

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
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 кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**«Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на
промисловому підприємстві»**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-2
спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Тимошук Михайло Валерійович

(прізвище та ініціали)

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

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Ткачук А.Р.

(прізвище та ініціали)

к.т.н., доц., зав. каф. РЕТ

Житомир – 2023

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра Метрології та інформаційно-виміральної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

(цифр і назви)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

“ 30 ” березня 2023 р.

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

Тимощука Михайла Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві

керівник роботи Подчашинський Ю.О., дтн, проф. зав. кафедри Метрології та інформаційно-виміральної техніки

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце роботи)

затверджені наказом закладу вищого навчального від “30” березня 2022 року №129/с

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2023 року

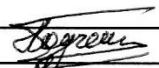
3. Вихідні дані до роботи Комп'ютеризована система повинна забезпечити вимірювання витрати води, вимірювання температури води, вмикання/вимикання системи, вивід вимірних значень на дисплей та передачу через wi-fi модуль, світлове оповіщення критичних значень потоку води, розрахунок показників точності системи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання потоку води, розробка структурної, принципової схем, розробка друкованої плати, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4	Подчасинський Ю.О., д-р, проф.		
5, 6, 7	Лугових О.О., стар. викл.		

7. Дата видачі завдання 30.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приймає
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	30.03.2023 – 1.04.2023	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем випробування витрати рідини	2.04.2023 – 9.04.2023	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем випробування витрати води	10.04.2023 – 07.04.2023	
4.	Розробка структурної схеми системи випробування потоку води	08.04.2023 – 24.04.2023	
5.	Розробка принципової схеми системи випробування витрати води	25.04.2023 – 03.05.2023	
6.	Вибір компонентів системи випробування витрати води	05.05.2023 – 22.05.2023	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи випробування витрати води	24.05.2023 – 30.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	02.06.2023 – 09.06.2023	

Студент



М.В. Тимошук

(підписав та погодив)

Керівник роботи



Ю.О. Подчасинський

(підписав та погодив)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві» містить 86 сторінок, 42 рисунків, 5 таблиці, 4 формули, 32 джерела.

В роботі бакалавра проведений огляд аналогічних інформаційно-вимірювальних систем для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

Зроблено обґрунтування та вибір елементної бази. Враховуючи складові розроблена структурна схема системи. На базі структурної схеми та елементної бази розроблена принципова схема системи для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві. Для комп'ютеризованої системи розроблений алгоритм роботи. На базі алгоритму та обраному мікроконтролері написана програма. Розроблена друкована плата та прорахована надійнісні показники системи, оцінено похибки вимірювань.

Ключові слова: вимірювання витрати води, датчик потоку води, контролер, atmega328P.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work on the topic "Computerized system for measuring water consumption at an industrial enterprise" contains 86 pages, 42 figures, 5 tables, 4 formulas, 32 sources.

In the bachelor's thesis, a review of similar information and measurement systems for measuring water consumption at an industrial enterprise is carried out.

The rationale and selection of the element base was made. Taking into account the components, a structural diagram of the system was developed. On the basis of the structural diagram and the element base, a schematic diagram of the system for measuring water consumption at an industrial enterprise has been developed. A work algorithm was developed for the computerized system. A program is written based on the algorithm and the selected microcontroller. The printed circuit board was developed and the reliability indicators of the system were calculated, the measurement errors were estimated.

Keywords: water flow measurement, water flow sensor, controller, atmega328P.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри системи.....	9
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗИСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
2.1 Принцип роботи та експлуатація датчиків витрати рідини	10
2.2. Існуючі системи вимірювання витрати води	11
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	21
3.1 Обґрунтування побудови структурної схеми.....	21
3.2 Обґрунтування вибору мікроконтролера.....	22
3.3. Обґрунтування вибору wi-fi модуля.....	25
3.4. Обґрунтування вибору датчика потоку води.....	27
3.5. Обґрунтування вибору датчика температури.....	30
3.6.Обґрунтування вибору дисплея.....	35
3.7. Обґрунтування вибору кнопки.....	37
3.8. Обґрунтування вибору світлових сповіщувачів.....	38
3.9. Обґрунтування вибору джерела живлення.....	41
3.10. Розробка структурної схеми.....	42
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	44
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	44
4.2 Вибір wi-fi модуля.....	48
4.3. Вибір стабілізатора напруги.....	51
4.4.Вибір датчика витрати води.....	52
4.5. Вибір датчика температури.....	54
4.6. Вибір дисплею.....	55
4.7 Вибір елемента комутації.....	57
4.8. Вибір світлових індикаторів	58
4.9.Вибір блока живлення.....	59
4.10. Принципова схема.....	60
4.11 Розрахунок похибок вимірювання витрати води.....	62
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ	64
5.1. Розробка алгоритму	64
5.2. Розробка програми.....	66
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	68
6.1.Розробка друкованої плати.....	68
6.2. Розрахунок надійності системи.....	70

					МММТ.420.014.014-ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Тимошук М.В.			Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві				Літ.	Арк.	Аркуші		
Керівник		Подчащинський									5	71	
Реценз.									Державний Університет «Житомирська політехніка», Гр. МТ-2				
Н. контр.													
Затверд.		Подчащинський											

7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	75
7.1. Охорона праці.....	75
7.2. Розробка заходів з охорони праці.....	76
7.3. Пожежна безпека приміщення.....	78
7.4. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці.....	79
ВИСНОВКИ.....	83
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	84
ДОДАТКИ.....	86

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Зі збільшенням комунальних тарифів на воду для промислових підприємств актуальним питанням є економія природних ресурсів. Економія води можлива лише у разі ведення постійного обліку споживання, для чого потрібно встановити витратомір (водомір, лічильник). На ринку представлено безліч типів лічильників, але покази в більшості випадків представляються на дисплеї пристрою. Але на сучасному підприємстві не зручно знімати покази з дисплею пристрою, тому що витратомір може знаходитися в труднодоступному місці та людина може не побачити всі цифри. Тому пропонується використати дистанційну передачу показів через комп'ютеризовану систему для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

Згідно мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. Описати технічні вимоги до виробу
2. Провести аналіз аналогічних системи вимірювання витрат води.
3. Описати технічні вимоги до виробу;
4. Розробити структурну та принципову схеми;
5. Вибрати елементну базу;
6. Розробити алгоритм та програму для вимірювальної системи;
7. Прорахувати похибки вимірювання витрат води;
8. Розробити друковану плату та прорахувати надійність для вимірювальної системи;
9. Описати охорону праці при вимірюванні витрат води.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено комп'ютеризовану систему для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві призначена для вимірювання витрати води та температури в реальному часі на підприємстві, записом даних та виведенням інформації через інтернет.

Датчик витрати рідини використовується для індикації руху рідкого середовища, визначення її швидкості, а також фіксації рівня витрати рідини. Пристрій характеризується високою чутливістю, тому ефективно функціонує навіть за мінімальної інтенсивності потоку.

Основне призначення виробів з датчиками потоку рідини – контроль потоку всередині трубопровідної системи. Принцип дії приладу залежить від його технічних та експлуатаційних показників.

Прилади з датчиками потоку рідини успішно застосовуються в різних галузях промисловості і використовуються для вимірювання рівня дуже різноманітних рідин. Галузі застосування таких приладів наступні: водопостачання та водовідведення; вентиляція, кондиціонування, обігрів приміщень та охолодження повітряних мас; нафтогазова промисловість; сталеливарна галузь та металургія; хімічна промисловість; сільське господарство; харчова промисловість. [1]

1.2 Умови експлуатації

Робочі умови застосування датчика рівня рідини:

- Робоча напруга, В: 5;
- Робочий струм, мА: близько 20;
- Робоча температура, °С: 0-70;
- Відносна вологість повітря, %: 10-90;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Діапазон витрат: від 60 до 900 л/год;
- Вібрація присутня, тряска відсутня.

Часові характеристики:

- Час безперервної роботи не менше 24 годин;
- Час готовності до роботи від 1 до 15 секунд в залежності від налаштування бездротового з'єднання;

Граничні умови транспортування:

- Температура навколишнього повітря, °C: від - 10 до + 70;
- Відносна вологість повітря до 90% при 25 °C;
- Атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 (мм рт. ст.):);
- Транспортна тряска та удари присутні. [2]

1.3 Технічні параметри системи

Розроблена система повинна вирішувати наступні завдання:

- Виведення значень витрати води в л на дисплей та інтернет браузер;
- Автоматичне визначення витрати води при підключенні системи до живлення;
- Виведення температури води в градусах на дисплей та інтернет браузер;
- Сповіщення про мінімальний/максимальний потік води у трубі світловими індикаторами.

Елементи системи вимірювання: блок живлення, мікроконтролер, датчик потоку води, датик температури, дисплей, 2 світлодіоди синій та червоний, кнопка.

- Точність датчика вимірювання витрат води (прибл.) : +/- 5%;
- Абсолютна похибка витрати води: +/-0,27 %;
- Діапазо вимірювання: 1.0-20 LPM (літрів в хвилину);
- Габарити друкованої плати: 70 x 51 мм;
- Напрацювання до відмовлення виробу становить не менше 15000 годин.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Принцип роботи та експлуатація датчиків витрати рідини

Датчик протока води використовується для індикації руху рідкого середовища, визначення її швидкості, а також фіксації рівня витрати рідини. Пристрій характеризується високою чутливістю, тому ефективно функціонує навіть при мінімальній інтенсивності потоку. Існують різні модифікації приладів, які використовуються для роботи з різними видами поточних речовин

Основне призначення виробу, що розробляється – контроль потоку всередині трубопроводної системи. Принцип дії приладу залежить від його технічних і експлуатаційних характеристик. Існує кілька різновидностей датчиків протока води:

– Механічний лопастний сигналізатор. Пристрій встановлюється безпосередньо в трубу. Конструкція датчика включає в себе спеціальну лопасть, яка реагує на рух води. При наявності потоку лопасть відклоняється в сторону, що провокує замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує;

– Тепловое реле. Прибор оснащений спеціальним нагрівальним елементом. Контроль наявності потоку здійснюється шляхом вимірювання інтенсивності розсіювання тепла, яке виробляє нагрівач. Такі датчики не використовуються в системах, що працюють з небезпечними рідинами. Також они не підходять для експлуатації в трубопроводах з постійно змінюваною інтенсивністю потоку.

– Механічний поршневий сигналізатор. Пристрій функціонує за рахунок специфічної магнітно-поршневої системи. Вода піднімає поршень з магнітом, що обумовлює замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує. Якщо припиняється потік, поршень опускається. Відповідно прилади застосовуються в системах з високим робочим тиском.

– Ультразвуковий датчик. Сигналізатори даного типу працюють за допомогою акустичного ефекту, що виникає в момент передачі ультразвукових імпульсів через рухливу рідину.[1]

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.Існуючі системи вимірювання витрати води

Електромагнітний витратомір Ізмеркон ЕМ 470 (рис.2.1) широко використовується завдяки своїй економічності та точності вимірювань, а також завдяки мінімальному опору створюваного потоку середовища.

Витратомір Ізмеркон ЕМ 470 призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин, пульп, суспензій.

Електромагнітний витратомір не має рухомих частин, які схильні до зносу, що істотно знижує необхідність їх обслуговування або заміни.



Рис. 2.1 – Фланцевий електромагнітний витратомір Ізмеркон ЕМ 470

Особливості:

- Широкий діапазон вимірювальних діаметрів (DN3-3000);
- Відсутність рухомих частин не потребує технічного обслуговування;
- Функція автоматичної реєстрації вимкнення живлення (опція);
- Вбудовані електроди опорного заземлення;
- Двонаправлений вимір витрати;
- Доступне високоточне калібрування 0,2%;
- Функція самодіагностики, подача сигналу про незаповн. трубопроводі, вихідні сигнали, що настроюються;
- Підтримка запису даних через Bluetooth / бездротовий зв'язок (GPRS –

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

модем).

Технічні характеристики:

- Вимірювальний діаметр: DN3-DN3000мм (1/8"-120");
- Межа основної відносної похибки: $\pm 0.5\%$ від величини, що вимірюється при швидкості $\geq 0.5\text{m/s}$, $\pm 0.2\%$ (опціонально) від вимірюваної величини при швидкості $\geq 0.5\text{m/s}$;
- Швидкість вимірюваного середовища: 0.1~15 м/с;
- Відтворюваність результату вимірювань: $\leq 0.17\%$;
- Тип конструкції: компактний/рознесене виконання (довжина кабелю 10м стандарт., 100м максимальна);
- Електропровідність середовища вимірювання: >5 мксм/см;
- Ступінь захисту від пилу та води: перетворювач: IP65 стандарт, IP67 опціонально, сенсор: стандарт IP65, IP68 (занурювальний, доступний лише для рознесеного виконання);
- Матеріал електродів: SS316L, хастеллой, титан, тантал, платина-іридій, карбід вольфраму;
- Електроживлення: 85~250 В змінного струму (50/60 Гц), 20~36 В постійного струму, 9~36 В постійного струму від сонячного елемента;
- Енергоспоживання : $<20\text{Ват}$;
- Вихідний аналоговий сигнал: аналоговий: 4~20mA (навантаження 0~750Ω),
- аварійний сигнал: два ізольовані відкриті колектори використовуються для видачі аварійного сигналу, сигнал частоти: Вихід прямого та зворотного потоку з діапазоном частот 1~5000 Гц;
- Вихідний цифровий сигнал: RS485 MODBUS RTU за замовчуванням, HART, GPRS, PROFIBUS (опціонально);
- Дисплей: РК-дисплей, 128X128 мм, три рядки, 4 кнопки (оптичні);
- Температура навколишнього середовища: $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$;
- Температура вимірюваного середовища компактний: $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$, у

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рознесеному виконанні: -20°C~120°C;

- Стандарт фланцевого з'єднання: DIN, ANSI, JIS;
- Матеріал корпусу сенсора: вимірювальна система: SS304, фланець та корпус: вуглецева сталь (стандарт), SS304 / SS316 опціонально;
- Матеріал корпусу перетворювача: алюмінієвий сплав із епоксидним покриттям;
- Інформація дисплея: миттєві витрати, загальні витрати, швидкість потоку;
- Діагностичні функції: сигналізація високого та низького рівня, тривожна сигналізація, сигналізація порожньої труби, самодіагностика;
- Типи підсумовувальних лічильників: три вбудовані підсумовувальні пристрої: прямий потік, зворотний потік та чистий потік;
- Одиниці індикації L/s, L/m, L/h, m³/s, m³/m, m³/h, UKG, USG, gal/s, gal/m, gal/h, kg/s, kg/m, kg/h, t/s, t/m, t/h;
- Мова меню: англійська, італійська, португальська, французька, іспанська.[3]

Витратомір для чистих рідин Portaflow 220 представлений на рис.2.2.

Portaflow 220 – це вимірювальний прилад із мікропроцесорним керуванням, що здійснюється за допомогою системи різних меню, для роботи з якими використовуються вбудований РК-дисплей та мала клавіатури. Прилад дозволяє представляти значення миттєвої витрати або швидкості рідини одночасно з поданням відповідних сумарних величин.

Прилад може видавати аналоговий (струмовий) або змінний "імпульсний" вихідний сигнал, пропорційний вимірюваній витраті. Сигнали, що видаються, можуть використовуватися з рядом зовнішніх інтерфейсних пристроїв типу тих, що використовуються в системах керування будівлями чи системах контролю точок виміру, і можуть бути калібровані під конкретний діапазон витрат.

Принцип дії витратоміра заснований на визначенні – швидкість звуку в рідині, розрахована на основі даних, введених користувачем. При розрахунку враховуються дані про тип і температуру рідини, що вводяться. Використовуючи

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ультразвукову технологію вимірювання – прилад у своїй роботі проводить порівняльний аналіз часу проходження ультразвукового сигналу між двома датчиками у всіх напрямках. Труби можуть бути виготовлені з будь-якого матеріалу. Прилад здатний працювати в широкому діапазоні температур рідин.



Рис. 2.2 – Витратомір для чистих рідин Portaflow 220

Рекомендується для середовищ: витратомір може використовуватися для проведення вимірювань чистих рідин або олій із вмістом частинок до 3% об. Поряд з каламутними рідинами, такими як річкова вода та стічні води, можуть проводитися вимірювання і з чистішими рідинами типу демінералізованої води. У типових варіантах застосування приладу Portaflow 220, Portaflow 330 об'єктами виміру можуть бути: річкова вода, морська вода, питна вода, демінералізована вода, очищена вода.

Технічні характеристики:

- Діаметри вимірювання труби: від 13 мм до 115 мм;
- Температура роботи датчика: -20°C... +135°C;
- Мінімальна швидкість 0,1 м/с;
- Максимальна швидкість 20 м/с: в обох напрямках;
- Точність: від $\pm 0,5\%$ до $\pm 2\%$, від показання для витрати $>0,2$ м/с і внутрішньої діаметра труби >75 мм, $\pm 3\%$ від показання для витрати $>0,2$ м/с та

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішнього діаметра труби 13-75 мм; $\pm 6\%$ від показання для витрати $< 0,2$ м/с;

- Час відгуку: < 500 мс залежно від діаметра труби;
- Одиниці вимірювання, що вибираються об'єму: l (літр), gal (галлон), USgals (галлон США), Barrel (барель), m³ (куб.м);
- Діапазон вхідної напруги: 9–24 В постійного струму;
- Розміри: 264 x 168 x 50 мм;
- Вага (з батареєю): 1,1 кг. [4]

Витратомір TransPort PT878 – це повністю укомплектована портативна ультразвукова система вимірювання витрати рідин (рис.2.3).



Рис. 2.3 – Портативний ультразвуковий витратомір рідин PT878 фірми GE Panametrics

Витратомір TransPort PT878 – це універсальна, автономна, портативна система, заснована на час імпульсному методі вимірювання і має всі необхідні опції та додаткове приладдя для вимірювання витрати рідин. Невеликі розміри і

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вага, вбудований блок акумуляторів і універсальний зарядний пристрій забезпечують високу гнучкість застосування цього витратоміра практично в будь-яких задачах вимірювання витрати рідких середовищ.

Застосовується витратомір TransPort PT878 в таких випадках:

- Питна вода;
- Стічні води;
- Вода систем охолодження та нагріву;
- Надчиста вода та рідини;
- Розчини вода/гліколь;
- Сира нафта;
- Очищені вуглеводні;
- Дизельне паливо;
- Мастильні олії;
- Хімікати.
- Напої;
- Інші рідини.

Запатентована кореляційна час імпульсна технологія вимірювання витрати Correlation Transit-Time™ та цифрова обробка сигналів, реалізовані в TransPort PT878, значно збільшують відношення сигнал-шум, забезпечуючи точне, без дрейфу нуля вимірювання витрати рідин, які містять другу фазу – захоплені потоком частинки. Витратомір TransPort надійно працює у цих та інших складних умовах, де традиційні витратоміри не діють. Витратомір TransPort PT878 також дозволяє точно вимірювати витрату в ідеально чистих рідинах, що не містять "відбивачі", де Допплерівські витрати не можуть працювати. Витратомір TransPort придатний для використання, як у разі звичайних задач застосування часімпульсного методу, так і в більшості інших завдань, де традиційні час-імпульсні витратоміри "зустрічаються" зі значними труднощами.

Витратомір TransPort PT878 з'єднує в собі можливості вимірювання витрати ультразвуковим методом і точні вимірювання температури термометром опору

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для визначення енергії теплового потоку в системах нагрівання та охолодження рідиною. За наявності цієї опції, витратомір TransPort поставляється з вбудованими датчиками температури (термометри опору) з живленням струмової петлі, а також з усіма схемами і програмним забезпеченням для виконання вимірювання енергії. У комплект опції вимірювання енергії входять два рівноцінні платинові термометри опору градування Pt1000 для поверхневого монтажу і кабель довжиною 9 м для підключення до витратоміру PT878.

