максимальний тиск: зазвичай від 900 до 1100 гектопаскалів (гПа) або мілібар (мбар). Мінімальний тиск: зазвичай від 600 до 800 гПа або мбар.

2. Точність вимірювання тиску: Залежить від конкретної моделі барометру. Зазвичай точність становить кілька гектопаскалів або мілібар.

3. Роздільна здатність: Залежить від конкретної моделі. Зазвичай роздільна здатність становить десяти або соті гектопаскалів або мілібар.

4. Вимірювання температури: Деякі електронні барометри можуть мати вбудований термометр, який вимірює температуру повітря. Зазвичай температура вимірюється в градусах Цельсія або Фаренгейта.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Док
						16
Зм	Док	Юр доцум	Піппи	Лат		

5. Дисплей: Електронні барометри зазвичай мають цифровий дисплей, на якому відображаються вимірювання тиску та температури.

6. Інтерфейс та додаткові функції: Деякі електронні барометри можуть мати можливість підключення до комп'ютера або смартфона через USB або Bluetooth для передачі даних та налаштування.

Додаткові функції можуть включати історичні дані, прогноз погоди, сповіщення про зміни тиску та інші.

7. Живлення: Електронні барометри можуть живитися від батарейок або акумуляторів. Зазвичай використовуються стандартні батарейки AAA або літій-іонні акумулятори.

8. Розміри та вага: Залежать від конкретної моделі барометру. Зазвичай електронні барометри компактні та легкі для зручності перенесення.

9. Додаткові функції та особливості: Деякі електронні барометри можуть мати альтиметр для вимірювання висоти над рівнем моря. Інші можуть мати вбудований гіроскоп для визначення орієнтації пристрою.

Зверніть увагу, що конкретні характеристики електронного барометру можуть варіюватися в залежності від виробника та моделі пристрою.

Для своєї роботи я обрав саме електронний барометр



Рис 2.2. Зовнішній вигляд електронного барометра

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1 Обґрунтування мікроконтролера

Мікроконтролери є компактними інтегральними схемами, які поєднують в собі мікропроцесор, пам'ять і периферійні пристрої. Вони призначені для виконання вбудованих систем, керування різноманітними пристроями і здійснення обчислювальних операцій.

Мікроконтролери зазвичай мають низьку споживану потужність і можуть працювати в умовах з обмеженою енергією, таких як портативні пристрої. Вони часто використовуються в промислових, автомобільних, медичних, побутових та інших застосуваннях.

Мікроконтролери здатні взаємодіяти з набором зовнішніх пристроїв, таких як сенсори, актуатори, дисплеї та інші периферійні пристрої. Вони мають вбудовані порти вводу/виводу, що дозволяє зчитувати дані з датчиків і керувати зовнішніми пристроями.

Мікроконтролери працюють на основі вбудованого програмного забезпечення, яке називається фірмовим ПЗ або мікрокодом. Розробка програм для мікроконтролерів виконується з використанням спеціальних середовищ розробки, таких як Arduino IDE, MPLAB, Keil μ Vision та інші.

Найпопулярнішими серіями мікроконтролерів є AVR (наприклад, ATmega328P, який я і використав у своєму проекті), PIC, ARM, STM32, ESP8266 і ESP32. Кожна з цих серій має свої особливості, можливості та різні варіанти, що дозволяє вибрати підходящий мікроконтролер для конкретного проекту.

Завдяки своїй маленькій вартості, компактності і широкому спектру можливостей, мікроконтролери стали незамінними елементами в електроніці та інженерії. Вони використовуються для автоматизації, контролю, збору даних, IoT-проектів, робототехніки, вимірювальної техніки та багатьох інших додатків.

Існує багато різних видів мікроконтролерів, які відрізняються за різними параметрами і функціональністю. Ось кілька основних видів мікроконтролерів:

1. За архітектурою: Мікроконтролери можуть бути засновані на різних архітектурах, таких як AVR, PIC, ARM, MIPS, RISC-V і багато інших. Кожна архітектура має свої особливості і переваги.

2. За розміром та потужністю: Мікроконтролери можуть бути класифіковані за розміром та потужністю, від невеликих мікроконтролерів для простих завдань до потужних мікроконтролерів з багатьма функціями та великою кількістю пам'яті.

3. За застосуванням: Існують спеціалізовані мікроконтролери, призначені для конкретних застосувань, таких як автомобільні системи, медична техніка, промислові контролери, робототехніка, IoT-пристрої тощо.

4. За периферійними пристроями: Мікроконтролери можуть мати вбудовані периферійні пристрої, такі як ADC (аналогово-цифровий перетворювач), DAC (цифро-аналоговий перетворювач), UART (універсальний асинхронний приймач-передавач), I2C, SPI та багато інших.

5. За використовуваними мовами програмування: Мікроконтролери можуть програмуватися за допомогою різних мов програмування, таких як C, C++, Python, Assembly та інші.

Це лише кілька загальних видів мікроконтролерів, існує ще багато інших спеціалізованих типів, які використовуються в різних галузях і застосуваннях. Вибір підходящого виду мікроконтролера залежить від конкретних потреб та вимог проекту.

Мій мікроконтролер ATmega328P відноситься до сімейства мікроконтролерів AVR, розроблених компанією Microchip Technology (раніше - Atmel). AVR є однією з популярних архітектур мікроконтролерів і широко використовується в багатьох проектах, включаючи прототипування, розвиток вбудованих систем, електроніку гобістів та інші застосування.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						19
Зм	Лист	№ докум	Піппп	Лат		

ATmega328P є одним з найпоширеніших мікроконтролерів AVR і часто використовується в платформі Arduino для розробки різноманітних проєктів.

3.2. Обґрунтування датчика тиску

Датчик тиску, також відомий як датчик напруги, вимірює фізичний тиск або силу, що діє на нього і перетворює цю величину на електричний сигнал, зазвичай напругу або струм. Ці датчики широко використовуються в різних сферах, включаючи промисловість, автомобільну промисловість, медицину, консумерську електроніку та багато інших.

Існує кілька типів датчиків тиску, які використовують різні принципи роботи. Ось декілька з них:

1. Датчики напруження (резистивні): Цей тип датчиків тиску використовує зміну електричного опору в резисторі або деформацію провідного матеріалу для вимірювання тиску. При зміні тиску величина опору змінюється, що може бути виміряно за допомогою внутрішнього вимірювального кола. Цей тип датчиків простий у використанні, відносно недорогий і має досить високу точність.

2. П'єзореzystивні датчики: Ці датчики використовують п'єзореzystивні матеріали, які змінюють свою електричну опірність під дією механічного напруження. Вони зазвичай складаються з кремнієвих чи полімерних п'єзореzystивних елементів, які встановлюються в спеціальні геометричні конструкції, які можуть реагувати на тиск. Під впливом тиску змінюється опірність матеріалу, і це змінює значення вихідного сигналу датчика.

3. Капацитивні датчики: Цей тип датчиків вимірює зміну ємності між двома електр

одами під впливом тиску. Зазвичай вони складаються з двох пластин, одна з яких може рухатися або деформуватися під дією тиску. Зміна відстані між пластинами змінює ємність, який вимірюється та інтерпретується як значення тиску.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						20
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

4. П'єзоелектричні датчики: Ці датчики використовують п'єзоелектричний ефект, що означає зміну електричної поляризації під дією механічного напруження. П'єзоелектричний матеріал, такий як кварц або п'єзокераміка, генерує електричний сигнал, коли на нього діє тиск.

Цей сигнал може бути виміряний і використаний для визначення значення тиску.

Залежно від конкретних вимог і застосування можуть використовуватися різні типи датчиків тиску. Важливо враховувати діапазон вимірювання, точність, розміри, вартість та інші фактори при виборі датчика тиску для конкретної задачі.

Мій типа датчика П'єзорезистивний

П'єзорезистивні датчики мають декілька переваг:

1. Висока точність: П'єзорезистивні датчики тиску зазвичай характеризуються високою точністю та стабільністю вимірювань. Вони здатні досягати високої роздільної здатності при вимірюванні тиску.

2. Широкий діапазон вимірювання: П'єзорезистивні датчики можуть працювати в широкому діапазоні тиску, від дуже низького до дуже високого. Це робить їх універсальними для використання в різних додатках, які вимагають вимірювання тиску в різних умовах.

3. Мала вплив на середовище: П'єзорезистивні датчики не впливають на середовище, в якому вони вимірюють тиск. Вони не вимагають додаткових рідин або газів для роботи і не видають шуму або вібрацій.

4. Швидкість відгуку: П'єзорезистивні датчики мають швидкий час відгуку, що означає, що вони здатні швидко реагувати на зміни тиску. Це корисно в додатках, де потрібно вимірювати динамічний тиск або де потрібна швидка зворотна зв'язок.

5. Відносна простота використання: П'єзорезистивні датчики зазвичай працюють на основі зміни опору матеріалу при зміні тиску. Це дозволяє використовувати їх звичайними аналоговими вхідними показниками мікроконтролерів або АЦП, що спрощує їх використання.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						21
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

Усі ці переваги роблять п'єзорезистивні датчики тиску популярними в багатьох промислових і вбудованих системах, де необхідне точне вимірювання тиску.

3.3 Обґрунтування дисплею

Дисплей - це електронний пристрій, який відображає інформацію у візуальній формі, такі як текст, зображення, графіка або відео. Дисплеї знаходяться в різних пристроях, включаючи мобільні телефони, телевізори, комп'ютерні монітори, ноутбуки, планшети, годинники, автомобільні прилади та багато інших. Існує кілька типів дисплеїв, кожен з яких має свої унікальні особливості. Ось декілька найпоширеніших типів дисплеїв:

1. LCD (рідкокристалічний дисплей): Цей тип дисплея використовує рідкі кристали, які реагують на електричні сигнали і формують зображення. Вони складаються з пікселів, які утворюють матрицю. LCD-дисплеї часто використовуються в моніторах, ноутбуках та телевізорах.

