

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino
Назва теми

КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI-18-2

[Підпис]
Підпис

Олександр ЧЕМЕРИС
Ініціали, прізвище

Керівник

[Підпис]
Підпис, дата

Ігор МУЛЯР
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

[Підпис] 08.06.22
Підпис, дата

Сергій МОСТОВИЙ
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри кібербезпеки

[Підпис]
Підпис

Юрій КЛЬОЦ
Ініціали, прізвище

« 8 » червня 2022 р.

Хмельницький, 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри кібербезпеки

Р. О. В. 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Чемерису Олександрю Юрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino

Керівник роботи к.т.н, доц. Муляр І.В.

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

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022 № 18 додаток 8



2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 3.06.2022

3 Вихідні дані до роботи Зчитування даних з давачів тиску, забезпечення зручного керування пристроєм, можливість передачі даних з давачів на сервер для забезпечення зручного перегляду даних з датчиків

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження предметної області та постановка задачі; обґрунтування базових положень щодо проектування пристрою моніторингу. Опис схем електричних (структурної) проектованої системи; опис алгоритму роботи системи, опис розробки програмного забезпечення, опис проектування друкованої плати

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) «Схема електрична структурна (E1)», «Схема електрична функційна (E2)», «Схема електрична принципова (E3)», «Алгоритм роботи (E8)»

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Мостовий С.В., старший викладач кафедри кібербезпеки		
Антиплагіат	Мостовий С.В., старший викладач кафедри кібербезпеки		

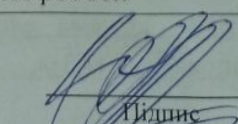
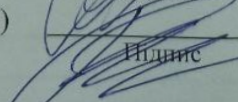
7 Дата видачі завдання 01 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Підготовка вступного розділу	Березень - 1 декада	
2.	Огляд існуючих методів, засобів	Березень - 2 декада	
3.	Обґрунтування обраних рішень	Березень - 3 декада	
4.	Підготовка опису електричних схем	Квітень - 1 декада	
5.	Виконання розрахункової частини	Квітень - 1 декада	
6.	Підготовка ескізів креслень	Квітень - 2 декада	
7.	Розробка додатків	Травень - 1 декада	
8.	Оформлення графічного матеріалу	Травень - 2 декада	
9.	Оформлення пояснювальної записки	Травень - 2 декада	
10.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
11.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
12.	Подання роботи для перевірки на плагіат	Травень - 3 декада	
13.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень - 1 декада	

Студент

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Підпис

О.Ю.Чемерис

Ініціали, прізвище

І.В. Муляр

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino

Автор роботи: Олександр ЧЕМЕРИС

Керівник роботи: к.т.н., доц. Ігор МУЛЯР

Пояснювальна записка: 66 с., 41 рис., 2 табл., 3 дод., 25 джерел.

Графічна частина: 4 плакати.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ ПРИСТРІЙ, МОНІТОРИНГУ ТИСКУ,
ARDUINO

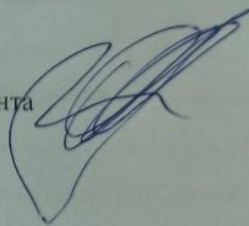
Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою призначеного для зчитування даних з давачів тиску в місті для комунального підприємства "Старосинявський центральний водоканал № 1", тобто для зручного відображення даних давачів, який дозволяє дистанційно керувати та отримувати дані давачів через Ethernet.

Використання WEB-протоколу передачі даних дає можливість створити зручний і простий у користуванні інтерфейс системи. При необхідності функціональність пристрою можна модернізувати, оновивши його електричну схему або програму керування.

Дата


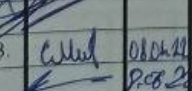

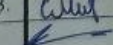
05.06.2022

Підпис студента



ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	6
1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань.....	6
1.2 Огляд існуючих систем моніторингу водопостачання	13
1.3 Аналіз вимог до програмно-технічного засобу та постановка задачі	20
1.4 Висновок	24
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	26
2.1 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів	26
2.2 Опис основних структурних блоків.....	37
2.3 Висновок.....	39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ	41
3.1 Проектування схеми електричної функціональної пристрою моніторингу водопостачання	41
3.2 Аналіз схеми електричної принципової.....	44
3.3 Електричний розрахунок вузла принципової схеми	50
3.4 Опис алгоритму роботи	51
3.5 Розробка друкованої плати та складального креслення	54
3.5 Розробка Web-додатку	59
3.6 Висновок.....	60
ВИСНОВКИ	62

КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ									
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino Пояснювальна записка	Літера	Арквш	Арквшів	
Виконав		Чемерис О.Ю.						2	66
Перевір.		Муляр І.В.							
Н.контр.		Мостовий С.В.		08.04.24					
Затвер.		Кльощ Ю.П.		08.04.24					
						ХНУ, КІ-18-2			

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТОК А Код програми пристрою зчитування даних з давачів тиску	67
ДОДАТОК Код Web-додатку	78
ДОДАТОК В Копія графічної частини	86

ВСТУП

Сьогодні контроль споживання води стає дуже актуальним питанням для мешканців багатоквартирних будинків та приватних будинків. Лічильники на воду використовуються для отримання інформації про кількість використаної води. Враховуючи постійне зростання цін на комунальні послуги, використання лічильників води дозволяє точно контролювати споживання гарячої та холодної води в квартирі чи будинку.

Проте важливо отримувати дані про споживання води не раз на місяць, а постійно, в режимі реального часу. Це надасть актуальну інформацію про причини збільшення споживання води в будь-який момент і допоможе зменшити надлишкове споживання води.

Ще одна проблема сучасної людини – висока ймовірність затоплення квартири через можливий розрив водопровідних труб, більшість з яких працюють довше максимально можливого терміну служби. За статистикою, затоплення будинків щорічно завдає більше матеріальних збитків, ніж крадіжок. Особливо серйозні наслідки підтоплення проявляються в багатоповерхових житлових будинках. У разі потопу власнику квартири доведеться відновлювати не тільки своє майно, а й постраждалих сусідів. Відстежувати такі ситуації може система моніторингу водопостачання. Від подібних неприємностей квартиру врятує захист від паводку.

Актуальність кваліфікаційної бакалаврської роботи пов'язана з тим, що електронні технології розвиваються дуже швидко і скорочуються в розмірах, а системи водоконтролю дуже швидко старіють і важливо не відставати і вдосконалювати системи моніторингу постачання води.

При цьому велике значення має вдосконалення систем водопостачання із застосуванням сучасного обладнання на всіх етапах технологічного процесу, для контролю та управління яким використовується сучасна комп'ютерна техніка. Реалізація поставлених завдань потребує розробки систем управління

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

водопостачанням, які відповідають поставленому завданню та відповідають вимогам державних будівельних стандартів.

Для оцінки систем водопостачання використовується один критерій, що відображається в узагальненій функції контролю якості системи управління. Узагальнений контроль якості контролю включає штрафи за відхилення значення тиску води в перехідному режимі, відхилення координат заданої точки в усталеному режимі, енергоспоживання для контролю.

При розробці системи на основі мікроконтролерів необхідно звернути увагу на вибір основного елемента, оскільки існують базові архітектури і велика кількість сімейств мікроконтролерів.

Метою кваліфікаційної бакалаврської роботи є підтвердження освітнього рівня студента, зокрема вміння розв'язувати різноманітні спеціалізовані завдання чи різноманітні практичні задачі в галузі комп'ютерної інженерії, які характеризуються складними умовами, з використанням комп'ютерних інженерних підходів та методів [11].

Відповідно, мета написання кваліфікаційної роботи передбачає вирішення актуальної практичної задачі в галузі обчислювальної техніки та отримання певного прикладного результату у вигляді функціонально адекватного апаратного забезпечення.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань

Пристрій призначений для зчитування даних з датчиків тиску в місті для комунального підприємства "Старосинявський центральний водоканал № 1", тобто для зручного відображення даних датчиків.

Однією з умов технічного завдання на кваліфікаційну роботу є забезпечення можливості автоматичного відключення водопостачання у разі аварії в системах опалення та водопостачання. При попаданні вологи на датчик води система захисту від протікання повинна автоматично перекрити подачу води. Відновлення водопостачання має відбуватися лише після усунення аварійної ситуації.

Очевидно, що для виконання своїх функцій структура системи повинна містити датчик витрати води, здатний з певною точністю вимірювати її кількість. Крім того, в системі рекомендується використовувати датчики температури і вологості.

Згідно з умовою, одним із компонентів системи є пристрій, розроблений на основі мікроконтролера, що забезпечує отримання даних від датчиків і загальний контроль роботи системи. Вибір конкретної моделі мікроконтролера буде здійснюватися в результаті аналізу.

Відповідно до технічного завдання, система повинна забезпечувати можливість дистанційного моніторингу об'єкта моніторингу, тому необхідно проаналізувати технології, які можуть використовуватися для передачі даних на пункт управління.

Важливою умовою технічного завдання є розробка програмного забезпечення, яке має надавати дані про стан системи моніторингу водопостачання, передачу інформації в режимі реального часу та її архівування. Програмне забезпечення для мікроконтролера повинно працювати максимально

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

ефективно, щоб реалізувати всю функціональність системи. Одним із завдань пристрою є забезпечення контролю та управління доступом до проекрованої системи. Доступ до інформації про налаштування та режими роботи системи моніторингу водопостачання має бути забезпечений у разі відключення електроенергії. Тому важливі дані повинні зберігатися в енергонезалежній пам'яті.

Ще одним моментом технічного завдання є забезпечення можливості зберігання даних про результати вимірювання рівня водоспоживання та випадків його виникнення протягом кількох місяців. Тому необхідно здійснювати періодичне архівування вимірюваної інформації з прив'язкою до часу.

Типова система водопостачання складається з насосної станції, яка забирає воду з джерела і перекачує її, розподіленої мережі труб, запірної арматури, резервуарів і споживачів. Насосна станція обладнана автоматичною станцією керування насосною установкою з частотним перетворювачем, яка стабілізує тиск води в трубопроводі та забезпечує певну подачу води залежно від характеру споживання [13].

Завданням систем водопостачання є забезпечення водою всіх споживачів із заданим тиском і об'ємом, мінімізуючи при цьому витрати води, навантаження на обладнання, зменшуючи витрати енергії на передачу та розподіл води. Тиск, який необхідно підтримувати, регулюється ДБН [8], тобто вільний тиск у кожній точці споживання повинен бути не менше 10 м і не більше 45 м. На кожному поверсі багатоповерхового будинку брати додаткову 4 м напору.

Розглянемо типову гідравлічну-принципову схему забору води системи водопостачання (рис 1.1).

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

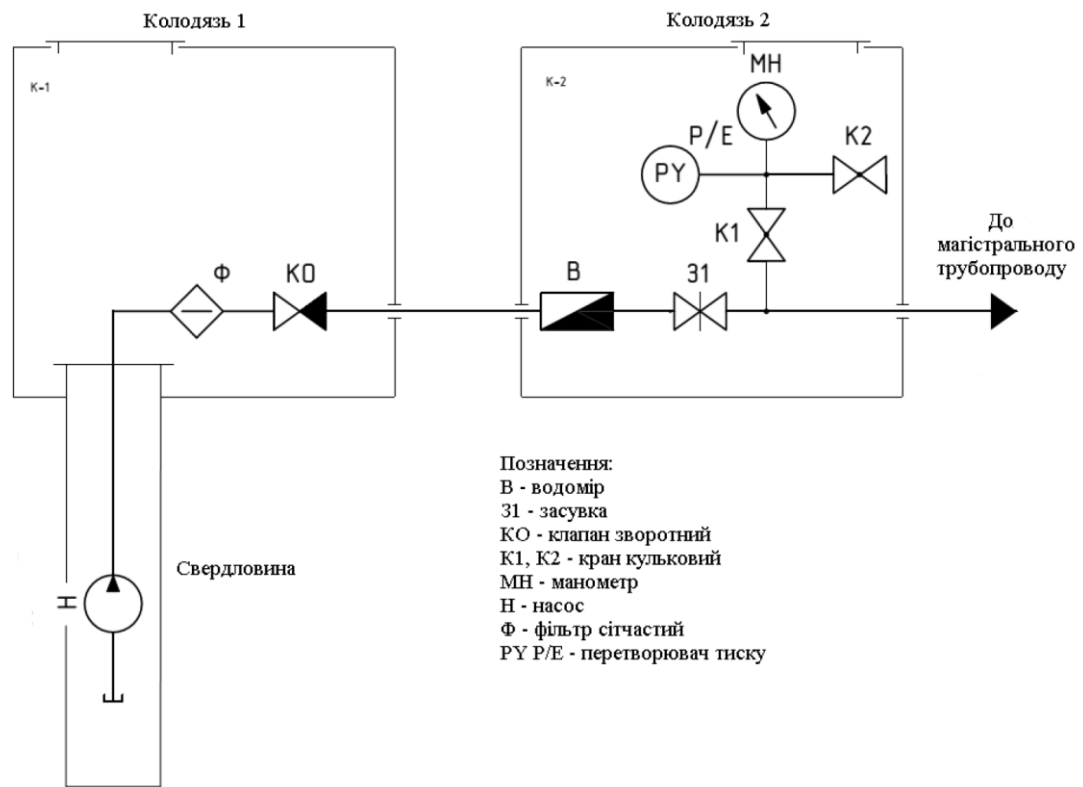


Рисунок 1.1 - Гідравлічно-принципова схему забору води

Гідравлічний контур включає: насосний агрегат, зворотний клапан, водомір, манометр, фільтр, клапан і електричний перетворювач тиску. Найпоширенішим двигуном в системах водопостачання є трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Системи керування для цього типу двигунів складніші, ніж для двигунів постійного струму, хоча їх розміри менші в порівнянні з двигунами постійного струму, а термін їх служби довший [4].