Технічні характеристики:

- Тип рідини: усі акустично провідні рідини, включаючи більшість чистих рідин, а також багато рідких середовищ, що містять тверді включення та газові бульбашки. Максимально можлива кількість включень залежить від типу використовуваних УЗ-перетворювачів, частоти, довжини ходу ультразвукового променя і конфігурації трубопроводу;

- Розміри труб: від 12,7 мм до 7,6 м і більше;

- Метериали труб: Усі метали та більшість пластмас; консультуйте в компанії GE при використанні для труб з композитних матеріалів, а також труб, що піддаються корозії або мають покриття;

- Похибка вимірювання витрати (швидкість) для накладних УЗ перетворювачів: точність залежить від розміру труби та використання одноходового або двоходового способу вимірювання. Похибка до 0.5% показань може бути досягнута при індивідуальному калібруванні;

- Діапазон вимірів: від -12.2 до 12.2 м/с;

- Розміри та вага маса: 1.36 кг;

- Розміри (висота x ширина x глибина): 238 мм x 138 мм x 38 мм;

- Дисплей: графічний РК-дисплей з роздільною здатністю 240 x 200 пікселів та підсвічуванням;

- Зарядний пристрій вхід: від 100 до 250 В змінного струму, 50/60 Гц, 0.38 А;

- Пам'ять: Флеш-пам'ять, що розширюється у польових умовах;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Робоча температура: від -20 до 55 °С;
- Температура зберігання: від -40 до 70°С;
- Для забезпечення максимального терміну служби батарей не рекомендується зберігати їх більше одного місяця при температурі, що перевищує 35 С;
- Цифровий інтерфейс: USB-порту для зв'язку з РС.[5]

DMTF-P - портативний ультразвуковий витратомір із накладними датчиками. Забезпечує чудові можливості для точного вимірювання потоків рідини всередині трубопроводів (рис.2.4).



Рис. 2.4 – Ультразвуковий витратомір DMTFP

Виробник: Shanghai DynaMeters Co., Ltd., КНР.

Опис: Ультразвуковий прилад для визначення витрати рідини в трубопроводах.

DMTF-P – портативний ультразвуковий витратомір із накладними датчиками. Забезпечує чудові можливості для точного вимірювання потоків рідини всередині трубопроводів.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витратомір DMTF-P втілює у собі всі передові досягнення ультразвукової технології цифрової обробки сигналів. Запатентована технологія отримання, що самоналаштовується

Високоякісний сигнал дозволяє системі автоматично оптимально адаптуватися під різні типи трубопроводів.

Ультразвукові витратоміри DMTF-P були спеціально розроблені з урахуванням зручного інтерфейсу користувача, роблячи роботу з ними простою і легкою.

Використання накладних ультразвукових датчиків дозволяє проводити вимірювання без порушення цілісності труби та переривання технологічного процесу.

Відсутність контакту з контрольованим потоком дозволяє вимірювати витрати будь-яких агресивних середовищ, витрати термомасел, пального, конденсатів, мазуту, асфальту, смол, гарячої води до +250°C.

Висока точність вимірів похибка вимірювань DMTF-P становить 1% від ІВ, що дозволяє використовувати ці прилади для комерційного та оперативного обліку продукції, а також використовувати їх для оперативної перевірки вже встановлених приладів обліку витрат. DMTF-P внесено до Держреєстру засобів вимірювань. Калібрування приладів проводиться у відповідність до директиви ISO9000.

Швидкороз'ємні хомути їх нержавіючої сталі забезпечують легке встановлення датчиків на трубу, а зручний інтерфейс дозволяє зробити налаштування приладу за кілька хвилин.

Витратомір DMTF-P виробляється у відповідність до стандарту ISO9000 і має сертифікат CE. DMTF-P випробувано за умов роботи від -40°C до +55°C.

Накладні датчики дозволяють проводити вимірювання витрати при температурах середовища вище +120 ° C (максимум +250 ° C).

Напрацювання на відмову становить 150 000 годин. Гарантійний період – 12 місяців.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РК-дисплей з підсвічуванням дозволяє працювати за будь-яких умов освітленості, а система енергозбереження автоматично відключає підсвічування або сам дисплей якщо прилад довго не використовується. DMTF-P має потужний акумулятор (42 годин безперервної роботи), що дуже важливо для роботи в польових умовах, коли немає можливості проводити підзарядку.

Програмний модуль AccessPort забезпечує передачу даних із DMTF-P на ПК через порт RS-232. Дані подаються як таблиці і зберігаються у текстовий файл.

Апаратно-програмний комплекс DataLogger забезпечує накопичення даних на карті пам'яті SD з подальшим аналізом, побудовою графіком та підготовкою звітів на ПК.

Комплект поставки ультразвукового витратоміра DMTFP.[6]

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1 Обґрунтування побудови структурної схеми

Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві повинна виконувати наступні функції:

- Виведення значень витрати води в л на дисплей та інтернет браузер;
- Автоматичне визначення витрати води при підключенні системи до живлення;
- Виведення температури води в градусах на дисплей та інтернет браузер;
- Сповіщення про мінімальний/максимальний потік води у трубі світловими індикаторами.
- Включення/виключення системи.

Для виконання функції необхідні наступні елементи системи:

- 1) Датчик вимірювання потоку рідини для вимірювання значень витрати води в літрах.
- 2) Датчик температури для вимірювання температури потоку рідини;
- 3) Дисплей для відображення виміряних значень потоку рідини та температури;
- 4) Синій та червоний світлодіод для сигналізації в випадку критичних значень потоку рідини;
- 5) Модуль wi-fi (мікрочіп wi-fi) для передачі виміряних значень температури рідини та об'єму рідини в літрах для виводу в інтернет браузер;
- 6) Стабілізатор напруги та струмів для модуля wi-fi;
- 7) Блок живлення для живлення системи в цілому;
- 8) Кнопка включення/виключення системи;
- 9) Мікропроконтролер для управління комп'ютеризованої системи .

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Обґрунтування вибору мікроконтролера

В останні роки при розробці систем управління об'єктами різного типу та рівня складності все більше уваги приділяється мікроконтролерній техніці. Це пов'язано з її бурхливим розвитком і широким асортиментом пропонованої продукції. Використання мікроконтролерів дозволяє конструювати пристрої, що володіють такими якостями, як невеликі габарити, відносна дешевизна, простота і надійність, сумісність з персональним комп'ютером через стандартні інтерфейси.

При розробці пристрою виникає необхідність у виборі мікроконтролера, що задовольняє вимогам по продуктивності, надійності, умовам застосування.

Вибір мікроконтролера (МК) є одним з найбільш важливих рішень, від яких залежить успіх або провал усього проекту. При виборі мікроконтролера існують численні критерії, більшість з яких представлені в цьому розділі.

Основна мета – обрати мікроконтролер з мінімальною ціною (щоб знизити загальну вартість системи), але в той же час задовольняє системної специфікації, тобто вимогам по продуктивності, надійності, умовам застосування. Загальна вартість системи включає все: інженерне дослідження та розробку, виробництво (комплектуючі і праця), гарантійний ремонт, оновлення, обслуговування, сумісність, простоту в обігу.

Другий крок – пошук мікроконтролерів, які задовольняють всім системним вимогам. Він звичайно включає підбір літератури, технічних описів і технічних комерційних журналів, а також демонстраційні консультації.

Остання стадія вибору складається з кількох етапів, мета яких— звужити список прийнятних мікроконтролерів до одного. Ці етапи включають в себе аналіз ціни, доступності, засобів розробки, підтримки виробника, стабільності та наявності інших виробників.

Проведення системного аналізу проекту дозволяє визначити вимоги до мікроконтролера:

- розрядність обчислювального ядра;
- набір вбудованих периферійних пристроїв (таймери, АЦП і т.п.);
- наявність бітовий операцій;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- апаратна організація обробки даних (структура машинного циклу, співвідношення тактів ГТВ і машинних циклів);
- можливість робота по переривання, за зовнішнім сигналам готовності або по командах людини;
- кількість керованих портів введення /виводу, характер передачі - байт або бітів, програмна настройка напрямку передачі;
- тип пристроїв введення /виводу, якими повинен управляти обирають МК в проектованій системі (термінали, вимикачі, реле, клавіші, датчики, цифрові пристрої візуальної індикації, аналого -цифрові й цифроаналогові перетворювачі, модулятори і т.д.);
- підтримувані способи завантаження програм в мікроконтроллер, можливість внутрішньосистемних програмування (ISP), використання при цьому стандартизованих інтерфейсів (SPI, I2C);
- кількість і тип напруги живлення;
- відмовостійкість джерела живлення;
- массогабаритні та естетичні обмеження;
- умови навколишнього середовища, необхідні для експлуатації.

Вибір прикладної мови програмування (наприклад, С або Паскаль замість асемблер) може сильно вплинути на продуктивність системи, яка потім може диктувати вибір 8 -, 16 - або 32-розрядної архітектури.[7,8]

Технічні параметри обраного МК повинні забезпечувати виконання вимог завдання на розробку. Так, як система розробляється для вимірювання потоку води, тому потрібно врахувати такі параметри:

1) Система буде використовуватись в приміщенні, тому температура роботи системи від 0 до +40;

2) Система буде вимірювати витрати води на промисловому підприємстві та температуру води, тому потрібна швидка реакція на зовнішній вплив та складні математичні розрахунки, вивід розрахунків на дисплей та відправка до браузера. Для цього необхідний швидкісний мікроконтролер з розрядністю 16 або 32 біта;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Система має два датчика, дисплей, модуль wi-fi, кнопка, два світлодіода, блок живлення. Для цього потрібно 10-12 виводів в мікроконтролері.

4) Система повинна бути компактна, то краще застосувати мікропотужний мікроконтролер в компактному SMD-корпусі, здатний працювати при зниженій напрузі і малій тактовій частоті.

У табл. 3.1 наведені деякі рекомендації по вибору МК. А також враховуємо, популярність моделей використання МК рис.3.1.

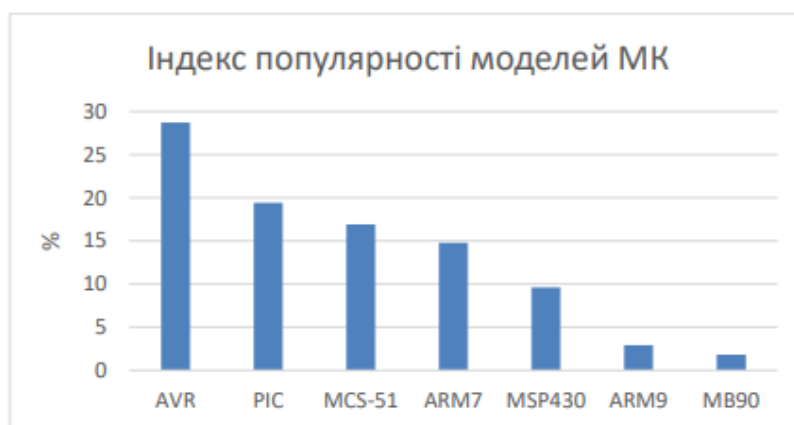


Рисунок 3.1 – Індекс популярності мікроконтролерів

Таблиця 3.1 – Рекомендації по вибору МК [9]

Головний параметр	Рекомендовані МК розрядністю 8/16/32 біта
Швидкодія	Atmel ARM, NXP LP210x, Microchip PIC24 / dsPIC, Ubicom SX
Перешкодозахищеність	NXP LP2xxx, Microchip PIC (моделі після 2003 г.)
Економічність	Texas Instruments MSP430, Microchip P1CI2 / 16/18
Мініатюрність	Microchip PIC 10/12, Atmel ATtiny
Універсальність	Atmel ATmega, Microchip PIC 18, Silicon Laboratories C8051F
Кріптостікість	Texas Instruments TMS320F, Atmel AT91SO, Atmel ATXmcga
Електромагнітна сумісність	STMicroelectronics STR71xF

Згідно вимог для системи кліматичних вимірювань, рекомендацій по вибору МК та популярності обираємо мікроконтролер моделі Atmel.

3.3. Обґрунтування вибору wi-fi модуля

Для передачі до браузера вимірюваних даних потоку води та температури води, сигналізації критичного потоку води необхідний wi-fi модуль або чіп wi-fi.

Технологія Wi-Fi з'єднання стає популярною та затребуваною серед різних категорій споживачів. Сучасні дівайси на вимірювальні пристрої підтримують можливість доступу до бездротового інтернету.

Wi-Fi адаптери являють собою спеціальні пристрої, які використовуються для підключення до бездротової мережі у встановленому частотному діапазоні, через радіозв'язок широкосмугового типу, для прийому та передачі пакетних даних.

Прилади використовуються для прийому та передачі сигналу за допомогою бездротової мережі на пристроях, у яких не передбачено функції Wi-Fi. Одні моделі налаштовані лише прийом сигналу, інші – прийом і передачу.

Для передачі сигналу можуть бути оснащені зовнішньої антеною кругового типу. Для збільшення радіусу дії Wi-Fi адаптера, потрібне встановлення додаткової антени всеспрямованої дії.

Сучасні мережеві адаптери представлені трьох типів: зовнішні, вбудовані та карткові. Кожен з них відрізняється за технічними параметрами та функціональними особливостями.

Такі прилади конструктивно схожі зі стандартним USB-накопичувачем, він ергономічний, надійний і простий в експлуатації. Зовнішні модулі підключаються до системного блоку, ноутбука або планшета через USB-порт або кабель.

Для початку його потрібно вставити у вільний порт і підключитися до бездротового з'єднання. Прилади такого типу забезпечують невисоку швидкість передачі даних, що компенсується прийнятною ціною. Вони не мають явних недоліків, тому є затребуваними.

Вбудовані адаптери призначаються для приєднання до материнської плати, тому для монтажу потрібно вправність та невеликий досвід у розбиранні техніки.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мають підвищену пропускну здатність, що забезпечує надійне підключення до мережі і високу швидкість передачі даних.

Вартість обладнання для внутрішнього підключення набагато вища, ніж у зовнішніх аналогів і залежить від моделі та виробника.

Прилади карткового типу (Card-Bus) призначені для комп'ютерної техніки зі спеціальним картковим слотом PCCard. Таке обладнання оснащено вбудованою антеною для прийому та передачі сигналу, відрізняються ергономічним корпусом, лаконічним дизайном, надійністю експлуатації та простотою налаштування. Поширення такі пристрої ще отримали, хоча завоювали свою частину ринку.

При виборі мережних приладів Wi-Fi варто звернути увагу на такі параметри: сумісність, стандарт, частота, потужність передавача, шифрування та дальність.

Стандарт Wi-Fi – важливий параметр вибору обладнання для бездротового з'єднання від якого залежить швидкість передачі. Прилади підтримують такі стандарти: 802.11n, 802.11g, 802.11b та 802.11a.

Максимально можлива швидкість передачі даних становить 300 Мбіт/с і забезпечується стандартом 802.11n. Стандарт 802.11a передає дані на швидкості до 54 Мбіт/с.

Рекомендується вибирати модуль із таким самим показником, який підтримується Wi-Fi роутером. Якщо роутер 802.11a адаптер повинен мати схожі показники. Вибір пристрою стандартом нижче, ніж у роутера, загрожує обмеженням швидкості інтернету.

Робоча частота бездротового модуля – наступний параметр вибору пристрою. Цей показник залежить від стандарту вай фай зв'язку, на який розрахований модуль. Основні моделі працюють на частоті 2,5-5 ГГц.

Для 802.11a використовується частота 5 ГГц, для 802.11n – від 2,5 до 5 ГГц. Інші стандарти працюють на початкових частотах 2,5 ГГц.

Якщо передбачається спільне використання роутера та адаптера, то робочі частоти таких приладів повинні бути однаковими. Так, якщо у роутера частота -

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2,5 ГГц, то і модуль працюватиме на такій же частоті, інакше можливі збої в роботі.

Цей параметр відповідає за стабільне та якісне з'єднання. Одиниці виміру – дБм. Для забезпечення гарного бездротового зв'язку рекомендується вибирати моделі потужністю: 16–20 дБм.

Характеристика вибору, що забезпечує надійний захист від злому та несанкціонованого доступу інших користувачів.

Такі пристрої підтримують спеціальні протоколи шифрування типу WAP та WAP2.

Дальність дії. Цей параметр визначає максимальну відстань, на якій працює пристрій. Одиниці виміру – метри. У специфікації до пристрою вказано два значення – дальність у приміщеннях та на відкритих площах.

Для використання в промислових умовах умовах підійдуть моделі з дальністю до 5 метрів, що забезпечують повне покриття та безперебійний зв'язок за умови, що роутер знаходиться в тому ж приміщенні, що і вимірювальний пристрій.

Для вимірювального пристрою застосуємо вбудований адаптер або модуль Wi-Fi.

Інші параметри: робочі частоти, потужність, шифрування сигналу будемо обирати під найбільш розповсюджені Wi-Fi роутери. А також потрібно обрати Wi-Fi модуль сумісний з мікроконтролером Atmel .[12]

3.4. Обґрунтування вибору датчика потоку води

Датчик протоки води використовується для індикації руху рідкого середовища, визначення її швидкості, і навіть фіксації рівня витрати рідини. Пристрій характеризується високою чутливістю, тому ефективно функціонує навіть за мінімальної інтенсивності потоку. Існують різні модифікації приладів, які використовуються для роботи з різними видами плинних речовин.

Основне призначення виробу – контроль потоку всередині трубопроводної

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи. Принцип дії приладу залежить від його технічних та експлуатаційних показників. Існує кілька різновидів датчиків потоку води:

Механічний лопатевий сигналізатор. Пристрій вбудовується безпосередньо у трубу. Конструкція датчика включає спеціальну лопать, яка реагує на рух води. За наявності потоку лопать відхиляється убік, що провокує замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує.

Теплове реле. Пристрій містить спеціальний нагрівальний елемент. Контроль наявності потоку відбувається шляхом вимірювання інтенсивності розсіювання тепла, що виробляє нагрівач.

Такі датчики не використовуються в системах, що працюють із небезпечними рідинами. Також вони не підходять для експлуатації в трубопроводах з постійною зміною інтенсивності потоку.

Механічний поршневий сигналізатор. Пристрій функціонує за рахунок специфічної магнітно-поршневої системи. Вода піднімає поршень із магнітом, що обумовлює замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує. Якщо припиняється потік, поршень опускається.

Відповідні прилади застосовуються в системах із високим робочим тиском.

Ультразвуковий датчик. Сигналізатори даного типу працюють за допомогою акустичного ефекту, що виникає в момент передачі ультразвукових імпульсів через рідину, що рухається. [10]

З всіх перерахованих для вимірювання рівня потоку води обираємо датчик на основі механічного лопатевого сигналізатора.

Швидкодіючі лопатеві (пелюсткові) вимірювачі витрати рідини представлені на рис.3.2.

Принцип дії: тонка пружинна лопатка, що перекриває переріз потоку, відгинається під впливом потоку. Переміщення розміщеного на лопатці магніту реєструється магніточутливим датчиком, розташованим поза проточним простором.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Лопатевий (пелюстковий) вимірювач витрати рідини

Швидкодіючі лопатеві (пелюсткові) вимірювачі витрати рідини з широким діапазоном вимірювання. Принцип дії: перекриває перетин потоку тонка пружинна лопатка з нержавіючої сталі відгинається під дією протоки рідини. Переміщення розміщеного на лопатці та покритого пластиком магніту сприймається магніточутливим датчиком, розташованим поза проточним простором.

