

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНИКИ І РОБОТОТЕХНІКИ

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології на інформаційно-вимірювальній техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини
на підприємстві харчової промисловості**

Виконав: студент 2 курсу, групи МТК-2
спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Краснопольскій Гліб Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф.зав.каф. М та ІВТ

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент К.Т.Н., доцент, доцент кафедри

(прізвище та ініціали)

Регла А Добрянський О.О.

Житомир 2023

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМІРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Завдання на роботу

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., проф. Подчашинський Ю.О.



30 " березня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Краснопольська Гліб Анатолійович

Підписав на ім'я: Краснопольська Гліб Анатолійович

1. Тема роботи Колоніюмеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості

керівник роботи Подчашинський Ю.О., д.т.н., проф. зав. кафедри М та ІВТ

Підписав на ім'я: Подчашинський Ю.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу від "30" березня 2023 року №130/с

2. Строк подання студентом роботи "12" червня 2023 року

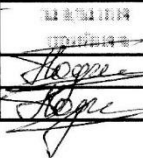
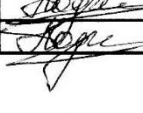
3. Вихідні дані до роботи матеріали звіту про переддипломну практику, вимірювання рівня рідини, вимірювання висхідного потоку, вимірювання рівня рідини, вивід вимірних значень рівня рідини на дисплей, вивід на дисплей повідомлення про критичний рівень рідини, вимірювання напору при малому рівні рідини, вимірювання напору при досягненні рівня рідини, зчитування показання та сигналів при критичних рівнях рідини.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання рівня рідини, розробка структурної та принципової схем, розробка програм та алгоритмів, конструкторська частинка

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових зреслень)

Структурна схема, функціональна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та дробинова плата

6. Консультанти розділів роботи

Розділи	Прізвище, ім'я та по батькові консультанта	Підпис, дата	
		матеріальна	методична
1, 2, 3	Подчапкинський Ю.О., д.т.н, проф.		
4, 5, 6, 7	Лугових О.О., стар. викл.		

7. Дата видачі завдання 30.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Цілі
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	02.03.2023 – 11.03.2023	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем вимірювання рівня рідини	12.03.2023 – 28.03.2023	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем вимірювання рівня рідини	2.03.2023 – 07.04.2023	
4.	Розробка структурної схеми системи вимірювання рівня рідини	08.04.2023 – 23.04.2023	
5.	Розробка принципової схеми системи вимірювання рівня рідини	24.04.2023 – 03.05.2023	
6.	Вибір компонентів вимірювання рівня рідини	04.05.2023 – 22.05.2023	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми вимірювання рівня рідини	23.05.2023 – 30.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	01.06.2023 – 08.06.2023	

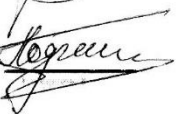
Студент



І.А. Красновоєльський

Старший викладач

Керівник роботи



Ю.С. Подчапкинський

Старший викладач

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості» містить 61 сторінки, 21 рисуноків, 3 таблиць, 5 формул, 19 джерел.

В роботі проводиться обґрунтування актуальності створення системи для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості.

Розроблена структурна та принципова схеми система управління для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості, вибрана елементна база, розроблена друкована плата та прорахована надійність, розроблений алгоритм роботи та програма.

ANNOTATION

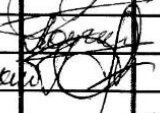
The bachelor's qualification work on the topic "Computerized system for measuring and controlling the liquid level at a food industry enterprise" contains 61 pages, 21 figures, 3 tables, 5 formulas, 19 sources.

The work substantiates the relevance of creating a system for measuring and controlling the liquid level at a food industry enterprise.

The structural and principle scheme of the control system for measuring and controlling the liquid level at the food industry enterprise was developed, the element base was selected, the printed circuit board was developed and reliability was calculated, the work algorithm and the program were developed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	7
1.1. Призначення та область застосування.....	7
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри системи.....	9
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	9
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	17
3.1. Обґрунтування мікроконтролеру.....	17
3.2. Обґрунтування датчика рівня рідини.....	19
3.3. Обґрунтування дисплея.....	21
3.4. Обґрунтування звукового та світлового оповіщення.....	23
3.5. Обґрунтування насосу.....	24
3.6. Обґрунтування кнопки	25
3.7. Обґрунтування блока живлення.....	26
3.8. Структурна схема.....	26
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	29
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	29
4.2. Вибір ультразвукового датчика.....	33
4.3. Вибір дисплея.....	34
4.4. Вибір світлового та звукового оповіщення.....	36
4.5. Вибір насоса.....	39
4.6. Вибір тактової кнопки.....	39
4.7. Вибір блока живлення.....	41
4.8. Побудова принципово-електричної схеми.....	44
4.9. Розрахунок похибок визначення рівня рідини.....	45
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ	46
5.1. Розробка алгоритму	46
5.2. Розробка програми.....	48
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	49
6.1. Розробка друкованої плати.....	49
6.2. Розрахунок надійності системи.....	51
7. Охорона праці.....	55
7.1. Охорона праці.....	55
7.2. Охорона праці при вимірюванні рідини на підприємстві.....	56
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	61

МММТ 480.001.001 - ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Краснопольський		
Перевірів		Подчашинський		
Рецензент		Добрянський		
Н. кантр.				
Затверд.		Подчашинський		

Комп'ютеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості		
Літ.	Арк.	Архів
5	5	60
Пояснювальна записка		
ДУ «Житомирська політехніка», МТК-2		

ВСТУП

Вимірювання та контроль рівня рідини на підприємствах харчової промисловості є промисловими аспектами з точки зору безпеки, якості продукції та ефективності виробничих процесів. Ось кілька причин, чому вони є актуальними:

Дотримання стандартів безпеки: У харчовій промисловості країни строгі стандарти безпеки, які вимагають контролю рівня рідини. Неправильний рівень рідини може призвести до небезпеки для працівників, наприклад, переливання, розливання, або може вплинути на безпеку харчових продуктів.

Забезпечення якості продукції: У багатьох виробничих процесах харчової промисловості точність контролю рівня рідини має важливе значення для забезпечення якості продукції. Неправильний рівень рідини може призвести до змін у співвідношенні інгредієнтів, зниженні смаку або якості продукту.

Ефективність процесів: Контроль рівня рідини дозволяє оптимізувати виробничі процеси. Правильні вимірювання та контроль рівня рідини не дозволяють уникнути переповнення або недостатнього рівня, що може призвести до затримки, втрати продуктивності та некоректної роботи обладнання.

Дотримання регуляторних вимог: Багато підприємств харчової промисловості підтримують відповідно до законодавства та регуляторні вимоги, які вимагають контролю рівня рідини. Наприклад, у деяких країнах вимоги щодо дотримання стандартів безпеки харчових продуктів і контроль рівня рідини можуть бути одними з вимог для досягнення відповідності.

Загалом, вимірювання та контроль рівня рідини є найбільшими завданнями на підприємствах харчової промисловості з точки зору безпеки, якості продукції та оптимізації процесів.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						6
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Призначення та область застосування

Система вимірювання та контролю рівня рідини на підприємствах харчової промисловості має наступне призначення:

1. Вимірювання рівня рідини: Основною функцією системи є точне вимірювання рівня рідини в контейнерах, ємностях або трубопроводах. Це може включати вимірювання рівня поверхні рідини, рівень заповнення чи об'єму рідини.

2. Контроль рівня рідини: Система здатна контролювати рівень рідини в режимі зміни реального часу і сповіщати про будь-які або відхилення від заданої функції. Це дозволяє операторам підприємства вчасно реагувати на проблеми, такі як переповнення або недостатній рівень рідини.

3. Безпека та запобігання аваріям: Система готова запобігти аваріям, пов'язаним з рівнем рідини, таким як переливання, розливання або переповнення ємностей. Вона може включати автоматичні механізми або сигнальні пристрої, які активуються при досягненні критичного рівня рідини.

4. Якість та ефективність виробництва: Система дозволить забезпечити якість продукції шляхом точного контролю рівня рідини, що може вплинути на процеси змішування, дозування та стабілізації. Контроль рівня рідини також дозволяє оптимізувати виробничі процеси, уникати затримок і підвищити ефективність роботи обладнання.

5. Відповідність стандартам та регуляторним вимогам: Система вимірювання та контролю рівня рідини підприємства відповідає вимогам стандартів безпеки, якості продукції та регуляторних норм у харчовій промисловості.

6. Враховуючи специфіку харчової промисловості, система повинна бути витривалою, легко митися та відповідати стандартам санітарії та гігієни. Додатковою можливістю можна збирати та аналізувати дані про рівень рідини для контролю процесів, вимірювання трендів та планування регулярного обслуговування обладнання.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						7
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Система вимірювання мати та контролю рівня рідини може мати широку область застосування на підприємствах харчової промисловості. Деякі конкретні приклади включають:

1. Заготівельні та переробні підприємства: На підприємствах, які використовують заготовлену сировину або переробку харчових продуктів, система вимірювання та контролю рівня рідини може бути використана для контролю рівня напоїв, олій, соусів, сиропів, розчинів та інших рідинних продуктів.

2. Виробництво напоїв: У виробництві напоїв, таких як пиво, вино, соки, вода тощо, система контролю рівня рідини може бути використана для контролю рівня сировини, процесу бродіння, змішування компонентів та фільтрації.

3. Молочна промисловість: У молочній промисловості система вимірювання та контролю рівня рідини може використовуватися для контролю рівня молока, сировини, кислот, жирів та інших складових частин процесу виробництва молочних продуктів.

4. Виробництво кондитерських виробів: У виробництві кондитерських виробів може використовуватися система контролю рівня рідини для контролю рівня глазури, кремів, розплавлених шоколадів та інших рідинних компонентів.

5. Консервування та упаковка: В області консервування та упаковки харчових продуктів система контролю рівня рідини може бути використана для контролю рівня розчинів консервантів, олій, соусів або контролю заповнення упаковок рідкими продуктами.

1.2. Умови експлуатації

- Температура навколишнього середовища від 0°C до $+50^{\circ}\text{C}$.
- Відносна вологість до 80 % при температурі $+25^{\circ}\text{C}$.
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.
- Хімічно активні компоненти присутні.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						8
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

- Вібрація, тряска, удари відсутні.
- Характер роботи перервний.
- Напруга живлення –5В.

1.3. Технічні параметри системи

Система повинна забезпечити рішення наступних завдань:

- Визначення рівня рідини в резервуарах;
- Наповнення рідиною резервуарів;
- Вмикання/вимикання насосів при певних значеннях рівня рідини;
- Спрацювання звукової та світлової сигналізації при критичних рівнях рідини;
- Вивід значень рівня рідини на дисплей.
- Включення/виключення системи.

Точність вимірювання складає в межах: 1-3 мм.

1.4.Вимоги до конструктивного оформлення

Елементи системи управління розмістити: мікроконтролер, датчик рівня рідини, дисплей в пластиковому білому корпусі Kradex Z5AJ. Насос розмістити розмістити окремо в під резервуарами.

Габарити корпусу управління– 90х110х49мм.

Напрацювання на відмову складає не менше 13 000.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						9
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

Вітчизняна розробка ультразвуковий рівнемір ЕХО-аС-01 представлена на рис.2.1.



Рис. 2.1 – Ультразвуковий рівнемір ЕХО-аС-01

Ультразвуковий рівнемір ЕХО-аС-01 призначений для безконтактного автоматичного дистанційного вимірювання рівня рідких середовищ, в тому числі вибухонебезпечних, агресивних, в'язких, неоднорідних, що випадають в осад, а також сипучих матеріалів з діаметром гранул і шматків від 5 до 300 мм, середовища від мінус 30 до плюс 80 °С

Принцип дії рівнеміри ВІДЛУННЯ-аС-01 заснований на локації рівня звукових імпульсів, які проходять через газове середовище і відбиваються від межі розділу "газ - вимірюване середовище".

ВІДЛУННЯ-аС-01 складається з акустичного перетворювача АП і блоку вимірювального БІ-1 і випускається в пиловодозахищеному виконанні. АП має низку модифікацій для різних умов використання.