Для вимірювання тиску в трубопроводі використовуються давачі тиску: механічні манометри, реле тиску або перетворювачі тиску з вихідним сигналом для струму або напруги [2].

Зворотний клапан захищає насос від зворотного потоку води і запобігає просочування води в колодязь. Клапани використовуються для обмеження потоку в трубопроводі і ручного регулювання тиску.

Для забезпечення встановлених показників технологічного процесу системи водопостачання обладнуються автоматизованими системами управління. У завдання системи управління водопостачанням входить стабілізація тиску і подачі води, довільна зміна рівнів в резервуарах під впливом випадкових факторів, оптимізація роботи насосних станцій (зниження споживання енергії, збільшення ресурсу двигуна тощо), реагування на надзвичайні ситуації тощо. Важливі фактори автоматизації системи водопостачання [19] це:

- робота системи в умовах змінного навантаження;
- високий ступінь відповідальності;
- система розподілена в просторі і необхідність координації з центру;
- складність технологічного процесу контролю водопостачання через стохастичну витрату води, затримку керуючого сигналу, відсутність інформації про стан об'єкта;
- необхідність підтримки роботи системи в цілому в разі аварій за участю окремих вузлів.

Технологічні параметри, що підлягають вимірюванню та контролю, повинні відповідати вимогам [1]. Технологічні параметри, що входять в систему автоматизації, вибираються виходячи зі ступеня автоматизації об'єкта, його важливості в роботі системи та можливості збору даних від встановленого обладнання. Перелік технологічних параметрів, які підлягають контролю, включає:

- тиск у напірній водопровідній мережі;
- витрати води в напірному водопроводі;
- споживання електроенергії;
- швидкості двигуна свердловинних насосів;
- живлення та струм двигунів свердловинних насосів.

Функціональна схема системи керування насосною станцією представлена на рис. 1.2.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

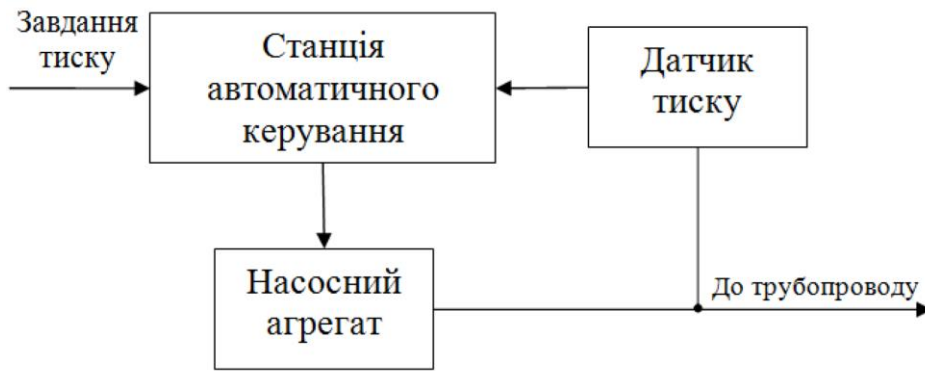


Рисунок 1.2 - Схема системи керування насосною станцією

Недоліком цієї системи є те, що при використанні потужних двигунів використання перетворювача частоти економічно недоцільно, через його високу вартість, крім того, не враховується стохастичне споживання води.

Для подолання цього недоліку були створені системи каскадного типу. Для водопостачання використовується не один, а кілька насосних агрегатів. Один з яких підключається до перетворювача частоти, а інший до мережі безпосередньо або через пристрої плавного пускання [6]. Зі збільшенням споживання води вмикаються додаткові насоси, а швидкість регулюється зміною частоти обертання асинхронного двигуна, підключеного до перетворювача частоти. Тому система є гнучким і не вимагає значних капіталовкладень для придбання потужного накопичувача.

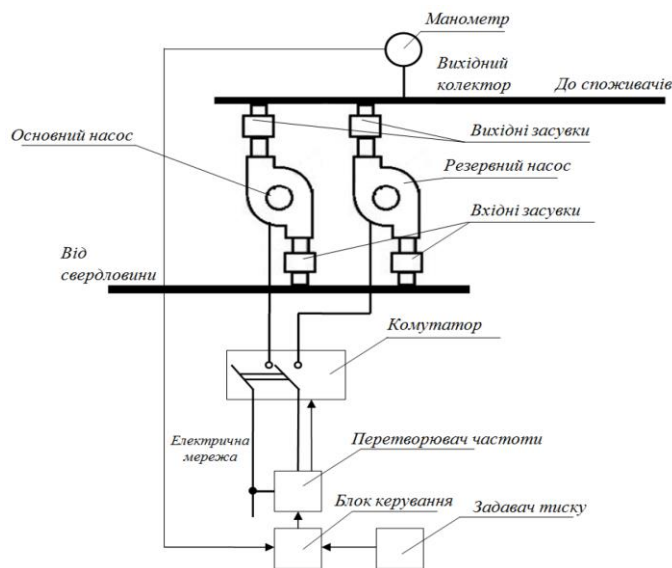


Рисунок 1.3 - Схема системи керування водопостачанням

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Розглянемо типову функціональну схему системи керування водопостачанням на прикладі артезіанської насосної станції міста Стара Синява (рис.1.3).

Функціональна схема включає: насосний вузол (основний і резервний), зворотний клапан, водомір, манометр, фільтр, засув, перемикач, перетворювач частоти та електричний перетворювач тиску. Завданням системи управління насосною станцією є підтримання заданого тиску безпосередньо на насосній станції.

Системи контролю водопостачання та запобігання витоку води можна встановлювати в квартирах і замських будинках, громадських і адміністративних будівлях, водоочисних спорудах, промислових і складських приміщеннях, в системах водопостачання та опалення, де є ймовірність витоку води.

Система захисту від витоку води в основному складається з трьох основних елементів: давачів витоку води, клапанів, що служать для аварійного відключення подачі води, і модуля управління [23].

Давачі витрати води монтуються в місцях ймовірного виникнення. Система може контролювати до двадцяти приміщень, де є ризик небажаних витоків води. Завдяки невеликому розміру, давачі витрати води можна встановити де завгодно.

Модуль управління призначений для подачі напруги на всі підключені до нього давачі, керування електромагнітними клапанами та формування звукового сигналу в разі аварії. Якщо система виявить витік води, спрацьовує звуковий сигнал.

Клапан з електроприводом служить для зупинки процесу подачі води у разі витоку. Клапани встановлюються на стояках гарячої та холодної води (або трубах опалення) у зручних для обслуговування та монтажу місцях, одразу після ручних клапанів [17].

Розроблена автоматизована система призначена для автоматичного відключення водопостачання у разі аварії в системах водопостачання та

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

опалення. При попаданні вологи на датчик води система захисту від протікання подає сигнал тривоги і автоматично перекриває подачу води за допомогою електричних клапанів. Відновлення поставок відбудеться лише після усунення аварії.

Розробкою та впровадженням систем керування водопостачанням займається ряд зарубіжних та вітчизняних компаній: Schneider, Grundfos, Electric, Siemens, ABB, General Electric, Wilo, Динамо-Континент, Атом, Novus Cybernetic, Техно-Конт та інші. Характерними ознаками систем керування водопостачанням є використання контролерів з мікропроцесорним ядром. Крім того, стрімкий розвиток силової електроніки дозволив створити потужні та швидкі транзисторні ключі, які використовують для керування та частотного регулювання насосними агрегатами.

Для управління насосними агрегатами на ділянці встановлено автоматичну станцію управління. Призначений для контролю та індикації режиму роботи насосної станції, на якій встановлений перетворювач частоти, призначений для керування насосним агрегатом. Система відключається за зворотним зв'язком від датчика тиску. Станція автоматичного управління підтримує заданий тиск у трубопроводі шляхом зміни частоти обертання асинхронного двигуна [18].

Оскільки характер споживання води в місті стохастичний, системі водопостачання необхідно враховувати коливання споживання. У випадках, коли витрата в системі водопостачання мінімальна, станція управління свердловинним насосом знижує частоту обертання двигуна до мінімуму. Оскільки в системі немає аналізу води, тиск у трубі зростає. Система управління переводить насосні станції в сплячий режим, щоб зменшити споживання енергії. У міру збільшення споживання станція виходить із сплячого режиму і починає збільшувати швидкість насоса, поки тиск у магістралі не стабілізується. Таким чином, система повністю автоматична і враховує різні режими споживання води: від мінімального до максимального.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

Система управління водопостачанням включає в себе систему диспетчерського контролю, яка дозволяє оператору в режимі реального часу отримувати інформацію про стан системи водопостачання, встановлювати необхідний тиск у трубах і в разі аварійних ситуацій негайно вживати заходів для їх усунення.

1.2 Огляд існуючих систем моніторингу водопостачання

На теперішній час на ринку представлено багато різних варіантів систем моніторингу водопостачання або давачів для контролю витoku води. Розглянемо детальніше та проаналізуємо деякі з них.

Для сталого та сучасного управління питною водою KROHNE пропонує спеціально розроблене автономне вимірювальне рішення, яке складається з витратоміра води з інтегрованою технологією вимірювання температури та тиску, а також реєстратора даних з модулем GSM для дистанційної передачі даних. [22]. Рішення з батареєю розроблено для використання у віддалених і важкодоступних районах без можливості підключення джерела живлення, яке також схильне до затоплення.

Система WATERFLUX 3070 C (рис. 1.4) призначена для періодичного отримання інформації про кількість спожитої води, а також рівень тиску в лінії водопостачання на основі вимірювань витрати і тиску [25]. Ця система використовує зовнішній GPRS модуль KGA 42 для бездротової передачі відбитків, розроблено додаток WebKGA для аналізу та візуалізації даних, а також програмну систему PCWin mini-SCADA. Можливі помилки та перевищення встановлених рівнів ініціюють тривогу в диспетчерській шляхом відправки SMS або електронної пошти [3].

Області застосування:

- дистанційний моніторинг мереж водопостачання та розподілу;
- вимірювання споживання води;
- виявлення витоків;

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		13

- комерційний облік споживання води в системах опалення.



Рисунок 1.4 - Система WATERFLUX 3070 C

На додаток до можливості точного вимірювання витрати води, компактний лічильник зі стандартом IP68 має вбудований датчик тиску і температури, вбудований реєстратор даних і модуль GSM. Роздруківки передаються в диспетчерську через GPRS. Герметизація та блокування програмного меню забезпечує захист від несанкціонованого доступу.

Характеристики системи:

- висока точність вимірювання при максимальних витратах;
- широкий динамічний діапазон вимірювання витрати води в обох напрямках;
- живлення від внутрішніх батарейок або від мережі за допомогою зовнішнього акумулятора;
- інтегровані технології вимірювання витрати, тиску та температури води за допомогою дистанційної передачі даних GPRS;
- відслідковування динаміку споживання для економії енергії та забезпечення інтелектуального керування питною водою.

Це рішення дає змогу комунальним підприємствам та операторам водопостачання створювати динамічні профілі споживання для моніторингу денного та нічного споживання води на основі даних обліку витрат. Тому обсяги накопичення води і продуктивність насоса можна планувати на майбутнє. Оцінюючи динаміку споживання та тиску води, також є можливість передбачення системою виявлення витоків води. Це підвищує безпеку водопостачання [24].

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

СЕА АСОЕ.В – це інтелектуальна автоматизована система дистанційного моніторингу комерційно-технічного контролю та обліку водопостачання (рис. 1.5), яка виконує функції вимірювання, передачі та архівації інформації.