Переваги використання:

- Дуже широкий діапазон виміру;
- Висока швидкодія;
- Надійність завдяки обмежувачу;
- Незначний розкид характеристик у серії (100% індивідуального калібрування);
- Модульна конструкція.

Принцип роботи розглянемо більш детально.

Перекриваючий переріз потоку тонка пружна округлої форми лопатка (діафрагма) з нержавіючої сталі відгинається під дією поточної рідини і лягає на прогнутий упор-обмежувач, що запобігає її перевертанням. На лопатці розміщено покритий пластиком магніт. Переміщення магніту, викликане відхиленням

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лопатки, сприймається магніточутливим датчиком, розташованим поза проточним простором. Оскільки лопатка тільки згинається, але не повертається, то ніякого тертя не виникає і її знос незначний. Переміщення практично вільне від гістерези і результати вимірювання відрізняються гарною відтворюваністю. Незначна власна маса лопатки знижує час її реакції. У положенні спокою лопатка практично повністю перекриває перетин потоку, що дає змогу вимірювати малі витрати. Можливість перекривання повного перерізу потоку забезпечує також простий монтаж датчика безпосередньо на трубопроводі без спеціальних підводів і відводів. Завдяки профільованому упору та пружним властивостям лопатки, навіть найсильніші гідравлічні удари залишаються без наслідків. Незначна кількість деталей, що торкаються вимірюваного середовища, а також згинання лопатки гарантують мінімальне утворення забруднень/налипань. Фланцева конструкція приладу спрощує його монтаж та технічне обслуговування.

Датчики пелюсткові, завдяки сукупності опціональних виконань, гнучко підлаштовуються під численні запити:

- застосування різноманітних матеріалів та варіантів приєднання до процесу;
- високотемпературні виконання;
- стійкість до завихрень та зворотного потоку;
- можливість виміру малих витрат.[11]

3.5. Обґрунтування вибору датчика температури

Для вимірювання температури води потрібен датчик температури. Розглянемо спочатку, які існують датчики вимірювання температури.

У ході розвитку та вдосконалення технологій датчик температури, як вимірювальний пристрій, зазнав множинні зміни та модернізації. Завдяки чому сьогодні вони представлені у великій різноманітності, яку можна розділити за кількома критеріями. Так, в залежності від способу передачі та відображення

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даних про вимірювання температури вони поділяються на цифрові та аналогові. Цифрові пристрої є більш сучасним рішенням, оскільки інформація в них відображається на дисплеї і передається електронними каналами комунікації, аналогові мають циферблатне відображення даних, електричний або механічний спосіб передачі вимірювань.[13]

Залежно від принципу дії всі датчики можна поділити на:

- Термоелектричні (термопари);
- Терморезистивні;
- Напівпровідникові;
- Акустичні;
- Пірометри;
- П'єзоелектричні.

Термоелектричні датчики температури (термопари) рис.3.3.



Рисунок 3.3 – Термоелектричний датчик температури

Принцип роботи цієї групи датчиків заснований на тому, що в замкнутих контурах провідників або напівпровідників виникає електричний струм, якщо спайки розрізняються за температурою. Для вимірювання температури один кінець термопари поміщають в середу вимірювання, а інший служить для зняття значень. Єдиним, але істотним недоліком цього виду вимірювачів є їхня досить велика похибка, що неприпустимо для багатьох технологічних процесів.

Прикладом такого датчика може бути датчик ТСП Метран-246, який призначений для вимірювання температури твердих тіл.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Він застосовується в металообробці і служить для контролю температури підшипників. Діапазон виміру від -50 до +120 градусів за Цельсієм, вихідний сигнал для зчитування – аналоговий.

Терморезистивні датчики представлені на рис.3.4.



Рисунок 3.4 – Терморезистивний датчик температури

Як випливає з назви, цей тип датчиків працює за принципом зміни опору провідника за зміни його температури. Завдяки простій та надійній конструкції, датчики цього типу широко застосовуються в електроніці та машинобудуванні. Безперечним плюсом цих вимірювачів є висока точність, чутливість та прості пристрої зчитування.

Прикладом терморезистивного датчика може бути модель 700-101ВАА-В00, яка має початковий опір в 100 Ом, і діапазон вимірювань від -70 до +500°C.

Виконаний він із застосуванням платинової платівки та нікелевих контактів. Широко використовується в електроніці та промислових автоматах.

Напівпровідникові термодатчики представлені на рис.3.5.

Цей тип датчиків працює на принципі зміни параметрів р-п переходу під впливом температури. Так як залежність напруги на транзисторі від температури завжди є пропорційною, можна зробити датчик з високою точністю вимірювання. Безперечними плюсами такого рішення є дешевизна, висока точність даних та лінійність характеристик на всьому діапазоні вимірювання. Крім того, їх можна монтувати прямо на напівпровідниковій підкладці, що робить цей тип датчиків незамінним для мікроелектронної промисловості.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

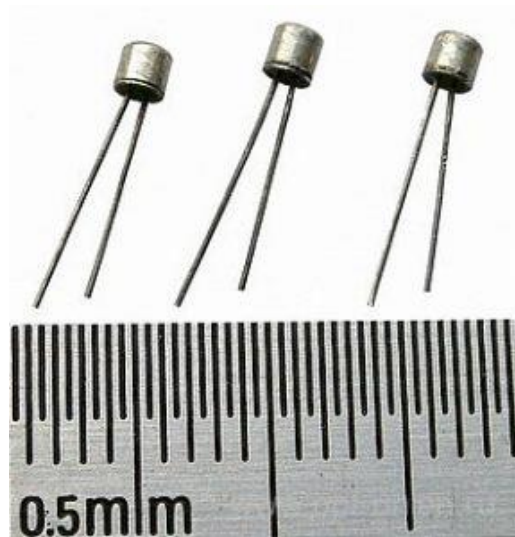


Рисунок 3.5 – Напівпровідникові термодатчики температури

Прикладом цього пристрою може стати датчик LM75A. Температурний діапазон - від -55° до $+150^{\circ}$, похибка вимірювань - $\pm 2^{\circ}$. Крок виміру - всього $0,125^{\circ}\text{C}$. Напруга живлення – від 2.5 до 5.5, а час перетворення сигналу – до 0.1 секунди.

Акустичні датчики температури представлені на рис.3.6.



Рисунок 3.6 – Акустичний датчик температури

Принцип роботи цих пристроїв – різна швидкість звуку серед при температурі. Знаючи початкові дані, можна розрахувати зміни температури швидкості проходження звукової хвилі в речовині. Це безконтактний метод, що дозволяє вимірювати температуру в закритих порожнинах, а також середовище, недоступне для прямого вимірювання. Використовуються такі датчики в медицині та промисловості – там, де проникнення до вимірюваної речовини неможливе.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пірометри (тепловізори) рис.3.7.



Рисунок 3.7 – Пірометр

Безконтактний тип термодатчиків, які зчитують випромінювання, яке походить від нагрітих тіл. Цей тип пристроїв дозволяє вимірювати температуру дистанційно, без наближення до середовища, в якому вимірюються. Це дозволяє працювати з великими температурами та сильно розігрітими об'єктами без небезпечного зближення.

Всі пірометри за принципом роботи поділяють на інтерферометричні, флуоресцентні та датчики на основі розчинів, що змінюють колір залежно від температури.

П'єзоелектричні датчики температури рис.3.8.

Всі датчики цього типу працюють за допомогою кварцового п'єзореzonатора. Вся суть роботи - прямий п'єзоефект, тобто зміна лінійних розмірів п'єзоелемента під впливом електричного струму. При поперемінній подачі різнофазного струму з певною частотою п'єзореzonатор коливається, при цьому частота його коливань залежить від температури. Знаючи цю залежність, можна легко перетворити дані про частоту коливань резонатора на температуру. [14]



Рисунок 3.8 – П'єзоелектричний датчики температури

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянувши всі датчики температури, їх принцип дії, основні технічні характеристики та точність, оберемо для вимірювання температури води терморезистивний датчик.

3.6.Обґрунтування вибору дисплея

Для виводу виміряних даних потоку води та температури води потрібно використати пристрій для виводу інформації. Застосуємо для цього рідкокристалічний дисплей.

Рідкокристалічний дисплей (англ. liquid crystal display (LCD)) – електронний пристрій візуального відображення інформації (дисплей), принцип дії якого ґрунтується на явищі електричного переходу Фредерікса в рідких кристалах. Дисплей складається з довільної кількості кольорових або монохромних точок (пікселів), і джерела світла або відбивача (рефлектора).

Керування кожною рідкокристалічною коміркою здійснюється з допомогою напруги, яку подає на комірку один з тонкоплівкових транзисторів.

Технологічні характеристики рідкокристалічного дисплею:

- Тип матриці – технологія виготовлення дисплею
- Роздільна здатність – кількість пікселів у кожному з вимірів, що може бути відображена.
- Розмір пікселя – відстань між центрами сусідніх пікселів.
- Яскравість – світлова характеристика тіл, які є джерелами світла.
- Контрастність – міра виявлення об'єкта на фоні.
- Час відгуку – мінімальний час, необхідний пікселю для зміни своєї яскравості.
- Кут огляду – кут відносно перпендикуляра до центру матриці, при спостереганні котрого контрастність зображення у центрі матриці падає до 10:1.[15]

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також рідкокристалічний дисплей повинен бути сумісний з мікроконтролером, тому обираємо розповсюджений LCD дисплей 1602.

Дисплей 1602 (представлений на рис.3.9) відображає 2 рядки по 16 символів.

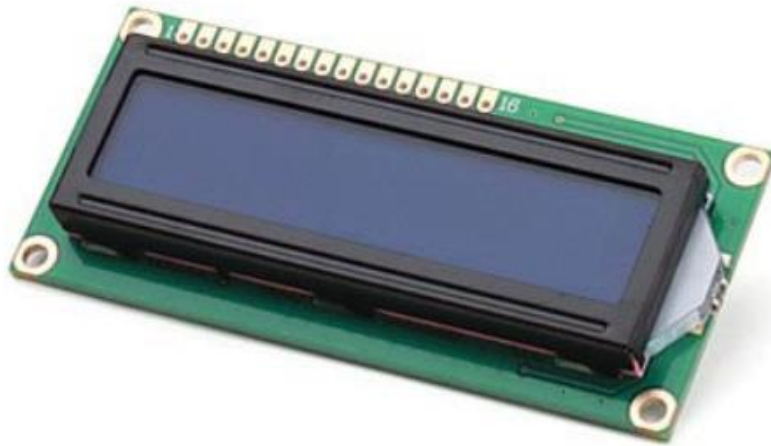


Рис. 3.9 – Дисплей LCD 1602

Введення даних до мікроконтролера дисплеї бувають двох типів:

- З паралельним введенням даних;
- З послідовним введенням даних по протоколу I2C (рис.3.10).



Рисунок 3.10 – Дисплей LCD 1602 з модулем I2C

Паралельне введення даних передбачає передачу 8 або 4-бітних слів за 10 або 6 виводами відповідно, також на дисплей ще подається живлення.

Передача даних на дисплей послідовно за допомогою модуля I2C (рис. 3.10) займає 4 піни мікроконтролера, два для живлення та два для даних.

Тому пропонується обрати дисплей LCD 1602 з модулем I2C.

3.7. Обґрунтування вибору кнопки

Для керування вимірювальної системою та вмиканням та вимиканням потрібно застосувати кнопки.

Кнопки, перемикачі, тумблери відносяться до спеціальних вузлів, які керують електротехнікою. Залежно від способу використання та призначення вони поділяються на декілька видів. Кожен вид має набір унікальних функцій, які є неповторними з іншими. Механічні та електричні параметри є їх характерними рисами (опір, індуктивність, ємність або спосіб перемикання).

Дані елементи грають головну роль ланцюга. Вони контролюють потік електричного струму. Перемикачі можуть перебувати лише у відкритому або закритому стані. У розімкнутому стані (викл), коли ланцюг розірваний, перебіг струму неможливий. У замкнутому ж стані (вкл) перемикач, як провідник, має опір та індуктивність, якими протікає електричний струм і який замикає ланцюг.

Вибираючи перемикач, звертають увагу ще на основні характеристики:

- розмір;
- колір;
- форма;
- наявність підсвічування;
- кількість положень;
- наявність фіксації.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід враховувати, що будь-який перемикач є досить крихким елементом будь-якої ланки, тому всі дії повинні бути плавними і не перевищувати максимально допустимі параметри навантаження.

Перемикачі можна поділити на кнопки та тумблери.

Кнопки використовуються для включення більшості апаратів. Вони різняться формами, кольорами та місцем встановлення. На деяких кнопках є індикація, яка вказує на активний режим роботи. Переваги:

- компактність;
- легкість;
- простота монтажу;
- доступні ціни.

Тумблери зазвичай бувають на два або три положення. Принцип дії досить простий. Є важіль встановлений на положенні "включення", то ланцюг замикається і прилад починає свою роботу. Живлення починає надходити від джерела до споживача. При встановленні важеля на позиції «вимкнення» ланцюг розмикається і, відповідно, припиняється подача енергії на прилад, відключаючи його. [16]

Вимірювальний пристрій повинен бути зручний та компактний, тому обираємо тактову кнопку для включення/виключення вимірювального пристрою.

3.8. Обґрунтування вибору світлових сповіщувачів

Для сповіщення критичного потоку води в трубі на промисловості використаємо світлові сповіщувачі. При критично великому напорі буде сповіщувати синій світлодіод, коли критично малий напір води, то червоний.

Світлодіод – це тип напівпровідника, який називається «світловипромінювальний діод».

Технічний прогрес не стоїть на місці, і розробка принципово нових світлодіодів триває у всьому світі. Якщо ще п'ять років тому виділяли дві

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимально великі категорії напівпровідникових елементів, то сьогодні їх уже три – і мова йде лише про ті, які почали вироблятися у промислових масштабах. Сважається, що до 2025-го року буде винайдено ще не менше двох типів принципово відмінних світлодіодів, які, цілком можливо, будуть перехідною ланкою, таким собі путівказом на якийсь наступний, більш прогресивний джерело світла.

Отже, зараз усі різноманіття світлодіодів поділяють на наступні великі групи:

- освітлювальні – встановлюються у LED-лампочках, спалахах фотоапаратів та світлодіодних світильниках;
- індикаторні – монтуються у різну побутову техніку та органи управління (пульти, контролери, датчики);
- лазерні – використовують у комп'ютерних ведмедиках, оптичних приводах для читання дисків, лініях інформаційного зв'язку та для вирішення різних медичних завдань.

Для розроблювального вимірювального пристрою розглянемо індикаторні світло діоди рис.3.11.

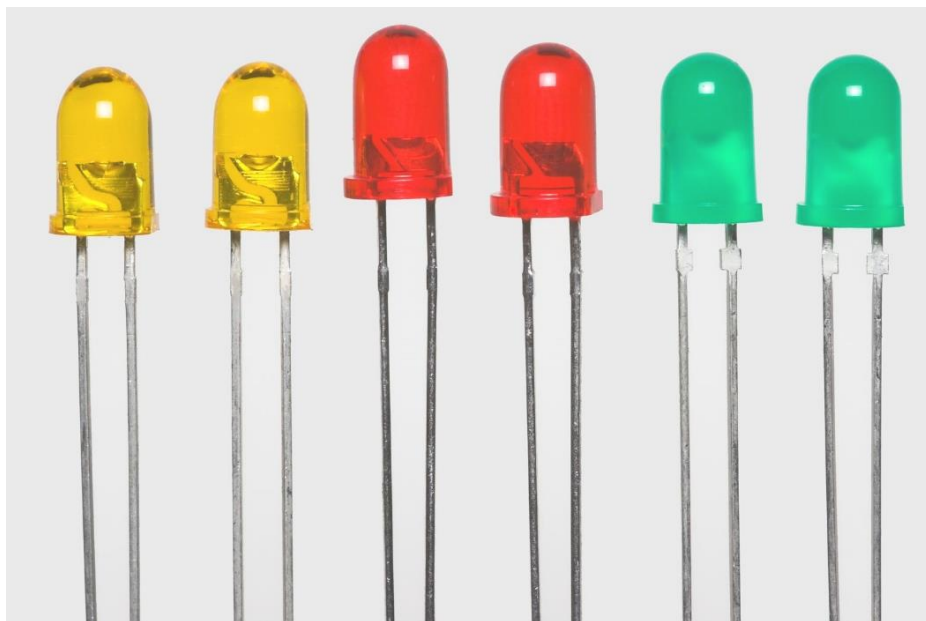


Рисунок 3.11 – Різнокольорові індикаторні світло діоди

До індикаторних світлодіодів відносять вироби, виготовлені за технологією DIP, Straw Hat, Super Flux «Piranha», а також SMD-моделі. Тут відмінності між категоріями часом менш чіткі, проте зважаючи на певні технічні параметри кожна з них має переважну сферу застосування та постійно вдосконалюється у потрібний бік, віддаляючись від загальних витоків.

1) Абревіатуру DIP можна розшифрувати як «Direct In-line Package». DIP-вироби являють собою одиничний елемент з двома або трьома контактними ніжками та виносним корпусом-лінзою, де розміщується світловипромінювальний кристал. Палітра доступних кольорів максимально широка, що й робить цей тип особливим: окрім видимого діапазону DIP-діоди здатні випромінювати у інфрачервоному й ультрафіолетовому спектрі. Остання обставина якраз і зумовлює те, що їх часто використовують у пультах для телевізорів, різних ресіверах для дистанційного керування. У одному корпусі таких виробів цілком може знаходитися декілька кристалів різного кольору, що дозволяє забезпечити поліхромне світіння. У лампочках чи світильниках такі вироби можуть використовуватися хіба що у якості індикатора наявності живлення на приладі. Серед недоліків DIP-технології можна назвати тільки малі кути розсіювання – зазвичай вони складають не більше 60° або навіть менше. На сьогоднішній день їхня популярність помірна, однак такі діоди усе ж застосовують досить часто навіть великі компанії.

Типові приклади – різні датчики та контрольно-вимірювальні прилади, ялинкові гірлянди, світлові табло, панелі управління обладнанням на підприємствах. Особливо цікавим є той факт, що деякі моделі цього типу з добре збалансованою формою корпусу, якісної лінзою та прозорістю здатні забезпечити світловий потік у півтора-два рази вищий, аніж використовувані для освітлення SMD-світлодіоди.

2) Straw Hat перекладається на українську як «солом'яний капелюх». Вироби отримали свою назву через декотру зовнішню схожість зі згаданим головним убором. Форма світлодіода у цілому схожа на DIP-вироби: це циліндричні

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи з двома контактними ніжками та корпусом-розсіювачем, який плавно закруглюється вгорі. Діаметр лінзи більший, аніж у попередніх моделей, а сама вона часто повністю прозора. Світловипромінювальний кристал розміщений не по центру корпусу, а ближче до його торцевої округлої стінки, що дозволяє домогтися кута розльоту променів порядку 120-140°. Найчастіше світлодіоди типу Straw Hat випускають тільки у п'яти базових кольорах: білому, жовтому, червоному, зеленому та синьому. Сфера застосування таких виробів практично не обмежена: їх можна побачити й у датчиках, й у світлових гірляндах, й у побутових електроприладах. Іноді такі моделі замінюють навіть світлодіодні лампочки аварійного освітлення, оскільки здатні формувати потрібну рівномірність світлової картини та мають знижене енергоспоживання.