Рівномір ЕХО-аС-01 має слабкий кристалічний дисплей, на якому виводиться наступна інформація:

- рівня у відсотках та метрів;
- обсягу контрольованих речовин у резервуарі;

- відстані до об'єкта;
- поточні значення вимірюваних рівнеміром величина;
- вміст архівів рівнеміра;
- діагностичні повідомлення про несправності рівнеміра.

Ультразвуковий рівнемір ЕХО-аС-01 має релейні вихідні сигнали (три пари "сухих" контактів реле), призначені для сигналізації верхнього, номінального та нижнього рівнів. Можливе виведення інформації на комп'ютер через вбудований інтерфейс RS-232 (RS-485)

Для роботи рівнеміра ВІДЛУННЯ-аС-01 акустичний перетворювач встановлюється у верхній частині резервуара, а електронний блок - в опалювальному місці. Перетворювач та блок з'єднані 5-жильним мідним кабелем.

Основна похибка датчика рівнеміру, 1%;

Вихідний сигнал рівнеміру: 0–5; 0-20; 4-20 мА;

Напруга живлення рівнеміру, 220 В;

Діапазони вимірювання рівнеміру: (0 - 0,1) - (0 - 20) м. [1]

Ультразвуковий витратомір PCE-TDS 100H (рис.2.2) необхідний як частина контрольного вимірювання або для швидкого визначення витрат у трубопроводі і, крім того, є переносною/простою в установці вимірювальної системи.



Рис. 2.2 – Портативний ультразвуковий рідинний витратомір TDS-100H

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						11
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Ультразвуковий витратомір працює відповідно до методу різниці часу проходження. Принцип вимірювання витратоміри простий: чим сильніше потік, тим менше час необхідно сигналу на подоланні відстані, і чим менший потік - тим більше часу. Вітратомір використовує цей ефект для визначення швидкості потоку і витрат. У цьому випадку електроакустичні перетворювачі («ефект П'єзо») посилюють і підтримують короткі ультразвукові імпульси через середовище, що протікає в трубі.

Перетворювачі розташовуються в поздовжньому напрямку по обидва боки вимірювальної труби. Неруйнівні датчики поміщають на трубу і фіксують за допомогою стяжки. поточного короткого часу на дисплеї відображатися швидкість потоку. Ультразвуковий витратомір може використовуватися для вимірювання на металевих трубах, пластикових трубах або гумових трубах діаметром 50...700 або 57...720 мм.рис.2.2.

Технічні характеристики представлені в таблиці.2.1.

Таблиці 2.1. Технічні характеристики PCE Instruments PCE-TDS 100H [2]

Діапазон вимірювання	
Швидкість потоку	-32...+32 м/с
Розхід	Одиниці вимірювання витрати м3 (m3) літри (l) галон (gal) імперський галон (igl) мільйон галонів (mgl) кубічні фути (cf) барель (bal) імперський барель (ib) нафтовий барель (ob) одиниці часу: день (/ d) годину (/ h) хвилина (/ m) секунда (/ s)
Точність	
Швидкість потоку	Dn ≥ 50 мм: ± 3,5% від виміряного значення dn <50 mm: ± 1,0% від виміряного значення повторюваність: ± 1,0% від виміряного значення

Крок виміру	
Швидкість потоку	0,0001 м/с
Запис даних	
Кількість записів	1800
Загальні положення	
Дисплей	Жк дисплей з підсвічуванням
Функції/особливості	Запис даних безліч одиниць вимірювання витрати вимір в трубах діаметром 50...700 мм або 57...720 мм. Клас захисту ip52
Живлення	3 акумулятора nimh тип aa ємністю 2100 маг час роботи бл. 12 годин
Країна виробник	Німеччина
Гарантія	12 міс.
Комплект поставки	1 х витратомір pce-tds 100h; 2 х датчика tds-m1; 2 х кабелі довжиною 5 м .; 2 х стяжки для фіксації; 1 х зарядний пристрій; 1 х контактний гель; 1 х рулетка; 1 х калібрувальний сертифікат (нім.) 1 х чемодан для транспортування; 1 х керівництво користувача.
Умови експлуатації	
Робоча температура	Температура рідини -30...+160°c
Розміри/вага	
Розміри приладу (д/ш/в)	Пристрій: 214x104x40 мм датчики: 50x45x45 мм
Вага	Пристрій: 450 г датчики: 260 г

Прилад Level Control Solo представлено на (рис.2.3). Блок Level Control Solo - це пристрій для гідростатичного виміру, індиціювання та регулювання рівня рідини у відкритих приміщеннях. Вимірюване значення висвічується на дисплеї і може бути використано для виконання різних команд.



Рис. 2.3 – Level Control Solo

Представлена модель працює за наступним принципом: у вимірювальну трубку накачується повітря, вбудоване в прилад компресора. Створення в трубці тиску відповідає статичному тиску рідини на дні ємності. Рівень рідини на панелі приладів, що виходять із значенням щільності вимірювального середовища. Робочі компоненти приладу (за допомогою трубки і вантажника) не контактують з вимірювальним середовищем. Управління пристроєм створюється на панелі керування механічними прорізиновими клавішами, що настроєне значення відображаються на цифровому дисплеї.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: 230 В AC $\pm 10\%$ 50/60 Гц, 110 В змінного струму $\pm 10\%$, 50/60 Гц, 24 В DC (автоматичне розпізнавання).
- Споживана потужність: 10 Вт;
- Виробник: Dinote;
- Країна виробник: Німеччина;;
- Гарантія: 12 місяців;
- Точне до сантиметра вимірювання рівня заповнення ємності;
- Безперервне вимірювання з передачею сигналу (мВ або мА)

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Дир.
Зм.	Дир.	№ докум.	Підпис	Дат.		14

- Відсутність необхідності в нівелюванні датчиків;;
- Простий монтаж;
- Невисокі витрати.[3]

Ультразвукової рівнемір ВЗЛЕТ УР представлений на рис.2.4



Рис.2.4. Ультразвукової рівнемір ВЗЛЕТ УР

Призначений для бесконтактного вимірювання рівня різних рідин і відстані до межі розділу серед.

Може використовуватися в якості сигналізатора або дальномера. Позволяє визначати середній рівень і перепад рівнів у двох точках, наповнення і об'єм рідини в резервуарах з відомими об'ємними характеристиками.

Відмінні особливості:

- автоматичний учет зміни швидкості ультразвуку при зміні параметрів газової середовища;
- мінімальний вплив пени на поверхню рідини на результати вимірювань;
- періодична самоочистка п'єзоелектричного преобразователя (ПЭП) від конденсату і забруднень;

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						15
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

- можливість введення об'ємної характеристики контрольованого резервуара;
- можливість розміщення блоку виміру на відстані до 250 м від об'єкта виміру;
- акустичні системи можуть комплектуватися високотемпературними датчиками від 0 до 100 °С;
- наявність вибухобезпечного виконання;
- можливість використання в якості сигналізатора (до 8-ми значень рівня).

Технічні характеристики:

- Максимальна вимірювана дистанція: 12; 15 м.
- Погрішність виміру не більше $\pm 4,0$ мм
- Робоча (вимірювана) середовище рідина
- Ступінь захисту IP54, IP67
- Маса: 3 кг
- Габаритні розміри (Д×Ш×В): 250×135×90 мм
- Гарантійний термін: 21 міс.[4]

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Дир.
						16
Зм.	Дир.	М.О. Локун	Підпис	Лат.		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Комп'ютеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості повинна виконувати наступні функції:

- Вимірювання рівня рідини в резервуарах;
- Наповнення рідиною резервуарів;
- Вмикання/вимикання насосів при певних значеннях рівня рідини;
- Спрацювання звукової та світлової сигналізації при критичних рівнях рідини;
- Вивід значень рівня рідини на дисплей.
- Включення/виключення системи.

Для виконання функції необхідні наступні елементи системи:

- 1) Ультразвуковий датчик рівня рідини для вимірювання рівня рідини в резервуарах.
- 2) Дисплей для відображення виміряних значень рівня рідини;
- 3) Мінісирена та червоний світлодіод для сигналізації в випадку критичних значень рівня рідини;
- 4) Мотор для вмикання та вимикання насосу для наповнення резервуара рідиною;
- 5) Блок живлення для живлення системи в цілому.
- 6) Кнопка включення/виключення системи.
- 7) Мікропроконтролер для управління системи в цілому.

3.1. Обґрунтування мікроконтролеру

Розробка систем управління та контролю з використанням однокристальних мікроконтролерів нині переживає справжній бум. Системи на базі мікроконтролерів використовуються практично у всіх сферах життєдіяльності людини, і щодня з'являються нові і нові області застосування цих пристроїв.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						17
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Останнім часом у зв'язку з бурхливим розвитком електроніки та схемотехніки розширилися можливості і самих мікроконтролерів, що дозволяють виконувати багато завдань, раніше недоступних для реалізації, такі, наприклад, як обробка аналогових сигналів. Одним з найбільш ранніх мікроконтролерів, що з'явилися на ринку, є мікроконтролер 8051, розроблений фірмою Intel понад двадцять років тому. Незважаючи на такий пристойний вік, класичний 8051 та його клони в даний час залишаються одними з найбільш популярних при розробки систем управління та контролю. Добре продумана архітектура та інтуїтивно зрозуміла система команд надають вирішальний вплив на вибір багатьох розробників апаратно-програмних систем.

Та й самі мікроконтролери лінійки 8051 постійно розвиваються, пропонуючи розробнику все нові та нові можливості. На основі базового кристала 8051 створено та успішно застосовуються пристрої з розвиненою периферією та великими обсягами пам'яті.

Програмування мікроконтролерів в даний час значно спростилося інструментальним засобам високого рівня, розробленим провідними фірмами. Сьогодні мікроконтролери можна програмувати мовами C, Pascal, Basic, Forth та ін., що багато в чому полегшує життя програмістам, не знайомим із апаратною частиною цих пристроїв. [6]

У даний час серед усіх 8-розрядних мікроконтролерів – сімейство MCS-51 є безсумнівним чемпіоном з кількості різновидів і кількості компаній, що випускають його модифікації. Воно одержало свою назву від першого представника цього сімейства - мікроконтролера 8051, випущеного в 1980 році на базі технології NMOS. Вдалий набір периферійних пристроїв, можливість гнучкого вибору зовнішньої чи внутрішньої програмної пам'яті і прийнятна ціна забезпечили цьому мікроконтролеру успіх на ринку. З погляду технології мікроконтролер 8051 був для свого часу дуже складним виробом – у кристалі було використано 128 тис. транзисторів, що в 4 рази перевищувало кількість транзисторів у 16-розрядному мікропроцесорі 8086.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						18
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

На сьогоднішній день існує більш 200 модифікацій мікроконтролерів сімейства 8051, що випускаються майже 20-ю компаніями. Щороку з'являються всі нові варіанти представників цього сімейства.

Основними напрямками розвитку є: збільшення швидкодії (підвищення тактової частоти і переробка архітектури), зниження напруги живлення і споживання, збільшення обсягу ОЗП і FLASH.

Усі мікроконтролери із сімейства MCS-51 мають загальну систему команд. Наявність додаткових пристроїв впливає тільки на кількість регістрів спеціального призначення. Основними виробниками клонів 51-го сімейства у світі є фірми Philips, Siemens, Intel, Atmel, Dallas, Temic, Oki, AMD, MHS, Gold Star, Winbond, Silicon Systems і ряд інших.

У рамках СРСР виробництво мікроконтролера 8051 здійснювалося в Києві, Воронежі (1816BE31/51, 1830BE31/51), Мінську (1834BE31) і Новосибірську (1850BE31).[7]

3.2. Обґрунтування датчика рівня рідини

Для вимірювання рівня рідини використовується датчик вимірювання рівня рідини. Пропонується використати ультразвуковий датчик вимірювання рівня рідини.

Майже немає матеріалів, які не можуть бути виявлені ультразвуковими датчиками. Тому ультразвукові вимірювачі – ідеальне рішення для визначення положення та віддаленості об'єкта у важких умовах експлуатації з точністю до міліметра.