2. OLED (органічний світлодіодний дисплей): Цей тип дисплея використовує органічні світлодіоди, які випромінюють світло при проходженні електричного струму. OLED-дисплеї мають більш насичені кольори, глибоку чорноту та широкий кут огляду. Вони зустрічаються в смартфонах, телевізорах та планшетах.

3. LED (світлодіодний дисплей): Цей тип дисплея використовує світлодіоди як основний джерело світла. LED-дисплеї енергоефективні, мають яскраві кольори та високу контрастність. Вони широко використовуються у великих рекламних панелях, табло на спортивних стадіонах та інших великих масштабних застосуваннях.

4. E-ink (електронний чорнильний дисплей): Цей тип дисплея використовує мікрокапсули з чорнилом, які пересуваються, реагуючи на електричні сигнали.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		22

E-ink-дисплеї відрізняються високою енергоефективністю, чіткістю зображення та здатністю зберігати відображення без енергії. Вони широко використовуються в електронних книгах та електронних табло для читання.

Крім цих основних типів, існують інші новітні технології дисплеїв, такі як QLED (квантово-точковий світлодіодний дисплей), MicroLED (мікросвітлодіодний дисплей) та інші, які пропонують ще більш високу якість зображення, яскравість та енергоефективність. Кожен тип дисплея має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від конкретних вимог і застосувань. З розвитком технологій дисплеїв постійно вдосконалюються, що веде до покращення якості зображення, роздільної здатності, тонкості, кольорової гамми та енергоефективності.

3.4 Обґрунтування індикації

Діод — це електронний пристрій, який дозволяє пропускати електричний струм тільки в одному напрямку. Він складається з напівпровідникового матеріалу, який має два приєднувальних зони - p-зону (позитивна) та n-зону (негативна). Перехід між цими зонами називається pn-переходом.

У діоді є два основних електроди: анод і катод. При зворотному зміщенні, коли позитивний полюс джерела напруги підключений до n-зони, а негативний полюс - до p-зони, pn-перехід стає зарядженим. У цьому режимі діод майже не пропускає струм, і він перебуває в стані блокування.

Протилежно, при прямому зміщенні, коли позитивний полюс джерела напруги підключений до p-зони, а негативний полюс - до n-зони, pn-перехід стає проникливим. У цьому режимі діод пропускає електричний струм з високою ефективністю. Основна робота діода полягає в тому, що він використовує свої властивості пропускати струм тільки в одному напрямку.

Це дозволяє використовувати діоди для випрямлення змінного струму, перетворюючи його в постійний струм. Вони широко використовуються у джерелах живлення, блоках живлення та електронних пристроях для регулювання напруги та струму.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		23

Крім випрямлення, діоди також використовуються для захисту електроніки від зворотних струмів. Такі діоди називаються захисними діодами або діодами Шотткі. Вони встановлюються паралельно до навантаження і блокують зворотній струм, що дозволяє запобігти пошкодженню елементів схеми.

Існують різні типи діодів з різними характеристиками, такі як світлодіоди (LED), шотткі-діоди, зенер-діоди та інші. Кожен тип має свої особливості та застосування у різних галузях електроніки і технологій.

Загалом, діоди є важливими елементами в електронних схемах і використовуються для випрямлення, захисту від зворотних струмів, сигналізації, освітлення та багатьох інших застосувань. Вони грають ключову роль у функціонуванні сучасної електроніки.

Світлодіод (світловий діод), відомий також як LED (Light Emitting Diode), є електронним пристроєм, який випромінює світло, коли через нього пропускається електричний струм. В порівнянні з традиційними джерелами світла, такими як лампочки і люмінесцентні лампи, світлодіоди мають кілька важливих переваг, таких як висока ефективність, тривалість роботи, компактні розміри, швидкий включення і вимкнення та керованість світловим потоком.

Основним елементом світлодіода є напівпровідниковий матеріал, який називається p-n перехід. Він складається з двох типів напівпровідників - позитивного (p-типу) та негативного (n-типу), які з'єднані разом. При подачі напруги на світлодіод, електрони з n-типу переходять у p-тип і зустрічаються з дірками, що призводить до випромінення фотонів світла.

Одна з ключових переваг світлодіодів - висока ефективність перетворення електричної енергії в світло. Традиційні джерела світла випромінюють багато тепла, що є втратою енергії, тоді як світлодіоди майже не втрачають енергію у вигляді тепла.

Це робить світлодіоди набагато енергоефективнішими та екологічно чистими.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		24

Колір світла, яке випромінює світлодіод, залежить від використаного напівпровідникового матеріалу. Наприклад, світлодіоди на основі галію (Ga) та арсеніду галію (GaAs) випромінюють червоне світло, а індій галій фосфід (InGaP) - помаранчеве. Додавання інших елементів, таких як алюміній (Al) і індій (In), дозволяє створювати світлодіоди зеленого, синього та фіолетового кольору.

Крім того, світлодіоди можуть бути організовані в матриці, що дозволяє створювати багатофункціональні світлодіодні дисплеї та екрани. Вони також можуть бути димовими, колірними, багатоцокольними та програмованими, що відкриває безліч можливостей для освітлення, сигналізації, декору та інших застосувань.

У сучасному світі світлодіоди широко використовуються в різних галузях, включаючи освітлення приміщень, автомобілів, вулиць, електроніку, медичні пристрої, телекомунікації, сигналізацію та багато інших. Їхні переваги ефективності, довговічності та гнучкості використання роблять світлодіоди незамінними компонентами у сучасній технології освітлення та електроніці.

3.5 Обґрунтування системи живлення

Пристрій можна живити від будь-якого джерела постійного струму (зарядного пристрою мобільного телефону, блока живлення будь-якого гаджета і т.д.) з вихідною напругою від 8 до 12 В. При напрузі 9 В барометр споживає приблизно 80 мА.

Для інформаційно-вимірювальних систем на платі Arduino доступні декілька систем живлення. Основні варіанти включають:

1. Живлення від USB: Плата Arduino може житися від USB-порту комп'ютера або від зовнішнього джерела живлення через USB-кабель. Цей спосіб зручний для розробки та відлагодження, але потребує підключення до комп'ютера або зовнішнього джерела живлення.

2. Зовнішнє джерело живлення: Плата Arduino може житися від зовнішнього джерела живлення через гніздо живлення (наприклад, від

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						25
Зм	Лист	№ докум	Піпп	Лат		

адаптера постійного струму). У такому випадку, важливо переконатися, що напруга та струм живлення відповідають вимогам плати Arduino.

3. Батарейне живлення: Іншим варіантом є живлення плати Arduino від батарей. Це можуть бути стандартні батареї, такі як батарейки АА або ААА, або спеціалізовані батареї, такі як літій-іонні акумулятори. Для цього можна використовувати спеціальні модулі живлення, які дозволяють підключати батареї до плати Arduino.

4. Сонячне живлення: У деяких випадках можна використовувати сонячні панелі для живлення плати Arduino. Це особливо корисно в мобільних або віддалених системах, де немає доступу до джерела живлення. Для цього зазвичай використовують сонячні панелі разом з акумуляторами для збереження енергії.

При виборі системи живлення варто враховувати потужність та напругу плати Arduino, а також енергоефективність підключених пристроїв та датчиків.

Акумулятор (або акумуляторна батарея) - це пристрій, який зберігає електричну енергію у хімічному вигляді та може видавати її у вигляді електричного струму під час потреби. Акумулятори є перезарядними джерелами енергії, що відрізняє їх від простих одноразових батарей.

Існує багато різних типів акумуляторів, які використовують різні хімічні реакції для зберігання та видачі енергії. Ось кілька поширених типів акумуляторів:

1. Свинцево-кислотні акумулятори (Pb-Acid): Це найстаріший та найбільш поширений тип акумуляторів. Вони використовують свинцеві пластини та кислотний електроліт для зберігання енергії. Використовуються у автомобільних акумуляторах, електростанціях та інших великих застосуваннях.

2. Літій-іонні акумулятори (Li-Ion): Цей тип акумуляторів використовує літій-іони для зберігання енергії. Вони широко використовуються у портативних електронних пристроях, таких як мобільні телефони, ноутбуки, планшети тощо. Літій-іонні акумулятори відомі своєю високою енергетичною щільністю та малим саморозрядом.

3. Нікель-метал-гідридні акумулятори (NiMH): Цей тип акумуляторів використовує нікель, метал та гідридні сполуки для зберігання енергії. Вони використовуються у різних електронних пристроях, таких як фотоапарати, портативні інструменти та іграшки.

4. Літій-полімерні акумулятори (Li-Po): Цей тип акумуляторів також використовує літій для зберігання енергії, але вони відрізняються від літій-іонних акумуляторів своєю полімерною електролітом. Вони широко використовуються у мобільних пристроях, робототехніці та інших додатках, де важлива легкість та тонкість.

Це лише деякі типи акумуляторів, існує ще багато інших, включаючи нікель-кадмієві акумулятори (NiCd), акумулятори з різними високопотенційними хімічними системами та інші. Кожен тип акумулятора має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від конкретного застосування та вимог щодо енергетичної щільності, тривалості роботи, зарядження та інших факторів.