3)Світлодіоди Super Flux «Piranha» є одними з найбільш просунутих на ринку. У самій назві зашифровано, що це надзвичайно яскраві моделі, які передбачають не тільки відмінне розсіювання світла, але й надійну фіксацію на платі. Конструктивно вони являють собою невеликий майданчик зі сферичною лінзою-корпусом та мають цілих чотири лапки-контакти. Такі моделі зазвичай випускаються у шести кольорах: стандартні червоний, зелений, синій, а також холодний, теплий та нейтральний білий, проте часом можуть зустрітися й комбіновані з фіолетовим, помаранчевим або будь-яким іншим світінням. Сфера застосування діодів «Piranha» є досить обширно – з них роблять панелі індикації у літаках та на підприємствах, встановлюють у автомобілі у якості габаритних вогнів та приладів денного ходового світла, підсвічують рекламні вивіски, використовують у вуличних декоративних світильниках або просто прикрашають ними будь-які об'єкти, які знаходяться на відкритому повітрі.[17]

Враховуючи розповсюдженість, сумнісність по живленню та вартість обираємо індикаторні світло діоди за DIP-технологією.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9. Обґрунтування вибору джерела живлення

Для живлення вимірювального пристрою потрібно обрати джерело живлення.

Джерело живлення – це прилад, призначений для забезпечення електричною енергією різних приладів

Джерело живлення зазвичай базується на блоці живлення – вторинне джерело електроживлення.

Вторинне джерело електроживлення перетворює параметри електроенергії основного джерела електропостачання, наприклад, промислової мережі в електроенергію з параметрами, які необхідні для роботи допоміжних пристроїв.[18]

Для розроблюваного вимірювального пристрою потрібно обрати вторинне джерело живлення. Для джерела живлення вимірювального пристрою потрібно врахувати живлення всіх компонентів пристрою. Якщо якісь компонент має інший номінал напруги живлення, то потрібно застосувати стабілізатори напруги.

3.10. Розробка структурної схеми

Побудуємо структурну схему вимірювальної системи потоку води згідно обґрунтованих компонентів. Структурна схема представлена на рис. 3.12.

Складові вимірювальної системи наступні:

- МК – мікроконтролер;
- ВМ – Wi-fi модуль (вай-фай модуль);
- СН – стабілізатор напруги;
- ДВП – датчики потоку води;
- ДТ – Датчик температури води;
- ТК – Тактова кнопка включення/виключення;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- СЧ, СС – світлодіоди синій та червоний;
- РД – рідкокристалічний дисплей;
- ДЖ – джерело живлення.

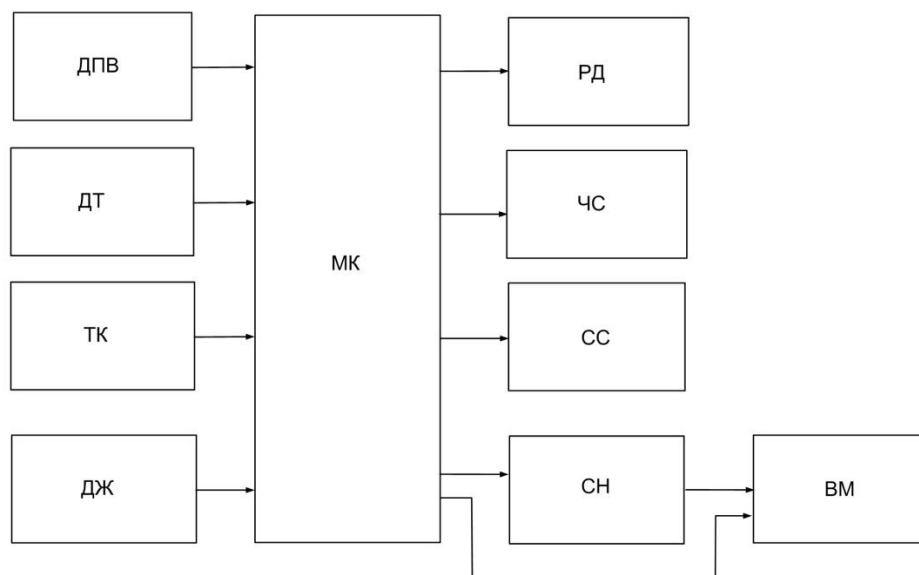


Рис. 3.12 – Структурна схема вимірювальної системи

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролеру

В якості мікроконтролеру було обрано мікроконтролер моделі Atmel. Оберемо конкретний мікроконтролер ATmega328P. Даний мікроконтролер має три різних типа, що представлено на рис.4.1-4.3.[19]

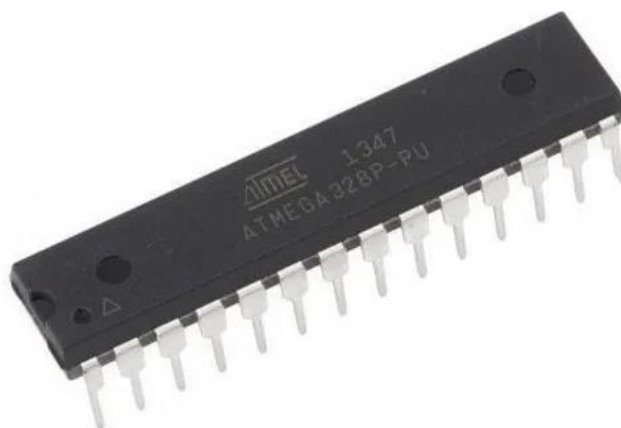


Рисунок 4.1 – ATmega328P в корпусі PDIP

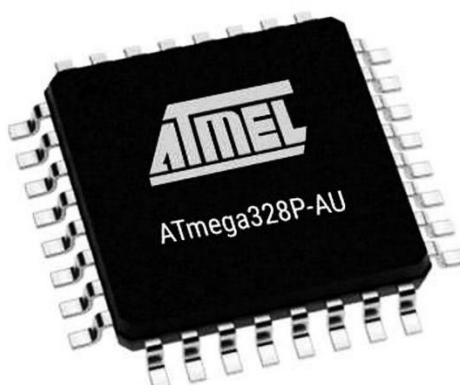


Рисунок 4.2 – ATmega328P в корпусі TQFP

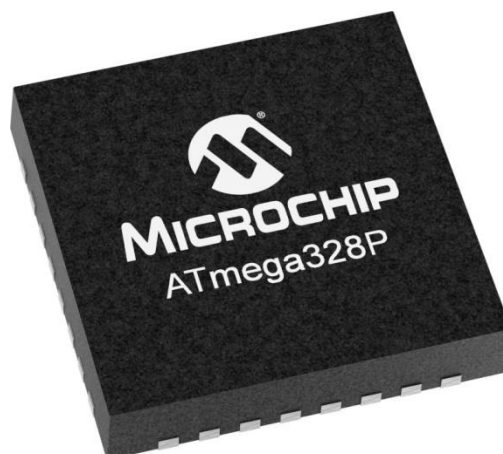


Рисунок 4.3 – ATmega328P в корпусі MLF

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Універсальний мікроконтролер (МК) ATmega328P відноситься до популярної лінійки МК Atmel на 8-ми бітному RISC-ядрі AVR. Літера "P" в назві говорить про підтримку виробом технології rISCOPower - тобто мікросхема відноситься до спеціальної особливо економічної серії (в енергозберігаючому режимі ток по живленню може бути знижений до величини ~ 100 нА), в іншому простежується повна сумісність з виробами без даної літери і цей МК в основному сумісний "знизу-вгору" з більш молодшими членами родини МК ATmega.

З ключових особливостей даного мікроконтролера можна виділити нижченаведені:

- архітектура – Гарвардська (розділені адресні простори коду і даних), система команд з 131 інструкції, переважно виконуваних всього за такт внутрішньої синхронізації, повністю статичний дизайн (можлива повна зупинка тактового генератора без втрати вмісту регістрів/пам'яті), присутній апаратний двотактний множитель, 2Кб внутрішнього ОЗУ, 1Кб EEPROM даних, 32Кб flash-пам'яті для програм (є можливість перепрограмування пам'яті програм "зсередини", бутблок, захист від зовнішнього зчитування, і т.д.);

- вбудована периферія – три таймера (1x16 і 2x8 біт) з роздільними прескалерами і програмованими режимами роботи, окремий WDT, 6 каналів PWM, вбудований АЦП послідовного наближення на 10 біт (6 каналів для виконання в корпусі PDIP і 8 - для TQFP / QFN / MLF), температурний сенсор, 2 інтерфейси SPI (один USART і один I2C-сумісний), вбудований аналоговий компаратор, розвинена програмована система переривань від всіх вбудованих пристроїв і подій на зовнішніх входах;

- спеціальні функції – контроль і скидання за рівнем живлення, програмно-підбудовується внутрішній генератор, шість режимів глибокого зниження енергоспоживання (Standby, Extended Standby, Power-down, ADC Noise Reduction, Power-save, Idle), можливі комбінації напруги живлення/частота ядра: в діапазоні від 1.8 до 5.5В при тактуванні 0-4 МГц, від 2.7 до 5.5В - при 0-10 МГц, від 4.5 до 5.5В - при 0-20 МГц;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.420.014.014-ПЗ

Арк.

45

• варіанти виконання – PDIP з 28 виводами, QFN/MLF з 28 виводами, TQFP/QFN/MLF з 32 виводами (в цілому 23 роздільних лінії під введення/виведення), номінальний робочий температурний діапазон залежить від виконання (в даному конкретному випадку він становить від нижньої межі в -40 °C до верхнього в 85 °C).

Блок діаграма ATmega328P представлена на рис.4.4.

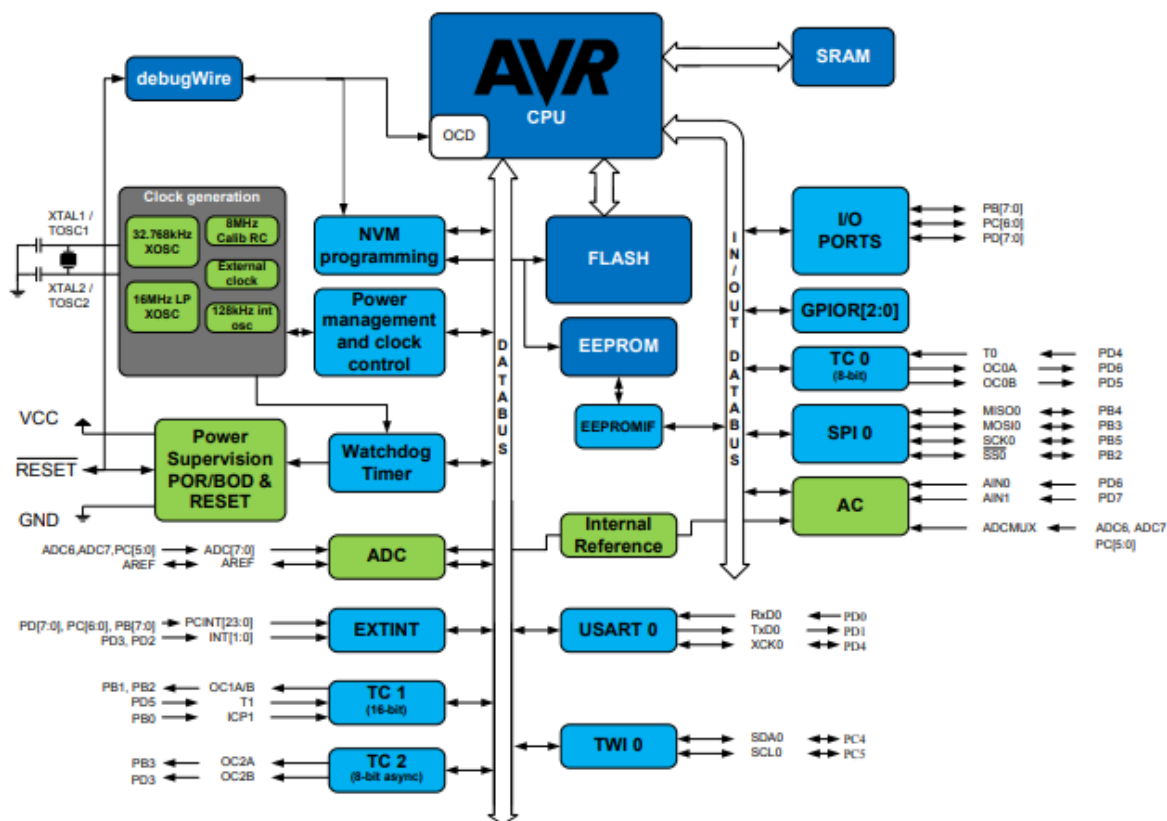


Рисунок 4.4 – Блок діаграма ATmega328P

Розташування виводів представлені на рис.4.5-4.6 ATmega328P.

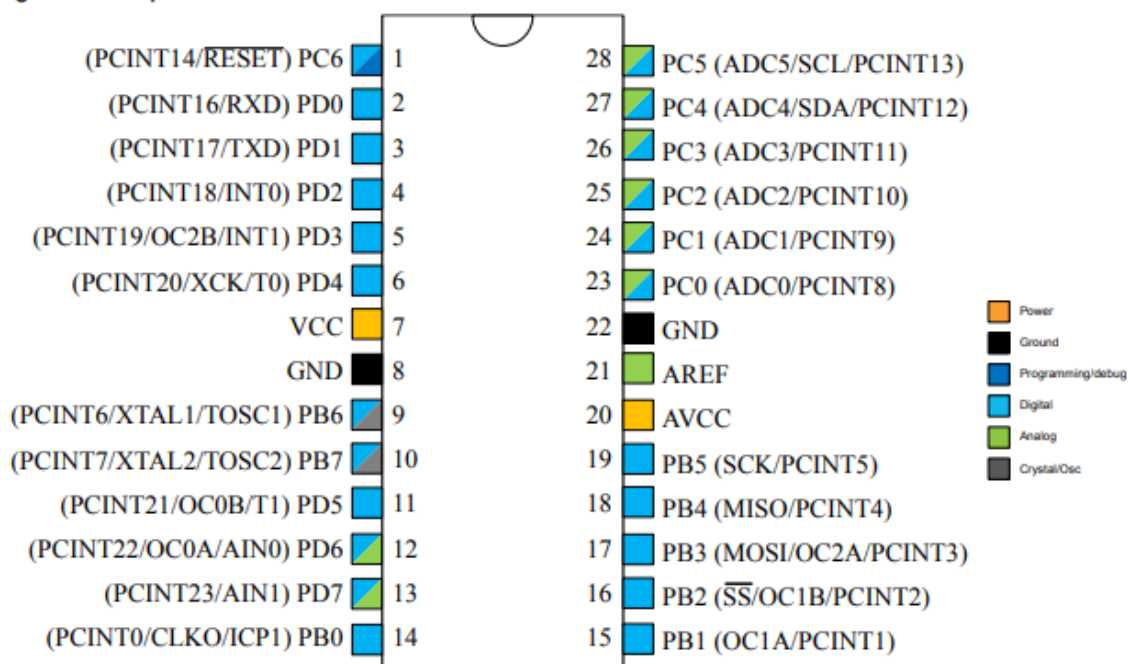


Рисунок 4.5 – Розташування виводів АТмега328Р в корпусі PDIP з 28 виводами

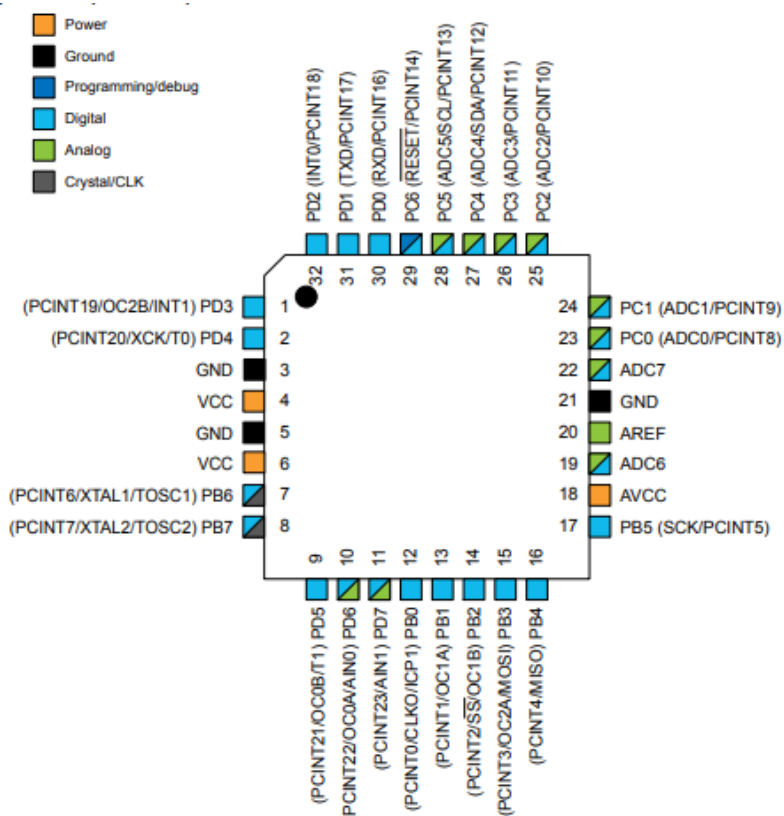


Рисунок 4.6 – Розташування виводів АТмега328Р в корпусі TQFP з 32 виводами [20]

Технічні характеристики:

- Корпус: TQFP-32, MLF, PDIP;
- Монтаж: SMT;
- Робоча температура: -40°C ... 85°C;
- Упаковка: 250 шт;
- Зв'язок: I²C, SPI, UART/USART;
- Кількість входів/виходів: 28 або 32;
- Напруга живлення: 1,8...5,5 В;
- Об'єм EEPROM: 1К x 8;
- Об'єм RAM: 2К x 8;
- Осцилятор: Внутрішній;
- Перетворювачі даних: A/D 8x10b;
- Периферійні пристрої: Brown-out Detect/Reset (сброс по провалу напруги живлення); POR - Power-On Reset (Схема скидання по ввімкненню живлення); PWM - Pulse-Width Modulation (Широтно-імпульсна модуляція); WDT - Watchdog timer (Сторожовий таймер);
- Розмір програмної пам'яті: 32КБ (16К x 16);
- Розрядність: 8 біт;
- Серія: megaAVR;
- Тактова частота: 20 МГц;
- Тип програмної пам'яті: FLASH;
- Ядро: AVR. [19]

4.2 Вибір wi-fi модуля

Для передачі даних до браузеру на сайт потрібно застосувати wi-fi модуль. Оберемо сумісний з мікроконтролером ATmega328P wi-fi модуль ESP-12S, представлений на рис.4.7.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема розташування пінів представлена на рис.4.8. Схема підключення до мікроконтролеру представлена на рис.4.9.[21]



Рисунок 4.7 – Wi-fi модуль ESP-12S

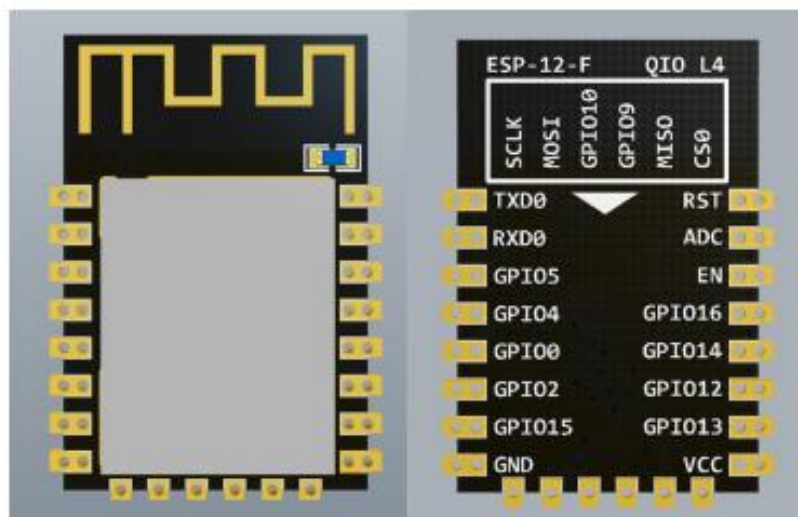


Рисунок 4.8 – Розташування пінів wi-fi модуль ESP-12S

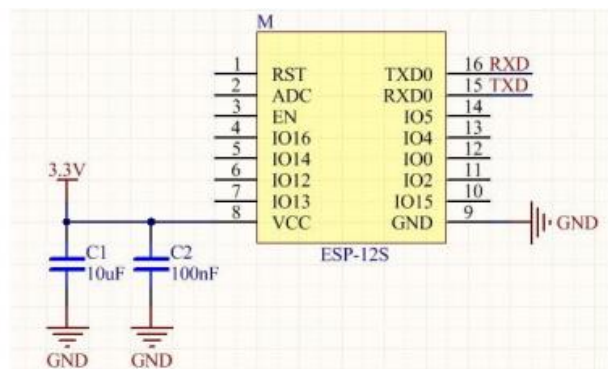


Рисунок 4.9 – Схема підключення до мікроконтролеру wi-fi модуля ESP-12S

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Модуль бездротового зв'язку ESP-12S пропонує розробнику повноцінне завершене автономне мережеве рішення WiFi в компактному виконанні. Він побудований на модифікованому чипі ESP8266EX по архітектурі SoC (система на одному кристалі), основою якого став 32-бітний мікропроцесор Tensilica L106 з ультра-низьким енергоспоживанням, що підтримує частоти 80МГц і 160МГц, що має вбудовані 16-бітові інструкції та функції RTOS (операційна система реального часу) - Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP.