Ультразвукові датчики, на відміну від фотоелектричних, не схильні до впливів навколишнього середовища і дозволяють проводити вимірювання в запилених, задимлених приміщеннях, а також у приміщеннях з високим рівнем шуму. Більш того, датчики дозволяють вимірювати відстань до об'єктів будь-якої форми, кольору та розміру, а також виконаних із різних матеріалів. Діапазон спрацьовування датчиків дуже широкий: від 100 мм до 6м.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						19
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Конструктивно датчики SICK AG є ультразвуковим передавачем і приймачем, об'єднані в одному корпусі. Принцип вимірювання відстані пов'язаний із вимірюванням швидкості проходження хвилі, відображеної від об'єкта у робочому діапазоні вимірювань. Залежно від сфери застосування, випускаються датчики з цифровим та аналоговим виходами.

Переваги ультразвукових датчиків

- безконтактне детектування об'єкта та його віддаленості за допомогою ультразвуку;
- функція попереднього конфігурування;
- висока точність вимірювань;
- широкий діапазон сканування;
- сканування прозорих об'єктів та рідин;
- стійкість до забруднення довкілля;
- компактність, захищений корпус;
- цифровий та аналоговий вихід;
- клас захисту IP 65;
- захист від короткого замикання. [8]

Принцип роботи ультразвукових датчиків наступний.

Ультразвук – це звукові коливання, які не сприймаються людським слухом, частотою понад 20 000 Гц.

З розвитком технологій явище ультразвуку знайшло широке застосування у сучасному житті: у промисловості, медицині, охоронній діяльності. Так, наприклад, при вимірі рівня речовини також використовується принцип поширення/відбиття ультразвукових хвиль.

Ультразвук часто використовується в системах автоматики виробничих процесів харчової, нафтогазової, металургійної, енергетичної, хімічної промисловості завдяки безконтактному виміру рівня матеріалу. Ультразвукові датчики значно дешевші за інші прилади безконтактного типу.

Принцип роботи УЗ-датчиків рівня ґрунтується на випромінюванні звукової хвилі в ультразвуковому діапазоні.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						20
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Хвиля виходить із випромінювача, відбивається від поверхні речовини і повертається до приймача. У розрахунку рівня речовини (сипкі матеріали, рідина) є основним час польоту акустичної хвилі. Ультразвуковий прилад розраховує відстань до речовини на підставі часу вимірювання від передачі до прийому сигналу і швидкості звуку в середовищі.[9]

Для досягнення більшої точності застосуємо два ультразвукових датчики вимірювання рівня рідини. Значення з цих двох датчиків будемо усереднювати.

3.3. Обґрунтування дисплея

Для відображення значення рівня рідини в резервуарі потрібно обрати присрій. Це може бути індикатор або дисплей. Так як в нас буде ще виводитися повідомлення при критичному рівні рідини, тому краще застосувати дисплей. Дисплеї, в свою чергу бувають:

- графічні;
- знакосинтезуючими.

Для даної розробки буде достатньо знакосинтезуючого дисплея.

РК-дисплеї відносяться до знакосинтезуючих індикаторів: вони виводять літери, цифри та друкарські знаки з готової таблиці символів, на відміну від графічних дисплеїв, які малюють довільне зображення по точках.

РК-дисплей означає рідкокристалічний екран, якщо перекласти англійською мовою - Liquid crystal display. З цього випливає, що РК та LCD – це одне й теж. Дана технологія отримала таку назву завдяки застосуванню унікальної речовини, яка завжди знаходиться в рідкому стані і має оптичні властивості, властиві кристалам.

Сучасний РК екран відрізняється низкою переваг, які забезпечуються саме рідкими кристалами. Постійний рідкий стан молекул рідких кристалів дозволяє керувати їх оптичними властивостями, впливаючи на них електрикою.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Док
Зм	Док	№ докум	Підпис	Дат		21

При цьому молекули змінюють своє розташування, заломлюючи світло під потрібним кутом, відсіваючи певний спектр випромінювання.[10]

На текстових екранах зручно відображати чисельні показання датчиків (температуру, вологість, швидкість тощо), виводити статуси та меню пристрою.

Особливості:

1) Великі символи на РК-матриці з LED підсвічуванням добре читаються при різному освітленні.

2) Дисплейні модулі витримують легкі механічні навантаження та широкий діапазон температур (від -20 до 70 ° C), тому вони підходять для вуличних пристроїв.

3) Екрани оснащені контролером КБ1013ВГ6, який сумісний з популярним Hitachi HD44780 і безліч проектів для нього.

4) Вбудована таблиця символів включає російську та англійську мову, а також білоруські, українські та казахські символи.

Мінімальна одиниця текстового екрану - 1 символ, тому замість піксельної роздільної здатності доречно говорити про кількість знайомств на екрані.

Розповсюджені дисплеї з трьома варіантами роздільної здатності:

- 1) 8×2 – два рядки по 8 символів;
- 2) 16×2 – два рядки по 16 символів;
- 3) 20×4 – чотири рядки по 20 символів.

Компактний текстовий екран 8×2 підходить для виведення часу, дати і показань датчиків, але для інформативних текстових меню він маловат. Щоб зробити зручне текстове меню без суворих обмежень на кількість символів, вибирайте більші екрани з роздільною здатністю 16×2 і 20×4. Тому пропонується запити свій вибір на дисплеї 16x2.

Базові моделі РК-індикаторів підключаються через паралельний інтерфейс, який займає від 6 до 10 пінів на платформі, що управляє.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						22
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Якщо, крім дисплея, потрібно підключати мінімальну кількість модулів – подібний сценарій буде доцільний.

В даному проекті кожен пін на рахунку та з зменшенням кількості пінів зростає надійність системи.

У такому разі доречно вибрати текстовий дисплей з I²C. По-перше, він заощадить купу пінів: для керування йому достатньо двох проводів, тому на контролері вивільниться місце для декількох додаткових датчиків. По-друге, можна програмно активувати підсвічування екрана через той самий інтерфейс I²C.

Живлення серій даного дисплею можливо від 3,3В та 5В. [11]

3.4. Обґрунтування звукового та світлового оповіщення

В випадку критичного рівня води потрібно оповістити персонал. Виводи повідомлення про дисплей буває недостатньо, так як оператор незвжди знаходиться біля дисплею. Тому потрібно застосувати звукове оповіщення – міні сирену та світлове – червоний світлодіод.

Сирени поділяються за такими відмінностями:

- принцип генерації звуку;
- напруги живлення;
- ступеня тиску звуку;
- виду підключення та живлення.

В основі роботи сирен застосовуються два принципи формування звукового ефекту:

1) П'єзоелектричний. В міні сиренах використовується зворотний п'єзоелектричний ефект, що базується на вібрації п'єзокерамічної пластини під впливом змінних струмів. Частота звуку визначається частотою напруги, яка подається від 12 до 20 Вольт. У конструкцію сирени можна ввести керуючий мікроконтролер, який дозволить генерувати дво- або тритональний звук.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						23
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Для сирен авто характерна можливість подачі різних звукових сигналів та мелодій, що відрізняються частотою або дискретністю.

На промислових підприємствах для сирен систем оповіщення з п'єзоелектричним ефектом може застосовуватися напруга 220 В. Звуковий тиск вимірюється в децибелах, для сирен у промислових задач застосовується діапазон від 75 до 115 Дб.

2) Електромагнітний. Пристрої є сердечником з намагніченого матеріалу, на який намотана котушка з мідного дроту. Сердечник має всередині порожнину, із встановленою в ньому тонкостінною металевою перегородкою – мембраною. При подачі на котушку напруги зі змінною частотою (що відповідає бажаному звуку) мембрана починає вібрувати та формувати однотональний звук із підвищеною гучністю. Для посилення звуку в сиренах застосовується додатковий генератор, що посилює звук із частотою в діапазоні 800-2000 Гц. Недоліком конструкції є енергоємність та необхідність застосування напруги 220 В. Сьогодні сирени електромагнітного типу рідко використовуються в промислових та охоронних системах приміщень.[12]

В нашому випадку краще застосувати п'єзоелектричну міні сирену та відповідно врахувати напругу живлення, вона найчастіше складає 12В. Тому необхідно буде застосувати стабілізатор напруги для її підвищення, так як мікроконтролер живиться від 5В.

3.5.Обґрунтування насосу

Для наповнення рерзвуара рідиною потрібен потрібно використати насос.

Насосом називається гідравлічний пристрій, призначений для всмоктування, напірного переміщення або нагнітання рідини за допомогою повідомлення їй зовнішньої кінетичної або потенційної енергії.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						24
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Види насосів для води розрізняють за наявними у них технічними параметрами, до яких відносять:

- кількість рідини, яка переміщує насос в одиницю часу;
- розвивається тиск або максимальний напір;
- ККД;
- потужність.

Існуючі на сьогодні види насосів мають різну класифікацію. Одна з них стосується сфери застосування подібних пристроїв і виділяє з них побутові та промислові. Перші з цих машин застосовуються для каналізації, опалення та водопостачання в житлових і виробничих приміщеннях.

Промислові насоси призначаються для використання в різних системах і установках. Їх застосовують для подачі води, перекачування нафтопродуктів і агресивних речовин, а також для здійснення багатьох інших специфічних дій.[13]

У проекті використовується насос напругою 12В від омивача лобового скла автомобіля. У проекті може використовуватися насос, що працює від стандартної електричної мережі, проте при його використанні потрібно дотримуватися особливої обережності, щоб уникнути небезпеки електричного удару.

Для насоса використання стабізатора напруги не потрібно, тому що він буде живитися окремо від 12В.

3.6. Обґрунтування кнопки

Для вмикання та вимикання роботи системи потрібна кнопка. Так як система управління має невеликий розмір, тому потрібно використати невелику кнопку. Для цього підійде тактова кнопка.

Тактова кнопка – простий, всім відомий механізм, що замикає ланцюг, поки є тиск на штовхач.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						25
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

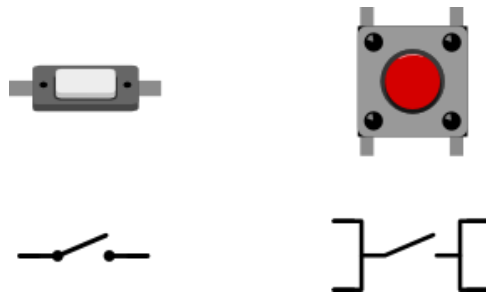


Рис.3.1 – Види тактових кнопок

Тактові кнопки бувають двох видів: на 2 контакти та на 4 контакти рис.3.1.

3.7.Обґрунтування блока живлення

Для системи контролю рівня рідини необхідно застосувати постійне живлення від мережі. Враховуємо те, що система робить опитування датчиків з певним проміжком часу та постійно вивдить на дисплей повідомлення про рівень рідини в резервуарах та критичний рівень. Світлодіод, сирена та мотор працюють в випадку відповідної команди з мікроконтролера.

Блок живлення – це вузол радіоелектронного пристрою, що забезпечує необхідним живленням будь-який пристрій. Для роботи радіоелектронних пристроїв потрібно живлення, які вони отримують ззовні. Тобто всі радіоелектронні пристрої так чи інакше споживають електричний струм.

Кожному радіоелектронного пристрою потрібно конкретне напруга і потужність. Відповідно блоки живлення повинні обиратися під конкретний пристрій. Це пояснює чому зустрічається безліч різних блоків живлення.

3.8. Структурна схема

Автоматизована система керування рівня рідини в резервуарі виконує наступні функції:

- Вимірювання рівня рідини в резервуарах;
- Наповнення рідиною резервуарів;

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						26
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

- Вмикання/вимикання насосів при певних значеннях рівня рідини;
- Спрацювання звукової та світлової сигналізації при критичних рівнях рідини;
- Вивід значень рівня рідини на дисплей.

Для здійснення запропонованих функції необхідні такі складові:

8) Ультразвуковий датчик рівня рідини для вимірювання рівня рідини в резервуарах.

9) Дисплей для відображення виміряних значень рівня рідини;

10) Мінісирена та червоний світлодіод для сигналізації в випадку критичних значень рівня рідини;

11) Мотор для вмикання та вимикання насосу для наповнення резервуара рідиною;

12) Блок живлення для живлення системи в цілому.

13) Стабілізатор напруги для підвищення напруги для сирени та насосу до 12 В.

14) Мікропроконтролер для управління системи в цілому.