Конденсатор - це електричний пристрій, що здатний накопичувати електричний заряд. Він складається з двох провідних пластин, розділених діелектриком (ізолятором). Провідні пластини можуть бути виготовлені з різних матеріалів, наприклад, металу, а діелектрик може бути папером, керамікою, пластиком або іншим ізоляційним матеріалом. Основним принципом роботи конденсатора є здатність його структури зберігати електричний заряд. Коли конденсатор підключається до джерела струму, заряд накопичується на пластинах конденсатора, а потенціал між ними зростає. Цей процес називається зарядкою конденсатора.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						27
Зм	Лист	Юр. докум.	Підпис	Лист		

Величина заряду, який може накопичувати конденсатор, пропорційна напругі, прикладеній до його кінців. Це відношення виражається формулою $Q = C \times V$, де Q - заряд, C - ємність конденсатора, а V - напруга. Одиницею вимірювання ємності є фарад (F).

Один з важливих параметрів конденсатора - це його ємність. Ємність визначається геометрією конденсатора та властивостями діелектрика. Чим більше ємність, тим більше заряду він може зберегти при заданій напрузі. Великі конденсатори з високою ємністю використовуються, наприклад,

у блоках живлення електронних пристроїв. Конденсатори мають різні застосування. Одним з найпоширеніших використань є їх включення в електричні кола для фільтрації сигналів. Конденсатори можуть пропускати сигнали з високою частотою, але блокувати сигнали з низькою частотою, що дозволяє використовувати їх для розділення сигналів у пристроях, наприклад, у гучномовцях або радіоприймачах. Також, конденсатори можуть використовуватися для зберігання електричної енергії. Наприклад, у фотоапаратах конденсатори використовуються для живлення спалаху. Конденсатори також широко застосовуються у схемах змінного струму, де вони допомагають зберігати та вирівнювати електричну потужність.

Загалом, конденсатори - це важливий елемент у багатьох електричних та електронних системах. Вони дозволяють накопичувати заряд, зберігати електричну енергію і виконувати різні функції, які сприяють працездатності та функціональності пристроїв.

3.6.Обґрунтування кнопки

Кнопка, також відома як кнопочний перемикач або кнопковий вимикач, є простим електронним пристроєм, який служить для введення вхідного сигналу до електричної системи. Вона складається з механічного контакту, який можна натиснути або відпустити.

Основна функція кнопки полягає в перемиканні електричного кола, тобто встановленні або знятті електричного з'єднання між двома контактами. Коли кнопка натискається, контакти зчиняються, дозволяючи електричному струму проходити через них. Коли кнопку відпускають, контакти роз'єднуються, і електричне з'єднання переривається.

Кнопки використовуються в багатьох електронних пристроях і системах для різних цілей. Основні призначення кнопок включають:

1. Керування: Кнопки часто використовуються для включення або вимкнення електричного пристрою або системи. Натискання кнопки може активувати або деактивувати функцію, запустити або зупинити процес.

2. Введення даних: Кнопки можуть використовуватись для введення вхідних даних, наприклад, установки параметрів, вибору пунктів меню або виконання команд.

3. Сигналізація: Кнопки можуть служити для виклику сигналу або сповіщення. Натискання кнопки може активувати звуковий сигнал, спалах світлодіода або інші види сигналу, що привертають увагу користувача.

4. Управління функціями: У деяких випадках кнопки можуть використовуватись для управління певними функціями або режимами пристрою. Наприклад, кнопка може переключати режими роботи, змінювати налаштування або виконувати інші команди.

Кнопки можуть мати різні форми та розміри, включаючи механічні кнопки, тачскріни, сенсорні кнопки та інші варіації, що використовуються в залежності від конкретних потреб і характеристик пристрою чи системи.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						29
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

3.7. Структурна схема

Структурна схема (також відома як блок-схема або блокова схема) - це графічне зображення або діаграма, що відображає структуру системи, процесу або програми за допомогою блоків та з'єднувальних ліній. Вона використовується для візуалізації послідовності дій, взаємозв'язків та логіки роботи системи.

Структурна схема складається з різних блоків, кожен з яких представляє окрему функцію, операцію або етап в системі. Блоки з'єднуються за допомогою стрілок або ліній, які показують порядок виконання дій або потік даних між блоками. Кожен блок може мати вхідні та вихідні параметри, які визначають вхідні дані та результати, отримані від цього блоку.

Структурні схеми використовуються в багатьох галузях, таких як програмування, інженерія, проектування систем та багато інших. Вони допомагають розкрити логіку та взаємозв'язки компонентів системи, спростити аналіз та розробку, а також полегшують спілкування між розробниками та користувачами.

Структурна схема є потужним інструментом для моделювання та розуміння роботи складних систем, а також для виявлення помилок, оптимізації процесів та вдосконалення функціональності системи.

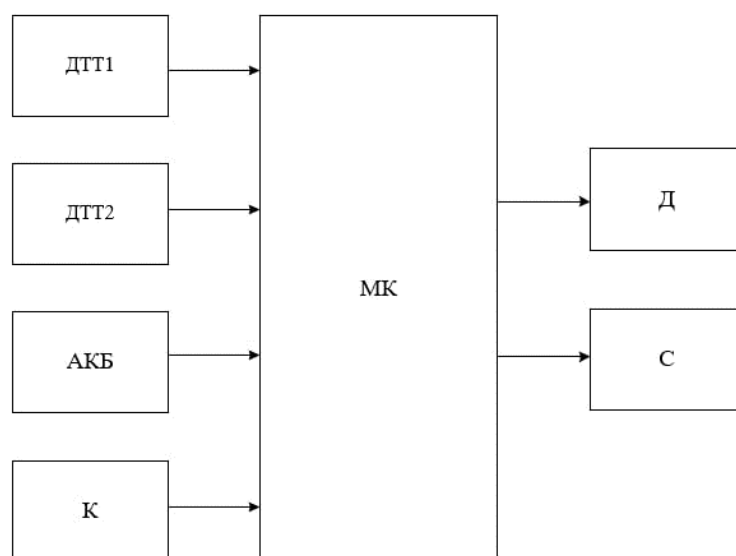


Рис 3.1 Структурна схема приладу

Розшифровка складових наступна:

1. ДТТ 1 та 2 це модулі з датчиками BMP180
2. АКБ батарея
3. К кнопка
4. МК мікроконтролер
5. Д дисплей
6. С світлодіод

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролеру

Мікроконтролер ATmega328 є одним з найпопулярніших мікроконтролерів, що використовуються на платформі Arduino. Він розроблений компанією Atmel (закуплена компанією Microchip Technology) і має широке застосування у вбудованих системах, прототипуванні та розробці пристроїв.

Основні характеристики мікроконтролера ATmega328 включають:

1. Архітектура: ATmega328 використовує архітектуру RISC (Reduced Instruction Set Computer) з 8-бітним процесором. Це означає, що він оптимізований для виконання простих команд, що дозволяє досягти високої продуктивності при низькому споживанні енергії.
2. Частота: ATmega328 працює на частоті до 20 МГц, що дозволяє виконувати швидкі обчислення та операції з введенням/виведенням даних.
3. Пам'ять: Вбудована пам'ять ATmega328 складається з 32 кілобайт флеш-пам'яті для збереження програмного коду, 2 кілобайт оперативної пам'яті (SRAM) для збереження змінних та 1 кілобайт EEPROM для збереження постійних даних.
4. Введення/виведення: Мікроконтролер має 23 цифрових входи/виходи, з яких 6 можуть бути використані як виходи PWM (Pulse Width Modulation), та 6 аналогових входів, які можуть бути використані для зчитування аналогових сигналів.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		31

5. Комунікаційні інтерфейси: ATmega328 підтримує такі комунікаційні інтерфейси, як UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) для зв'язку з персональним комп'ютером або іншими пристроями, SPI (Serial Peripheral Interface) та I2C (Inter-Integrated Circuit) для зв'язку з іншими пристроями та датчиками.

6. Живлення: Мікроконтролер може працювати в діапазоні напруги від 1.8 В до 5.5 В. Він підтримує різні джерела живлення, включаючи батарейне живлення, зовнішнє джерело живлення або живлення від USB.

7. Програмування: ATmega328 може бути програмований за допомогою мови Arduino, яка базується на мові C/C++. Є різні середовища розробки, такі як Arduino IDE, що полегшують розробку програм для цього мікроконтролера.

Мікроконтролер ATmega328 є надійним і добре підходить для широкого спектру застосувань, включаючи контролери роботів, сенсорні системи, автоматизацію та багато іншого. Його популярність пояснюється великою спільнотою розробників, великим вибором додаткових модулів та легкістю використання на платформі Arduino.

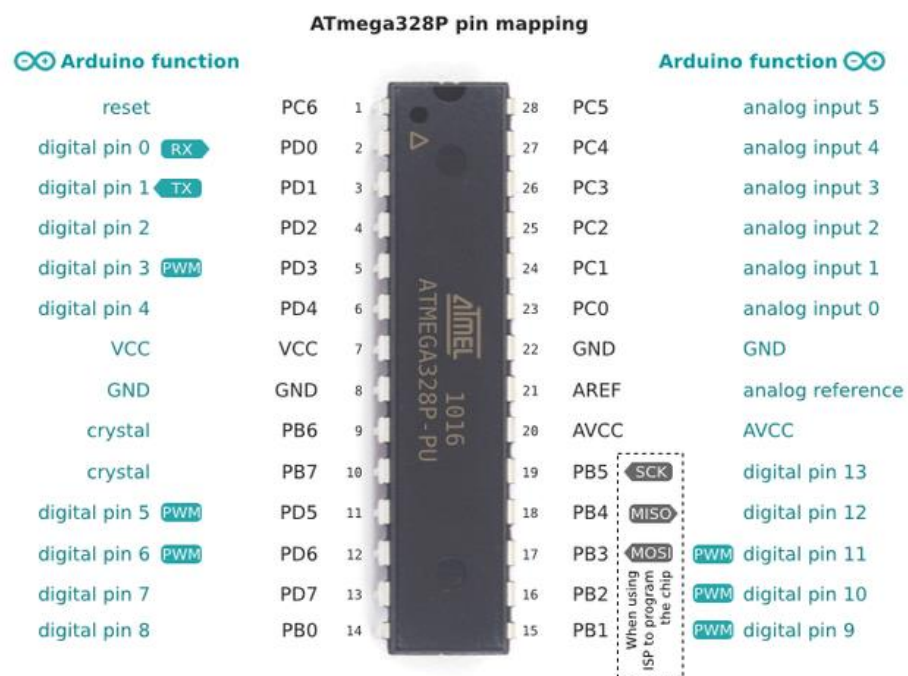


Рис 4.1. Мікроконтролер ATmega328p та його розпіновка

4.2.Вибір дисплею

Дисплей Winstar WH1602L — це дворядковий дисплей з 16 символами у кожному рядку. Його основою є контролер HD44780. Резистор R2 дозволяє налаштувати контрастність зображення. Якщо напруга на виводі 3 (V_o) значно відрізняється від оптимального значення, то на дисплеї буде зовсім не видно зображення. Це слід враховувати під час першого включення пристрою. Для екземпляра дисплея, який використовується, оптимальною виявилась напруга на виводі 3 приблизно 1 В. Резистор R3 визначає величину струму підсвічування світлодіодів.