Особливості:

- Вбудований перемикач прийому/передачі;
- Узгоджувальний високочастотний трансформатор, підсилювач потужності;
- Вбудовані блоки: узгодження мережі, фазового автопідстроювання частоти, управління живленням, блоки регулювання;
- Антена WiFi: PCB, на платі у вигляді доріжки;
- Підтримка файлової системи SPIFFS;
- Підтримка функцій Smart Link для пристроїв на Andriod і iOSr;
- Підтримка AT-команд, хмарного Сервера і Наборів Розробки (SDK), оновлення прошивки.

Технічні характеристики wi-fi модуля ESP-12S:

- Wi-Fi: 802.11 b/g/n;
- Інтерфейс: UART, HSPI, I2C, I2S, IrDA, GPIO, ШІМ;
- Виводи: 16;
- Захист: WPA-PSK, WPA2-PSK;
- Напруга: 3.3 В;
- Пам'ять: Флеш 32 МБіт / 4 Мбайт;
- Протокол: IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP;
- Струм: 71 мА;
- Струм спокою: 2 мА;
- Частота: 2.4ГГц-2.5ГГц (2400М-2483.5М);

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Процесор: ESP-12S ESP8266EX Serial WiFi, 32-біт SoC, AI Thinker;
- Аналогові входи: 1, 10-біт.[22]

Потрібно узгодити напруги. Живлення ESP-12S складає 3,3В. Обраний мікроконтролер має напругу живлення від 2,7 до 5 В. Але ESP-12S споживає великий струм до 200 мА, тому пропонується використати стабілізатор напруги 3,3В.

4.3. Вибір стабілізатора напруги

Для узгодження напруги та струмів застосовуємо стабілізатор напруги 3,3В, а саме AMS1117 рис.4.10. Застосуємо готовий модуль AMS1117.

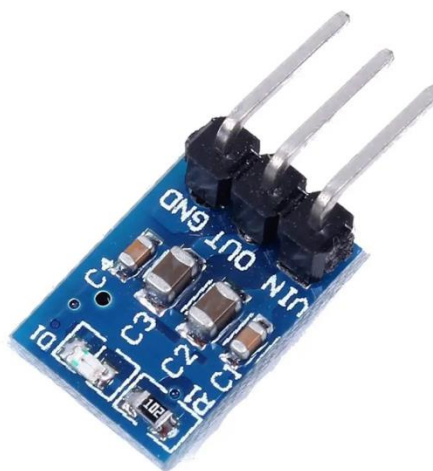


Рисунок 4.10 – Модуль стабілізатора AMS1117

Модуль стабілізатора AMS1117 - це електронний пристрій для стабілізації напруги, який дозволяє знизити вхідну напругу до сталої вихідної напруги. Цей модуль включає у себе мікросхему стабілізатора AMS1117, який забезпечує стабільну вихідну напругу в 3,3 В або 5 В, залежно від моделі.

Модуль має вхідну напругу в діапазоні від 5 В до 12 В і здатний витримувати струм до 1 А. Крім того, AMS1117 має вбудований захист від перевантаження, збоїв живлення і перегріву.

Модуль AMS1117 є дуже популярним в середовищі розробників електроніки і використовується для стабілізації напруги в різних проектах, таких

як вбудовані системи, робототехніка, світлодіодні проекти та інші електронні пристрої.

Характеристики стабілізатора AMS1117:

- Вхідна напруга: 5 - 12 В;
- Вихідна напруга: (3.3 В); (5 В);
- Максимальний струм навантаження: 1 А;
- Захист: від перевантаження, перегріву та короткого замикання;
- Розміри: 12.3 x 8.6 мм;
- Діапазон робочої температури: -40°C ... + 85°C;
- Точність: $\pm 2\%$. [23]

4.4. Вибір датчика витрати води

Для вимірювання витрату води на підприємстві потрібно застосувати датчик витрати води. В якості такого датчика обираємо витратомір охолоджуючої рідини Kooolance INS-FM17N, що представлений на рис.4.11.



Рисунок 4.11 – Витратомір охолоджуючої рідини Kooolance INS-FM17N

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

- Точність (прибл.) +/-5%;
- Діапазон швидкості потоку: 1,0-20 LPM (л/хв) або 15,6-317 GPH(галон/ хв);
- Вага: 0,06 кг;
- Напруга живлення: 12 В;
- Монтажна різьба: G 1/4 BSPP;
- Макс. допустимий тиск при 25°C: 2 кгс/см² (28,5 фунтів на квадратний дюйм);
- Максимальна допустима температура: 70°C (158°F);
- Мінімальна температура зберігання: (*без заморожування) 0°C (32°F);
- Змочувані матеріали Нікельована латунь, латунь, акрил PMMA, нержавіюча сталь, ацеталь POM, пластик, SmCo5.

Витратомір охолоджуючої рідини Koolance INS-FM17N має додатковий адаптер для живлення завдяки чому не потрібно застосовувати стабілізатор напруги, так як обраний мікроконтролер має живлення 5 В. Схема підключення адаптера ADT-FM03 до датчика потоку INS-FM17N представлена на рис.4.12.[24]

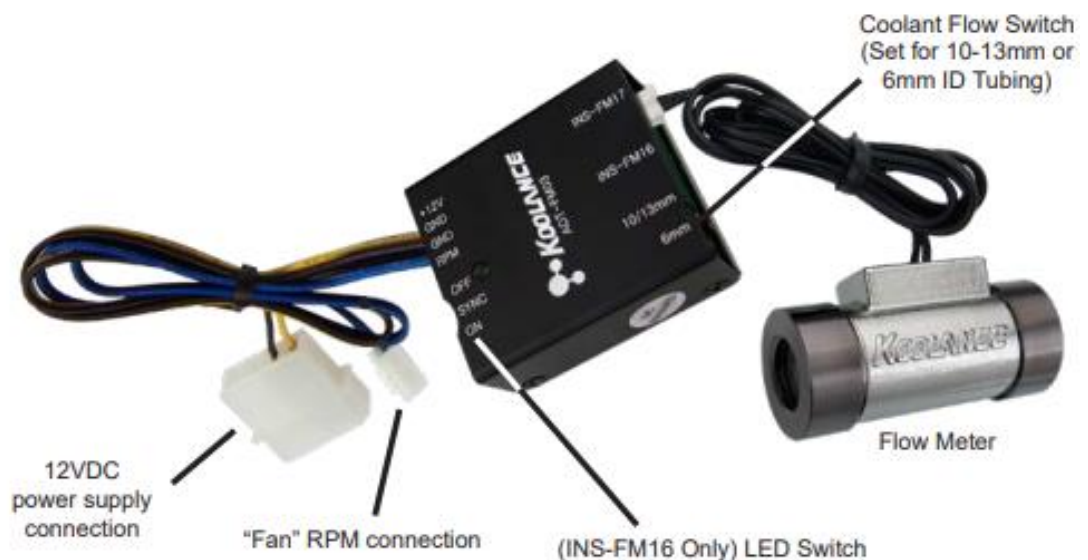


Рисунок 4.12 – Схема підключення адаптера ADT-FM03 до датчика потоку INS-FM17N

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

4.5. Вибір датчика температури

Для вимірювання температури води для підприємства потрібно використати датчик. В розділі було запропоновано обрати терморезистивний датчик температури. Отже, в якості температурного датчика обираємо NT-10k-B-NTC, що представлений на рис.4.13.



Рисунок 4.13 – Температурний датчик NT-10k-B-NTC

Схема підключення датчика температури представлена на рис.4.14.



Рисунок 4.14 – Схема підключення датчика температури NT-10k-B-NTC

Принцип дії NT-10K-B-NTC ґрунтується на властивості напівпровідника чутливого елемента змінювати електричний опір залежно від температури. Зміна

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опору реєструється вторинним приладом, вимірювальний ланцюг якого включений NT-10K-B-NTC.

Чутливий елемент є термістор, поміщений в захисну арматуру.

Виводи чутливого елемента виведені кабелем для підключення до вимірювального ланцюга вторинного приладу.

Технічні характеристики температурного датчик NT-10k-B-NTC:

- Робочий діапазон вимірюваних температур, °C Від -40 до +125;
- Діапазон температур для кабелю, °C Від -30 до +80;
- Номінальна статична характеристика при 25 ° C 10 ком NTC B25/85 3977K;
- Клас допуску, % 2;
- Довжина дроту, мм 1500;
- Довжина монтажної частини, мм 15;
- Показник теплової інерції, з 15...16;
- Опір ізоляції при (25±10) °C та відносній вологості до 80 %, Мом, щонайменше 100;
- Макс. потужність, що розсіюється, мВт, не більше 0.5.[25]

4.6. Вибір дисплею

Для виводу показів потоку води на підприємстві, температури води пропонується використати рідкокристалічний дисплей LED 1602 з модулем I2C.

LED 1602 сумісний з обраним мікроконтролером та для підключення дисплею до мікроконтролера достатньо два піна, інші два живлення.

Дисплей індикатор для Arduino lcd 1602 має 16 символів і дві строчки вже впаяний модуль інтерфейсу I2C/ПС. Цей індикатор добре зарекомендував себе у наборах Arduino (мікроконтролерів Atmel), що дозволяє швидко підключати його до проектів та програмувати за допомогою готової бібліотеки. LCD display 1602

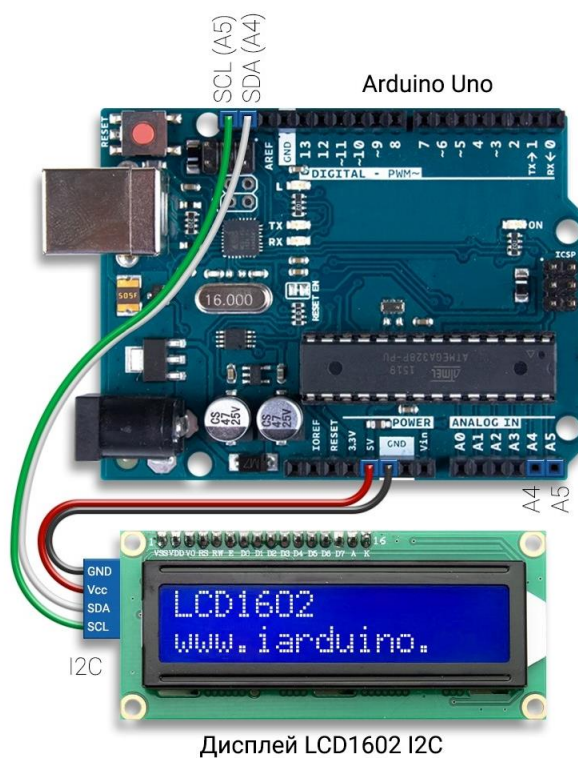
					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується в багатьох проектах, схемах і пристроях так як дозволяє відображати спеціальні і навіть символи користувача.

Зовнішній вигляд LCD display 1602 представлений на рис.4.15. Типова схема підключення представлена на рис.4.16.



Рис. 4.15 – LED 1602 I2C



Дисплей LCD1602 I2C

Рис. 4.16 – Підключення LED 1602 I2C до Arduino

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Основними характеристиками LCD дисплея 1602:

- LCD контролер: HD44780
- Модуль інтерфейсу I2C/ІІС.
- 16 символів.
- рядки.
- Напруга живлення: 5В.
- Висота 36 мм.
- Ширина: 80 мм .[26]

4.7. Вибір елемента комутації

Для включення/виключення пристрою використовується тактова кнопка. Для цього необхідна міцна кнопка, так як враховується сила та кількість натиснень. Пропонується обрати тактову кнопку ТАСТ 6х6-8.5 2-pin (рис. 4.17).



Рис. 4.17 – Кнопка тактова ТАСТ 6х6-8.5 2-pin

Технічні характеристики:

- Серія/Типорозмір: 6х6 мм;
- Тип перемикача: тактова кнопка;
- Кількість положень: 2;
- Кількість полюсів: 1;
- Контактні групи: SPST;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Алгоритм роботи: OFF-(ON);
- Максимальний струм: 50 мА;
- Макс. напруга : 12 В;
- Загальна висота кнопки 8.5 мм;
- Орієнтація толкача: пряма 180°;
- Матеріал корпусу: пластик;
- Робоча температура: -25 ° С ... +70 ° С. [27]

4.8. Вибір світлових індикаторів

Для індикації критично напору води малий та великий рівень пропонується застосувати синій та червоний DIP світлодіод: синій – для критично малого рівня та червоний – для критично великого (рис. 4.18).



Рис. 4.18 – DIP світлодіоди ArduinoKit червоного та синього кольору

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: 2 - 2,2 В.
- Колір колби, світлодіода: червоний та синій.
- Діаметр колби: 5mm.
- Сила струму: 20 mA.
- Кількість в упаковці: 50 шт. [28]

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9. Вибір блока живлення

Врахувавши та узгодивші всі напруги живлення елементів, пропонується використати на блок живлення на 5 В (рис. 4.19). Пропонується використати імпульсний блок живлення 5В 2А PROLUM Series "P" 10Вт рис.4.19.

Блок живлення PROLUM Series P - це модель імпульсного блоку живлення нарозеточного типу постійного (DC) напруги 5 Вольт виконаного в пластиковому корпусі. Блок живлення 5В 2А Series P 10Вт випускається брендом PROLUM – відомою українською торговою маркою, що займається випуском світлодіодної продукції та надійних джерел живлення. Імпульсний блок живлення PROLUM Series P використовується для забезпечення живлення множини слаботочних пристроїв



Рис. 4.19 – Імпульсний блок живлення 5В 2А PROLUM Series "P"

Технічні характеристики:

- Межі робочих температур: $-25 +40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Дистанційне керування: Ні;
- Вихідна напруга: 5 В;
- Мінімальна вхідна напруга: 110 В;
- Максимальна вхідна напруга: 240 В;
- Захист від перевантаження: Так;
- Ступінь захисту: IP20;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вихідний струм не більше: 2 А;
- Кількість фаз: 1;
- Тип монтажу: навісний;
- Виробник: PROLUM;
- Країна виробник: Китай;
- Гарантійний термін: 12 міс;
- Захист від короткого замикання: Так;
- Тип індикації: Світлодіодна;
- Матеріал корпусу: Пластик;
- Тип блоку живлення: Імпульсний.

Розглядаючи ключові можливості блоку живлення PROLUM Series P, а також інформацію про технічні дані, що надається виробником, можна відзначити наступні можливості та переваги даної моделі:

Оптимально підходить для чутливого обладнання по відношенню до рівномірності напруги.

Стабілізована напруга, що виходить – мінімізація відхилень від номінальної напруги 5 Вольт навіть при пікових навантаженнях

Широкий діапазон робочої напруги від 110В до 240В

Компактне виконання – блок живлення ставиться до нарозеточного типу, тобто має вбудовану в пластиковий корпус вилку для підключення до мережі 220В, позбавляючи зайвих проводів та підвищуючи естетичну складову в організації живлення обладнання.

Достатня довжина дроту для зручного підключення – 90 сантиметрів. [29]

4.10. Принципова схема

Всі складові вище описані та обґрунтовані, побудуємо принципову схему вимірювальної системи (рис. 4.20).

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

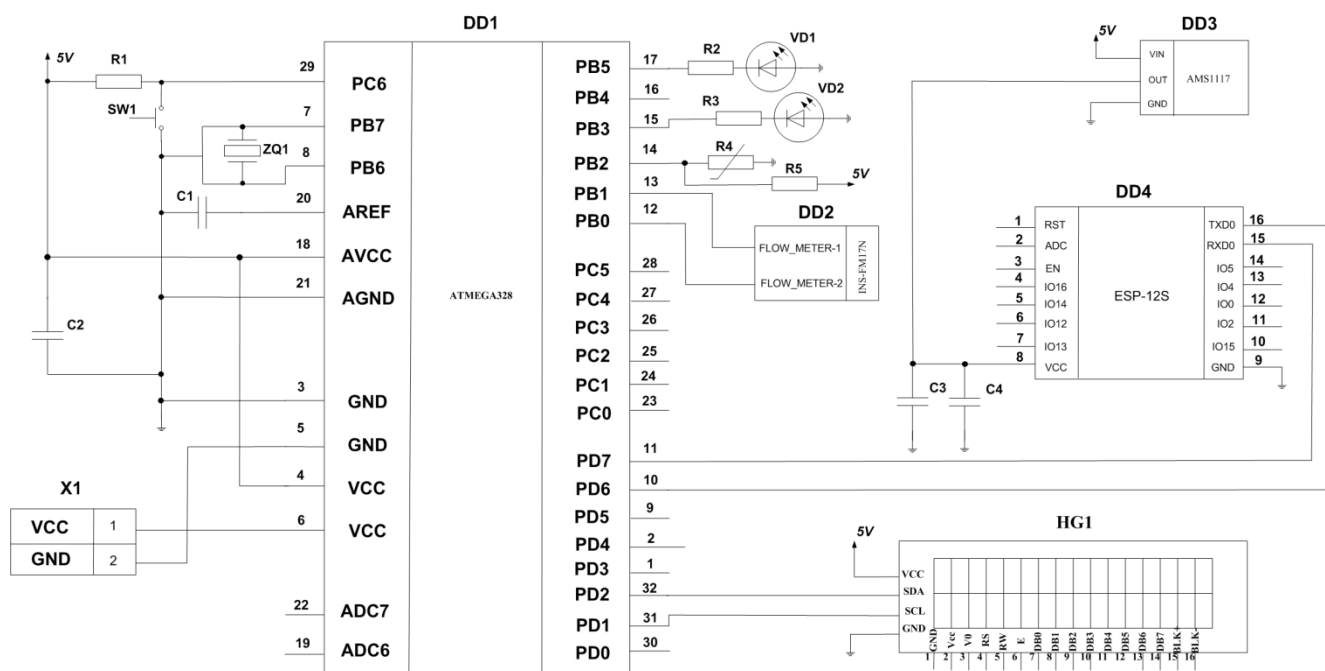


Рис. 4.20 – Принципова схема

Складові схеми системи наступні:

- DD1 – мікроконтролер ATmega328P;
- DD2 – датчик витрат рідини INS-FM17N;
- DD3 – стабілізатор напруги AMS1117;
- DD4 – wi-fi модуль ESP-12S;
- HG1 – рідкокристалічний дисплей LCD 1602 Blue I2C;
- SW1 – тактова кнопка ТАСТ 6x6-8.5 2-pin;
- VD1, VD2 – DIP світлодіод синій та червоний;
- ZQ1 – кварцевий резонатор 16МГц;
- R1-R3 – 1 кОм;
- R4 – температурний датчик NT-10k-B-NTC;
- R5 – 10 кОм;
- C1– 100нФ, C2 – 4,7мкФ; C3 – 10мкФ; C4 – 100пФ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.420.014.014-ПЗ

Арк.