Рисунок 1.5 - Система обліку водопостачання СЕА АСОЕ.В

Ця система виробництва СЕА призначена для виконання наступних функцій [6]:

- автоматичний збір показників водолічильників механічного типу, які оснащені давачем імпульсів;
- економія та оптимізація водопостачання;
- зниження транспортних витрат;
- своєчасне виявлення та виявлення несанкціонованих заборів або втрат води;
- синхронність і точність збору даних;
- можливість перегляду результатів та їх аналізу.

Основні характеристики та технічні характеристики:

- можливість роботи в агресивному середовищі - наявність класу захисту IP54 / IP68;
- наявність енергонезалежної пам'яті з можливістю циклічного перезапису даних (62 дні);
- тривалість роботи не менше чотирьох років;
- самоаналіз та архівування повідомлень про нестандартні ситуації.

В даній системі використовується RS485 в якості основного комунікаційного інтерфейсу. Основний модуль зв'язку працює з використанням

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

технології GSM / Ethernet. Зчитування даних відбувається в режимі реального часу або через фіксований період.

Система моніторингу споживання води RE.GUARD. Це система контролю споживання води від RENAУ (рис. 1.6), яка призначена для виявлення витоків та розривів труб, у разі витоків зупиняє процес подачі води. Крім того, система вимірює рівень витрати води і дозволяє відкривати і закривати водопровідні труби вручну. Встановлюється безпосередньо перед фільтром, але після лічильника води.



Рисунок 1.6 - Система обліку водопостачання RE.GUARD

Якщо буде виявлено витік води, система згенерує push-повідомлення, і, залежно від встановленого режиму, користувач може вирішити, чи закривати трубу. Автоматичне відключення трубопроводу відбудеться у разі прориву в системі водопостачання.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

Область застосувань даного контролера є КП "Старосинявський центральний водоканал № 1", для опитування давачів тиску по місту. На цьому підприємстві використовуються давачі тиску MBS1900 0-10 bar фірми Danfoss рис 1.7



Рисунок 1.7 - Давач тиску Danfoss

Давачі тиску MBS 1900 складаються з первинного перетворювача та електронного пристрою [13]. Вода під тиском вводиться в камеру первинного перетворювача і деформує його мембрану, що змінює електричний опір розташованих в ній напівпровідникових тензорезисторів, включених в електричне коло дільника напруги. Саме в результаті цього первинний перетворювач видає сигнал напруги. Електронний пристрій перетворить сигнал в уніфіковану інформацію про вихідний струм.

Для отримання інформації від різних давачів використовуються промислові контролери, які зчитують інформацію давача і виводять її в зручній для користувача формі.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

Промисловий контролер - пристрій, що використовується галузях промисловості за сферами застосування та завданнями, близькими до промислових (наприклад, транспортування). Використовується для автоматизації технологічних процесів, у побуті, для управління кліматом тощо. Основна вимога до промислових контролерів, висока надійність і здатність працювати в суворих виробничих умовах.

В КП "Старосинявський центральний водоканал № 1" використовуються для зчитування даних контролери WinCon-8000 (рис.1.8). Це останнє покоління промислових контролерів провідної компанії ICP DAS. У WinCon-8000 використовується високопродуктивний процесора Intel Strong ARM. Його тактова частота 206 МГц і він має 64 Мб оперативної пам'яті.



Рисунок 1.8 - Промисловий контролер WinCon-8000

Він має інтерфейси USB і Ethernet. Для підключення клавіатури, миші і монітора використовуються інтерфейси VGA і PS / 2. Таким чином, промисловий контролер отримав функціональність персонального комп'ютера, що розширює сферу застосування та значно полегшує його програмування.

Контролер промислової автоматизації Modicon Quantum, показаний на рисунку 1.9, призначений для керування складними спеціалізованими виробничими процесами, включаючи завдання безпеки, виставлення рахунків, позиціонування, переміщення, зважування, обробки та передачі даних із

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

найсуворішими вимогами до продуктивності для управління середнього та високого рівня. Системи Modicon Quantum додатково використовують ідею архітектурної модульності та масштабованості.



Рисунок 1.9 – Контролер Modicon M340

Механічною основою цього контролера є монтажна шина, на якій встановлені блок живлення, процесорний модуль та модулі розширення. Характерною особливістю є те, що введення/виводу можна організувати різними способами:

- локальний ввід-вивід;
- віддалений ввід-вивід через Quantum chassis - підключення двох шин за протоколом Ethernet TCP (26 слотів);
- віддалений ввід-вивід на шині S908 на основі Quantum;
- віддалений ввід-вивід на шині Moderon X80.

Використовуючи високопродуктивний віддалений ввід-вивід на шині Modicon X80, він може збирати до 2048 дискретних і 512 аналогових каналів вводу-виводу [15].

Для контролера доступні найсучасніші протоколи мережевого обміну: Ethernet Modbus/IP, Ethernet TCP/IP, AS-інтерфейс, Modbus, CANopen, Modbus Plus, Profibus DP, Uni-Telway, Interbus.

Дискретні модулі виготовляються з щільністю від 8 до 64 каналів на модуль. Доступне живлення напругою 24, 48 в постійному струмі, і зміним

струмом, 110 і 220 В Вихідні канали можуть бути тиристорними, транзисторними, або релейними.

Наявність спеціалізованих каналів обміну дозволяє контролеру Quantum вирішувати більш широкий спектр завдань. Наприклад, ви можете додати в систему:

- модулі безпеки для роботи з клавіатурами, кінцевими вимикачами, релейними модулями та іншим захисним обладнанням Preventa;
- лічильники для підключення інкрементальних енкoderів, давачів імпульсів, електронних кулачкових перемикачів;
- модулі керування сервоприводами та кроковими двигунами;
- модуль вимірювання ваги для підключення тензometrів.

Якщо розглядати різноманітні варіанти стандартних промислових контролерів, то можна зробити висновок, що ці контролери мають широку область застосування, але одним з найважливіших рішень при виборі контролера є його ціна. Готові рішення для промислових контролерів часто коштують дорого, тому

Підводячи підсумок, можна зробити висновок, що більшість розглянутих систем забезпечують світлову або звукову сигналізацію у разі усунення витоків води. Деякі новіші рішення надають сповіщення користувачам з повідомленнями на смартфоні. Кожен з цих пристроїв має свої переваги і недоліки.

Таким чином, в результаті огляду та критичного аналізу існуючих систем було виявлено, що пошук оптимального варіанту системи моніторингу водопостачання та управління витратою води триває донині.

1.3 Аналіз наявного програмно-технічного забезпечення та постановка задачі

Якщо розглядати різноманітні варіанти стандартних промислових контролерів, то можна зробити висновок, що ці контролери мають широку область застосування, але одним з найважливіших рішень при виборі

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

контролера є його ціна. Готові рішення для промислових контролерів часто коштують дорого, тому розглянемо варіанти мікроконтролерів на яких можна реалізувати поставлене завдання.

Завдання кваліфікаційної роботи можна реалізувати за допомогою Raspberry Pi, одноплатного комп'ютера розміром з банківську картку, спочатку розробленого як бюджетна система для навчання інформатики, що призвело до значно ширшого застосування та популярності, ніж очікували його автори [6].



Рисунок 1.10- Raspberry Pi 3

Переваги такого підходу для вирішення цієї проблеми:

- повна незалежність від пристрою;
- висока розрахункова потужність.

Недоліки цього рішення:

- без аналогових виходів.

Також проект, який розробляється в кваліфікаційній роботі можна реалізувати за допомогою Arduino.

Arduino - це апаратна обчислювальна платформа для аматорського проектування, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовищем розробки на мові програмування,

сімейства C/C++. Arduino можна використовувати як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і для підключення до програмного забезпечення, що працює на комп'ютері (наприклад: Processing, Max/MSP, SuperCollider, Pure Data). Інформація про плату (креслення плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) є загальнодоступною і може бути використана тими, хто вважає за краще самостійно зібрати плату [12].

В даний час у світі існує багато різних плат на основі різних мікроконтролерів. Але найвідомішим є сімейство Arduino, яке має багато різних плат на основі мікроконтролерів для різних цілей і завдань. Найпоширенішими є [8]:

- Arduino: має стандартний розмір і 20 входів і виходів;
- Arduino Mega: має збільшений розмір і 70 входів і виходів;
- Arduino Nano - має зменшений розмір і 22 входи і виходи;
- Arduino Mini: він має ще менший розмір, ніж попередній, 20 входів і виходів і не має порту USB для завантаження прошивки на мікроконтролер.

Arduino UNO R3 зображено на рис. 1.11

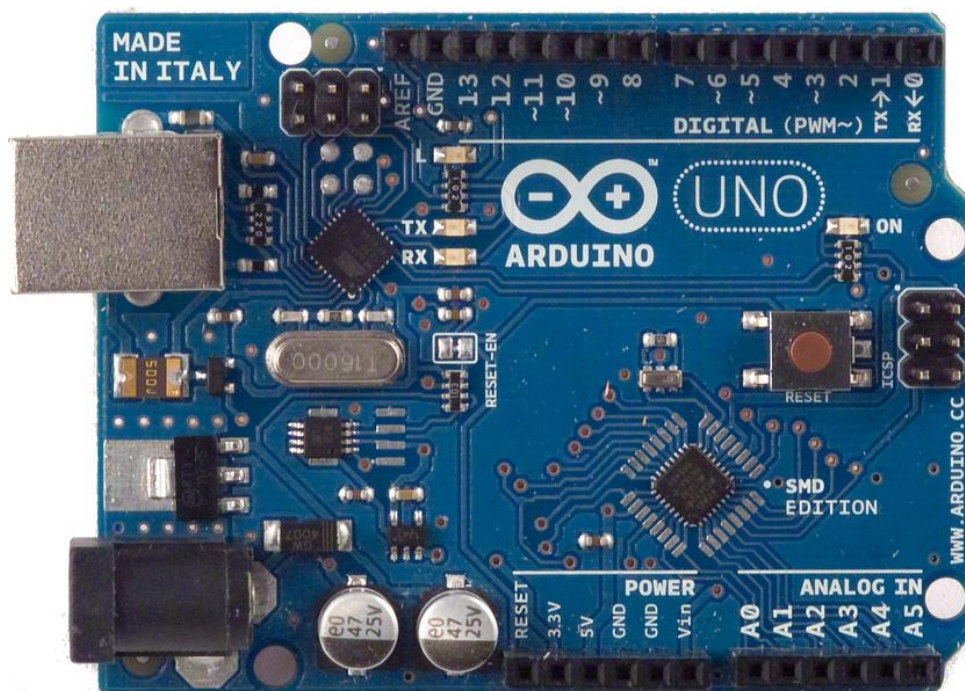


Рисунок 1.11 - Arduino UNO R3

Arduino Uno - це пристрій на основі популярного мікроконтролера ATmega328. Він має: 14 цифрових входів / виходів, кварцовий резонатор на 16 МГц, 6 аналогових входів, роз'єм живлення, роз'єм USB, роз'єм для програмування і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм достатньо просто подати живлення від AC / DC-адаптера чи батарейки. Також є можливість підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю [17].

Хоча існує ряд плат Arduino на вибір, Arduino Nano - це універсальна плата, яка може бути використана в усіх електронних проектах, а також для навчання. Arduino Nano 3.0 - це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі сучасного мікроконтролера ATmega328 та адаптоване для використання з макетної платі. Arduino Nano розроблено і випускається фірмою Gravitech.

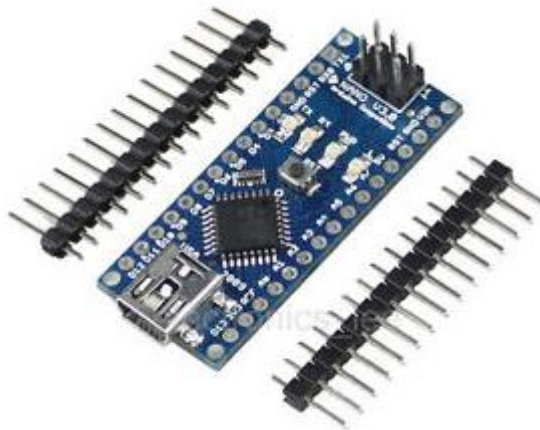


Рисунок 1.12 - Arduino NANO Rev 3.0

Переваги:

- низька вартість;
- невеликий розмір робить її ідеальною для компактних проектів;
- функціонально така ж, як і його більші аналоги;
- встановлено в конструкції, що полегшує створення прототипів.

Недоліки:

- малий об'єм пам'яті.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Розглядаючи мікроконтролери, в яких можна реалізувати ці завдання, можна зробити висновок, що це завдання не вимагає великих математичних розрахунків, тобто Raspberry Pi 3 буде недоцільно використовувати, оскільки є великий запас потужності, який буде простоювати в процесі використання. Також розглядаючи сімейство Arduino, можна сказати, що всі плати цього сімейства мають переваги і недоліки.