Рис 4.2.Зовнішній вигляд дисплею

Дисплей Winstar WH1602L - це популярний символний LCD-дисплей, який складається з двох рядків по 16 символів у кожному рядку. Він використовує контролер HD44780, що робить його сумісним з багатьма платами Arduino та іншими мікроконтролерами.

Основні характеристики дисплея Winstar WH1602L:

1. Розмір: Дисплей має розмір 16 символів у кожному з двох рядків, що дозволяє відображати текст, числа та символи зручним способом.
2. Контрастність: За допомогою резистора R2 можна налаштувати контрастність зображення на дисплеї. Це дозволяє забезпечити чітке видиме зображення залежно від умов освітлення та потреб користувача.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		33

3. Підсвічування: Дисплей має світлодіодну підсвітку, яка дозволяє читати інформацію на ньому навіть у темряві. Величина струму підсвітки визначається за допомогою резистора R3.

4. Контролер HD44780: Контролер HD44780 є досить поширеним і стандартним контролером для символьних LCD-дисплеїв. Він дозволяє легко керувати дисплеєм, відображати текст, керувати курсором та здійснювати інші операції.

Дисплей Winstar WH1602L є популярним в різних проектах, включаючи прототипування, вбудовані системи, електроніку та багато інших додатків, де важливо відображення текстової інформації зручним способом.

4.3 Вибір датчика тиску

Датчик атмосферного тиску BMP180 з можливістю вимірювання температури призначений для вимірювання барометричного тиску та температури навколишнього середовища. Щоб використовувати датчик, його необхідно зібрати у вигляді макету та забезпечити живлення та прошивку відповідної бібліотеки. Такі датчики використовуються переважно в навігаторах, морських барометрах, пристроях для вимірювання тиску всередині та зовні приміщень, у метеостанціях та для різних висотомірів. Датчик керується за допомогою мікроконтролерів типу Arduino або інших аналогічних керуючих пристроїв. Компактний розмір модуля дозволяє створювати на його основі компактні пристрої з низьким споживанням енергії. Технічне отвір на платі модуля дозволяє його кріпити на будь-якій поверхні. Чутливим елементом даного датчика є мембрана у корпусі, яка працює за п'єзорезистивним принципом.

Датчик тиску BMP180 має металевий корпус розміром 3,6x3,6x1 мм. Виводи датчика представлені контактними площадками, розташованими на дні корпусу. Крім того, датчик потребує живлення від 1,8 до 3,6 В. Рівні сигналів, якими датчик обмінюється з зовнішнім пристроєм, також відрізняються від вимог.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		34

Ці обставини ускладнюють пряме використання BMP180. На щастя, цю проблему легко вирішити.

На ринку є модулі на основі датчиків BMP180, які включають самі датчики та всі відповідні елементи. Ці модулі представлені платою розміром 10x13 мм. Їх вартість становить приблизно 1,4 USD. Зовнішній вигляд модуля показано на наступному зображенні.



Рис 4.3. Датчик тиску та температури BMP180

Технічні характеристики:

1. диапазон измерений: 300 - 1100 гПа (9000 ... -500 метров над уровнем моря)
2. разрешение 0.03 гПа / 0.25 м
3. диапазон измерения температур: -40 to +85°C (точность +-2 град)
4. управление по шине I2C
5. напряжения питания: 2 - 5V
6. потребление в режиме ожидания: 0,1 мкА
7. модель: GY-65

4.4 Вибір індикації

Діод D1 відключає підсвітку індикатора при відмові живлення. Це збільшує час автономної роботи барометра за рахунок енергії, яка зберігається в конденсаторі C1.

Світлодіод HL1 спалахує кожні 6 секунд, сигналізуючи про те, що на дисплеї барометра виведені нові результати. В роботі використано зелений світлодіод діаметром 3 мм L-1154GT від компанії Kingbright.

4.5 Вибір системи живлення

Акумулятор типу Крона Soshine 9,6V 260 mAh є перезаряджуваним акумулятором, який використовує технологію нікель-метал-гідрид (Ni-Mh). Він має напругу 9,6 вольт і ємність 260 міліампер-годин (mAh).



Рис 4.4. Ni-Mh акумулятор типу Крона Soshine

Основні характеристики акумулятора Крона Soshine 9,6V 260 mAh:

- Тип хімічного складу: нікель-метал-гідрид (Ni-Mh). Ця технологія забезпечує високу ємність акумулятора і можливість багаторазового заряджання.
- Напруга: 9,6 вольт. Ця напруга відповідає стандартному значенню для акумуляторів типу Крона 9В.

— Ємність: 260 міліампер-годин (mAh). Це вказує на те, що акумулятор може постачати струм в розмірі 260 міліампер протягом однієї години.

Акумулятори типу Крона використовуються в різних пристроях, таких як бездротові мікрофони, електронні іграшки, детектори руху, радіоприймачі та багато інших. Вони є популярним вибором завдяки своїй здатності до перезарядки та довгому терміну служби.

Під час використання акумуляторів типу Крона Soshine 9,6V 260 mAh, важливо дотримуватись інструкцій виробника стосовно зарядки та використання. Перед першим використанням акумулятора рекомендується повністю зарядити його з використанням сумісного зарядного пристрою. Також слід пам'ятати, що під час зарядки акумулятор може нагріватись, тому важливо забезпечити належну вентиляцію та уникати перезарядки або надмірного розряду.

Конденсатор C1 має досить велику ємність, що робить пристрій малочутливим до короточасних перебоїв в постачанні енергії. Якщо це не потрібно, значення C1 можна зменшити до 500 мікрофард. В 4.7.

4.6.Вибір кнопки

Моментальні кнопки, також відомі як миттєві кнопки або тач-кнопки, є електромеханічними пристроями, що використовуються для виконання швидкого, одноразового електричного контакту. Вони зазвичай мають невеликий розмір та плоску форму, яка забезпечує комфортне натискання пальцем.

Основна особливість моментальних кнопок полягає в тому, що вони мають миттєвий зворотний механізм. Це означає, що контакти кнопки замикаються лише на короткий проміжок часу, коли кнопка натискається, і відразу ж розмикаються після відпускання. Це різко відмінює моментальні кнопки від триконтактних кнопок або кнопок зі зворотним затримувачем, які можуть залишатися замкнутими або розкритими, поки не буде подано нову команду.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		37

Моментальні кнопки широко використовуються в електронних пристроях, де потрібно одноразове та миттєве виконання дії. Вони зазвичай застосовуються в пристроях з мікропроцесорним керуванням, ручних електронних пристроях, іграшках, комп'ютерних клавіатурах та багатьох інших пристроях.

Моментальні кнопки можуть мати різні властивості, такі як розмір, форма, кольори, типи контактів та життєвий цикл. Вони доступні у простих механічних варіаціях, а також у більш складних електронних варіаціях зі вбудованими світлодіодами, вбудованими резисторами або іншими функціями.

Важливо при роботі з моментальними кнопками дотримуватися правил безпеки, адже неправильне використання або зламані кнопки можуть призвести до неправильної роботи електронних пристроїв.



Рис 4.5. Моментальна кнопка

Технічні характеристики

- Діапазон температур: -20 °C ... +60 °C.
- Опір контактів: 30 мОм.
- Максимальна напруга: 250В (протягом 1 хвилини).
- Ліміт натисків: 10 000.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						38
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

4.7. Побудова принципово-електричної схеми

Принципова електрична схема (також відома як електрична схема або принципова схема) є графічним зображенням, що відображає структуру та зв'язки між електричними компонентами у пристрої або системі. Вона використовується для представлення принципової працездатності пристрою та передачі інформації про його функціональність, з'єднання та взаємодію компонентів.

Принципова електрична схема використовує стандартні символи та позначення для представлення різних електричних компонентів, таких як резистори, конденсатори, транзистори, інтегральні схеми та інші. Компоненти підключаються за допомогою ліній та з'єднувальних вузлів, які вказують напрямки потоку сигналу.

Принципова електрична схема допомагає інженерам та технікам розуміти та аналізувати принципову роботу пристрою, виявляти можливі проблеми та здійснювати моделювання імітаційних схем. Вона також використовується під час проектування, виробництва та обслуговування електронних пристроїв і систем.

Принципові електричні схеми можуть бути простими, якщо вони відображають окремі компоненти та їх підключення, або складними, якщо вони включають багато компонентів і зв'язків. Крім того, вони можуть бути статичними, показуючи стан пристрою в певний момент часу, або динамічними, відображаючи залежності між компонентами в часі.