61

4.11. Розрахунок похибок вимірювання витрати води

Обчислення похибок прямих вимірювань. Було проведено десять повторних вимірювань витрат води за 1 хвилину $L = \{20,05; 19,93; 19,95; 20,06; 20,07; 20,06; 20,06; 19,95; 19,96; 19,96\}$ л/хв. За одну хвилину датчик може пропустити від 1л до 20л води.

1) Середнє арифметичне $\bar{L}$:

$$\bar{L} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} L_i \cong 20,005$$

2) Похибки повторних вимірювань ΔL_i та ΔL_i^2

$$\Delta L = |\bar{L} - L_i| \text{ та } \Delta L_i^2 = (\bar{L} - L_i)^2, \quad \text{де } i = 1, 2 \dots 10;$$

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

№ з. п.	L, л/хв	ΔL , л/хв	ΔL^2 , (л/хв) ²
1	20,05	0,045	0,002
2	19,93	0,075	0,006
3	19,95	0,055	0,003
4	20,06	0,055	0,003
5	20,07	0,065	0,004
6	20,06	0,055	0,003
7	20,06	0,055	0,003
8	19,95	0,055	0,003
9	19,96	0,045	0,002
10	19,96	0,045	0,002
сер	20,005	0,055	0,003

3) Випадкову похибку вимірювання за: З табл. 4.1 знайдемо коефіцієнт Стьюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (3.17) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{L} - L_i)^2} \approx 0,058 \text{ л/хв}$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B L = 2,26 * 0,058 = 0,131 \text{ л/хв}$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.1.)

4) Похибку приладу за: $\Delta_{\text{пр}} L = \frac{1}{300} t_p k L_{\text{гр}}$. Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.1 знайдемо $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $L_{\text{гр}} = 20$ л/хв, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} L = \frac{1}{300} * 2,0 * 20 * 1 \approx 0,13 \text{ хв/л};$$

5) Похибку заокруглення за формулою $\Delta R_3 = P \frac{h}{2}$. Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta L_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ л/хв}$$

6) Загальну абсолютну похибку:

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta_B L)^2 + (\Delta_{\text{п}} L)^2 + (\Delta_3 L)^2} = \sqrt{0,131^2 + 0,13^2 + 0,02^2} \approx 0,19 \text{ л/хв}$$

(За правилом «трьох сигм» похибками заокруглення нехтуємо.)

7) Відносну похибку за формулою:

$$\delta L = \frac{\Delta L}{\bar{L}} \times 100\% = \frac{0,19}{20,005} \times 100\% \approx 0,95\%$$

Записуємо кінцевий результат:

$$L = (20,005 + 0,19) \text{ л/хв при } \delta L = 0,95$$

Знайдемо абсолютну та відносну похибки, виходячи з поняття середнього арифметичного без використання теорії похибок. Середнє значення відоме: $\bar{L} \cong 20,005$ л/хв. Знайдемо середню арифметичну похибку $\Delta \bar{L}$ та відносну δL :

$$\Delta L = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta L_i \cong 0,055 \text{ л/хв}$$

$$\delta L = \frac{\Delta L}{\bar{L}} * 100\% \approx 0,27$$

Запишемо кінцевий результат:

$$L = \bar{L} \pm \Delta \bar{L} = 20,005 \pm 0,055 \text{ л/хв при } \delta L = 0,27$$

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1 Розробка алгоритму

Для роботи комп'ютеризованої вимірювальної системи був створений алгоритм представлений на рис.5.1.

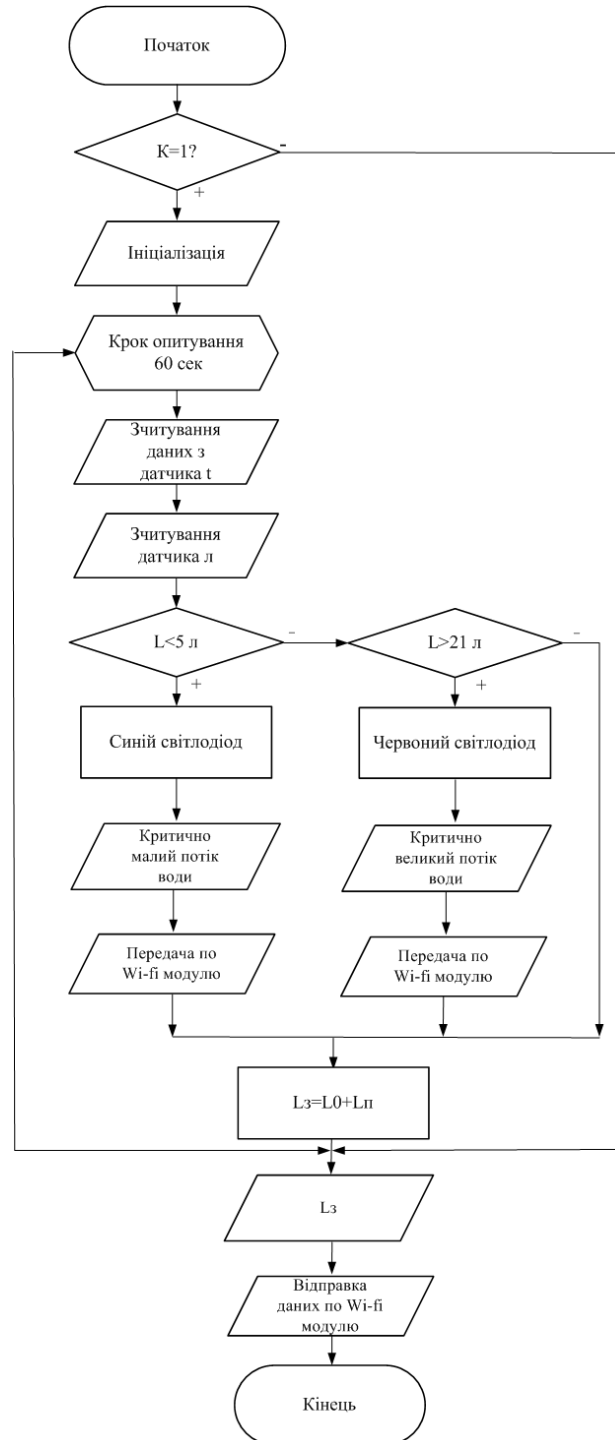


Рис.5.1.Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.420.014.014-ПЗ

Арк.

64

Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві

Блок початок виконує початок роботи комп'ютеризованої системи для вимірювання витрати води.

Натупний блок кнопка запускає систему вимірювання. Програма перевіряє чи натиснута кнопка. Якщо кнопка має положення натиснута, то система відповідно вмикається та починає свою роботу.

Блок ініціалізація відповідає за визначення пінів мікроконтролера та змінних.

Блок опитування шістдесят секунд задає цикл для опитування датчиків кожні шістдесят секунд. Цикл буде повторюватись постійно поки не вимкнено пристрій.

Блок зчитування даних з датчика температури вимірює та передає дані температури на мікроконтролер.

Блок зчитування даних з датчика потоку, зчитує кількість літрів, які пройшли за шістдесят секунд та підсумовує з попередніми значеннями в блоці обчислень.

Потім два блока умови. Ці блоки відповідають за критичний потік води. Якщо менше 5 літрів за 60 секунд, то це критично малий напір води і в такому випадку спрацьовує світлова сигналізація і світиться синій світлодіод. В випадку великого напору також спрацьовує світлова сигналізація та світиться червоний світлодіод.

Блок порівняння з критичним значенням порівнює, та в випадку невідповідності умови загоряється червоний світлодіод.

Також про критичний потік води виводиться повідомлення на дисплей та відправляється на браузер wi-fi по модулю.

Потім в блоку обчислень визначається Lз загальний сума літрів води дорівнює L0 нульовго плюс Lп поточне.

Потім вивід значення загального потіку води Lз, що пройшла з запуску системи на дисплей та відправлення на браузер через wi-fi по модуль.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після відправки та виведення даних система зациклюється та продовжує вимірювання поки кнопку не натиснуть на вимкнення і відповідно відбудеться кінець роботи програми.

5.2 Розробка програми

Для написання коду використовувалась мова програмування Wiring. Це мова програмування для Arduino, і фактично програми пишуться на C/C++, а компілюються та збираються за допомогою широко відомого avr-gcc.

Всі особливості зводяться до того, що є набір бібліотек, що включає деякі функції (на зразок pinMode) і об'єкти (на зразок Serial), а при компіляції Вашої програми середовище розробки створює тимчасовий .cpp файл, в який крім Вашого коду включається ще кілька рядків, і отриманий результат згодовується компілятору, а потім лінковнику з потрібними параметрами.

Також потрібна була програма Arduino IDE. Це інтегроване середовище розробки для Windows, MacOS та Linux, яке розроблене на Cі та C++ та призначене для створення та завантаження програм на Arduino-сумісні плати, а також на плати інших виробників.

Програми, що написані на Wiring в Arduino IDE, називаються скетчі (транслітерація від англ. sketch) і зберігаються у файлах із розширенням *.ino. Ці файли перед компіляцією обробляються препроцесор Ардуїно. Також існує можливість створювати та підключати до проекту стандартні файли C++.

Розробник обов'язково прописує дві функції в програмі для Arduino: setup() та loop(). Setup() викликається одноразово при старті, loop(). Відповідає за нескінченний цикл.

У текст своєї програми (скетчу) програміст не вставляє посилання на файли використовуваних стандартних бібліотек. Ці файли заголовки додаються автоматично препроцесором Arduino відповідно до конфігурації проекту. Але бібліотеки нестандартні потрібно прописувати.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідні бібліотеки можна скачати на офіційному сайті. Наприклад нам потрібно будуть бібліотеки для рідкокристалічного дисплея, wi-fi модуля та датчика температури: `#include <WiShield.h>` та `#include <LiquidCrystal.h>` відповідно.

Бібліотеки у вигляді папок та архівів додаються до спеціальної папки в робочому каталозі IDE, а потім назва бібліотеки додається до списку бібліотек у меню IDE. Програміст прописує на початку програми необхідні бібліотеки, і вони вносяться до списку компіляції.[30]

Код програми для розробленої системи представлений в Додатку А.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Було обрано середовище EasyEDA online, так як не потрібно завантажувати програму на комп'ютер, середовище має багато бібліотек з елементами, що дозволяє досить оперативно розташувати деталі на робочому полі для побудови друкованої плати.

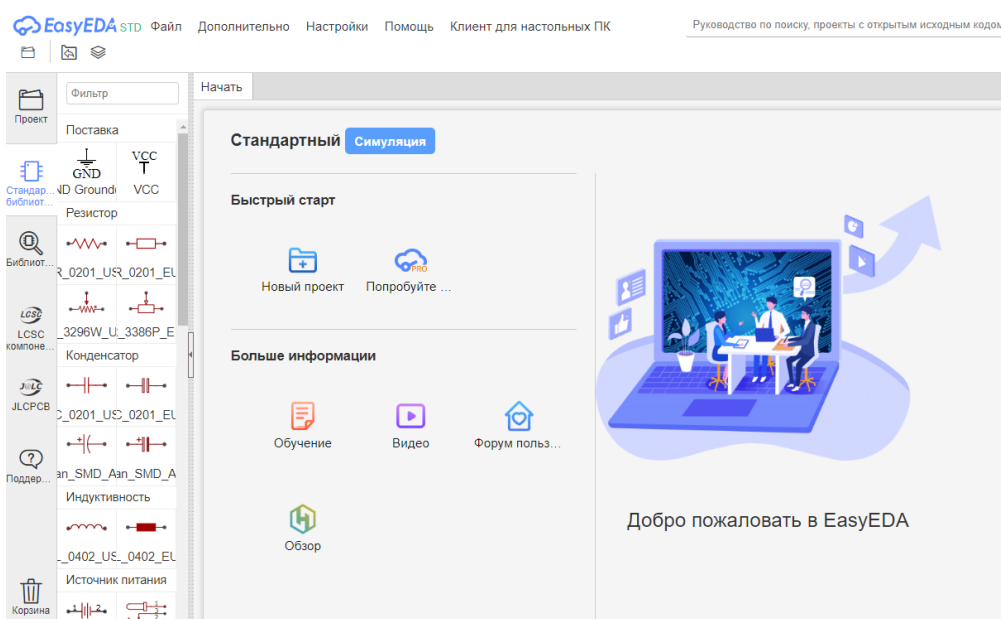


Рис. 6.1 – Вікно для роботи в EasyEda

Пошук всіх стандартних компонентів виконується за допомогою поля «Commonly Library» (рис. 6.2). Для пошуку інших використовую вкладку пошуку компонентів. «Бібліотека пошук» (рис. 6.3). Для створення компонентів та з'єднання елементів рис.6.4.

Отже, друкована плата пристрою розроблялася в середовищі EasyEDA та представлена рис.6.5.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

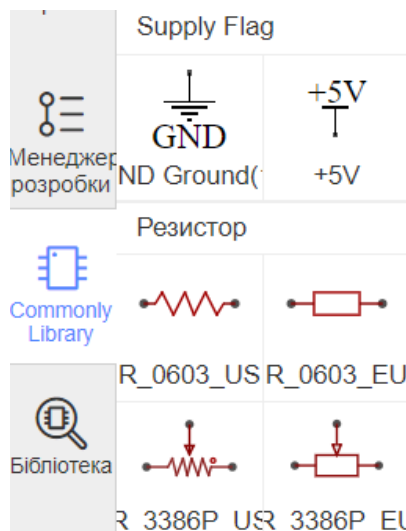


Рис. 6.2 – Пошук необхідних елементів у програмі EasyEDA

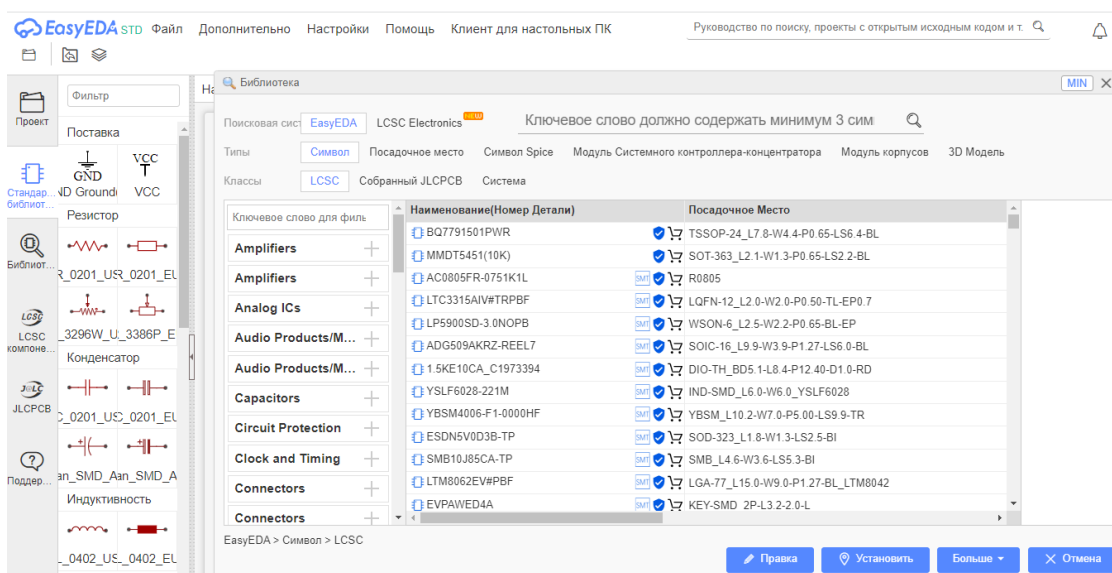


Рис. 6.3 – Пошук нестандартних елементів у програмі EasyEDA

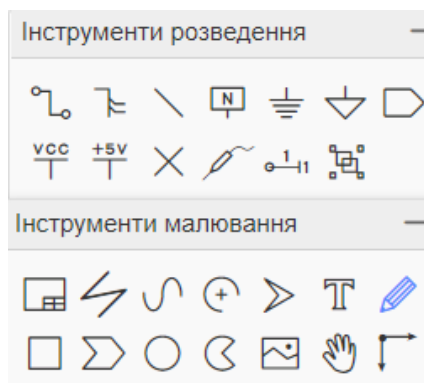


Рис. 6.4 – Інструменти для створення елементів у програмі EasyEDA

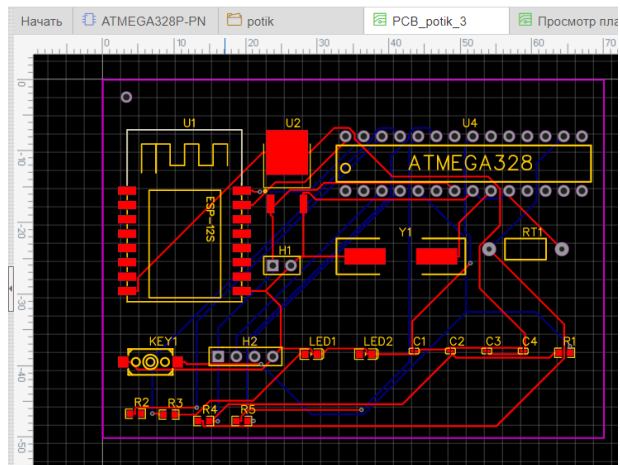
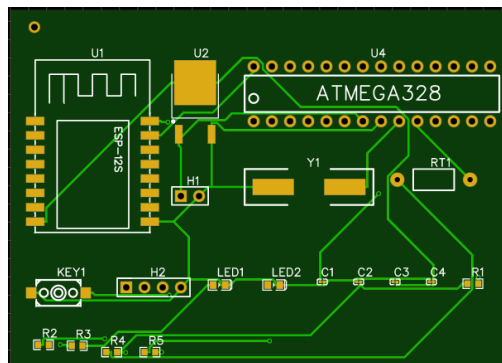
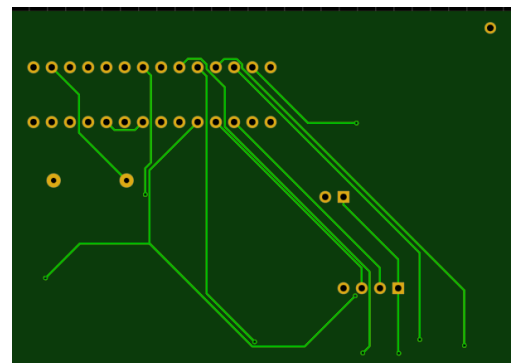


Рис. 6.5 – Друкована двошарова плата з розмірами 51х70мм



а



б

Рис. 6.6 – Друкована плата з зеленою маскою: а – перша сторона плати, б– друга сторона плати

Розроблена друкована плата вимірювальної системи двошарова та придставлена на (рис.6.5, 6.6 а, б). Дисплей підключається до плати через роз'єм на чотири виводи. Розміри плати: 70 х 51мм.

6.2 Розрахунок надійності системи

При розрахунку надійності визначалися наступні кількісні показники:

1. Ймовірність безвідмовної роботи за заданий час $P(t)$;
2. Параметр потоку відмовлень $\lambda(t)$;

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

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 0 до 40°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;
- Конструктивно виконано для роботи в приміщенні з штучно регульованими кліматичними умовами, вібростійкий.