Структурна схема автоматизованої системи керування рівня рідини в резервуарі представлена на рис.3.2.

Складові структурної схеми:

- два ультразвукових датчика рівня рідини;
- мікроконтролер;
- дисплей;
- червоний світлодіод;
- насос;
- міні сирена;
- стабілізатор напруги;
- тактова кнопка;
- блок живлення.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						27
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		



Рис.3.2 – Структурна схема системи

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Вибір мікроконтролеру

Мікроконтролери сімейства 8051 є одними з найпопулярніших та давно експлуатованих мікроконтролерів на ринку. Сімейство 8051 було введене компанією Intel стало в 1980 році і з тих пір широко використовуваним у різних промислових та вбудованих системах.

Основні особливості мікроконтролерів 8051:

Архітектура: Мікроконтролери сімейства 8051 мають архітектуру з 8-бітним процесором. Вони мають вбудований набір команд, регістри загального призначення, переривання, таймери/лічильники, порти вводу/виводу та інші периферійні пристрої.

Широкий вибір моделей: Сімейство 8051 включає в себе різноманітні моделі мікроконтролерів з високими характеристиками та функціональністю. Це дозволяє вибрати підходящу модель для конкретного застосування залежно від вимоги до продукту.

Підтримка переривань: Мікроконтролери 8051 мають можливість обробки переривань, що дозволяє перевіряти зовнішні події та виконувати виконання дій. Це корисно для обробки вхідних сигналів у реальному часі та взаємодії із зовнішніми пристроями.

Порти вводу/виводу: Мікроконтролери 8051 мають вбудовані порти вводу/виводу, які можуть зчитувати дані із зовнішніх пристроїв та виводити дані на зовнішні пристрої. Це робить їх універсальними для керування зовнішніми пристроями та інтерфейсами.

Розширення функціональності: Деякі моделі мікроконтролерів 8051 мають вбудовані аналогово-цифрові перетворювачі (ADC), синхронні та асинхронні комунікаційні інтерфейси (SPI, UART) та інші пристрої, які розширюють їх можливості та можуть взаємодіяти з різними пристроями та сенсорами.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						29
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Функціональна схема мікроконтролера сімейства 8051 наведена на рис.4.1, а на рис.4.2 показано призначення виводів. Мікроконтролер виконано на основі високорівневої n-МОП технології. Через чотири програмованих паралельних порти введення/виведення й один послідовний порт мікроконтролер взаємодіє із зовнішніми пристроями.

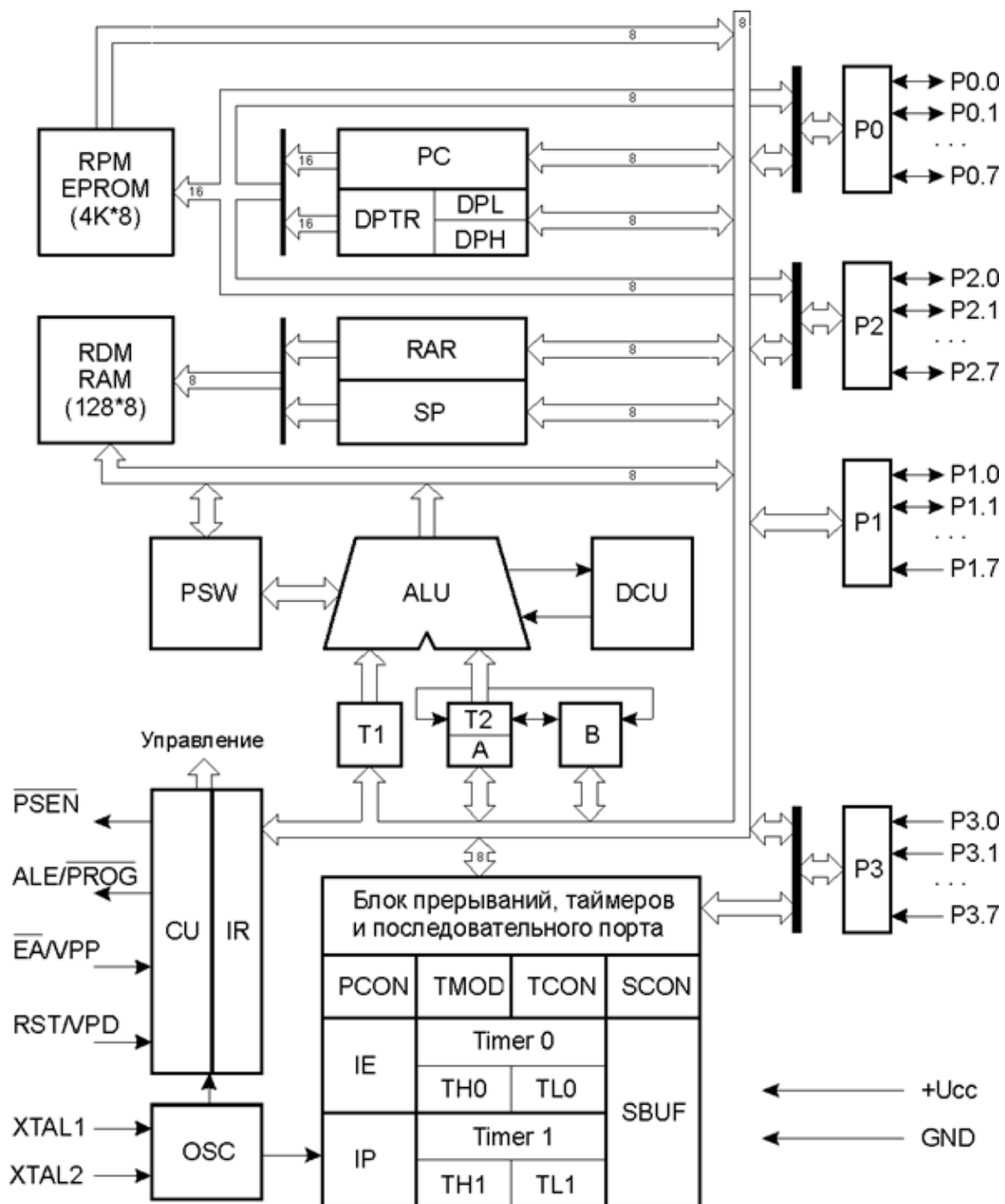


Рис.4.1 – Функціональна схема мікроконтролера KM1816BE51

8-бітний арифметико-логічний пристрій (ALU) може виконувати арифметичні операції додавання, віднімання, множення та ділення; логічні операції І, АБО, виключне АБО, а також операції циклічного зрушення, скидання, інвертування тощо. До входів підключені програмно-недоступні реєстри T1 та T2, призначені для временного збереження операндів, схема десяткової корекції (DCU) та схема формування ознак результату операції (PSW).

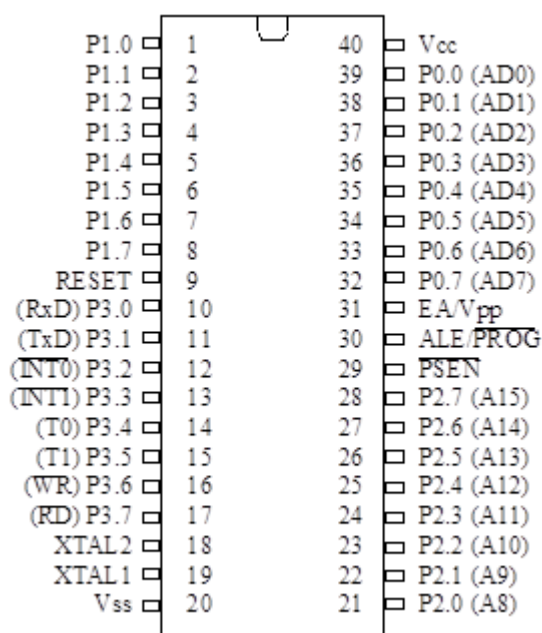


Рис.4.2 – Розташування виводів KM1816BE51

Застосування однокристальних мікроконтролерів (МК) в апаратних засобах управління об'єктами привело до кардинальних змін при розробці апаратних засобів пристроїв і систем. Мікроконтролер являє собою логічний автомат з високим ступенем детермінованості, допускаючи дуже мало варіантів його системного включення.

Типовий склад апаратних засобів ядра будь-якої МК-системи (МК, ППЗУ, ОЗУ, інтерфейсні БІС, схеми синхронізації та системного управління) формується конструктивно у вигляді одноплатних універсальних програмованих контролерів, призначених для влаштування в контур управління об'єктом або процесом.

Якщо основою проектованого виробу є одноплатний контролер, то немає необхідності розробляти і супроводжувати конструкторську та експлуатаційну документацію центральної частини виробу. При використанні стандартного контролера в якості комплектуючого системного елемента обсяг документації на апаратні засоби виробу значно скорочується і може мати тільки документацію на апаратуру зі стягненням ядра системи з датчиками та виконавчими механізмами управління об'єктом.

Характеристики:

- процесор, у склад якого входить 1-байтне АЛУ і схеми апаратної реалізації команди множення і ділення;
- стирається ПЗУ програмою ємністю 4 Кбайта,
- ОЗУ даних ємністю 128 байт;
- два 16-бітні таймери/лічильники;
- програмовані схеми входу/виводу (32 лінії);
- блок дворівневого векселі переривання від п'яти джерел;
- асинхронний канал дуплексного послідовного введення/виведення інформації зі швидкістю до 375 кбіт/с;
- генератор, схема синхронізації та управління.
- Структури МК серії 1816 та їх команди системи такі, що у разі потреби функціонально-логічні можливості контролерів можуть бути розширені:
 - адресний простір — за рахунок зовнішніх додаткових БІС постійної та оперативної пам'яті,
 - число ліній зв'язку МК з об'єктом управління - шляхом підключення різних інтерфейсних БІС. Мікроконтролери серії 1816 вимагають одного джерела електропитання напругою $+5\text{ В} \pm 10\%$, розсіюють потужність близько 1,5 Вт і працюють в діапазоні температур від 0 до 70 °С. По входам і виходам МК серії 1816 електричні сумісні з інтегральними схемами ТТЛ.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						32
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Мікроконтроллер МК51 може працювати в діапазоні частот від 1,2 до 12 МГц, при цьому мінімальний цикл виконання команди рівня 1 мкс, а також швидкодії рівно одному мільйону коротких операцій в секунду. [13]

4.2. Вибір ультразвукового датчика

Ультразвуковий датчик HC-SR04 (рис.4.3) є дуже популярним компонентом серед електроніків та хобістів. Цей датчик використовує ультразвукові хвилі для вимірювання відстані до об'єкта і має широкий спектр застосування.



Рис.4.3 – Ультразвуковий датчик

Основні характеристики датчика HC-SR04:

Робоча частота: Датчик використовує ультразвукові хвилі з робочою частотою приблизно 40 кГц.

Вимірювальний діапазон: Датчик може вимірювати відстань від 2 сантиметрів до 400 сантиметрів. Зазвичай, точність вимірювання залежить від конкретних умов використання, але в середньому досягає приблизно 1-3 мм.

Режим роботи: Датчик має два режими роботи - передавача та приймача. У режимі передавача він відправляє короткі ультразвукові імпульси, а в режимі приймача він отримує відбиті сигнали.

Інтерфейс з контролером: Для взаємодії з мікроконтролером або іншими електронними пристроями датчик використовує дві піни - один для передачі сигналу та один для отримання сигналу.

Простота використання: Датчик HC-SR04 досить простий у використанні. Він працює на основі зв'язку "посилення-відбиття" ультразвукових хвиль, і для вимірювання відстані до об'єкта необхідно лише відправити сигнал та виміряти годину, яка потрібна для його повернення.

Датчик HC-SR04 широко використовують у робототехніці, автоматизації, вимірювальних пристроях, системах безпеки, розумних пристроях та інших проектах, де необхідно виміряти відстань до об'єктів або виявляти їх присутність.