Узагальнюючи, принципова електрична схема є важливим інструментом для розуміння, аналізу та проектування електричних пристроїв і систем, дозволяючи візуалізувати та передавати їх функціональність та зв'язки між компонентами.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						39
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

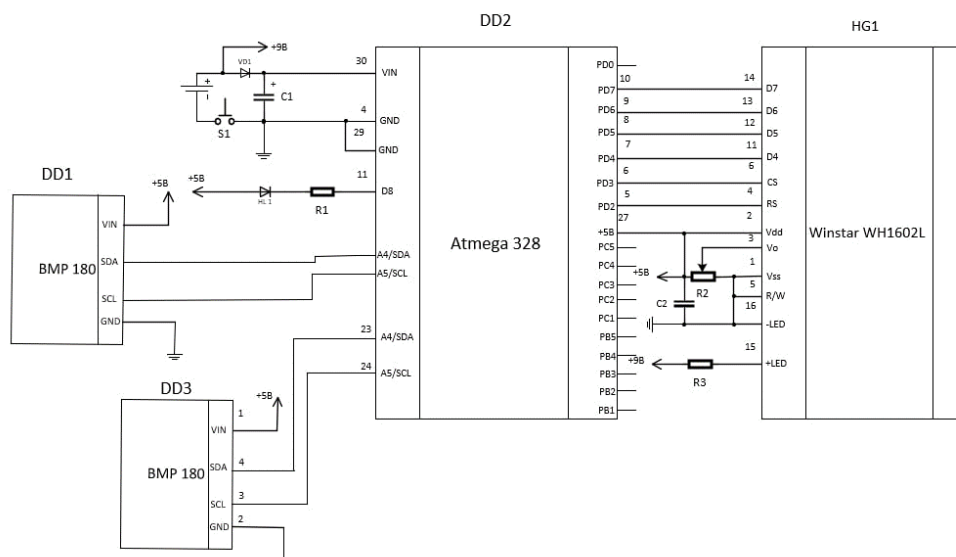


Рис 4.5. Принципова схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Побудова алгоритму

Алгоритм - це точно визначена послідовність дій або інструкцій, які виконуються для розв'язання певної задачі або досягнення певної мети. Алгоритм можна розглядати як набір кроків, які потрібно виконати, щоб отримати бажаний результат.

Алгоритми використовуються в різних галузях, включаючи математику, науку, програмування, комп'ютерні науки та багато інших. Вони є основою для розв'язання проблем, автоматизації процесів і керування системами.

Хороший алгоритм має наступні властивості:

1. **Чіткість:** Кожен крок алгоритму повинен бути ясним і точно визначеним, без неоднозначностей або сумнівів.
2. **Ефективність:** Алгоритм повинен бути ефективним, тобто виконувати задачу швидко та ефективно в межах доступних ресурсів (часу, пам'яті тощо).
3. **Коректність:** Алгоритм повинен давати правильний результат для всіх можливих вхідних даних.
4. **Масштабованість:** Алгоритм повинен бути придатним для використання в різних масштабах, від невеликих до великих задач.

Алгоритми можна описувати за допомогою різних формальних методів, таких як блок-схеми, псевдокод або спеціалізовані мови програмування. Вони дозволяють систематично описувати послідовність дій, взаємозв'язки та умови виконання.

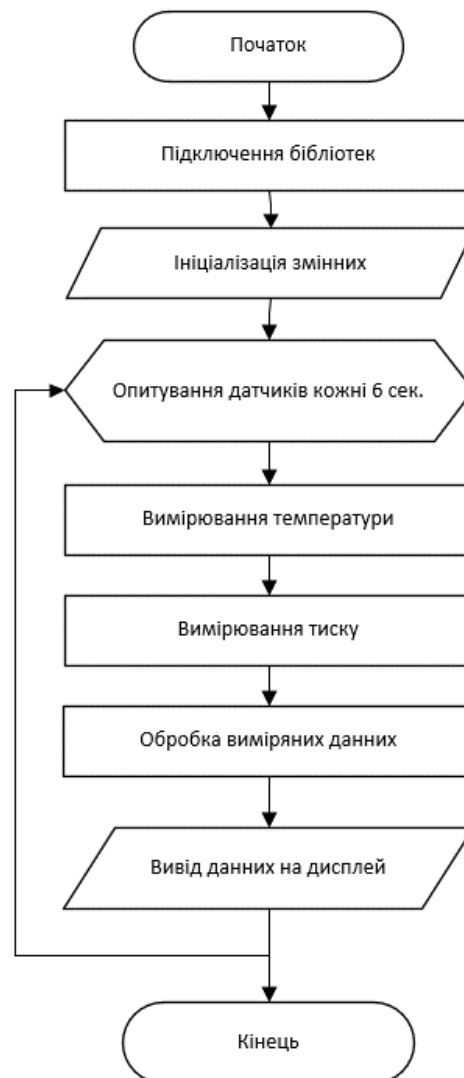


Рис 5.1. Алгоритм програми

Ось опис алгоритму

1. Початок: Виконання початкових налаштувань перед роботою алгоритму.
2. Підключення бібліотек: Підключення необхідних бібліотек, які використовуються для роботи з датчиками температури та тиску, а також для виводу даних на дисплей.

3. Ініціалізація змінних: Створення та ініціалізація змінних, які використовуються для збереження виміряних даних температури та тиску.

4. Опитування датчиків кожні 6 секунд: Запуск циклу, який повторюється кожні 6 секунд.

5. Вимірювання температури: Запуск процесу вимірювання температури за допомогою датчика температури.

6. Вимірювання тиску: Запуск процесу вимірювання тиску за допомогою датчика тиску.

7. Обробка виміряних даних: Аналіз та обробка виміряних даних температури та тиску. Наприклад, розрахунок середнього значення, максимального або мінімального значення тощо.

8. Вивід даних на дисплей: Виведення оброблених даних на дисплей. Це може бути текстове відображення температури та тиску або графічне відображення з використанням додаткових графічних бібліотек.

9. Кінець: Завершення алгоритму або повторення циклу від початку, якщо потрібно.

Цей алгоритм описує загальний хід роботи з датчиками температури та тиску, обробку даних та вивід результатів на дисплей.

.

5.2. Розробка програми

Даний код написаний в середовищі програми Arduino.IDE, на мові програмування Arduino. Він використовує бібліотеки `Wire.h`, `Adafruit\_BMP085.h` і `LiquidCrystal.h` для взаємодії з різними пристроями та модулями.

Цей код виконує наступні дії:

1. Імпортує необхідні бібліотеки.
2. Ініціалізує об'єкти `LiquidCrystal` та `Adafruit\_BMP085`.
3. Визначає змінні та константи, необхідні для обробки даних про тиск та температуру.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						42
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

4. У функції ``setup`` виконується налаштування підключень та перевірка наявності датчика тиску (``bmp``).

5. У функції ``loop`` виконується головний цикл програми.

6. В середині циклу вимірюються значення тиску та температури, обчислюються відхилення тиску від середнього значення, індикатори світлодіода керуються відповідно до результатів.

7. Значення тиску та відхилення від середнього значення виводяться на рядковий LCD-дисплей.

8. Кожні 10 хвилин виконується обрахунок відхилення тиску за останню годину, 3 години та 10 годин і виводяться на другий рядок дисплея.

9. Значення в масиві ``sum_p`` зсуваються вправо.

Цей код призначений для використання з мікроконтролерами Arduino та датчиком BMP085 для вимірювання тиску та температури. Він використовує LCD-дисплей для виведення результатів вимірювань.

Програму в даному випадку рекомендується писати в середовищі Arduino IDE на мові програмування Arduino з кількох причин:

1. Простота використання: Arduino IDE є спеціалізованим середовищем для розробки програмного забезпечення для платформи Arduino. Воно надає простий та зрозумілий інтерфейс, який дозволяє легко створювати, компілювати та завантажувати програми на платформу Arduino.

2. Бібліотеки та ресурси: Arduino IDE має велику кількість вбудованих бібліотек, які спрощують роботу з різними модулями та пристроями, включаючи LCD-дисплеї, датчики тощо. Це полегшує розробку програми та зменшує час, потрібний для написання коду з нуля.

3. Підтримка мікроконтролерів Arduino: Arduino IDE спеціально розроблене для роботи з мікроконтролерами Arduino, такими як Arduino Uno, Arduino Nano тощо. Це забезпечує високу сумісність та оптимізацію коду для цих конкретних пристроїв.

4. Широке співтовариство: Arduino є популярною платформою для проектів DIY та IoT. Існує велике співтовариство користувачів Arduino, де можна знайти багато ресурсів, підручників, прикладів та підтримку. Arduino IDE надає доступ до цього співтовариства, що полегшує вирішення проблем та отримання допомоги в разі потреби.

5. Інтеграція з апаратними засобами: Arduino IDE працює в парі з апаратними платформами Arduino, що дозволяє безпосередньо завантажувати та виконувати програми на цих пристроях.

Це спрощує розробку, тестування та відлагодження програм на реальних пристроях.

Загалом, Arduino IDE є зручним та потужним інструментом для розробки програм для платформи Arduino. Якщо ви працюєте з Arduino-сумісними пристроями, використання Arduino IDE є рекомендованим підходом.