Отже при виконанні кваліфікаційної роботи необхідно потрібно виконати ряд задач:

- здійснити огляд і аналіз існуючих аналогів;
- розробити структурну, функційну, принципову схему системи для моніторингу водопостачання;
- забезпечити зчитування даних з давачів тиску;
- передбачити можливість відправляти дані з давачів на сервер;
- забезпечити зручне керування пристроєм.
- написати програмне забезпечення.

1.4 Висновок

Порівняльний аналіз технологій та систем управління водопостачанням дозволяє зробити наступні висновки, що система водопостачання повинна враховувати розподілену структуру водопроводу та підтримувати задані в контрольних точках значення тиску.

Ефективність системи управління водопостачанням оцінюється за функціоналом, що відображає інженерно-економічні вимоги. Зміна типу функціональності пов'язана з впливом параметрів трубопроводу і нерівномірності споживання на динаміку системи водопостачання. У різних режимах роботи системи водопостачання змінюється і призначення управління, тим самим змінюється функціональність.

Отже завдання розробки комп'ютеризованої системи для моніторингу водопостачання з застосуванням технології віддаленого спостереження є

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

актуальною. Система повинна бути виконана на сучасній елементній базі з застосуванням мікропроцесорних технологій, та призначена для цілодобового контролю процесу водопостачання.

Необхідна розробка системного програмного та апаратного забезпечення автоматизованого контролю водопостачання з використанням сучасних комп'ютерних систем та дистанційного зв'язку.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів

Системи диспетчерського управління використовуються для забезпечення управління системою водопостачання в режимі реального часу. Ці системи за допомогою телемеханічного обладнання дозволяють отримувати інформацію про стан технологічного процесу водопостачання та повідомляти оператора у разі виникнення надзвичайних ситуацій (рис 2.1).

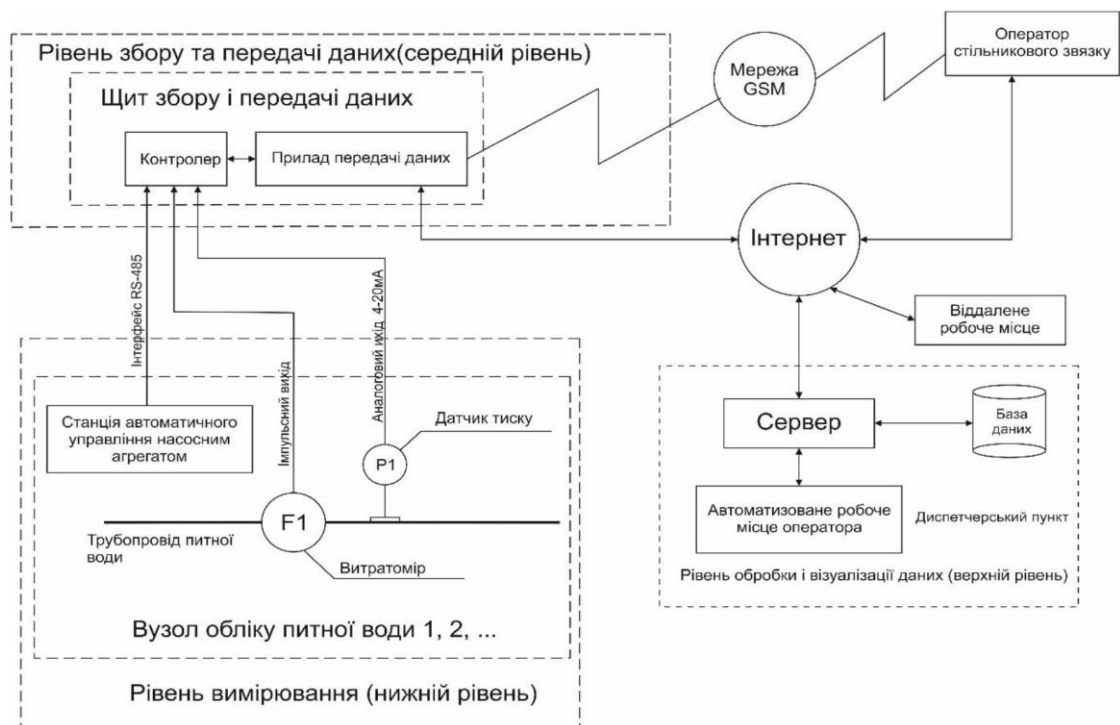


Рисунок 2.1 - Структурна схема диспетчерського моніторингу системи водопостачання

Система включає три рівні. Нижній рівень виконує функції збору інформації від первинних перетворювачів: витратомірів, манометрів, тощо. Потім дані відправляються на середній рівень. Середній рівень оснащений контролером, який приймає інформацію та передає її на сервер, іноді

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

виконуючи функції управління для забезпечення заданих показників технологічного процесу. Мережі GSM часто використовуються для передачі даних на великі відстані в таких системах [19], а також у мережі Інтернет [25]. Для забезпечення захисту інформації дані шифруються [21]. Дані, зібрані системою контролю, використовується в процесі автоматизованого керування системами водопостачання.

Ядром системи є блок управління CU354, пристрій, який отримує інформацію про поточний стан системи за допомогою манометрів і витратомірів, а також пристрій передачі даних CIU250. На основі стану системи водопостачання блок управління CU354 видає сигнал номінального значення на перетворювач частоти і тим самим змінює тиск у насосній станції. Дані від датчика тиску передаються через SMS. Недоліком цієї системи є занадто довгий час оновлення даних. Функціональна схема такої системи наведена на рисунку 2.2.

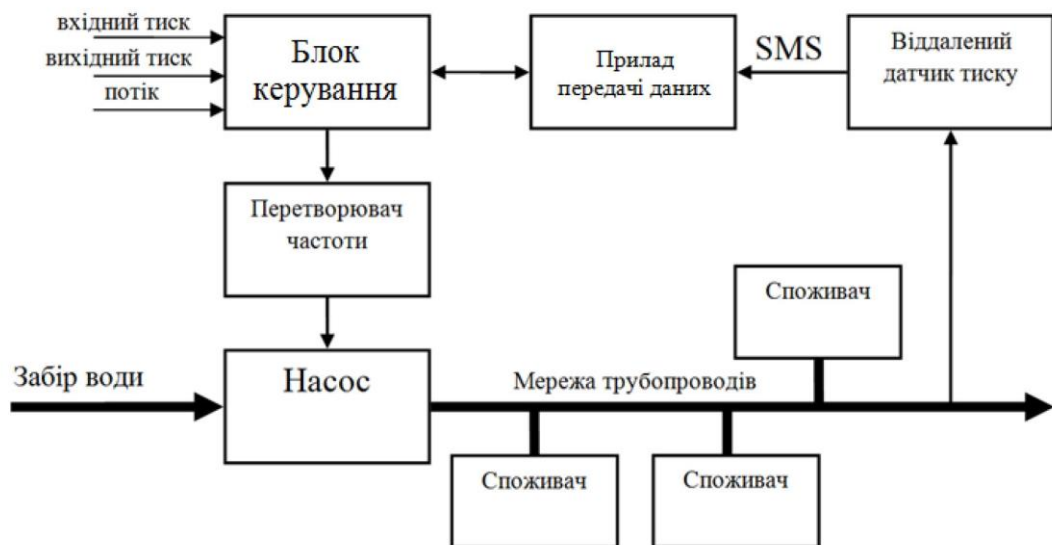


Рисунок 2.2 - Функціональна схема системи керування водопостачанням у віддаленій точці мережі

На рис. 2.3 зображено процес коливання тиску у заданій контрольній точці.

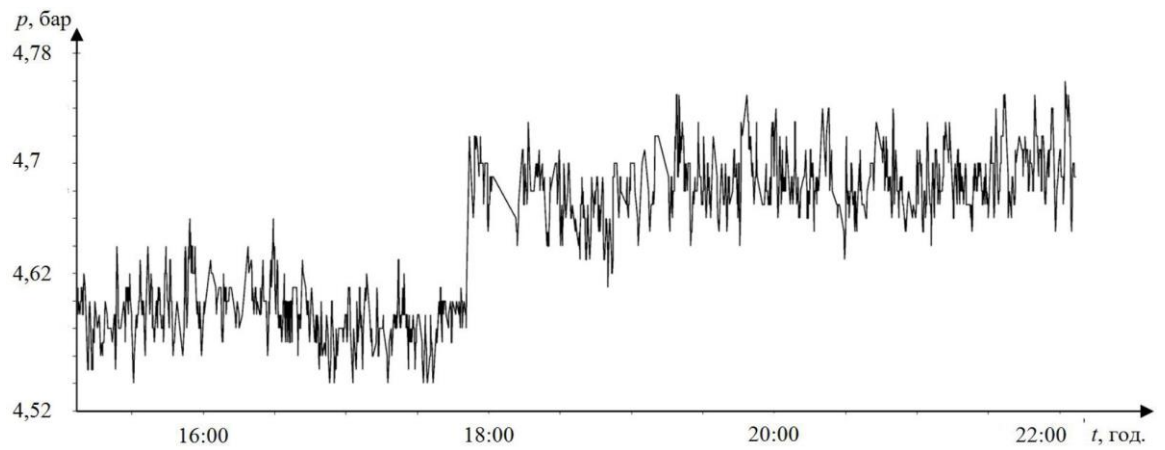


Рисунок 2.3 - Графік коливання тиску у заданій точці трубопроводу

На графіку видно, що коливання відбуваються в широкому діапазоні значень тиску. Система управління заснована на алгоритмі динамічної зміни заданого тиску для насосної станції. Залежно від обсягу води, що подається в мережу, і тиску, необхідного в контрольній точці, система управління вибирає на насосній станції задану точку, в якій тиск стабілізується в заданій контрольній точці. Встановлене значення вибирається поступово з інтервалом в одну годину.

Для впровадження системи управління водопостачанням на основі сучасної мікропроцесорної технології необхідно створити програмно-апаратний комплекс, що включає засоби збору інформації про стан системи водопостачання, модулі даних, програмне забезпечення для обробки, зберігання та відображення реального. дані часу Це пояснюється тим, що практична реалізація системи управління водопостачанням неможлива без адекватної інформації в реальному часі про тиск у контрольних точках споживання, стан двигуна, напругу мережі тощо.

Вимоги до інформаційної системи.

Виходячи з актуальних технічних завдань на розробку системи програмування та автоматизації згідно [19], інформаційні функції, які повинна виконувати система збору інформації:

- збір та обробка інформації аналогового та дискретного типу від вимірювальних датчиків та пристроїв формування сигналів;
- збір даних про стан технологічного обладнання;
- контроль технологічного процесу з поданням інформації в табличному та графічному вигляді диспетчеру;
- видача інформації про виникнення надзвичайних ситуацій, а також поточних технологічних повідомлень;
- внесення до реєстру параметрів технологічного процесу та дій оператора на всіх етапах роботи системи.



Рисунок 2.4 - Структурна схема системи збору інформації

Блок-схема модуля нижнього рівня представлена на рис. 2.5.

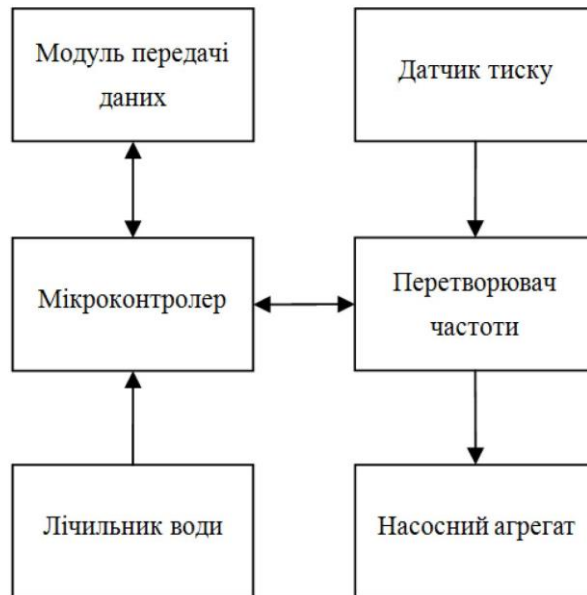


Рисунок 2.5 - Схема модуля нижнього рівня

Реалізацію модуля нижнього рівня доцільно виконати на основі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, який має бути обладнано мікроконтролером архітектури ARM. Для комунікації із зовнішніми периферійними пристроями включає в себе набір інтерфейсів: USB, HDMI, Ethernet, послідовний та паралельний порти.