Склад виробу: Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

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

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. Відмовлення КВ й 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.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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

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

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 з врахуванням вихідних даних для спроектованого виробу.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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
	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
1	Atmega 328 P	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	Wi-fi модуль ESP-12S	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	Стабілізатор напруги AMS1117	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
	Датчики								
4	NS-FM17N	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
5	NT-10k-B-NTC	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	Світлодіод DIP	2	0,05	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7		1	0,147
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
	Резистори	4	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,05376
	Конденстатори	4	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,05376
	Кварцевий резонатор 16 МГц	1	1 1,8	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	3,78
5	Кнопка тактова	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1			1	0,21
6	Пайки	70	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,0147
7	Блок живлення 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								72,17

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

$$\lambda = 72,1732 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

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).

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
0,9821	0,9646	0,9473	0,9304	0,8656	0,6971	0,5614	0,4859

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

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

Підставляючи дані в формулу (2.4) одержимо

$$T = (72,1732 \cdot 10^{-6})^{-1} = 15021,78 \text{ годин.}$$

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

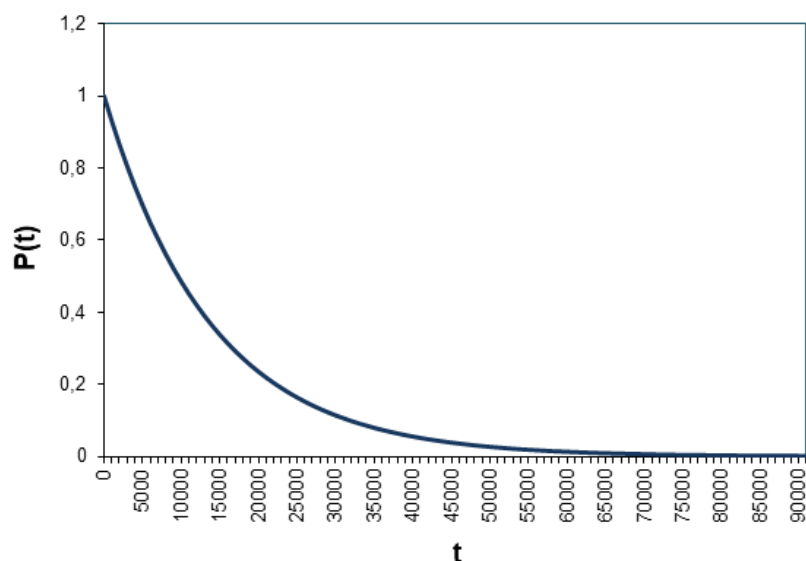


Рис.6.4 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Керівники підприємств організовують, забезпечують і контролюють трудову діяльність працівників у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці» і забезпечують безпечні методи праці на кожному робочому місці.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативноправових актів з охорони праці.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, під час прийняття на роботу і періодично, один раз на три роки, проходять навчання, а також перевірку знань з питань охорони праці.

Порядок проведення навчання та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначається типовим положенням, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці. У разі виявлення у працівників, у тому числі посадових осіб, незадовільних знань з питань охорони праці, вони повинні у місячний строк пройти повторне навчання і перевірку знань.

Відповідальність за організацію, здійснення навчання, перевірку знань працівників і проведення інструктажів з питань охорони праці покладається на керівника підприємства.

7.2. Розробка заходів з охорони праці

Тема диплому пов'язана з проектуванням комп'ютеризованої системи для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві. Розробка пристрою відбувається на виробництві, там присутні автоматизовані лінії паяння, цехи паяння хвилею, цехи монтажу, цехи поверхневого монтажу. Тому доцільно буде розглянути охорону праці для цеху виробництва, в якому проводиться розробка та монтаж системи вимірювання витрат води.

У цехах по виробництву вимірювальних пристроїв основними небезпечними й шкідливими виробничими чинниками є: пил, пари й газу, надлишкова теплота, підвищений рівень шуму, вібрацій, електромагнітних випромінювань, машини й механізми що рухаються, рухливі частини виробничого устаткування та ін.

Пил цехів дрібнодисперсний. До 90% порошин мають розміри менш 2 мкм. При очищенні виливків виділяється пил, що містить більше 90% двоокису кремнію, а при вибиванні виливків - близько 99%. Так, при очищенні виливків у барабанах зміст двоокису кремнію у виділеннях пилу доходить до 94,3%, а при вибиванні виливків - до 99,2%. Двоокис кремнію входить також до складу пилу формувальних і стрижневих сумішей.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При плавці легованих сталей і кольорових металів у повітря робочої зони можуть виділятися аерозолі конденсації окислів марганцю, цинку, ванадію, нікелю й багатьох інших металів та їх сполук.

До газів і парів, якими забруднюється повітря робочої зони цехів, відносять акролеїн, ацетон, ацетилен, бензол, окис азоту, окис вуглецю, двоокис сірки, уротропін, вуглекислий газ, фенол, формальдегід, хлор, етиловий спирт та ін.

Основні вимоги до повітря робочої зони регламентує ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Вуглекислий газ, що застосовується для хімічного сушіння (твердіння) піщано-глинистих форм, не токсичний, однак при великій кількості його в повітрі робочої зони вміст кисню зменшується, що може викликати погане самовідчуття й навіть явище удушення (асфіксію).

Надлишкове виділення тепла здійснюється основним технологічним устаткуванням – плавильними агрегатами й становить від 14 до 62% від загальної витрати тепла на розплавлення металу. При розплавленні металу виділення тепла становить близько 3000 МДж на тонну металу.

Інтенсивність теплового потоку на ряді робочих місць досягає високих значень. Відомо, що інтенсивність теплового потоку менш $0,7 \text{ кВт/м}^2$ не викликає неприємного відчуття, якщо діє протягом декількох хвилин, а понад $3,5 \text{ кВт/м}^2$ уже через 2 с викликає печію. Крім того, наслідки впливу теплового потоку на організм людини залежать від спектральної характеристики випромінювання. Найбільш проникну до організму людини здатність мають інфрачервоні промені з довжиною хвилі до 1,5 мкм (вони не поглинаються шкіряним покривом), а на шкіру найбільше різко діють промені з довжиною хвилі понад 1,5 до 3 мкм. Оптимальні й припустимі норми параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях подані в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. [7]

Найбільші рівні шуму характерні для дільниць електропаяння, так як там одночасно велика автоматизована лінія наставляє компоненти на плату.

Нормування рівнів шуму здійснюється відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультразвук у цехах застосовується для миття друкованих плат, очищення а також в установках і системах очищення газів. Для цього використовують генератори з діапазоном частот 18-22 кГц. Рівень ультразвуку необхідно контролювати, ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ встановлює припустимі рівні ультразвукового тиску, які повинні враховуватися при проектуванні ультразвукового устаткування.

Електромагнітні поля в цехах генеруються електротермічними установками для плавлення й нагрівання металу (паяння хвидею), сушіння плат. Припустимі параметри електромагнітних полів регламентуються ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Вимоги до розміщення високочастотних установок зазначені у Правилах безпеки при експлуатації електротермічних установок підвищеної й високої частоти.

Основними джерелами небезпеки поразки електричним струмом у цехах є електропечі, машини для сушки плат. Застосовуване електроустаткування в основному працює при напрузі до 1000 В, при використанні електротермічних установок - вище 1000 В. Основні вимоги електробезпеки подані в ГОСТ 12.1.019-79.

Цехи оснащені транспортними й вантажопідйомними механізмами. Виконання кожної з операцій на зазначеному устаткуванні пов'язане з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу через наявність небезпечних зон у машинах і механізмах.[31]

7.3. Пожежна безпека приміщення

Проаналізуємо можливі причини виникнення пожежі і речовини, що можуть горіти. Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути:

- Несправність в електроустаткуванні, наприклад, пробій ізоляції, несправності, що виникли внаслідок механічних ушкоджень;
- Порушення протипожежного режиму, наприклад, паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Речовини, що можуть горіти:

- Меблі: столи, стільці, тумбочки, виготовлені з дерева;
- Папір: документація, папір для принтера, шпалери;
- Конструктивні елементи приміщення: покриття підлог (паркет), двері (дерево), віконні рами (дерево);
- Конструктивні елементи комп'ютера: корпуса принтерів, дисплеїв, клавіатур, кабельні лінії, монтажні плати і радіодеталі.

У разі, якщо пожежі не вдалось уникнути, необхідно:

1) терміново повідомити пожежну охорону по телефону 101, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище;

2) організувати евакуацію людей та матеріальних цінностей;

3) повідомити про виникнення пожежі адміністрацію та чергового (за його наявності);

4) вимкнути, у разі необхідності, струмоприймачі та вентиляцію;

5) розпочати гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння;

6) організувати зустріч підрозділів пожежної охорони й надати їм консультаційну та іншу допомогу в процесі гасіння пожежі.

7.4. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці

Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який в установленому. Типовим положенням порядку проходів навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство або до фізичної особи, яка використовує найману працю;
- який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;
- який виконуватиме нову для нього роботу;
- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повторний інструктаж на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або роботодавцем (фізичною особою, яка використовує найману працю) 09 з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

Позаплановий інструктаж з учнями, студентами, курсантами, слухачами проводиться під час проведення трудового і професійного навчання при порушеннях ними вимог нормативно – правових актів з охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Позаплановий інструктаж може проводитись індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться.[32]

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі була розроблена Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві для визначення та відображення потоку води для виробництва.

Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води може використовуватися для моніторингу потоку води, що використовується в промисловості.

Вимірювання потоку води здійснюється завдяки датчику потоку води.

Розроблена комп'ютеризована система для вимірювання витрати води працює в автоматичному режимі. Виміряні значення рівня рідини виводяться на дисплей та посилаються на браузер по wi-fi модулю. Критичні значення потоку води супроводжуються світловою сигналізацією в вигляді загоряння синього або червоного світлодіода.

В дипломній роботі вирішенні такі завдання:

- Проведений аналіз існуючих системи вимірювання потоку рідини.
- 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.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Принцип роботи датчика потоку води [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://ayvaz.com.ua/ru/news/68-printsip-raboty-datchika-protoka-vody>.
2. Датчик потока с адаптером Koolance INS-FM17N [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://pl.aliexpress.com/item/32407917588.html>.
3. Фланцевий електромагнітний витратомір Ізмеркон ЕМ 470 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://izmerkon.ua/catalog/rasxod/rasxodomeryi/izmerkon-em-470.html>.
4. Витратомір для чистих рідин Portaflow 220 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://heatpelo.ru/images/stories/portaflow-220.pdf>.
5. Портативний ультразвуковий витратомір рідин PT878 фірми GE Panametrics [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://pergam.com.ua/ultrazvukovye-rashodomery-zhidkostej/portativnyj-ultrazvukovoj-rashodomer-zhidko-stej-pt878-firmy-ge-panametrics>.
6. Ультразвуковий витратомір DMTFP [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geo-ndt.ua/pribor-1531-yltrazvykovoi-rashodomer-dmtfp.htm>.
7. Критерії вибору мікроконтролерів [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://microchipinf.com/ua_articles/55/717.
8. Портативний ультразвуковий рідинний витратомір TDS-100 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.tultrasonic-flowmeter.com/flow-meter/portable-flow-meter/tds-100h-portable-clamp-on-ultrasonic-liquid.html>.
9. Як обрати мікроконтролер [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiostorage.net/1023-kakoj-vybrat-mikrokontroller.html>.
10. Принцип роботи датчиків потоку [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://ayvaz.com.ua/news/68-printsip-raboty-datchika-protoka-vody>.
11. Лопатеві датчики потоку [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://megasensor.com/products/lopastnye-datchiki-potoka>.
12. Wi-Fi адаптер [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://vash.market/elektronika/setevoe-oborudovanie/vybiraem-wi-fi-adapter.html>.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Датчик температури. Типи, будова, принцип роботи. Схеми підключення [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.asutpp.ua/datchiki-temperature.html>

14. Датчики вимірювання температури: типи, принцип роботи [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://pue8.ua/vybor-elektrooborudovaniya/804-datchiki-izmereniya-temperature-tipy-printsip-raboty.html>.

15. What is Smart LCD and Its Smart Lcd Benefits Available [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://businessmag.com.au/what-is-smart-lcd-and-its-benefits>.

16. Кнопки, перемикачі, тумблери [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://gsm-komplekt.ua/category/knopki-pereklyuchateli-tumblery>.

17. Різноманітність світлодіодів [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/yakimi-buvayut-svitlodiodi>.

18. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424 с.

19. ATmega328P [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega328P>.

20. Datasheet ATmega328P [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://liven.com.ua/atmega328p-au>.

21. Datasheet WiFi модуль ESP-12S [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sensorica.ru/s3-3a.shtml>.

22. WiFi модуль ESP-12S [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://uamper.com/products/datasheet/WiFi12S-ESP8266.pdf>

23. Модуль стабілізатора AMS1117 WiFi [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://myproject.com.ua/stabilizator-ams1117-33v-5v-ua.html>.

24. Datasheet INS-FM17N [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://koolance.com/files/products/manuals/manual_ins-fm17,19_d150eng.pdf

25. Datasheet NT-10K-B-NTC [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://novatek-electro.com/docs/ru/doc_NT-10k-B-NTC.pdf

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26. LCD 1602 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/249475276/p249475276>.

27. Тактова кнопка ТАСТ 6x6-8.5 2-pin [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://m-teh.com.ua/knopka-taktova-tact-6x6-8.5-2-pin>.

28. DIP світлодіоди ArduinoKit червоного та синього кольору [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/249475446/p249475446>.

29. Імпульсний блок живлення 5В 2А PROLUM Series "P" 10Вт [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://bigl.ua/p1604105869-impulsnyj-blok-pitaniya>.

30. Бібліотеки Ардуіно [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://doc.arduino.ua>.

31. Михайлюк В.О. Цивільний захист: Навчальний посібник: у 3 ч. - Миколаїв: НУК, 2005. - Ч.1. Соціальна, техногенна і природна безпека. 136 с.

32. Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://vinfpo.org.ua/index.php>.

					МММТ.420.014.014-ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

```
//
// WiShield 1.0 -- MAKE SURE TO INCLUDE THE WISHIELD LIBRARY IN ARDUINO! :)
//
#include <WiShield.h>

#define WIRELESS_MODE_INFRA 1
#define WIRELESS_MODE_ADHOC 2

#define PIN_CONNECTION_LED 9

#include <avr/wdt.h> // Include this to handle watchdog timer

// Wireless configuration parameters -----
unsigned char local_ip[] = {
    192,168,216,199}; // IP address of WiShield
unsigned char gateway_ip[] = {
    192,168,216,1}; // router or gateway IP address
unsigned char subnet_mask[] = {
    255,255,255,0}; // subnet mask for the local network
const prog_char ssid[] PROGMEM = {
    "Guests"}; // max 32 bytes

unsigned char security_type = 3; // 0 - open; 1 - WEP; 2 - WPA; 3 - WPA2

// WPA/WPA2 passphrase
const prog_char security_passphrase[] PROGMEM = {
    "password_here"}; // max 64 characters

// WEP 128-bit keys
// sample HEX keys
prog_uchar wep_keys[] PROGMEM = {
    0x6f, 0x75, 0x61, 0x69, 0x73, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x00, // Key 0
    0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x00, // Key 1
    0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x00, // Key 2
    0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
    0x00 // Key 3
};

// setup the wireless mode
// infrastructure - connect to AP
// adhoc - connect to another WiFi device
unsigned char wireless_mode = WIRELESS_MODE_INFRA;

unsigned char ssid_len;
unsigned char security_passphrase_len;
//-----

inline void digitalInputWithPullup(byte pin, boolean b) {
    pinMode(pin, INPUT);
    digitalWrite(pin, b?HIGH:LOW);
}

#define FLOW_PIN 3
#define FLOW_PIN_GND 5
#define TEMP_PIN 4
```

```

boolean firstSend = true;

void setup()
{
  Serial.begin(19200);
  Serial.println("Starting YellowJacket...");
  firstSend = true;
  digitalWriteWithPullup(FLOW_PIN, true);
  pinMode(FLOW_PIN_GND, OUTPUT);
  digitalWrite(FLOW_PIN_GND, LOW);

  WiFi.init();
  Serial.println("Init complete!");
  //Serial.print("millis() = ");
  //Serial.println(millis());
}

// The stack does not have support for DNS and therefore cannot resolve
// host names. It needs actual IP addresses of the servers. This info
// can be obtained by executing, for example, $ ping twitter.com on
// a terminal on your PC
char teaguelabs_ip[] = {
  74,202,208,88}; // This points to Teague Labs -- MAKE THIS YOUR OWN SERVER'S
IP ADDRESS :)

// This string can be used to send a request to Twitter.com to update your
status
// It will need a valid Authorization string which can be derived from your
// Twitter.com username and password using Base64 algorithm
// See, http://en.wikipedia.org/wiki/Basic\_access\_authentication
// You need to replace <-!!!-Authorization String-!!!-> with a valid string
before
// using this sample sketch.
// The Content-Length variable should equal the length of the data string
// In the example below, "Content-Length: 21" corresponds to "status=Ready to
sleep"
//const prog_char twitter[] PROGMEM = {
//unsigned char twitter[] = {
//  "POST /statuses/update.xml HTTP/1.1\r\nAuthorization: Basic
dGVhZ3VlbGFic2pwcm90MHR5cGU=\r\nUser-Agent: uIP/1.0\r\nHost:
twitter.com\r\nContent-Length: 30\r\nContent-Type: application/x-www-form-
urlencoded\r\n\r\nstatus=Sensing flow.0123456789"};
//extern char twitter2[];

int lastMinute = 0;
#define DATA_LEN 100 // 100
char dataStr[DATA_LEN];

const char USER_ID[] = "100000"; // Unique id for this node.
const char rootPageStr[] = "/Flow_Server_Code/addDataToFlow.php"; // MAKE
THIS THE PATH TO YOUR SERVER DIRECTORY! :)

#define TEMP_MIN 350
#define TEMP_MAX 550

int ticksSinceLastSend = 1;
int latestTemp = 50;
boolean flowIsHigh = false;
int con = 1;

void loop()
{
  int f = digitalRead(FLOW_PIN);
  if(!flowIsHigh){

```

```

        if(f == 1){
            analogRead(TEMP_PIN); // dummy read to get ADC going (perhaps not
            necessary).
            latestTemp = (TEMP_MAX - min(TEMP_MAX, max(TEMP_MIN,
            analogRead(TEMP_PIN))))/2;
            //latestTemp = analogRead(TEMP_PIN);
            ticksSinceLastSend++;
            delay(1); // to reduce bounce
            flowIsHigh = true;
        }
    }
    else{
        if(f == 0){
            flowIsHigh = false;
        }
    }
    // if this is the first iteration
    // send the request
    int minute = millis()/5000;
    if (minute != lastMinute) {
        if(ticksSinceLastSend != 0){
            if(firstSend){
                ticksSinceLastSend = 0;
                firstSend = false;
            }
            Serial.print(" Ticks: ");
            Serial.println(ticksSinceLastSend);
            Serial.print(" Con > ");
            sprintf(dataStr, "%s?key=YOURKEY&userID=%s&temp=%d&ticks=%d&secs=%d",
            rootPageStr, USER_ID, latestTemp, ticksSinceLastSend, 15);
            int ret = webclient_get(teaguelabs_ip, 80, dataStr);
            Serial.print("Resp=");
            Serial.println(ret);
            ticksSinceLastSend = 0;
        }
        lastMinute = minute;
        Serial.print("m=");
        Serial.println(lastMinute/4.0);
        con = digitalRead(PIN_CONNECTION_LED);
        if(con != 1){
            // looks like we're not connected... wait a few sec and try again to
            make sure.
            delay(5000);
            con = digitalRead(PIN_CONNECTION_LED);
            if(con != 1){
                // really not connected!
                hardSafeReset();
            }
        }
    }
    WiFi.run();
}

void(* resetFunc) (void) = 0; //declare reset function @ address 0

void hardSafeReset(){
    Serial.println("CON RESTART");
    delay(50);
    resetFunc(); //call reset
    /*
    // HARD RESET..
    cli(); // Clear interrupts
    wdt_enable(WDTO_15MS); // Set the Watchdog to 15ms
    while(1); // Wait long enough that the reset should occur...