Опишу різні частини коду і їх функціональність:

1. Підключення бібліотек:

```
```cpp
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```
```

У цій частині коду ми підключаємо необхідні бібліотеки для роботи з датчиком тиску (Adafruit_BMP085) і рідкокристалічним дисплеєм (LiquidCrystal_I2C). `Wire.h` - це бібліотека для комунікації по шині I2C, яка використовується для зв'язку з датчиком тиску та дисплеєм.

2. Ініціалізація об'єктів:

```
```cpp
Adafruit_BMP085 bmp;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```
```

| | | | | | | |
|----|------|----------|--------|-----|----------------------|------|
| | | | | | МММТ 480.008.008- ПЗ | Лист |
| | | | | | | 44 |
| Зм | Лист | Но докум | Підпис | Дат | | |

Створюємо об'єкти `bmp` для роботи з датчиком тиску та `lcd` для роботи з рідкокристалічним дисплеєм. `0x27` - адреса дисплея на шині I2C, `16` - кількість символів у рядку, `2` - кількість рядків на дисплеї.

3. Глобальні змінні:

```
```cpp
int p1, p2;
float sum_p[60], sum_p6_2, sum_t6_2, dif_p1, dif_p3, dif_p10, dif_p2, dif_p4,
dif_p11, mid_p;
float hg_p1, hg_p2;
```
```

Оголошуємо глобальні змінні для збереження значень тиску, сум тиску та температури, різниць тиску та інших допоміжних змінних.

4. Функція `setup()`:

```
```cpp
void setup() {
 Serial.begin(9600);
 lcd.begin(16, 2);
 bmp.begin();
 for (int i = 0; i < 60; i++) {
 sum_p[i] = 0;
 }
}
```
```

У функції `setup()` налаштовуємо початкові параметри: ініціалізуємо з'єднання з монітором через порт Serial з швидкістю 9600 бод, ініціалізуємо роботу з дисплеєм, ініціалізуємо роботу з датчиком тиску та встановлюємо початкові значення для масиву `sum\_p`.

5. Головний цикл програми:

```
```cpp
void loop() {
 for (int i = 0; i < 59; i++) {
 sum_p[i] = sum_p[i + 1];
 }

 sum_p[59] = bmp.readPressure();

 p1 = sum_p[0];
 p2 = sum_p[59];

 dif_p1 = p1 - p2;
 dif_p3 = p1 - sum_p[54];
 dif_p10 = p1 - sum_p[49];
 dif_p2 = sum_p[54] - sum_p[59];
 dif_p4 = sum_p[46] - sum_p[59];
 dif_p11 = sum_p[39] - sum_p[59];
 mid_p = (p1 + p2) / 2;
 hg_p1 = mid_p * 0.0075;
 hg_p2 = p2 * 0.0075;

 lcd.setCursor(0, 0);
 lcd.print("P1:");
 lcd.print(p1);
 lcd.setCursor(10, 0);
 lcd.print("P2:");

 lcd.print(p2);
 lcd.setCursor(0, 1);
```

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						46
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

```

lcd.print("Diff: ");
if (dif_p1 >= 0.5 || dif_p1 <= -0.5) {
 if (dif_p1 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p1, 1);
 lcd.print(" ");
}

if (dif_p3 >= 0.5 || dif_p3 <= -0.5) {
 if (dif_p3 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p3, 1);
 lcd.print(" ");
}

if (dif_p10 >= 0.5 || dif_p10 <= -0.5) {
 if (dif_p10 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p10, 1);
}

if (dif_p2 >= 0.5 || dif_p2 <= -0.5) {
 if (dif_p2 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p2, 1);
 lcd.print(" ");
}

if (dif_p4 >= 0.5 || dif_p4 <= -0.5) {
 if (dif_p4 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p4, 1);
 lcd.print(" ");
}

```

```

}
if (dif_p11 >= 0.5 || dif_p11 <= -0.5) {
 if (dif_p11 >= 0) lcd.print(" ");
 lcd.print(dif_p11, 1);
}

if (dif_p1 < 0.5 && dif_p1 > -0.5 && dif_p3 < 0.5 && dif_p3 > -0.5 && dif_p10
< 0.5 && dif_p10 > -0.5 &&
 dif_p2 < 0.5 && dif_p2 > -0.5 && dif_p4 < 0.5 && dif_p4 > -0.5 && dif_p11
< 0.5 && dif_p11 > -0.5) {
 lcd.print(" OK");
}