Завдання кваліфікаційної роботи можна вирішити різними способами, адже нам потрібно зчитувати дані з давачів тиску. Для виконання завдання ми можемо використовувати мікроконтролери, про які йшлося в попередньому розділі. Ці пристрої можуть виконувати однакові завдання, але реалізація і ціна виконання цих завдань буде дуже різною. Якщо ми реалізуємо проект на Raspberry Pi 3, виникає питання, як організувати отримання даних від давачів, оскільки у Raspberry Pi немає аналогових виходів. Для вирішення цієї проблеми потрібно розробити додатковий пристрій, який буде передавати дані на Raspberry Pi. Отримані дані будуть оброблятися і відправлятися на сервер через GET. Запит через сервер локальної мережі в свою чергу забезпечить накопичення інформації, яка буде надходити від пристрою.

Також можна розглянути можливість вирішення цього пристрою за допомогою Arduino, використовуючи різні модулі. Оскільки Arduino має аналогові виходи, ми можемо отримати інформацію від датчика через резистор безпосередньо на плату Arduino, в свою чергу інформація з плати буде оброблятися і надсилатися через модуль LAN на сервер.

Розглянувши можливі варіанти реалізації даного рішення можна стверджувати, що Arduino UNO R3 – не поганий вибір для людини, яка розпочала своє знайомство з Arduino, проте для реалізації готових проектів вона не підходить [21]. Можна використати в розробці Arduino MEGA, але її використання ускладнюється присутністю великої кількості дискретних і аналогових виходів, які будуть лишніми для вирішення даної задачі. Arduino PRO mini має невеликі розміри, але при цьому і малу кількість дискретних та аналогових виходів на платі, та малий об'єм пам'яті який можна використати для опрацювання даних. На мою думку найкращий варіант є використання Arduino NANO Rev. 3 (рис. 2.6) через її невеликі розміри та достатнього набору аналогових і дискретних виходів [16].

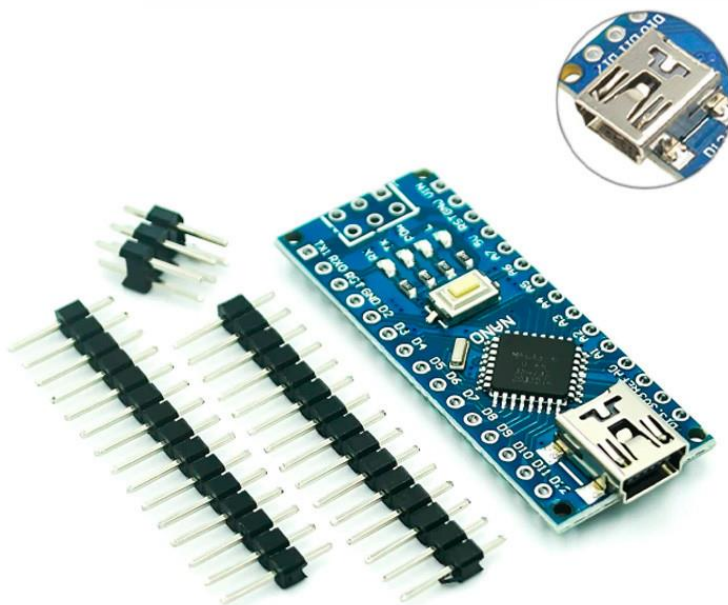


Рисунок 2.6 - Arduino NANO Rev. 3

Контролер Arduino NANO Rev. 3 належить до основного класу модулів конструктора Arduino. Пристрій містить центральний мікроконтролер. NANO розроблено для інженерів-електронників, студентів, радіоаматорів і всіх, хто любить захоплюючі подорожі у світ кібернетики. Системи, зібрані дизайнером Arduino, оцінюють навколишнє середовище, отримують дані від різних давачів і впливають на середовище за допомогою світлодіодів, динаміків і двигунів. Arduino NANO може працювати окремо або в поєднанні з персональним комп'ютером та іншими пристроями, підключеними до NANO через стандартні інтерфейси. Основним компонентом, для якого був створений модуль NANO Rev. 3, є мікроконтролер ATmega328. Atmel. Мікроконтролер під керуванням написаної в ньому програми керує роботою, підключеною до периферійного модуля, і обробляє інформацію, отриману від давачів і інтерфейсів.

Характеристики:

- напруга живлення;
- межа 6–20 В;
- рекомендований 7.3В;
- тактова частота 16 МГц;
- розмір пам'яті ОЗУ 2 КБ;
- для програм тип flash — 32 КБ, де 2 КБ — завантажувач;
- максимальний струм через вихід 40 мА;
- довготривале зберігання даних в 1 КБ EEPROM.

Модуль підключається до блоку живлення трьома способами: роз'ємом Mini-USB В, кабелем від блоку живлення 6-20 В на контакт 30 або від стабілізатора 5 на контакт 27. Блок живлення з найбільшою напругою використовується автоматично. Основний модуль NANO Rev. 3 схожий на інший більш потужний модуль Arduino Duemilanove. Є ряд відмінностей, наприклад немає розетки, а живлення від USB.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

NANO Rev. 3 містить синій індикатор живлення. Індикатори RX і TX працюють лише при підключенні через USB. Мікросхема роз'єму USB FTDI FT232RL активна лише при живленні від USB.

До контакту 13 підключений світлодіод, який містить логічний блок. Інтерфейс USB FT232RL розташований у нижній частині плати.

Arduino Nano зв'язується з пристроями не тільки через USB, а й через інтерфейси UART (RX і TX), SPI та I2C. Передача через USB забезпечується мікросхемою FTDI FT232RL, яка обробляє сигнали UART від мікроконтролера. Драйвери Arduino FTDI створюють COM порт віртуального ПК.

За допомогою спеціального програмного забезпечення на ПК в модуль вводиться програма. У меню Arduino знайдіть Tools > Board, потім Nano w/ ATmega328 або Diecimila, Duemilanove. Завантажувач зберігається в пам'яті програм мікроконтролера, що дозволяє вводити програми без програматора. На платі шестиконтактний роз'єм є інтерфейсом ICSP. Завдяки роз'єму ви можете запрограмувати МС за допомогою програматора як внутрішньосхемне програмування без завантажувача.

Під час запису програми необхідне перезавантаження Arduino NANO Rev. 3. Це не кнопка, а програма. Скидання відбувається через електричну схему лінії FT232RL, яка керує даними DTR, розміщеними перед виходом МС через конденсатор. Низький потенціал на лінії скидає мікроконтролер. Використовуючи це, програма Arduino вводить код, натискаючи зображення кнопки Upload на комп'ютер у спеціальній програмі. Низький потенціал лінії DTR пов'язаний з початком запису коду, щоб зменшити паузу завантаження.

Ви можете використовувати процедуру SoftwareSerial для обміну через будь-який із ваших цифрових контактів. Для використання інтерфейсу I2C використовується процедура Wire.

Крім пайки контактів модуля існує ще один спосіб підключення. У Arduino Designer є макети, які дозволяють встановити, встановивши в отвори

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		33

підпружинені контакти. Arduino також включає багато модулів, які мають спеціальний роз'єм для встановлення Arduino NANO v.3.

Використовується для вивчення та опанування МК ATmega328. Багато квадрокоптерів, колісних роботів та іншого невеликого роботизованого обладнання було створено з використанням модуля Arduino NANO v.3, який має невеликі розміри та вагу.

Розглянемо модулі, які можна використати для оптимальної роботи пристрою. LAN модулі створені для передачі інформації безпосередньо на сервер. Оскільки для реалізації нашого проекту ми обрали Arduino NANO Rev. 3, то використання стандартного модуля Arduino Ethernet Shield відпадає, через проблеми з підключенням даного модуля до Arduino NANO Rev. Якщо обирати з модулів mini W5100 та ENC60J28, то доцільніше буде вибрати другий варіант, оскільки перевагою пристрою, який розробляється в кваліфікаційній роботі має бути ціна, а модуль ENC60J28 (рис. 2.7) дешевший в 6 раз за mini W5100.



Рисунок 2.7 - Модуль ENC28J60

Далі для проєктованого пристрою потрібен модуль реального часу, який буде контролювати завжди вірний час. Модулів на ринку багато, істотної різниці між ними немає. Оскільки наш пристрій буде складатися з багатьох модулів, нам потрібен модуль, буде підтримувати інтерфейс I2C. До цього інтерфейсу можна підключити велику кількість модулів, з яких було обрано TinyRTC (рис. 2.8).



Рисунок 2. 8 – Модуль TinyRTC

Щоб зручно відображати інформацію, ми повинні використовувати екран для цього пристрою. На ринку існує велика кількість пропозицій модулів такого типу, різних розмірів, розширення.

Типи екранів:

- звичайний;
- сенсорний.

Оскільки нам не потрібно виводити багато інформації на екран, стане в нагоді LCD 1602, і цей модуль також працює на інтерфейсі I2C (рис 2.9).

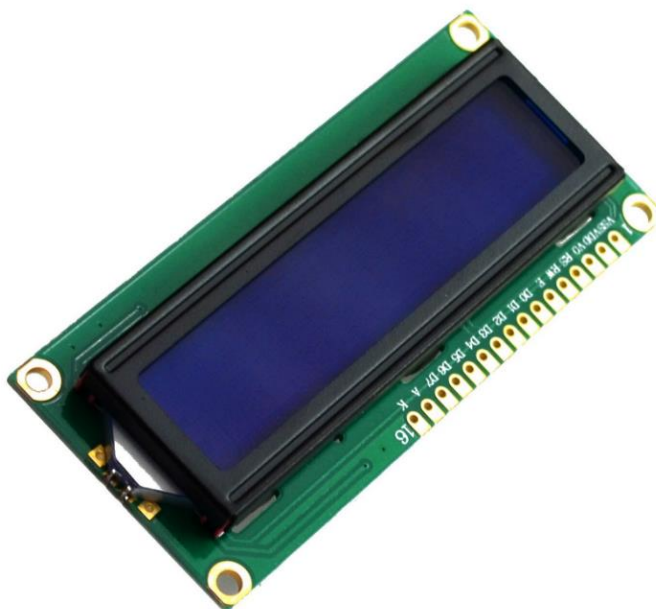


Рисунок 2.9 – Дисплейний модуль LCD 1602

Модуль LCD 1602 для Arduino використовується для перетворення сигналів від контролерів і датчиків у графічну інформацію.

Для використання модуля Arduino LCD 1602 потрібно на його основі побудувати модель (підключити до дисплея, блоку живлення, контролера, тощо). Потім необхідно написати програму для роботи з пристроєм. В кінці потрібно використати налаштування.

Управління LCD 1602 відбувається контролером Arduino або іншим пристроєм керування через відповідні контакти.

Реалізувати даний проект доцільно за допомогою двох плат Raspberry Pi 3 та Arduino Nano Rev. 3. В такому варіанті виконання Arduino буде відігравати роль транслятора, що буде зчитувати дані з датчиків тиску і передавати їх на Raspberry Pi, де вони будуть накопичуватися, як на платі Raspberry Pi так і на сервері, так як водопостачання відноситься до критичної інфраструктури. Перевагою такого рішення є велика надійність, та невелика ціна, оскільки пристрій який буде взаємодіяти з датчиком має невелику вартість. Також дане рішення спрощує роботу оператора, який буде обслуговувати даний програмно-апаратний пристрій, оскільки буде можливість керувати віддалено.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

ЖК-дисплей LCD 1602 для Arduino має інтерфейс для введення виведення інформації.

4-бітний інтерфейс містить 16 контактів позначених:

- Vdd - живлення;
- Vss - загальний GND;
- VO - налаштування контрастності;
- RW - читання і запис;
- RS - дані і команди;
- E (Enable) - включення;
- DB0 - DB7 шина даних;
- LEDK - катод підсвічування
- LEDA - анод підсвічування.

2.2 Опис основних структурних блоків

На початковому етапі проектування комп'ютеризованої системи моніторингу водопостачання була розроблена узагальнена схема, яка представляє основні функціональні компоненти системи та зв'язки між ними. Структурна схема загалом описує призначення системи та її функціональних елементів, а також їх взаємозв'язки та використовується для ознайомлення з пристроєм.

Складові компоненти спроектованого пристрою зображені спрощено із застосуванням графічних позначень, тобто за допомогою прямокутників довільної форми. У внутрішній частині прямокутників, що позначають функціональні одиниці системи, вказані назви, які коротко описують призначення кожного блоку.

Вибір вузлів, що входять до складу блок-схеми, здійснено на основі сучасних, ефективних та сучасних мікроелектронних компонентів з урахуванням завдань, які були поставлені перед системою, розробленою в технічному завданні.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		37

Пристрій призначений для зчитування даних з датчиків тиску в місті для комунального підприємства "Старосинявський центральний водоканал № 1", тобто для зручного відображення даних датчиків.