Принцип роботи:

1. На вихід trig (тригер) посилаємо високий рівень протягом як мінімум 10мкс
2. Модуль починає посылати ультразвукові імпульси з частотою 40 кГц і приймає їх назад, якщо в зоні видимості є будь-які перешкоди
3. Якщо сигнал повертається, модуль встановлює низький рівень на виході echo на 150мс. За часом, який минув з п.1 до низького рівня на виході echo можна розрахувати відстань до перешкоди за формулою (4.1):

$$S = (time * sound * velocity) / 2 \quad (4.1)$$

де time – виміряний час імпульсу, sound velocity – швидкість звуку (340 м/с).[14]

4.3. Вибір дисплея

В розділі 3 було обрано рідкокристалічний дисплей LCD 1602 Використання цього екрана РК без I2C забезпечує сервісні обмеження для МК51. Тому було обрано підключення по інтерфейсу I2C.

Дисплей LCD 1602 використовують у багатьох проектах електроніки, включаючи пристрої з виведенням інформації, вбудовані системи, прилади, контролери та багато іншого. Він дозволяє відображати текст, числа, символи

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Дир.
						34
Зм.	Дир.	МД	Підп.	Лет.		

і навіть прості графічні елементи, що робить його корисним компонентом для інтерфейсування з користувачем та відображення інформації.

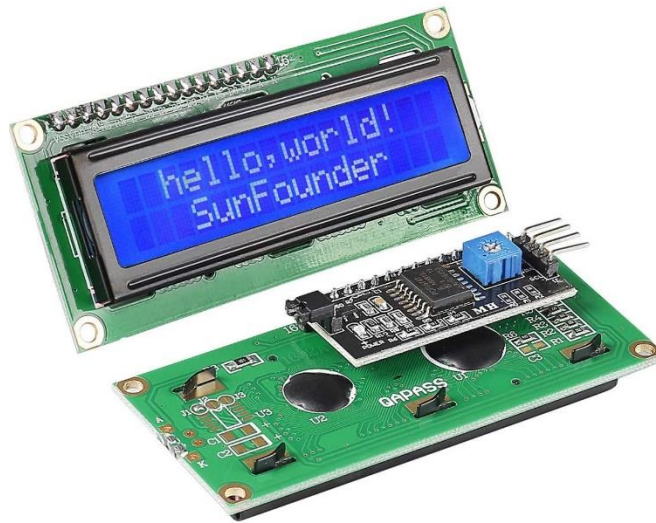


Рис. 4.4 – Зовнішній вигляд LCD 1602

Рідкокристалічний дисплей (Liquid Crystal Display, LCD) 1602 є одним з найпоширеніших і найпростіших у використанні дисплеїв. Він має 16 символьних рядків і 2 столбики, тому його так і називають "1602".

Основні характеристики дисплея LCD 1602:

1. Розмір і роздільна здатність: Дисплей має 16 символьних рядків і 2 столбики, тобто загальне кількість символів, які можна відображати одночасно, становить 32.
2. Зворотне підсвічування: Дисплей має вбудоване зворотне підсвічування, яке може бути увімкнене або вимкнене залежно від потреби. Це дозволяє забезпечити читабельність символів навіть за слабкого освітлення.
3. Інтерфейс: Дисплей підключається до контролера або мікроконтролера за допомогою паралельного інтерфейсу. Він використовує 8-бітну передачу даних, а також сигнали управління, такі як Enable, RS (Register Select) та R/W (Read/Write).
4. Керування символами: Дисплей LCD 1602 може відображати базові ASCII символи, а також користувацькі символи. Він має вбудовану пам'ять для зберігання до 8 користувацьких символів, які можуть бути визначені програмно.

5. Простота використання: Дисплей LCD 1602 досить простий у використанні. Він може бути підключений до багатьох типів контролерів або мікроконтролерів, існують бібліотеки та програмні драйвери, які спрощують його програмування та використання. [15]

4.4.Вибір світлового та звукового оповіщення

В якості звукового оповіщувача було обрано міні сирену Elegant EL 101 706 (6-тональна) 25 Ватт рис.4.5.



Рис.4.5 – Зовнішній вигляд міні сирени Elegant EL 101

Технічні характеристики:

- Сирена автомобільна (міні) 6 тонів, 25 Вт Elegant(EL 101 706);
- призначена для монтажу зі всіма видами авто сигналізації;
- сучасний дизайн;
- високий рівень гучності
- водонепроникність;;
- відповідає умовам 10 ЕКГ;
- Звуковий тиск 110 +/- 3 дБ;

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						36
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

- Напруга живлення 12 В постійного струму;
- Потужність 25 Вт;
- Кількість тонів 6 [17]

Для сигналізації критичних рівнів використаємо світлову індикацію.
Для цього застосуємо червоний світлодіод рис.4.6.



Рис.4.6 – Зовнішній вигляд червоного світлодіода

В якості світлової сигналізації застосуємо LED червоний ультра яскравий світлодіод, діаметр 5мм рис.4.6.

Характеристики:

- виробник: KENTO;
- колір світіння: червоний
- колір лінзи: знову таки червоний;
- діаметр: 5 мм;
- форма лінзи: коло;
- довжина хвилі / колірна температура: 620-630 нм;
- інтенсивність світіння: 8000 - 10000 мкд;
- кут огляду: 30 град;
- пряма напруга: 1.9 - 2.1 В;
- прямий струм: 20 мА;
- максимальна робоча температура: + 100 С;
- мінімальна робоча температура: - 20 С.[18]

В якості стабілізатора напруги для скомпенсування міні сирени примінемо модуль на основі мікросхеми MT3608 рис.4.7.

Пропонується застосувати стабілізатор напруги 12В 1,5А LM7812 рис.4.7.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						37
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

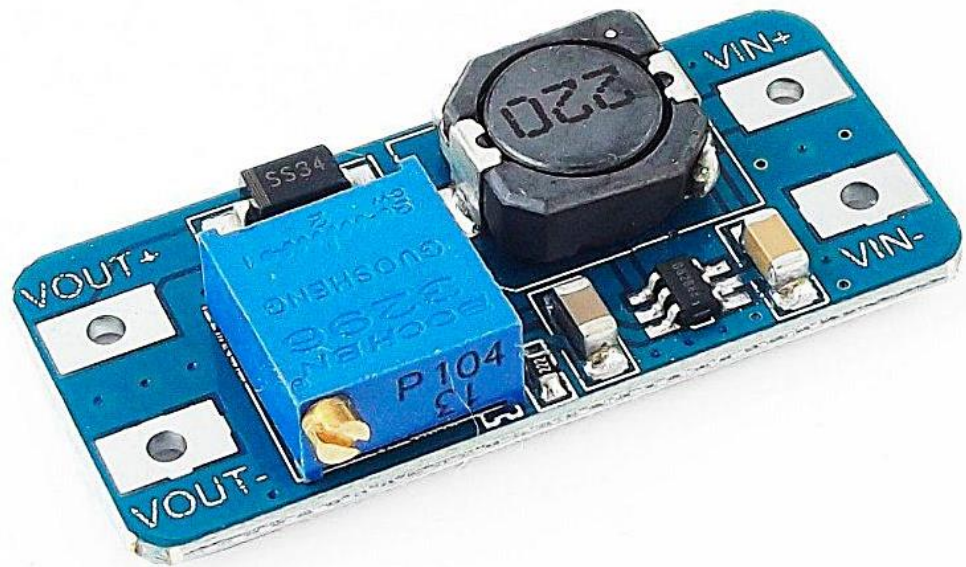


Рис.4.7 – Зовнішній вигляд MT3608
Мікросхема MT3608 є імпульсним

Підсилювачем постійного струму (DC-DC boost converter), який забезпечує підвищення напруги з одного рівня до іншого. Вона широко використовується для постачання енергії від джерел з низьким напругою (наприклад, батарей або акумуляторів) до вимогливих навантажень, таких як світлодіодні підсвічування, дисплеї, мотори та інші електронні пристрої.

Основні характеристики мікросхеми MT3608:

1. Вхідний діапазон напруги: В залежності від конкретної версії мікросхеми, вхідний діапазон напруги може становити від 2 до 24 вольт.
2. Вихідна напруга: Мікросхема здатна генерувати вихідну напругу від 2 до 28 вольт, залежно від вхідного діапазону та налаштувань.
3. Ефективність: MT3608 має високу ефективність перетворення, що дозволяє економити енергію та збільшує тривалість роботи пристроїв від акумуляторів.
4. Струм вихідного навантаження: Максимальний струм вихідного навантаження залежить від конкретної версії мікросхеми та налаштувань, але в середньому становить до 2 ампер.
5. Захист та функції: MT3608 має вбудований захист від перевантаження, короткого замикання, перегріву та зворотної полярності.[19]

4.5.Вибір насоса

Враховуючи, що резервуар в нас 1,5-2 л, достатньо буде використати невеликий насос. Обираємо насос омивача скла в автомобілі, а саме WM-DW0010 рис.4.8.



Рис.4.8 – Зовнішній вигляд насосу DW0010

Технічні характеристики:

- Артикул: WM-DW0010;
- Тиск рідини: 1.2 кг/см²;
- Підключення: клемми;
- Напруга: 12 В;
- OEM: 96318238;
- Зовнішній діаметр: 30 мм;
- Продуктивність: 10 мл/с. [20]

Живлення насоса буде здійснюватися окремим блоком живлення на 12 В.

4.6.Вибір тактової кнопки

Мікроперемикач ТАСТ SPST-NO (Single-Pole, Single-Throw Normally Open) є електромеханічним пристроєм, що використовується для змикання або розмикання електричного кола.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						39
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Має 2 положення, 0,05А/24ВDC, розмір 6х6 мм, висота 4.3 мм, DIP в червоному кольорі рис.4.9.



Рис. 4.9 – Тактова кнопка SPST-NO

Він має один полюс (SP) та один перекидний контакт (NO), який за замовчуванням знаходиться у відкритому стані.

Основні характеристики мікроперемикача TACT SPST-NO:

Мікроперемикач має компактну конструкцію з невеликими розмірами, зазвичай у формі прямокутного блоку. Він має кнопку, яку можна натискати для перемикання контакту.

Контакт: Мікроперемикач TACT SPST-NO має один перекидний контакт (NO), який замикатиметься при натисканні кнопки і розмикатиметься при відпусканні.

Довговічність: Вони мають високу довговічність та стійкість до багаторазових натискань кнопки. Зазвичай вони розраховані на мільйони циклів роботи.

Електричні характеристики: Мікроперемикачі TACT SPST-NO зазвичай мають напругу роботи та струм контакту, 5В.

Застосування: Мікроперемикачі TACT SPST-NO широко використовують у різних електронних пристроях та системах, таких як комп'ютери, мобільні пристрої, домашні прилади, автомобільна електроніка, аудіо- та відеотехніка, медичні пристрої та інші. Вони можуть використовуватися для включення/вимкнення функцій, вибору режимів, взаємодії з користувачем тощо.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						40
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

4.7. Вибір блока живлення

Блок живлення обираємо, враховуючи таблицю всі складові системи:

- Мікроконтролер KM1816BE51: 5В;
- Ультразвуковий датчик HC-SR04: 3,3-5,5В;
- Дисплей LCD 1602: 5В;
- Міні сирена Elegant EL 101: 12В;
- Червоний світлодіод: 1,9 – 2,1 В;
- Стабілізатор напруги MT3608: 2-24В.

Напруга живлення для міні сирени Elegant EL буде скомпенсовуватись стабілізатором напруги на мікросхемі MT3608.

Найбільш підходящий блок живлення HG Power 5 В 4 А вилковий, він зображений на рисунку 4.10.



Рис. 4.10– Зовнішній вигляд блоку живлення HG Power 5 В 4 А

Для підключення низьковольтного навантаження при доступності напруги 220 Вольт, традиційно використовуються блоки живлення. Такі джерела все частіше виконуються за імпульсною схемою, що вигідно відрізняється від трансформаторної:

- малою вагою та габаритами;
- достатньою потужністю.

Серед імпульсних блоків живлення, найлегші, компактні та доступні за ціною – це мережні адаптери, що відрізняються широкою лінійкою вихідної

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						41
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

напруги. Такі пристрої випускаються у пластиковому корпусі та розраховані на відносно невеликі струми в межах кількох ампер, що цілком достатньо для живлення багатьох електронних схем.

Блок живлення 5 В 4 А вилковий отримав свою назву через спосіб підключення до мережі 220 В через вилку.