```

```
// if it doesn't occur, try this.  
*/  
WiFi.init();  
firstSend = true;  
ticksSinceLastSend = 1;  
}
```

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ВОДИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Зі збільшенням комунальних тарифів на воду для промислових підприємств актуальним питанням є економія природних ресурсів. Економія води можлива лише у разі ведення постійного обліку споживання, навіщо потрібно встановити витратомір (водомір, лічильник). На ринку представлено безліч типів лічильників, але покази в більшості випадків представляються на дисплеї пристрою. Але на сучасному підприємстві не зручно знімати покази з дисплею пристрою, тому що витратомір може знаходитися в труднодоступному місці та людина може не побачити останні цифри. Тому пропонується використати дистанційну передачу показів через комп'ютеризовану систему для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

Метою роботи є розробка комп'ютеризованої системи для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві.

Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві призначена для вимірювання витрати води та температури в реальному часі на підприємстві, записом даних та виведенням інформації через інтернет.

Датчик потоку рідини використовується для індикації руху рідкого середовища, визначення її швидкості, а також фіксації рівня витрати рідини. Пристрій характеризується високою чутливістю, тому ефективно функціонує навіть за мінімальної інтенсивності потоку.

Основне призначення виробів з датчиками потоку рідини – контроль потоку всередині трубопроводної системи. Принцип дії приладу залежить від його технічних та експлуатаційних показників.

Датчик протока води використовується для індикації руху рідкого середовища, визначення її швидкості, а також фіксації рівня витрати рідини. Пристрій характеризується високою чутливістю, тому ефективно функціонує навіть при мінімальній інтенсивності потоку. Існують різні модифікації приладів, які використовуються для роботи з різними видами поточних речовин.

Основне призначення виробу, що розробляється – контроль потоку всередині трубопроводної системи. Принцип дії приладу залежить від його технічних і експлуатаційних характеристик. Існує кілька різновидностей датчиків протока води:

- Механічний лопастний сигналізатор. Пристрій встановлюється безпосередньо в трубу. Конструкція датчика включає в себе спеціальну лопасть, яка реагує на рух води. При наявності потоку лопасть відкривається в сторону, що провокує замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує;

- Теплове реле. Прибор оснащений спеціальним нагрівальним елементом. Контроль наявності потоку здійснюється шляхом вимірювання інтенсивності розсіювання тепла, яке виробляє нагрівач. Такі датчики не використовуються в системах, що працюють з небезпечними рідинами. Також вони не підходять для експлуатації в трубопроводах з постійно змінюваною інтенсивністю потоку.

- Механічний поршневий сигналізатор. Пристрій функціонує за рахунок специфічної магнітно-поршневої системи. Вода піднімає поршень з магнітом, що обумовлює замикання контактів. В результаті датчик спрацьовує. Якщо припиняється потік, поршень опускається. Відповідно прилади застосовуються в системах з високим робочим тиском.

Ультразвуковий датчик. Сигналізатори даного типу працюють за допомогою акустичного ефекту, що виникає в момент передачі ультразвукових імпульсів через рухливу рідину.

Прилади з датчиками потоку рідини успішно застосовуються в різних галузях промисловості і використовуються для вимірювання рівня дуже різноманітних рідин. Галузі застосування таких приладів наступні: водопостачання та водовідведення; вентиляція, кондиціонування, обігрів приміщень та охолодження повітряних мас; нафтогазова промисловість; сталеливарна галузь та металургія; хімічна промисловість; сільське господарство; харчова промисловість.

Розроблена система повинна вирішувати наступні завдання:

- Виведення значень витрати води в л на дисплей та інтернет браузер;
- Автоматичне визначення витрати води при підключенні системи до живлення;
- Виведення температури води в градусах на дисплей та інтернет браузер;
- Сповіщення про мінімальний/максимальний потік води у трубі світловими індикаторами.

Елементи системи вимірювання: блок живлення, мікроконтролер, датчик потоку води, датик температури, дисплей, 2 світлодіоди синій та червоний, кнопка.

- Точність вимірювання: 0,13л;
- Абсолютна похибка: $\pm 0,27\%$;
- Відносна похибка не повинна перевищувати: 0,3 %;
- Напрацювання до відмовлення виробу становить не менше 15000 годин.

Для виконання функцій необхідні наступні елементи системи:

1. Датчик вимірювання потоку рідини для вимірювання значень витрати води в літрах.
2. Датчик температури для вимірювання температури потоку рідини;
3. Дисплей для відображення виміряних значень потоку рідини та температури;
4. Синій та червоний світлодіод для сигналізації в випадку критичних значень потоку рідини;
5. Модуль wi-fi (мікрочіп wi-fi) для передачі виміряних значень температури рідини та об'єму рідини в літрах для виводу в інтернет браузер;
6. Стабілізатор напруги та струмів для модуля wi-fi;
7. Блок живлення для живлення системи в цілому;
8. Кнопка включення/виключення системи;
9. Мікроконтролер для управління комп'ютеризованої системи .

Розроблена вимірювальна системи витрат води на промисловому підприємстві представлена на рис.1.

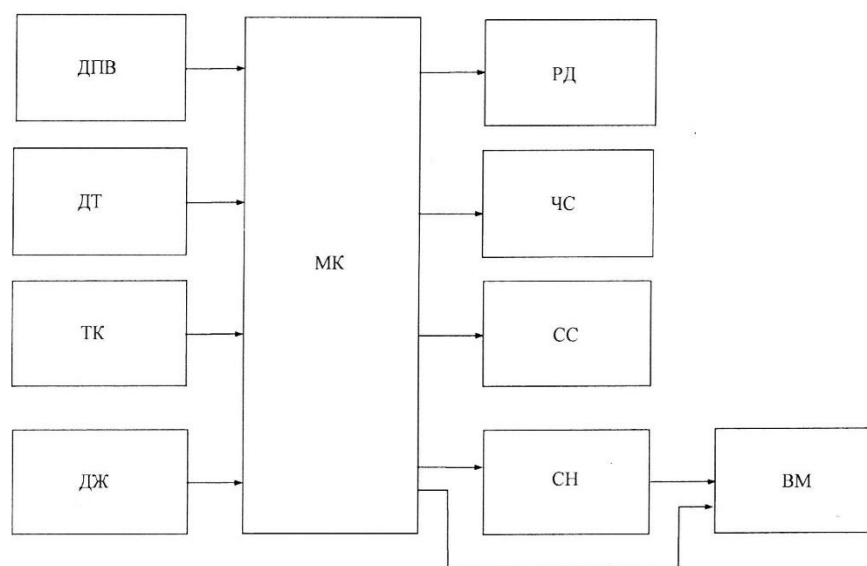


Рис.1 Структурна схема вимірювальної системи витрат води на промисловому підприємстві

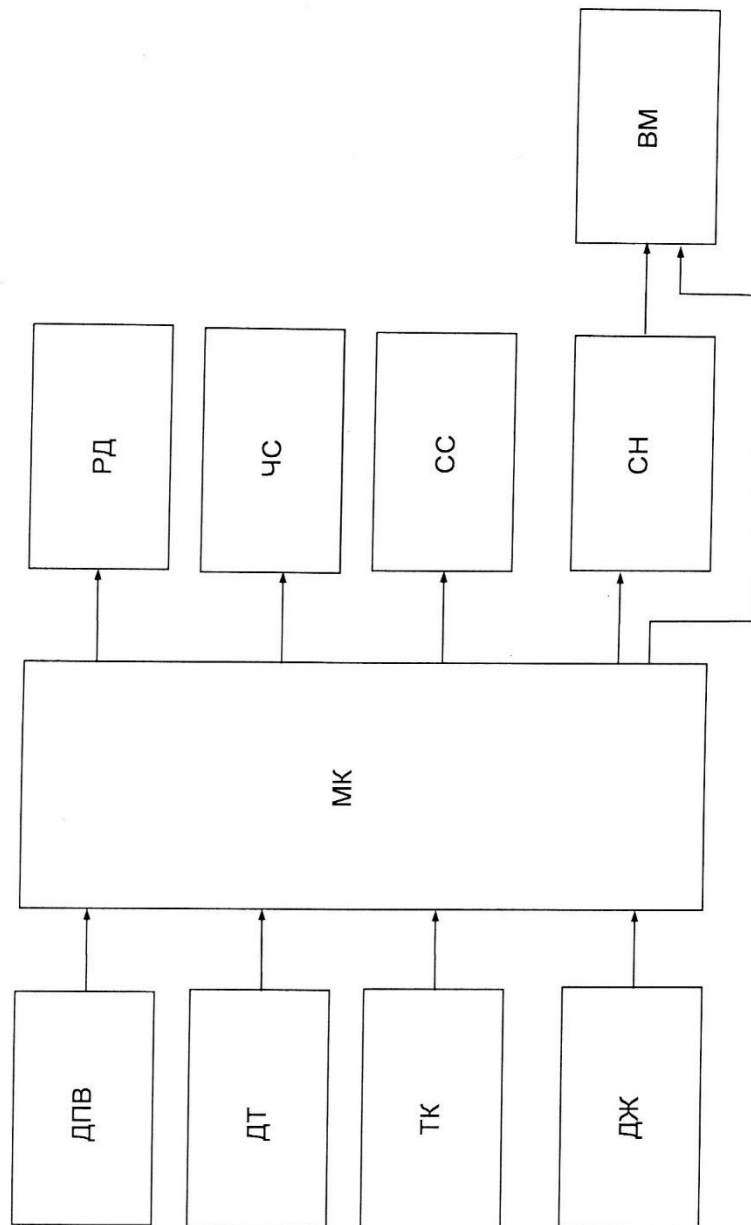
Складові вимірювальної системи наступні:

- МК – мікроконтролер;
- ВМ – Wi-fi модуль (вай-фай модуль);
- СН – стабілізатор напруги;
- ДПВ – датчики потоку води;
- ДТ – датчик температури води;
- ТК – тактова кнопка включення/виключення;
- СЧ, СС – світлодіоди синій та червоний;
- РД – рідкокристалічний дисплей;
- ДЖ – джерело живлення.

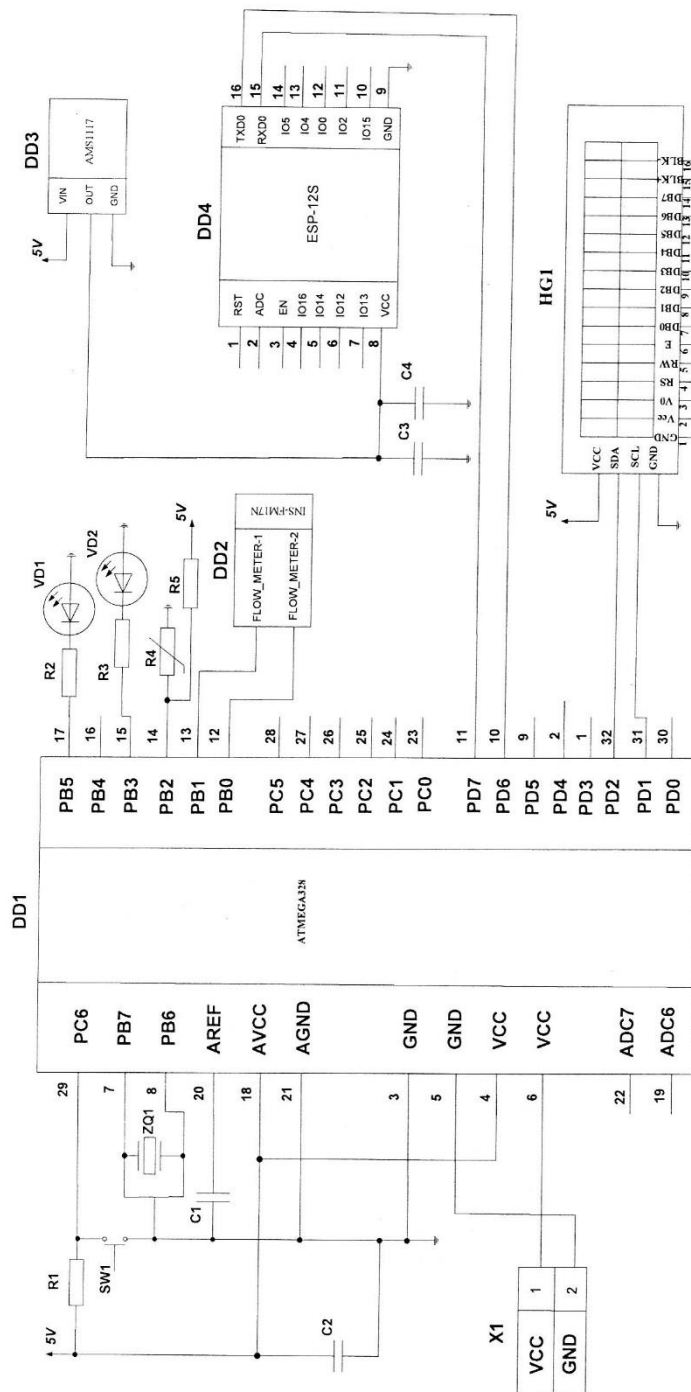
Розроблена комп'ютеризована система для вимірювання витрати води працює в автоматичному режимі. Виміряні значення рівня рідини виводяться на дисплей та посилаються на браузер по wi-fi модулю. Критичні значення потоку води супроводжуються світловою сигналізацією в вигляді загорання синього або червоного світлодіода.

Список використаних джерел:

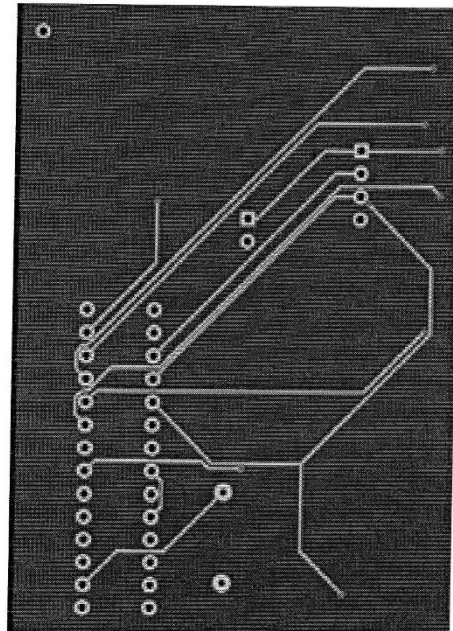
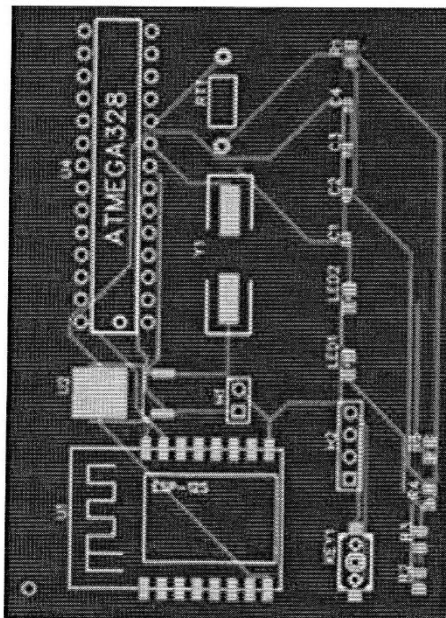
1. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424 с.
2. Принцип роботи датчика потоку води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ayvaz.com.ua/news/68-printsip-raboty-datchika-protoka-vody>.
3. Принцип роботи датчиків потоку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ayvaz.com.ua/news/68-printsip-raboty-datchika-protoka-vody>.



МК-40011010-Е1									
№ докум.	Изм.	Дата	Вх. докум.	Изм.	Дата	Вх. докум.	Изм.	Дата	Вх. докум.
1			1			1			1
2			2			2			2
3			3			3			3
4			4			4			4
5			5			5			5
6			6			6			6
7			7			7			7
8			8			8			8
9			9			9			9
10			10			10			10
11			11			11			11
12			12			12			12
13			13			13			13
14			14			14			14
15			15			15			15
16			16			16			16
17			17			17			17
18			18			18			18
19			19			19			19
20			20			20			20
21			21			21			21
22			22			22			22
23			23			23			23
24			24			24			24
25			25			25			25
26			26			26			26
27			27			27			27
28			28			28			28
29			29			29			29
30			30			30			30
31			31			31			31
32			32			32			32
33			33			33			33
34			34			34			34
35			35			35			35
36			36			36			36
37			37			37			37
38			38			38			38
39			39			39			39
40			40			40			40
41			41			41			41
42			42			42			42
43			43			43			43
44			44			44			44
45			45			45			45
46			46			46			46
47			47			47			47
48			48			48			48
49			49			49			49
50			50			50			50
51			51			51			51
52			52			52			52
53			53			53			53
54			54			54			54
55			55			55			55
56			56			56			56
57			57			57			57
58			58			58			58
59			59			59			59
60			60			60			60
61			61			61			61
62			62			62			62
63			63			63			63
64			64			64			64
65			65			65			65
66			66			66			66
67			67			67			67
68			68			68			68
69			69			69			69
70			70			70			70
71			71			71			71
72			72			72			72
73			73			73			73
74			74			74			74
75			75			75			75
76			76			76			76
77			77			77			77
78			78			78			78
79			79			79			79
80			80			80			80
81			81			81			81
82			82			82			82
83			83			83			83
84			84			84			84
85			85			85			85
86			86			86			86
87			87			87			87
88			88			88			88
89			89			89			89
90			90			90			90
91			91			91			91
92			92			92			92
93			93			93			93
94			94			94			94
95			95			95			95
96			96			96			96
97			97			97			97
98			98			98			98
99			99			99			99
100			100			100			100



МММТ.420.014.014-ПЗ									
№ п/п	Назва	Код	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
1	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
2	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
3	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
4	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
5	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
6	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
7	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
8	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
9	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
10	Схема електрична пристрою	1.1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1



МММТ-480.014.014-ПЗ									
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр
Вид	Розроб	Відп	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр	Відр

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.420.014.014-ПЗ

Позначення	Найменування	Кіл шт.	Примітка
Мікросхеми			
DD1	Мікроконтролер ATmega328P	1	
DD2	Датчик потоку INS-FM17N	1	
DD3	Стабілізатор напруги AMS1117	1	
DD4	Wi-fi модуль ESP-12S	1	
Світлодіоди			
VD1-VD2	DIP світлодіод	1	червоний та синій
Резистор			
R1-R3	1 кОм	1	
R4	температурний датчик NT-10k-B-NTC	1	
Конденсатори			
C1	100нФ	1	
C2	4,7мкФ	1	
C3	10мкФ	1	
C4	100пФ	1	
Дисплей LCD			
	LCD 1602 Blue I2C	1	
Кнопка			
	ТАСТ 6x6-8.5 2-pin	1	
Кварцевий резонатор			
ZQ1	кварцевий резонатор 16МГц	1	

					МММТ.480.014.014 – ПЕЗ		
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система для вимірювання витрати води на промисловому підприємстві		
Розроб.	Тимошук М.В.						
Перевір.	Лугових О.О.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Подчаїнський				Літ. Аркуш Аркушів 1 1 ДУ «Житомирська політехніка», гр. МТ-2		

					МММТ.420.014.014-ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			98