Структурна схема наведено в додатку Б та на кресленні. Це схема, яка визначає основні структурні частини виробу, їх взаємозв'язки та призначення. Під структурною частиною розуміють складову частину будь-якої схеми: елемент, пристрій, функціональну ланку, функціональну групу.

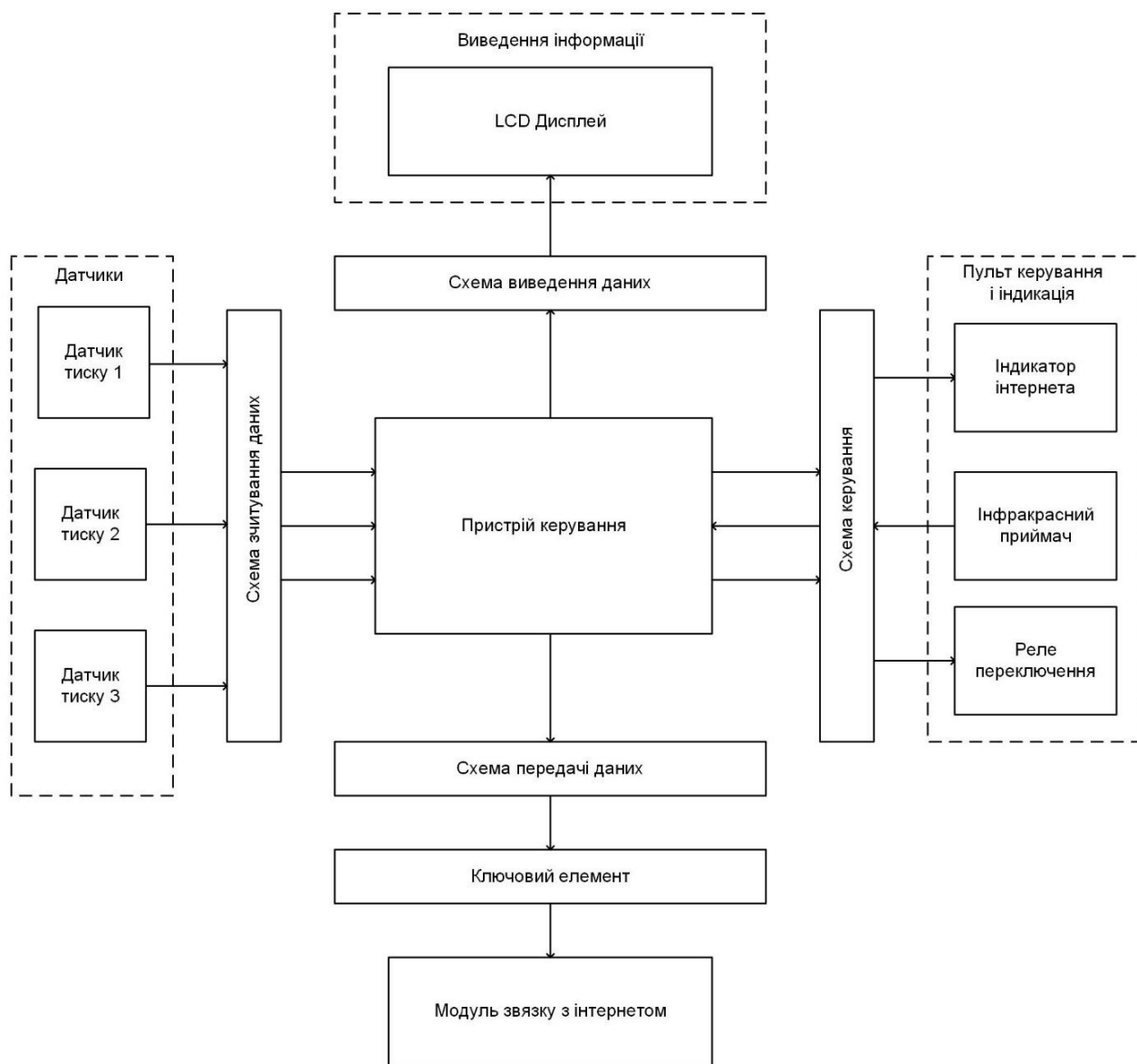


Рисунок 2.10 – Структурна схема пристрою

Структурна схема служить для відображення загальної будови пристрою, та його основних блоків, вузлів, деталей і основних зв'язків між ними. З

структурної схеми повинно бути зрозуміло, для чого потрібен цей пристрій і як він функціонує в основних режимах, яким взаємодіють його частини. Позначення елементів схеми електричної структурної можна вибирати довільно, хоча необхідно дотримуватися загальноприйнятих правил виконання схеми [7].

Розглянемо основні складові схеми електричної структурної:

- керуючий пристрій: призначений для управління всім пристроєм, його функція – правильна взаємодія з усіма компонентами пристрою;

- схема зчитування даних - служить для підключення блоку управління до датчиків тиску. Зв'язок у цьому випадку є одностороннім, пристрій управління може лише зчитувати дані з датчиків і не може передавати будь-яку інформацію датчику;

- модуль підключення до Інтернету - виконує роль передавача між керуючим пристроєм і сервером, який буде отримувати дані через цей вузол схеми. Дані надсилаються лише на сервер;

- схема виведення даних служить для зручне відображення інформації про стан пристрою та інформації від датчиків;

- схема керування пристроєм - включає інфрачервоний передавач, який приймає сигнал від пульта дистанційного керування та передає його на пристрій керування. Він складається з індикатора, який показує стан пристрою на даний момент, також використовує комутаційне реле, яке отримує команди від пристрою управління, яке в свою чергу скине потрібний нам пристрій.

2.3 Висновок

Відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу необхідно розробити пристрій для зчитування даних з датчиків тиску.

Для цього потрібно розробити систему керування, яка буде зчитувати інформацію з датчиків. Система управління буде базуватися на платі Arduino NANO Rev. 3

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

Щоб система управління працювала коректно, необхідно мати доступ до локальної мережі для надсилання інформації оператору. Користувач також повинен бути забезпечений доступом до локальної мережі для отримання інформації.

При регулюванні потоків води у водопровідній мережі виникає проблема встановлення точок регулювання тиску. На практиці вибір контрольної точки та ступеня регулювання водних потоків ґрунтується на досвіді експлуатації водопровідних мереж і не завжди є вдалим.

При побудові системи управління водопостачанням необхідно враховувати зміни параметрів трубопроводу, оскільки вони викликають додаткову затримку в системі управління. За допомогою контрольних точок можна визначити динаміку коливань тиску в усіх точках трубопроводу. Для більш точного аналізу необхідно отримувати інформацію про стан системи в режимі реального часу. Основним недоліком більшості систем управління водними ресурсами є те, що вони не враховують коливання тиску на контрольних точках трубопроводу в режимі реального часу.

В другому розділі спроектовано схему електричну структурну пристрою призначений для зчитування даних з датчиків тиску в місті для КП "Старосинявський центральний водоканал № 1".

Проаналізувавши основні вузли блок-схеми, можна зробити висновок, що всі вузли схеми необхідні для цього пристрою для коректного виконання запланованих завдань.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ

3.1 Проєктування схеми електричної функціональної пристрою моніторингу водопостачання

Схема електрична функціональна пристрою є наступним кроком у розробці електричних схем пристрою, до складу якого входить мікроконтролерна система управління, призначена для зняття інформації з датчиків тиску системи водопостачання. Схема визначає функціональну роль елементів, розкриваючи природу процесів, що відбуваються в об'єкті в цілому чи в окремих його функціональних частинах.

На ній представлені функціональні частини об'єктів і взаємозв'язок між ними. Фактичне розташування в об'єкті елементів і пристроїв можна ігнорувати. Побудова схеми електричної функціональної повинна відображати послідовність функціональних процесів зліва направо і зверху вниз.

Функціональні частини представлені спеціальними графічними позначками, викладеними в стандартах і прямокутниками. Тому частини схеми з поелементними деталями зображують за правилами виконання основних схем, а із збільшеним зображенням функціональних частин – за правилами структурних схем.

Функціональна схема допускає зображення елементів з'єднання, а також вказує технічні характеристики функціональних частин, параметри в характерних точках і т.д.

Функціональні схеми пояснюють процеси, що відбуваються в окремих функціональних ланцюгах продукту. Ці схеми використовуються для вивчення принципів роботи виробу, а також при його налагодженні, контролі, ремонті.

Функціональна схема порівняно з принциповою більш детально розкриває функції окремих елементів і пристроїв.

В якості головного керуючого пристрою в проєктованій системі застосовується восьми розрядний сучасний мікроконтролер фірми ATMEL -

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

Atmega328. Платформа Arduino NANO Rev.3 містить чотирнадцять цифрових входів / виходів загального призначення, кнопку перезавантаження, шість аналогових вхідних виводів, кварцовий резонатор частотою 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм для під'єднання зовнішнього джерела живлення і роз'єм ICSP.

Схема електрична функціональна розроблюваного макета наведено на рисунку 3.1.

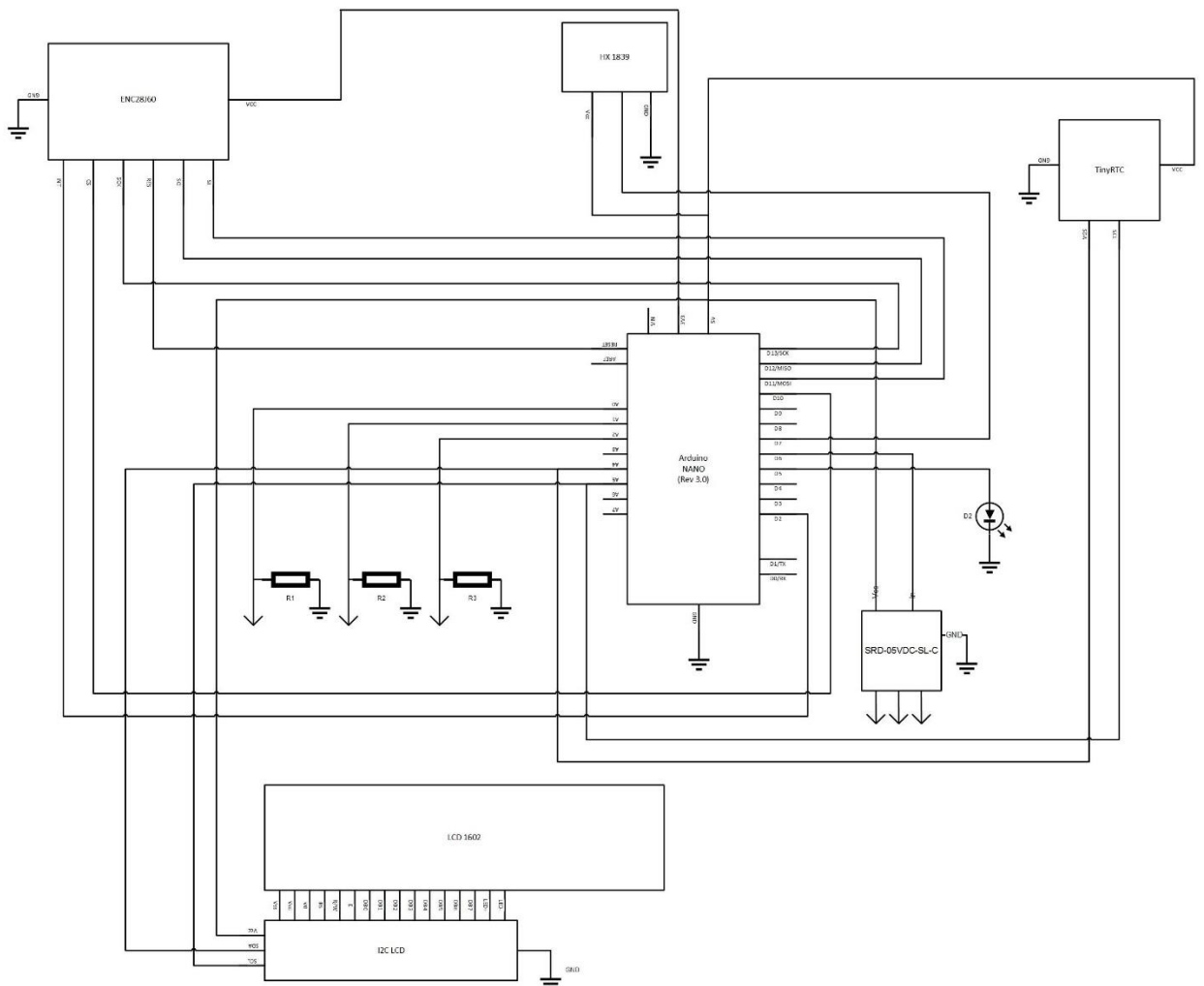


Рисунок 3.1 - Схема електрична функціональна

Резистори R1 - R3 - це комбіновані блоки, зібрані для підключення зовнішніх пристроїв (давачів), які будуть виконувати функцію зчитування даних з давача тиску 4-20 мА.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ

Арк.