До недоліків блоків живлення можна віднести герметично закритий корпус, що погіршує відведення тепла, особливо при експлуатації на максимальному струмі навантаження. У таких випадках краще купити блок живлення більшої потужності.

Подібне джерело стабільної постійної напруги характеризується низьким коефіцієнтом пульсації та незначним рівнем перешкод.

Таке джерело живлення може використовуватися для підключення всіх видів навантаження, розрахованого на напругу 5 Вольт і струм не перевищує 4 Ампер.

Технічні характеристики

- Тип: вилковий блок живлення;
- Напруга: 5 В;
- Струм: 4 А. [21]

4.8. Побудова принципово-електричної схеми

На основі вибраних складових системи та структурної схеми було побудовано принципово-електричну схему рис.4.11.

Перелік елементів принципової схеми:

- DD1, DD2 – ультразвуковий датчик HC-SR04;
- DD3 – мікроконтролер KM1816BE51;
- DD4 – стабілізатор напруги MT3608;

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						42
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

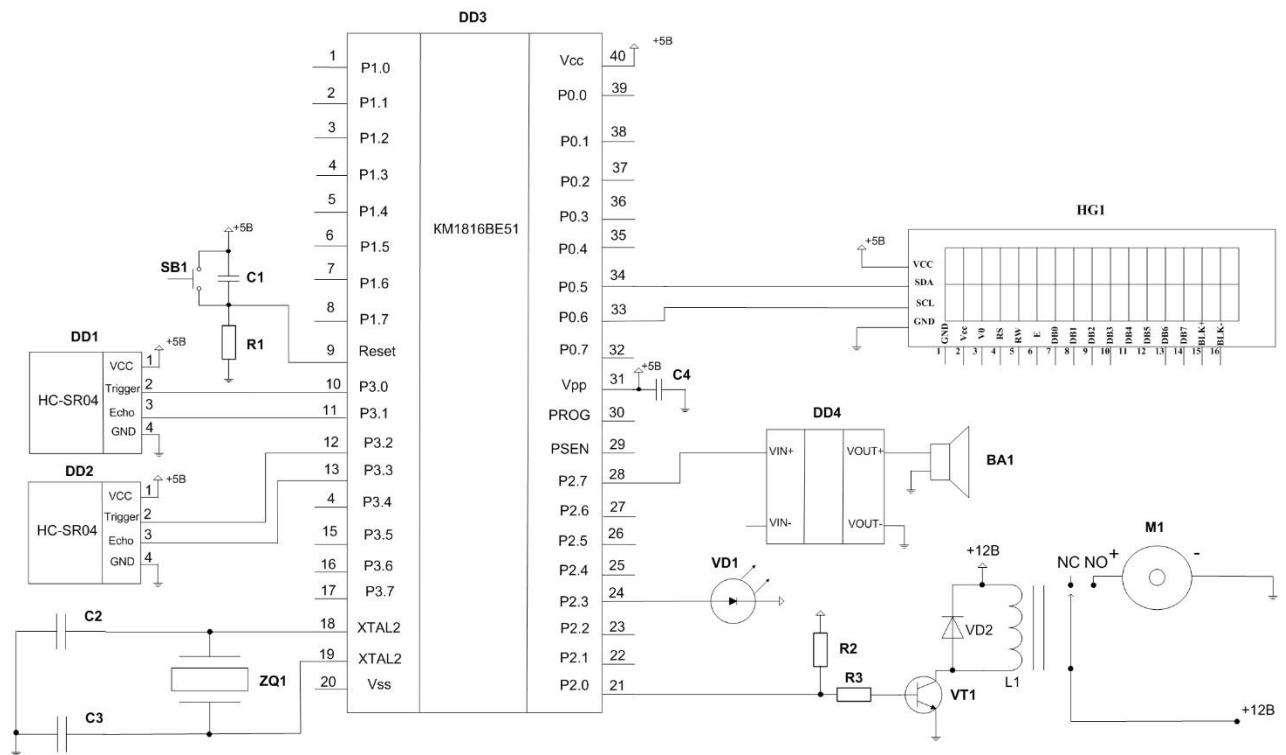


Рис. 4.8 – Принципово-електрична схема

- HG1 – LCD1602 дисплей з конвертором I2C;
- M1 – насос DW0010;
- R1 – 8,2кОм;
- R2 – 10кОм;
- R3 – 100 Ом4;
- C1 – 10 мкФ;
- C2, C3 – 33пкФ;
- C4 – 0,1 мкФ;
- VD1 – світло діод червоний;
- VD2 – 1N4700;
- VT1 – BC548;
- BA1 – мінісирена Elegant EL 101
- SB1 – тактова кнопка SPST-NO;
- ZQ1 – кварцевий резонатор 11,0592 MHz;
- L1 – котушка реле 12BSPDT.[23]

4.9. Розрахунок похибок визначення рівня рідини

Проведено десять повторних вимірювань ультразвуковим датчиком тепловізійним інфрачервоним датчиком HC-SR04, діапазон відстані вимірів: від 2 см до 400 см. Вимірювання також можна проводити в міліметрах, так як точність визначення 3мм.

Було отримано наступну вибірку в мм:

$T = (80,05; 80,93; 80,95; 80,06; 80,07; 80,06; 80,06; 80,95; 80,96; 80,96)$ мм.

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне L за (4.1):

$$\bar{L} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} L_i \cong 20,505 \quad (4.1)$$

2) похибки повторних вимірювань ΔL_i та ΔL_i^2 (4.2):

$$\Delta L = |\bar{L} - L_i| \text{ та } \Delta L_i^2 = (\bar{L} - L_i)^2, \quad (4.2)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

№ з. п.	L, °C	ΔL_i , °C	ΔL_i^2 , °C ²
1	80,05	0,455	0,207025
2	80,93	0,425	0,180625
3	80,95	0,445	0,198025
4	80,06	0,445	0,198025
5	80,07	0,435	0,189225
6	80,06	0,445	0,198025
7	80,06	0,445	0,198025
8	80,95	0,445	0,198025
9	80,96	0,455	0,207025
10	80,96	0,455	0,207025
сер	80,505	0,445	0,198105

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (4.1). За даними табл. 4.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95

$t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (4.2) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{L} - L_i)^2} \approx 0,022 \text{ мм}$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B L = 2,26 * 0,022 = 0,049 \text{ мм}$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.)

1) похибку приладу за (4.3):

$$\Delta_{\text{пр}} L = \frac{1}{300} t_p k L_{\text{гр}} \quad (4.3)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $L_{\text{гр}} = 20\text{мм}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} 2,0 * 20 * 1 \approx 0,13 \text{ мм};$$

2) похибку заокруглення за (4.4):

$$\Delta L_3 = P \frac{h}{2}. \quad (4.4)$$

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

$$\Delta L_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

3) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta_B L)^2 + (\Delta_{\text{пр}} L)^2 + (\Delta_3 L)^2} = \sqrt{0,049^2 + 0,13^2 + 0,02^2} \approx 0,14 \text{ мм} \quad (4.5)$$

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Дир.
						45
Зм.	Дир.	МО докум.	Підпис	Дат.		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Розробка алгоритму

Алгоритм роботи програми системи представлений на рис.5.1.

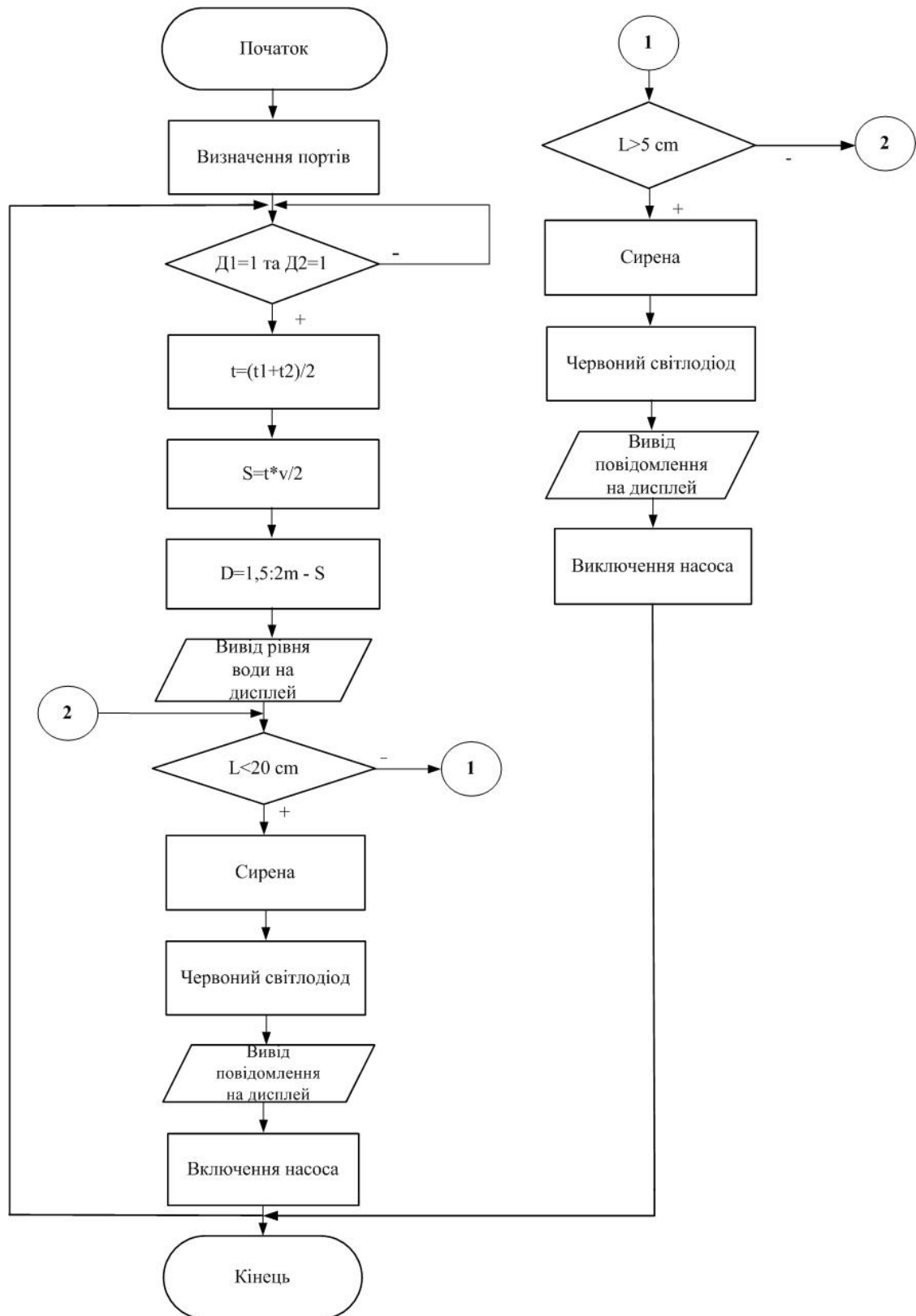


Рис. 5.1 – Алгоритм роботи програмної частини

Програма починається з початку. Це означає, що кнопка включення натиснута та система починає свою роботу.

Потім відбувається визначення портів, тобто програма описує до якого порта мікроконтролера, що підключено в системі.

Умова опитування датчиків опитує датчики. Якщо є сигнал з датчиків, то переходить до наступного блоку обрахування середнього значення з двох датчиків. В випадку якщо не має сигналу з датчиків, то знову починає опитувати. Зазвичай в програмі ставиться проміжок часу, через який відбувається опитування датчиків.

Операція визначення відстані S від датчика до поверхні води по відомій формулі визначає дану відстань

Обрахунок рівня води D обраховується, як різниця між висотою резервуара (1,5:2м) та відстані S .

Значення обрахованого рівня D виводиться на дисплей.

Також в резервуарі мається граничне значення, воно позначається міткою. В даному випадку рівень L .

Далі виконуємо перевірку на граничний рівень L . Якщо $L < 20$ см, тобто рівень падає нижче цієї мітки, то вмикається сирена, починає блимати світло діод та виводиться повідомлення про граничний рівень. Потім насос включається.

В іншому випадку система переходить до опитування граничного верхнього рівня $L > 5$ см. Якщо він відповідає умові, то система знову включає звукове та світлове оповіщення, виводить повідомлення на дисплей про критичний рівень. А потім вже вимикає насос.