delay(3000);
}
...

```

У цьому циклі ми отримуємо нові значення тиску з датчика, оновлюємо значення масиву `sum\_p`, обчислюємо різниці тиску та інші величини для відображення на дисплеї. Потім ми використовуємо функції `lcd.setCursor()` та `lcd.print()` для виведення значень на дисплей. Цей цикл повторюється з паузою 3 секунди за допомогою `delay(3000)`.

Це загальний опис різних частин коду і їх функціональності.

## 6 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 6.1 Розробка друкованої плати

Для побудови плати я використав середовище Easy EDA: EasyEDA є онлайн-платформою для проектування електронних схем та друкованих плат (PCB). Вона надає зручні інструменти для створення, редагування та спільної роботи над проектами електронних пристроїв.

Основні можливості EasyEDA:

Проектування схем: EasyEDA має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє легко створювати електричні схеми. В програмі можна використовувати готові компоненти з бібліотеки або створювати свої власні. Програма автоматично з'єднує елементи та забезпечує перевірку правильності з'єднань.

EasyEDA надає різноманітні інструменти для редагування схем, включаючи переміщення, поворот, масштабування та копіювання елементів. В програмі можна змінювати властивості елементів, такі як значення, мітки тощо.

Симуляція: EasyEDA має вбудований симулятор, який дозволяє перевірити роботу вашої схеми перед виготовленням друкованої плати. Ви можете виконувати аналогові, цифрові та змішані симуляції для перевірки працездатності вашої схеми.

Проектування печатних плат (PCB): EasyEDA дозволяє легко перетворити вашу схему в друковану плату. В програмі можна розміщувати компоненти, встановлювати з'єднання, розташовувати сліди та стежки, виконувати правила розміщення компонентів і розподіл слідів.

Спільна робота: EasyEDA підтримує можливість спільної роботи над проектами. Ви можете запрошувати інших користувачів для спільного доступу до проекту, обмінюватися думками, коментарями та вносити зміни в реальному часі.

Виготовлення печатних плат: EasyEDA надає можливість замовити виготовлення друкованих плат безпосередньо з платформи. Ви можете вибрати параметри, такі як кількість шарів, матеріал плати та

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						49
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

інші налаштування, і замовити виготовлення проекту.

EasyEDA є потужним інструментом для проектування електронних пристроїв та дозволяє легко переходити від створення схеми до розробки друкованої плати. Вона є доступною та зручною для початківців, а також має достатні функціональні можливості для професіоналів.

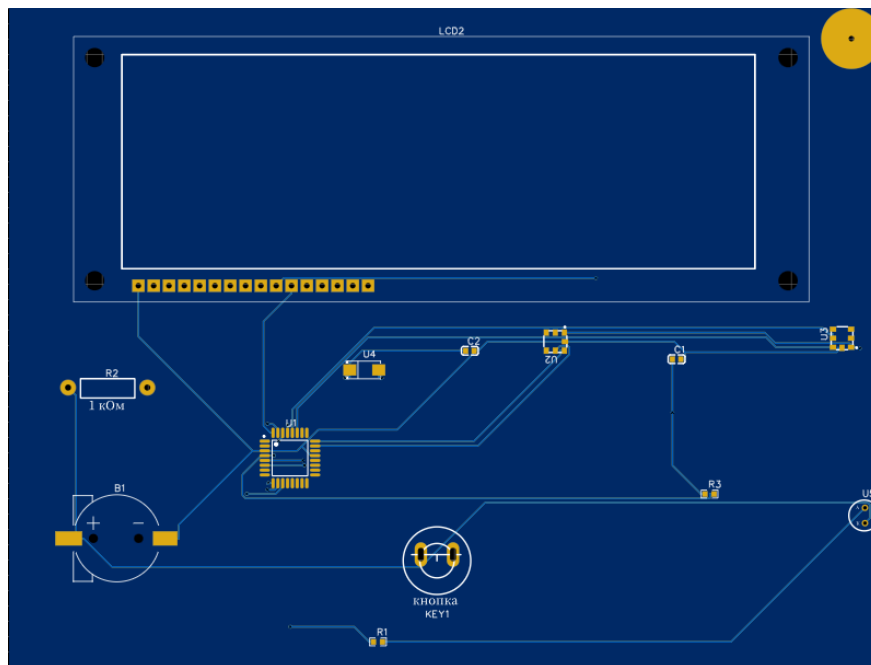


Рис 6.1. Друкована плата, верхня сторона

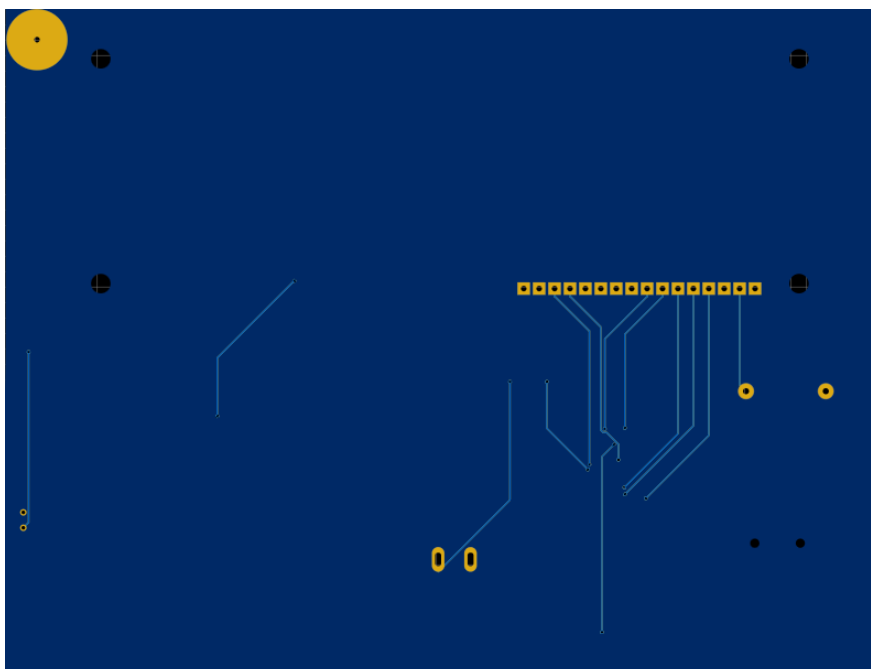


Рис 6.2. Друкована плата, нижня сторона

Плата складається з наступних елементів:

Два модуля з датчиками BMP180: 180 x 150 мм,

Мікроконтролер ATmega382p 7 x 7 мм. плата 45 x 18 мм,

Випрямний діод 1N4007 4.8 x 2.5 x 3.9 мм,

LCD-дисплей WH1602L 84 x 44 x 12 мм,

Світлодіод L-1154GT 3 x 6 мм,

Електроітичний конденсатор 4700 мкФ x 16В 10 x 16 мм і електролітичний

Конденсатор 220 мкФ x 16 В 8 x 12 мм,

Резистор 1кОм 6.3 x 2.5 мм,

Підстроювальний резистор 10 кОм 6 x 3 мм,

Резистор 100 Ом 0.5 ВА 6 x 2 мм,

Кнопка 6 x 6x 5 мм

## 6.2. Розрахунок надійності системи

При розрахунку надійності визначалися наступні кількісні показники:

1. Імовірність безвідмовної роботи за заданий час  $P(t)$ ;
2. Параметр потоку відмовлень  $\lambda(t)$ ;
3. Середній наробіток до відмовлення  $T_e$ .

Безвідмовність – властивість системи неперервно зберігати працездатність впродовж заданого інтервалу часу. Звичайно визначається імовірність безвідмовної роботи за даний інтервал часу, що вибирається рівним 500, 1000 чи 2000 годин.

Основним показником, що враховується при розрахунках надійності, є інтенсивність відмовлень  $\lambda(t)$  – число відмовлень в одиницю часу, віднесене до числа елементів, що залишилися справними до початку даного інтервалу часу.

Розрахунок показників надійності проводився методом  $\lambda$ - характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						51
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

і умови експлуатації виробу.

Барометр призначений для роботи у сухому опалюваному приміщенні при температурі 0...40 °С та атмосферному тиску 600...825 мм рт. ст.

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Критерій відмовлення приладу - це показник або умова, за якої вважається, що прилад перестав працювати належним чином і вимагає ремонту, заміни або іншого втручання. Критерій відмовлення визначає, коли система або прилад може вважатися несправним або непридатним для подальшого використання.

Критерії відмовлення можуть бути різними в залежності від типу приладу, його призначення та вимог до надійності. Основні критерії відмовлення включають:

1. Недостатня функціональність: Прилад не здатний виконувати свої основні функції або не задовольняє встановлені вимоги до продуктивності або точності.

2. Пошкодження компонентів: Виявлення механічних або електричних пошкоджень компонентів, які призводять до неналежної роботи приладу.

3. Втрата зв'язку: Відсутність або втрата зв'язку з іншими системами або пристроями, з якими прилад повинен взаємодіяти.

4. Відхилення від специфікацій: Перевищення заданих меж або неприйнятні відхилення в роботі приладу, включаючи параметри, які можуть впливати на безпеку або надійність.

5. Перевищення ресурсів: Вичерпання ресурсів або обмежень, таких як пам'ять, потужність або швидкість, що перешкоджають нормальному функціонуванню приладу.

Критерії відмовлення можуть бути встановлені в процесі проектування та визначаються вимогами до продукту, стандартами безпеки, виробничими регламентаціями або відповідними нормативними актами. Операційний персонал, технічний персонал або споживачі можуть також встановлювати критерії відмовлення на основі спостережень та практичного досвіду

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						52
Зм	Лист	Но докум	Піппп	Лат		

з експлуатації приладу. Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичній категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i$$

де  $n$  – загальне число групи КВ, що входять до складу спроектованого виробу;  $N_i \lambda_i$  – кількість і інтенсивність відмовлень КВ  $i$ -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ  $i$ -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n.$$

де  $\lambda_{oi}$  – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах;  $a_i \dots a_n$  – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.1.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [24] з врахуванням вихідних даних для спроектованого виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 68,8 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу  $t$  визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t$$

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						53
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

де  $\lambda$  – параметр потоку відмовлень;  $t$  – час роботи виробу (год) [24].

Дані розрахунку  $P(t)$  приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу  $t$

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,982946781	0,966184	0,949708	0,933512	0,871445	0,708925	0,576714	0,502574

На графіку, приведеному на рис 6.6 приведена залежність надійності  $P(t)$ .

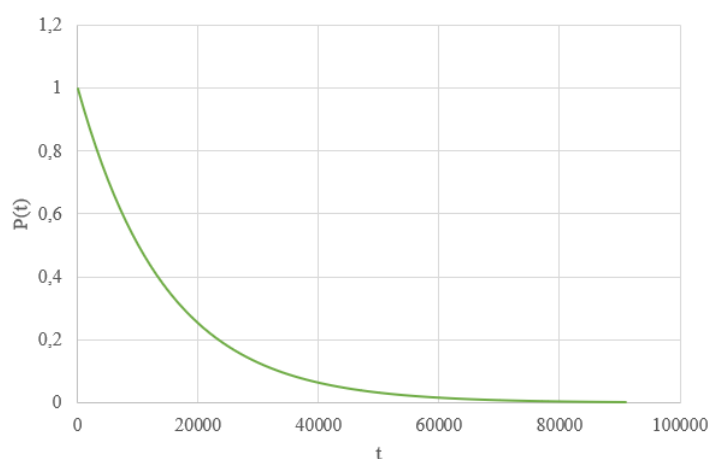


Рис 6.1. Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу  $t$

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1}$$

Підставляючи дані в формулу (2.4) одержимо

$$T = (68,8012 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14\,535 \text{ годин}$$

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год <sup>-1</sup>	Формула розрахунку $\lambda_i$	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год <sup>-1</sup>
1	Мікросхеми				$a_1$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	
	АТmega328р	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Датчики				$a_1$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	
	ВМР180	2	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	1,638
4	Резистори	3	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,04032
5	Діоди				$a_1$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	
	L-1154GT	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	0,819
	1N4007	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	LCD-дисплей WH1602L	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
7	Кнопка	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
8	Конденсатори	2	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,02688
9	Акумулятор 9В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								68,8

Таблиця 6.2.Перелік комплектуючих виробів

### 6.3 Розрахунок похибок вимірювання тиску та температури

Проведено десять повторних датчиком тиску ВМР180, діапазон вимірювання тиску виміру згідно технічних характеристик в від 600 до 825 мм рт. ст.

Було отримано наступну вибірку:

$P_6 = (746.96, 738.57, 741.81, 744.44, 739.55, 740.11, 737.98, 745.32, 743.87, 742.12)$

Вишукуємо середнє арифметичне  $\bar{P}$

$$\bar{P} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} p_i \cong 742,073$$

Похибки повторних вимірювань  $\Delta T_i$  та  $\Delta T_i^2$

$$\Delta p = |\bar{p} - p_i| \text{ та } \Delta p_i^2 = (\bar{p} - p_i)^2,$$

де  $i = 1, 2 \dots 10$ ;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у таблицю

№ з.п	p мм рт.ст	$\Delta p_i$ мм рт.ст	$\Delta p_i^2$ , мм рт. ст. <sup>2</sup>
1	746,96	4,887	0,20703
2	738,57	3,503	0,18063
3	741,81	0,263	0,19803
4	744,44	2,367	0,18923
5	739,55	2,523	0,19803
6	740,11	1,963	0,19803
7	737,98	4,093	0,19803
8	745,32	3,247	0,20703
9	743,87	1,797	0,20703
10	742,12	0,047	0,19803
сер	742,073	2,469	0,148363

Таблиця 6.3.Результати вимірювань

Розраховуємо випадкову похибку вимірювання,

За даними таблиці я знайду коефіцієнт студента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0.90  $p_{0,95}=2,26$ , далі розрахунок виправного вибіркового середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{p} - p_i)^2} \approx 0,30 P$$

Шукаємо випадкову похибку

$$\Delta_B P = 2,26 * 0,30 = 0.68 P$$

Похибка приладу:

$$\Delta_{пр} P = \frac{1}{300} t_p k P_{гр}$$

Для надійної ймовірності  $P = 0,95$  з табл. 4.2 знайдемо при умові  $t_{0,95}=2,0$ . Враховуючи, що за умовою  $P_{гр} = 825 P$ , а клас точності  $k = 1$ ,

отримаємо:  $\Delta_{пр} P = \frac{1}{300} 2,0 * 825 * 1 \approx 5,5 P$ ;

1) похибку заокруглення за (4.4):

$$\Delta P_3 = P \frac{h}{2}.$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення  $h$  як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta P_3 = 0.95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 P;$$

2) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta P = \sqrt{(\Delta_B P)^2 + (\Delta_{\Pi} P)^2 + (\Delta_3 P)^2} = \sqrt{0.68^2 + 5,5^2 + 0,02^2} \approx \approx 5.54 P.$$