42

Інфрачервоний приймач НХ 1838 (рис. 3.2) використовується для управління пристроєм і дозволяє виконувати функції підняття, опускання пунктів меню, а також вибору команд або введення даних відповідно.

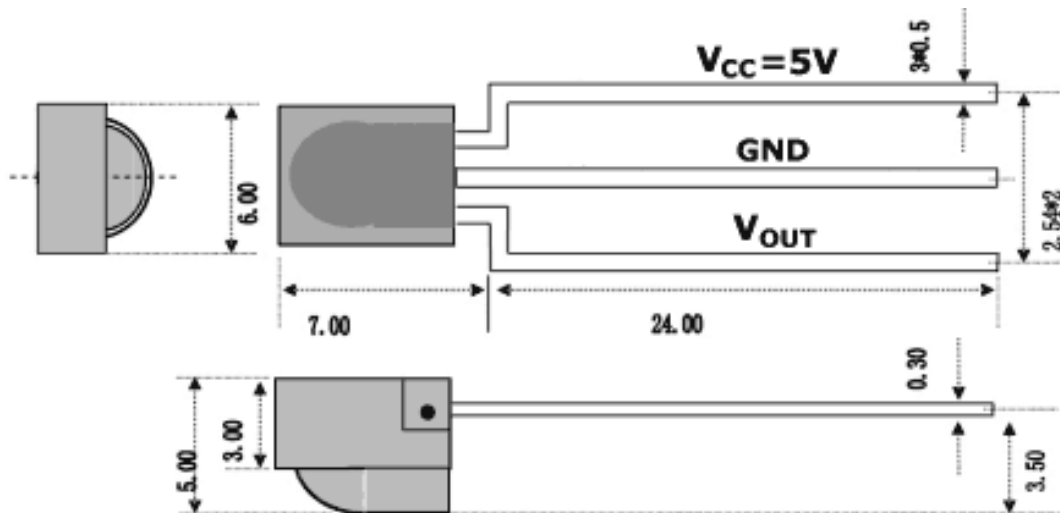


Рисунок 3.2 – Інфрачервоний приймач НХ 1838

Мікроконтролер Atmega328 управляє роботою всього пристрою. Він отримує інформацію з датчиків через аналогові виходи і приймає рішення про подальші дії.

Через інтерфейс ENC28J60 планується взаємообмін з сайтом для моніторингу через протокол HTTP.

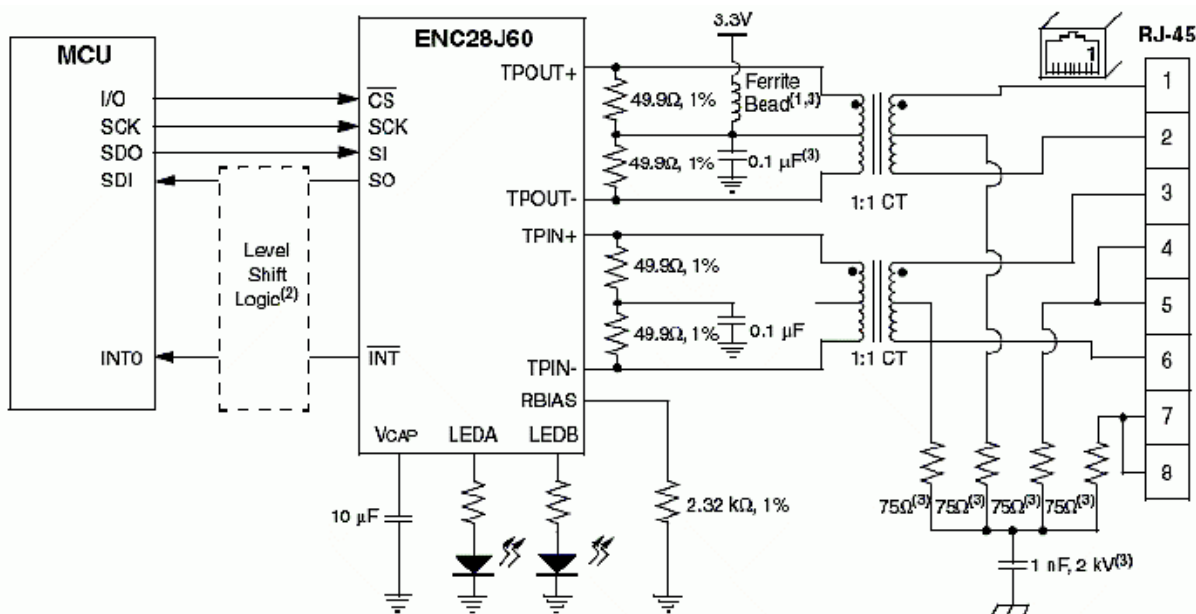


Рисунок 3.3 – Функціональна схема ENC28J60

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

На приведеній схемі ми бачимо основний модуль ENC28J60, а також можна побачити допоміжні елементи пристрою та їхнє з'єднання.

3.2 Аналіз схеми електричної принципової

На основі розроблених раніше схем, використовуючи сучасну елементну базу та основні фізичні співвідношення, спроектовано якісний і простий прилад, що має досить високі метрологічні характеристики.

Принципова схема є найбільш повною електричною схемою пристрою, що представляє всі електричні елементи та пристрої, необхідні для здійснення та керування продуктом зазначених електричних процесів, усі з'єднання між ними, а також з'єднувальні елементи (роз'єми, клеми) Вхідні та вихідні схеми.

В основі схеми лежать наявні елементи: інтегральні схеми малого, середнього та високого ступеня інтеграції, а також дискретні елементи.

Електричні елементи на схемі представлені умовними графічними позначеннями, креслення і розміри яких встановлені в стандартах.

Принципова електрична схема, наведена на кресленні та в додатку Б, це - графічне зображення, з використанням умовних графічних і буквено-цифрових позначень, взаємозв'язків між елементами електричного пристрою. Схема підключення, на відміну від розводки на друкованій платі, не показує взаємне (фізичне) розташування елементів, а лише вказує, які елементи з'єднані. Як правило, при розробці електронного пристрою процес створення електричної схеми є проміжною ланкою між етапами розробки функціональної схеми та проектуванням друкованої плати.

Використання схеми електричної принципової не тільки дає повне уявлення про проект, але й дозволяє на її основі створювати індивідуальні схеми підключення, розробляти конкретні вузли підключення. За цією ж схемою перевіряється правильність монтажу електрообладнання.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		44

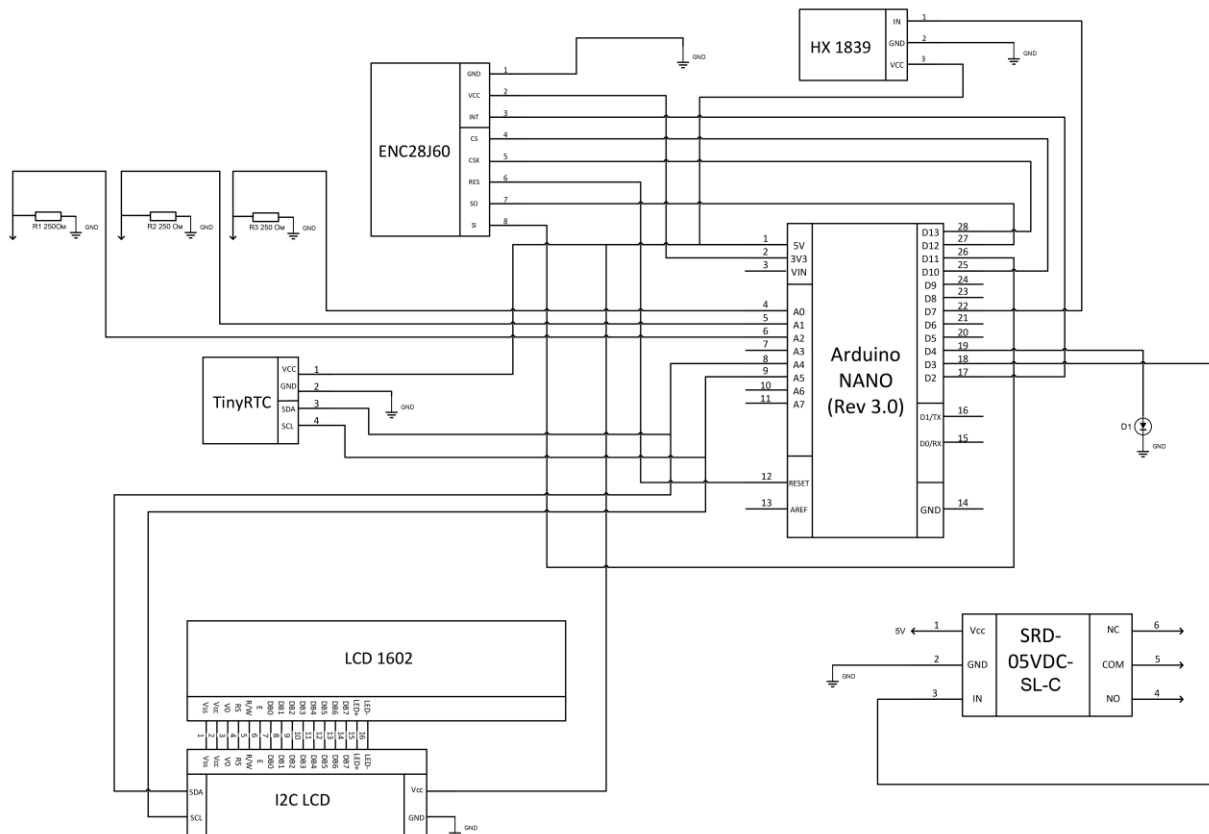


Рисунок 3.4 – Схема електрична принципова пристрою моніторингу

Модуль TinyRTC використовується як таймер реального часу для синхронізації з сервером (рис.3.5).

Цей крихітний модуль RTC заснований на тактовому чіпі DS1307, який підтримує інтерфейс I2C. Він використовує літієву батарейку (CR1225). Годинник/календар надає інформацію про час: секунди, хвилини, години, день, дату, місяць та рік. Дата кінця місяця автоматично коригується для місяців із менш ніж 31 днем, також існує виправлення для високосного року. Годинник працює у 24-годинному або 12-годинному форматі з індикатором AM/PM.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

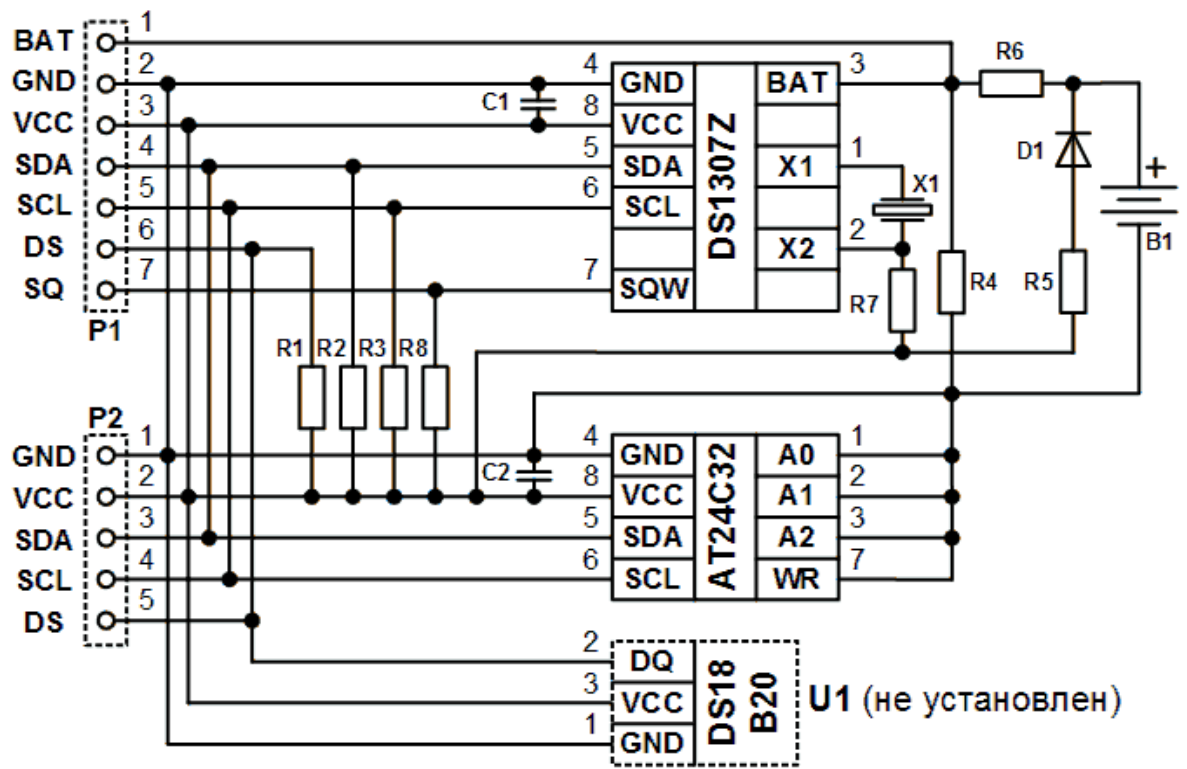


Рисунок 3.5 – Функціональна схема мікросхеми TinyRTC

На схемі видно, що DS1307 - це основний модуль, що забезпечує зберігання поточного часу. AT24C32 - елемент, що забезпечує запис і зчитування інформації про час. Також можна додатково додати модуль DS18B20 для виведення температури.