Потім система, якщо не нажимається кнопка включення/виключення переходить знову к опитуванням датчиків рівня.

Кінець роботи системи відбувається в випадку натиснення кнопка включення/виключення.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						47
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

5.2. Розробка програми

Для програмування мікроконтролера КМ1816ВЕ51 застосовують мови програмування С та асемблер. В нашому випадку було обрано програмування системи на асемблері. Частина лістингу програми представлений нижче та повна програма в Додатку А .

```
RS EQU P2.7                ;equates RS to P2.7
RW EQU P2.6                ;equates RW to P2.6
E EQU P2.5                 ;equates E to P2.5
ORG 00H                    ;origin
    MOV DPTR,#LUT           ;move starting address of LUT to DPTR
    CLR P3.0                ;clears P3.0(output)
    SETB P3.1               ;sets p3.1(input)
    CLR P3.2                ;clears P3.0(output)
    SETB P3.3               ;sets p3.1(input)
    MOV TMOD,#00100001B     ;sets Timer1 as Mode2 timer and Timer0 as Model
timer
MAIN:ACALL DINT              ;calls DINT subroutine
    ACALL TEXT1              ;calls TEXT1 subroutine
    MOV TL1,#200D            ;loads TL1 with start value
    MOV TH1,#200D            ;loads TH1 with reload value
    MOV A,#00000000B         ;loads A with all Zeros
    SETB P3.0                ;sets P3.0(trigger pulse)
    ACALL DELAY1              ;calls DELAY1 subroutine (1uS)
    CLR P3.0                 ;clears P3.0
    HERE: JNB P3.1,HERE       ;loops here until echo is received
BACK:SETB TR1                ;statrs Timer1
HERE1:JNB TF1,HERE1          ;loop here until Timer1 roll over occurs
    CLR TR1                  ;stops Timer1
    CLR TF1                  ;clears Timer Flag 1
    INC A                    ;Increments accumulator
    JB P3.1,BACK              ;jumps to label BACK if echo is still present
    MOV R7,A                  ;saves accumulator to R7
    ACALL SPLIT               ;calls SPLIT subroutine
    ACALL LINE2               ;calls LINE2 subroutine
    ACALL LEVEL               ;calls LEVEL subroutine
    ACALL TEXT2               ;calls TEXT2 subroutine
    ACALL TEXT3               ;calls TEXT3 subroutine
    ACALL CHECK               ;calls CHECK subroutine
    JB P2.0,JUMP              ;jumps to label JUMP if P2.0 is set
    ACALL TEXT4               ;calls TEXT4 subroutine
    SJMP EXIT2                ;jumps to label EXIT2
JUMP:ACALL TEXT5              ;calls TEXT5 subroutine
EXIT2:ACALL DELAY2            ;calls DELAY2 subroutine(1S)
    SJMP MAIN                ;jumps to label MAIN
CHECK:MOV A,R7                ;loads value of R7 to accumulator
    SUBB A,#20D               ;subtracts 20D from A
    JNC ON                    ;jumps to label ON if carry flag not set(A>20D)
    ACALL OFF                 ;else calls OFF subrotine
    SJMP EXIT                 ;jumps to label EXIT
ON:SETB P2.0                  ;sets P2.0 (motor ON)
EXIT:CLR CY                   ;clears carry flag
    RET                       ;return from subroutine
OFF: MOV A,R7                 ;loads value of R7 to accumulator
    SUBB A,#5D                ;subtracts 5D from A
    JNC EXIT1                 ;jumps to label EXIT1 if carry flag not set(A>5D)
    CLR P2.0                  ;else clears P2.0(motor OFF)
EXIT1:CLR CY                  ;clears carry flag
    RET                       ;return from subroutine
```

6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА

6.1. Розробка друкованої плати

Для розробки друкованої плати було використано середовище EasyEda, тому що дане середовище не потребує встановлення на комп'ютер, достатньо браузера Google Chrome.

Плата системи представлена рисунках 6.1-6.3.

Враховуючі розмір мікропроцесора KM1816BE51, два ультразвукових датчика HC-SR04, стабілізатор напруги MT3608, мінісирена Elegant EL 101, тактова кнопка SPST-NO, міні сирени. Допоміжних елементів: резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів. Насос буде підключений через роз'єми та дисплей буде підключений через роз'єм по інтерфейсу I2C . Блок живлення через роз'єм.

Залишаємо місце на технічну зону та полярність на платі. За рамкою EasyEda визначає розмір 78x106мм рис.6.1. Система однопалатна. Плата двошарова. Згідно вимог ширина доріжки дорівнює 0,25мм, діаметр отворів дорівнює 0,6мм, внутрішнього отвір дорівнює 0,3мм. Плата виконана на стеклотекстоліті. [24]

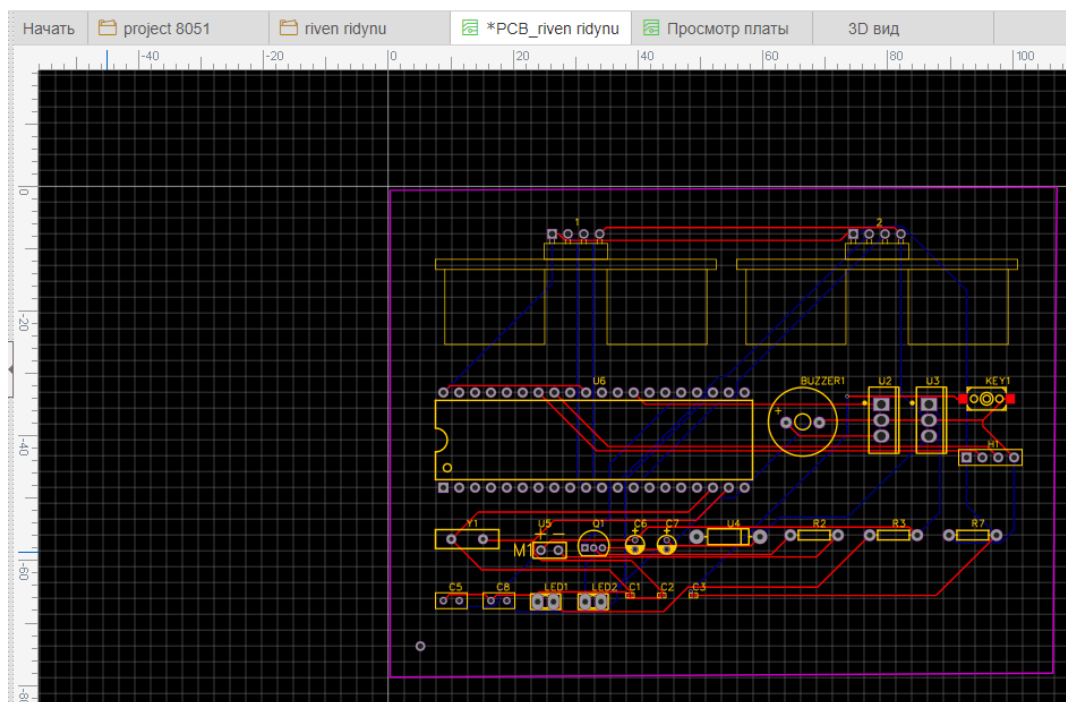


Рис.6.1 – Розведена друкована плата в середовищі EasyEda

Зм	Дрк	МО док	Підпи	Лат

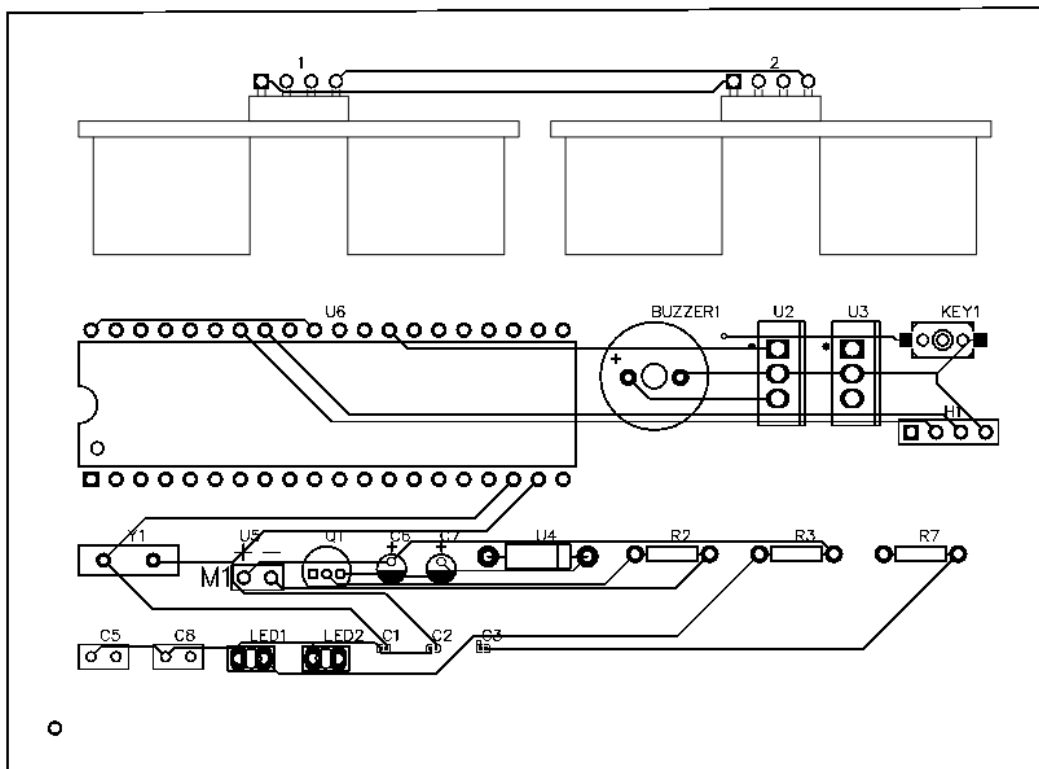


Рис. 6.2 – Перший шар плати в програмі EasyEda

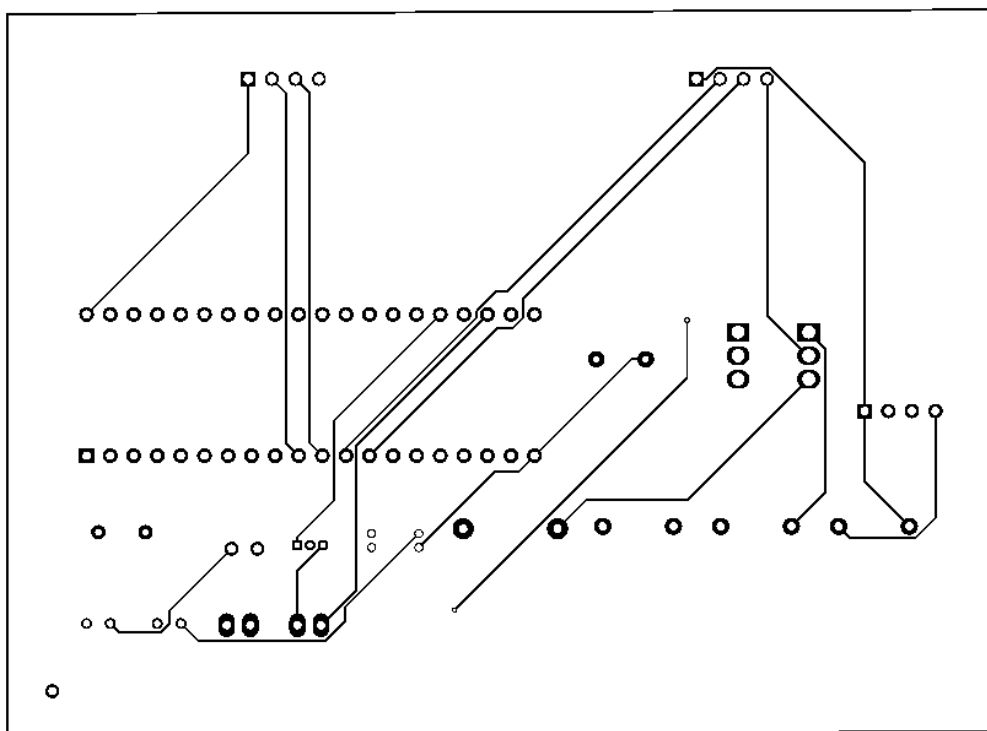


Рис. 6.3 – Другий шар плати в програмі EasyEda

6.2. Розрахунок надійності системи

Система буде знаходитися в чорному корпусі Kradex Z5AJ, з розмірами 90x110x49мм [24] з необхідними доробками.