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						57
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

## 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1. Охорона праці

Охорона праці - це комплекс заходів та правил, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання їх трудових обов'язків. Основною метою охорони праці є запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та іншим негативним наслідкам, які можуть виникнути на робочому місці.

Охорона праці включає такі аспекти:

1. Ідентифікація та оцінка ризиків: Визначення потенційних небезпек та оцінка ймовірності їх виникнення. Це включає аналіз робочого середовища, розробку процедур та інструкцій щодо безпеки.

2. Запобігання нещасним випадкам: Встановлення безпечних робочих процесів та умов, використання безпечного обладнання, забезпечення правильного зберігання та перевезення матеріалів, навчання працівників правилам безпеки.

3. Медичний контроль та догляд: Забезпечення медичних оглядів працівників, виявлення та лікування професійних захворювань, надання першої допомоги у разі потреби.

4. Навчання та освіта: Проведення тренінгів та навчань з охорони праці для працівників, інформування щодо потенційних ризиків, надання інструкцій щодо правил безпеки.

5. Правове регулювання: Встановлення законодавчих норм та стандартів щодо охорони праці, включаючи вимоги до робочого середовища, обладнання, організації роботи та обов'язкових заходів безпеки.

Охорона праці є важливою складовою будь-якого робочого місця, оскільки вона сприяє забезпеченню безпеки, здоров'я та добробуту працівників, а також зменшує втрати для підприємства, пов'язані з нещасними випадками та захворюваннями.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						58
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

## 7.2.Розробка заходів з охорони праці

У контексті інженерії, заходи з охорони праці при роботі з засобами вимірювання тиску і температури можуть включати наступні:

1. Оцінка ризиків: Проведення оцінки ризиків, пов'язаних з використанням засобів вимірювання тиску і температури. Це допоможе ідентифікувати можливі небезпеки, пов'язані з їх використанням, і прийняти необхідні заходи для зниження ризиків.

2. Освіта та навчання: Надання належного навчання працівникам щодо безпечного використання засобів вимірювання тиску і температури. Це включає навчання з правильного використання, калібрування, установки та обслуговування цих засобів.

3. Захисне обладнання: Забезпечення відповідного захисного обладнання для працівників, які працюють з засобами вимірювання тиску і температури. Це можуть бути захисні окуляри, рукавиці, захисні наколінники або інші засоби захисту, які необхідно використовувати відповідно до конкретних умов роботи.

4. Правильне установлення та використання: Виконання інструкцій виробника щодо правильної установки, використання і зберігання засобів вимірювання тиску і температури. Це може включати правильне підключення, застосування техніки безпеки при роботі зі засобами вимірювання та виконання перевірок перед використанням.

5. Регулярне обслуговування та перевірка: Проведення регулярного технічного обслуговування і калібрування засобів вимірювання тиску і температури, щоб забезпечити їх точність і надійність. Регулярні перевірки дозволяють виявити можливі несправності і забезпечити безпечну роботу з цими засобами.

6. Запобігання ураженням електричним струмом: При роботі з електронними засобами вимірювання тиску і температури, слід дотримуватись правил безпеки щодо електричної безпеки.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		59

Необхідно використовувати заземлену розетку, уникати контакту з електричними частинами при підключенні або обслуговуванні засобів вимірювання.

7. Відповідність нормативним вимогам: Забезпечення відповідності засобів вимірювання тиску і температури національним та міжнародним нормативним вимогам безпеки та калібрування. Це включає періодичну перевірку та повірку засобів вимірювання у визначених лабораторіях.

Важливо зазначити, що конкретні заходи з охорони праці можуть варіюватись залежно від типу інженерних робіт, контексту та вимог безпеки в конкретній країні або регіоні. Рекомендується дотримуватись національного законодавства, стандартів безпеки та консультуватись з фахівцями з охорони праці для отримання конкретних вказівок та рекомендацій.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						60
Зм	Лист	Но докум	Піппи	Лат		

## ВИСНОВКИ

Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями є потужним інструментом для точного і зручного вимірювання тиску у реальному часі. Вона включає датчики, які зчитують дані про тиск і передають їх комп'ютеру для обробки. Система надає розширені функціональні можливості, такі як збір і збереження даних, відображення даних у зручному форматі, сповіщення та автоматичне керування. Вона також може бути інтегрована з іншими системами. Завдяки цим можливостям, система дозволяє операторам аналізувати та спостерігати за змінами тиску, отримувати сповіщення про відхилення та здійснювати керування відповідно до заданих параметрів. Така система знаходить своє застосування у багатьох галузях, де вимірювання атмосферного тиску є важливим аспектом.

Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями дозволяє забезпечити високу точність вимірювання тиску і зберігання даних. Вона може використовуватись як для наукових досліджень, так і для промислових застосувань, де необхідно моніторити тиск в реальному часі і аналізувати його зміни.

Однією з ключових переваг такої системи є зручність використання та можливість автоматизації процесу вимірювання тиску. Операторам не потрібно виконувати складні ручні обчислення або записувати дані вручну. Система автоматично зчитує дані з датчиків, обробляє їх і відображає на моніторі у зручному для спостерігача форматі. Крім того, вона може відправляти сповіщення або виконувати автоматичні дії на основі заданих критеріїв, що дозволяє операторам оперативно реагувати на зміни тиску.

Ця система також має потужні аналітичні можливості. Вона здатна аналізувати дані та будувати графіки залежності тиску від часу, що дозволяє виявити тренди та патерни змін тиску.

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						61
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Це може бути корисно для прогнозування погодних умов або виявлення аномалій у системах, де тиск відіграє важливу роль.

Загалом, комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для визначення атмосферного тиску з розширеними функціями є потужним інструментом, що дозволяє точно і зручно вимірювати тиск, аналізувати дані та забезпечувати безпеку і контроль відповідно до заданих параметрів. Вона знайшла широке застосування у багатьох галузях, де важливо вимірювання тиску та моніторинг атмосферних умов.

В дипломній роботі вирішені такі завдання:

- Проведений аналіз існуючих систем вимірювання тиску;
- Обрано складові елементи комп'ютеризованої вимірювальної системи;
- Розроблена структурна та принципова схеми системи;
- Розроблена друкована плата;
- Розроблена блок-схема алгоритму роботи та відповідна програма;
- Розрахована надійність системи;
- Описана охорона праці на виробництві.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Книга "Principles of Measurement Systems" авторів John P. Bentley та William G. Duff. В цій книзі висвітлено основні принципи вимірювання та розглянуто різні типи вимірювальних систем, включаючи системи тиску та температури.
  2. Книга "Measurement and Instrumentation Principles" автора Alan S. Morris. В цій книзі розглянуто основні принципи вимірювання та принципи роботи різних типів датчиків тиску та температури, а також описано принципи побудови інформаційно-вимірювальних систем.
  3. "Instrumentation and Measurement in Electrical Engineering" авторів Roman Malaric та Branko Katalinic. Ця книга пропонує вступ до вимірювальних пристроїв та систем, включаючи розділи про датчики тиску та температури.
  4. "Modern Industrial Automation Software Design" автора Lingfeng Wang. Ця книга фокусується на програмному забезпеченні для промислових автоматизованих систем, включаючи вимірювання тиску та температури.
  5. "Sensors and Signal Conditioning" автора Ramon Pallas-Areny та John G. Webster. Ця книга детально розглядає принципи роботи датчиків та схеми сигнального підсилення для вимірювання фізичних величин, включаючи тиск та температуру.
  6. "Industrial Instrumentation: Principles and Design" автора Timothy J. Phelan. Ця книга пропонує загальний огляд принципів вимірювання, включаючи розділи про датчики тиску, температури та інші вимірювальні пристрої.
  5. "Process Measurement and Analysis" автора Bela G. Liptak. Ця книга детально розглядає вимірювальні принципи та технології, включаючи розділи про вимірювання тиску та температури в промислових процесах.
- Ось кілька додаткових книг на тему вимірювання тиску та температури:
6. "Pressure Measurement Handbook: Theory and Practice" - E. Loy Upp (CRC Press, 2018)
  7. "Temperature Measurement, Second Edition" - R. J. Moffat (CRC Press, 2017)

					МММТ 480.008.008- ПЗ	Лист
						63
Зм	Дри	Юр лорум	Піппи	Лат		

8. "Industrial Temperature Measurement: A Practical Guide" - E. F. Byrne (Springer, 2014)
9. "Pressure and Temperature Sensitive Paints" - M. R. Talley (CRC Press, 2012)
10. "Introduction to Temperature Measurement" - R. B. Dinwiddie (Omega Engineering, 2010)
11. "Handbook of Pressure Measurement" - R. W. Budzier (Springer, 2009)
12. "Smart Sensors and MEMS: Intelligent Devices and Microsystems for Industrial Applications" - S. C. Mukhopadhyay (CRC Press, 2014)
13. "Instrumentation and Measurement in Electrical Engineering" - R. J. M. Vullers, C. S. Vaucher (Springer, 2012)
14. "Сучасні методи та засоби вимірювання тиску" - Л. Г. Козачок, О. В. Сторожук (НТУ "ХПІ", 2012)
15. "Методи та засоби вимірювання температури" - Ю. В. Грабко, І. В. Луцик
16. "Аналітична метрологія. Методи та засоби вимірювання тиску" - О. І. Чичкан (Видавництво Львівської політехніки, 2013)

Сайти :

17. National Instruments ([www.ni.com](http://www.ni.com))
18. Analog Devices ([www.analog.com](http://www.analog.com)):
19. Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)):
20. Omega Engineering ([www.omega.com](http://www.omega.com))
21. Chat GPT (<https://openai.com>)
22. Measurement and Control ([www.measurement-and-control.com](http://www.measurement-and-control.com))
23. Honeywell Sensing and Control ([sensing.honeywell.com](http://sensing.honeywell.com))
24. Infineon Technologies ([www.infineon.com](http://www.infineon.com))
25. Digi-Key Electronics ([www.digikey.com](http://www.digikey.com))
26. Maxim Integrated ([www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com))
27. NXP Semiconductors ([www.nxp.com](http://www.nxp.com))