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 λ -характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

- робочий діапазон температури від -25 до 55°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;
- конструктивно виконано для роботи на зовні автомобіля без штучно регульованих кліматичних умов, вібростійкий.

Склад виробу – Автоматизована система керування рівнем рідини в резервуарах.

Критерієм відмовлення виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини (вузла), що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						51
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і ІС є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;
3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;
4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

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

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу проектного 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

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_1 \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_1 \dots a_n$ – 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 [18] з врахуванням вихідних даних для проектуваного виробу.

Таблиця 6.1 – Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	KM1816BE51	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
	MT3608	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
2	Датчики НС-SR04	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
3	Резистори	3	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,06552
4	Конденсатори	4	0,01	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,00672
5	Діоди				a_1	a_2	a_4	a_6	
	1N4700	1	0,05	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7		1	0,0735
	LED RED	1	0,05	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7		1	0,0735
6	Транзистори BC548	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	0,588
7	Дисплей LCD1602	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	Кнопка тактова	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1			1	0,21
9	Кварцовий резонатор РК-10 МГц	1	1,8	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	3,78
10	Пайки	70	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,0147
11	Блок живлення 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								71,91

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

$$\lambda = 71,91 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

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

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

Таблиця 6.2 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,9822	0,9647	0,9475	0,9306	0,8660	0,6980	0,5626	0,4872

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Підставляючи дані в формулу (2.4) одержимо

$$T = (71,9069 \cdot 10^{-6})^{-1} = 13906,86 \text{ годин.}$$

На графіку, приведеному на рис 6.4 приведена залежність надійності $P(t)$.

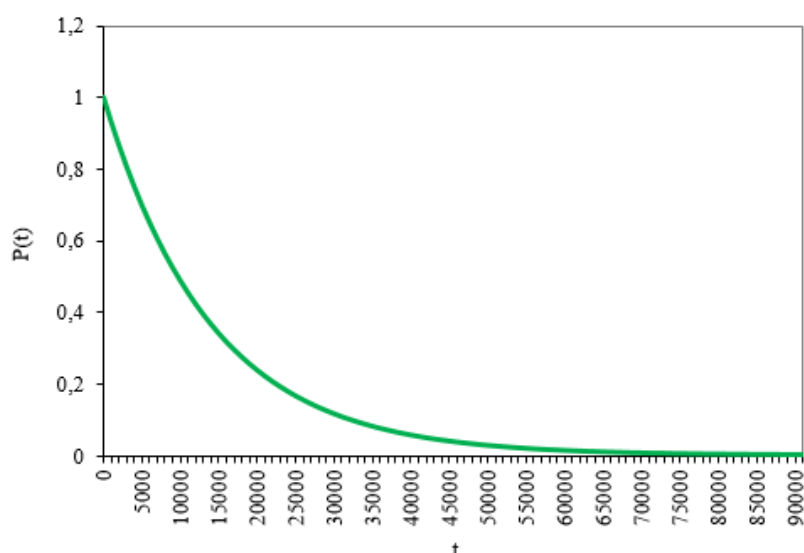


Рис.6.4 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1.Охорона праці

Охорона праці - це система заходів та політика, спрямована на забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Вона включає в себе розробку та виконання нормативних актів, правил та процедур, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та іншим ризикам, пов'язаним з виконанням роботи.

Основні засади охорони праці включають:

1) Ідентифікація ризиків: Аналіз робочої середовища та робочих процесів з метою виявлення потенційних опасностей та ризиків для працівників.

2) Профілактика: Розробка та впровадження заходів для попередження нещасних випадків та професійних захворювань, включаючи встановлення безпечних робочих процесів, надання необхідних засобів особистої захисту, навчання працівників щодо правил безпеки тощо.

3) Нагляд та контроль: Забезпечення постійного контролю та оцінки стану охорони праці на робочому місці, виявлення відхилень від норм та прийняття відповідних заходів для їх виправлення.

4) Освіта та навчання: Надання працівникам необхідних знань та навичок з охорони праці, проведення інструктажів та навчань щодо безпеки та здоров'я на робочому місці.

5) Участь працівників: Залучення працівників до процесу прийняття рішень щодо охорони праці, слухання їх пропозицій та зауважень щодо покращення умов праці та безпеки.

6) Метою охорони праці є забезпечення безпеки, здоров'я та добробуту працівників, зниження ризику нещасних випадків та професійних захворювань, покращення умов праці та підвищення продуктивності праці.

В Україні охорона праці регулюється законодавством, яке встановлює правові норми та вимоги щодо безпеки та охорони здоров'я працівників.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Дир.
						55
Зм	Дир	МО докум	Підпи	Лат		

Основними правовими актами, що регулюють охорону праці в Україні, є:

Кодекс законів про працю: Цей кодекс встановлює загальні норми та правила праці, включаючи вимоги до охорони праці. Він визначає права та обов'язки працівників і роботодавців щодо забезпечення безпеки праці та охорони здоров'я.

Закон України "Про охорону праці": Цей закон визначає загальні засади та норми охорони праці, включаючи обов'язки роботодавців та працівників у сфері безпеки праці, організацію служби охорони праці та проведення обов'язкових медичних оглядів.

Нормативні акти з охорони праці: Для конкретних галузей та видів діяльності є спеціальні нормативні акти з охорони праці, які містять деталізовані вимоги та рекомендації щодо безпеки та охорони здоров'я. Наприклад, для хімічних підприємств можуть існувати спеціальні нормативи щодо безпеки роботи з хімічними речовинами.

Постанови та інструкції з охорони праці: Державні органи та спеціалізовані установи видавати постанови та інструкції з охорони праці, які містять конкретні вимоги та рекомендації щодо безпеки праці в різних сферах діяльності.

7.2. Охорона праці при вимірюванні рідини на підприємстві

Охорона праці при вимірюванні рідини на підприємстві має велике значення для забезпечення безпеки працівників. Основні аспекти охорони праці при вимірюванні рідини включають:

Використання відповідних захисних засобів: Працівники, які займаються вимірюванням рідини, повинні мати належні захисні засоби, такі як рукавиці, окуляри або захисні шоломи. Вони повинні бути надійно встановлені та використовуватися відповідно до вимог безпеки.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						56
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		

Навчання та інструктаж: Працівники повинні бути навчені правилам безпеки при вимірюванні рідини, включаючи правильні методи вимірювання, використання вимірювальних пристроїв, обробку розчинів тощо. Вони також повинні бути ознайомлені з можливими опасностями, пов'язаними з роботою з рідинами, та знаходитися в курсі процедур у разі виникнення аварійних ситуацій.

Контроль за якістю рідини: Перед вимірюванням рідини необхідно перевірити її якість та безпечність. Це може включати перевірку маркування, етикеток, технічних документів та впевненість у правильності зберігання рідини.

Управління відходами: Відходи від вимірювання рідини, такі як залишки, маркери, лабораторні матеріали тощо, повинні бути належним чином утилізовані або знищені згідно з встановленими нормами та вимогами.

Застосування правильних пристроїв та обладнання: Працівники повинні мати доступ до відповідних вимірювальних пристроїв та обладнання, які забезпечують точне вимірювання рідини. Ці пристрої повинні бути перевірені та підтримуватися у належному стані.

Регулярне обслуговування та перевірка обладнання: Обладнання, використовуване для вимірювання рідини, повинно регулярно перевірятись та обслуговуватись, щоб забезпечити його правильну роботу та уникнути можливих аварій чи несправностей.[19]

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі була розроблена комп'ютеризована система для вимірювання та контролю рівня рідини на підприємстві харчової промисловості.

Система може використовуватися для керування рівнем води в резервуарах для промисловості та в побуті. Керуванням рівнем рідини здійснюється завдяки мікроконтролеру.

Розроблена автоматизована система працює в автоматичному режимі, включення/виключення насоси для підкачки води відбувається автоматично.

Система зчитує з датчиків рівня значення, порівнює їх з пороговими значенням та приймає рішення вмикати/вимикати насос для підкачки води. Значення рівня рідини обраховується та виводиться на дисплей. Також на дисплей виводяться повідомлення стосовно критичного рівня рідини. Критичні значення рівня рідини супроводжуються звукової та світловою сигналізацією.

В дипломній роботі вирішенні такі завдання:

- Зроблений аналіз існуючих системи вимірювання рівня рідини.
- Вибрані складові комп'ютиризованої системи управління вимірюванням рівня рідини.
- Розроблена структурна та принципово-електрична схеми системи.
- Розроблений алгоритм роботи програми та відповідна програма.
- Розроблена друкована плата та пророзрахована надійність системи.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Лист
						58
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ультразвуковий рівнемір ЕХО-аС-01 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: zakupka.com/uk/p/272139375-ultrazvukovoy-urovnemer-eho-as-01.
2. Ультразвуковий витратомір РСЕ-TDS 100Н [Електроний ресурс]. – Режим доступу: donbas-spetspribor.com.ua/p284380237-portativnyj-ultrazvukovoj-rashodomer.html.
3. Гідростатичний датчик рівня води Dinotec Level Control Solo [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://aquavital.com.ua/ua/p1235411296-gidrostaticheskij-datchik-urovnya.html>.
4. Ультразвуковий рівнемір ВЗЛЕТ УР [Електроний ресурс]. – Режим доступу: [tps://zapadpribor.com/urovnemer-ultrazvukovoy-vzlet-ur-ur-2khkh](https://zapadpribor.com/urovnemer-ultrazvukovoy-vzlet-ur-ur-2khkh).
1. Мікроконтролер і8051 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/728717>.
2. Переваги ультразвукових датчиків [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sensorica.ru/s3-3a.shtml>.
3. Принцип роботи УЗ-датчиків рівня [Електроний ресурс]. – Режим доступу: rusautomation.ua/articles/ultrazvukovye-datchiki-urovnya-osobennosti-primeneniya.
4. Як влаштований РК дисплей [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://techno-guide.ru/informatsionnye-tehnologii/displei/ustrojstvo-zhk-displeya.html>.
5. Обираємо текстовий екран [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://amperka.ua/page/text-displays-guide>.
6. Принцип роботи сирени для сигналізації та особливості підключення [Електроний ресурс]. – Режим доступу: signalkaman.ua/remont/printsip-raboty-sireny-dlya-signalizatsii-podklyucheniya.html
7. Основні типи і види насосів, їх характеристики [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://poradumo.com.ua/301962-o-176>.
8. Одноканальне реле 5V Arduino KY-019 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://beegreen.com.ua/odnokanalne-rele-5v-arduino-ky-019>.

					<i>МММТ 480.001.001 - ПЗ</i>	Лист
						59
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

9. Характеристики мікроконтролера KM1816BE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://textarchive.ua/c-2562827.html>.

10. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino-diy.com/arduino-ultrazvukovoy-datchik-rasstoyaniya>.

11. LCD 1602 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://duino.ua/lcd-1602-arduino>.

12. Міні сирена Elegant EL 101[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/elegant-419316-gpl/p355846767>.

13. LED червоний ультра яскравий [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arduino.ua/prod372-Svetodiod_krasnii.

14. Стабілізатор напруги MT3608 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://3v3.com.ua/product_1019.html.

15. Насос WM-DW0010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aurora-auto.com/products/motorchik-omyvatelya-daewoo-landos-sens-novogo-obraztsa-aurora>.

16. Блок живлення HG Power 5 В 4 А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electronoff.ua/good/blok-pitaniya-5v-4a--adpv26b-5.php>.

17. Ультразвуковий контроль рівня води на мікроконтролері 8051[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.circuitstoday.com/ultrasonic-water-level-controller-using-8051>.

18. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух ; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 457 с.

19. Голінько В.І. Г 60 Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Друк
						60
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Дат		