Годинники функціонують в різних режимах, як в двадцяти чотирьох годинному, так і в європейському дванадцяти годинному режимах з відповідним індикатором АМ / РМ. Модуль DS1307 містить вбудовану схему контролю живлення, яка виявляє перебої в схемі вхідної напруги і в автоматичному режимі здійснює перемикавання на живлення від акумуляторної батареї.

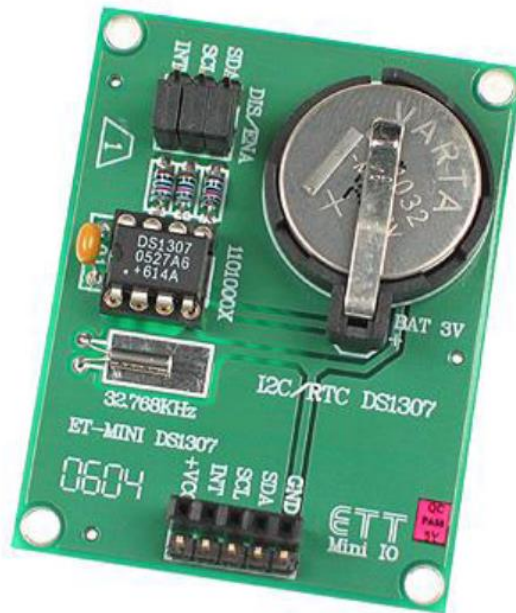


Рисунок 3.6 –Зовнішній вигляд модуля з мікросхемою DS1307

Для відображення текстової та цифрової інформації в нашому пристрої використовується LCD-дисплей на базі контролера HD44780 [8]. Дисплей має розширення 16x2.



Рисунок 3.7 –LCD-дисплей із розширенням 16x2

В якості дисплею використовується модуль LCD 1602 разом з блоком I2C для полегшення роботи з ним (рис 3.6).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

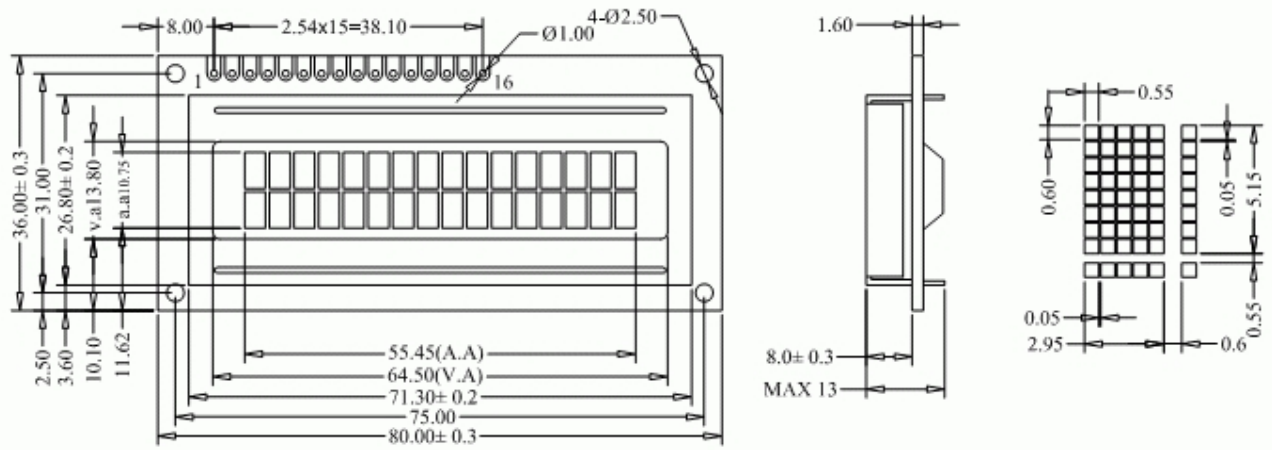


Рисунок 3.8 –LCD 1602

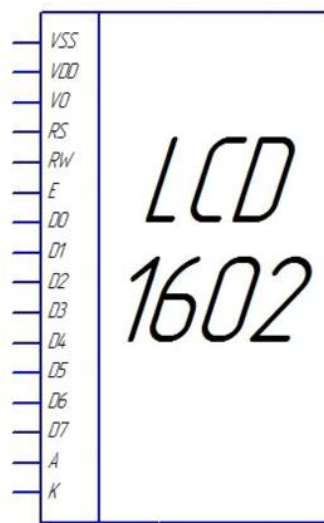


Рисунок 3.9 - Позначення LCD-дисплею на принциповій схемі

Для спрощення виводу інформації на дисплей доцільно використати «розширювач портів» - модуль I2C на базі контролеру вводу/виводу PCF8574. Зовнішній вигляд I2C модуля зображено на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 -Зовнішній вигляд I2C модуля

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

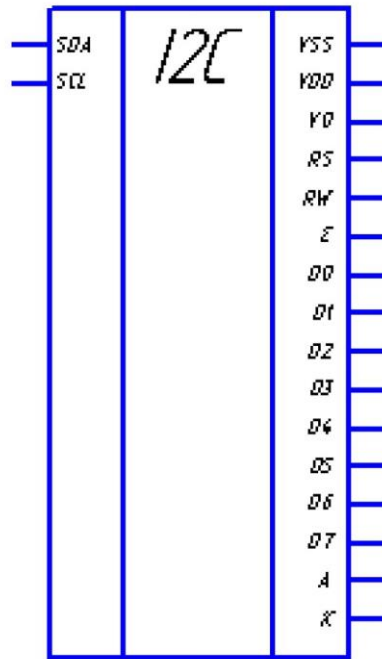


Рисунок 3.11 - Позначення I2C модуля

Світлодіод D1 використовується для індикації режимів роботи розробленого пристрою (рис. 3.12).

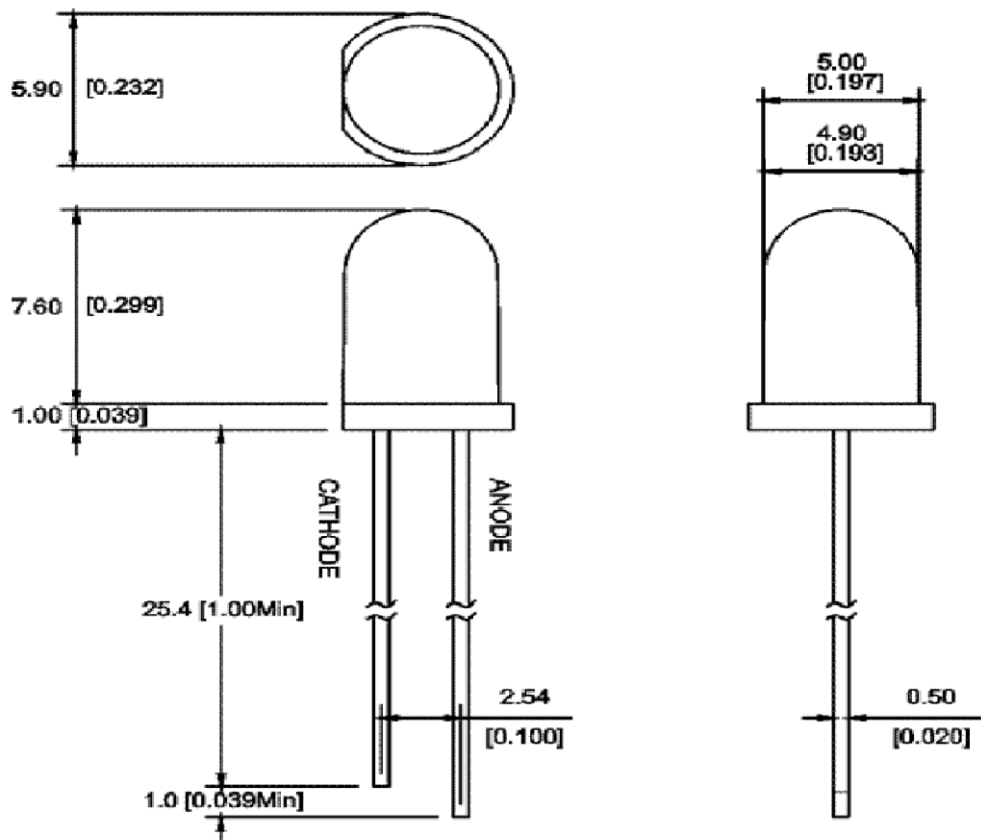


Рисунок 3.12 – Розміри діода D1

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.3 Електричний розрахунок вузла принципової схеми

В даному підрозділі проводяться електричні розрахунки потужності елементів, що входять до складу даного виробу.

На рис. 3.12 представлений ключовий елемент схеми, який дозволяє мікроконтролеру зчитувати дані з датчиків тиску 4-20 мА. Таких елементів у схемі є 3. Резистори з'єднані за схемою паралельно до входу датчика. Необхідно провести його розрахунки, так, щоб в точці А при навантаженні 20 мА напруга на виході схеми була не більше 5 В. На виходах датчика напруга 24 В. Плата Arduino не здатна приймати таку напругу, тому потрібно зробити так, щоб на вході плати напруга була не більше 5 В. Виконаємо розрахунок.

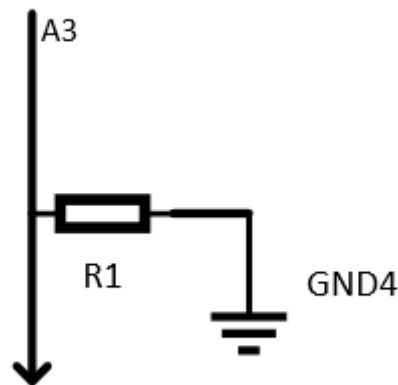


Рисунок 3.13 - Схема розрахунку зчитування даних з датчиків тиску

Відповідно до довідників [13] по номіналах резисторів, наведених в ДСТУ, виберемо R1 номіналом 220 Ом.

Напругу в точці А вираховуємо з формули:

Згідно закону Ома знайдемо напругу.

$$I = \frac{U}{R_1} \quad (3.1)$$

де U – напруга в схемі; R – опір всіх елементів в схемі; I – сила току в схемі

$$U = I * R_1 = 0,02 * 220 = 4,4(\text{В})$$

Так як максимальне значення напруги 4,4 В проходить через резистор 220 Ом, то розрахуємо, яка напруга буде при мінімальному значенні з давача тиску.

$$U = I * R_1 = 0,004 * 220 = 0,88(\text{В})$$

Враховуючи результати розрахунків потрібно збільшити опір резистора для того, щоб напруга приблизилася до 5В.

Відповідно до довідників [13] по номіналах резисторів, наведених в ДСТУ, замінемо R1 на номінал 240 Ом.

$$U = I * R_1 = 0,02 * 240 = 4,8(\text{В})$$

Виходячи з проведених розрахунків номінал резистора повинен дорівнювати 250 Ом. Так як таких резисторів не існує відповідно до ДСТУ, вибрано два резистора. Підключимо їх послідовно з номіналами 240 Ом + 10 Ом.

$$U = I * R_1 = 0,02 * 250 = 5(\text{В})$$

Знову розрахуємо, яке значення напруги отримаємо при мінімальному току.

$$U = I * R_1 = 0,004 * 250 = 1(\text{В})$$

Отже, базуючись на даних розрахунків робимо висновок, що для зчитування даних з давачів тиску потрібно два резистора номіналом 240 Ом і 10 Ом.

3.4 Опис алгоритму роботи

Блок-схема алгоритму роботи зображена на кресленні та наведена у додатку Б. Це поширений тип схем, що описують алгоритми чи процеси, в яких окремі етапи зображуються у вигляді блоків певної форми, з'єднаних між собою лініями, що вказують напрямок руху по алгоритму.

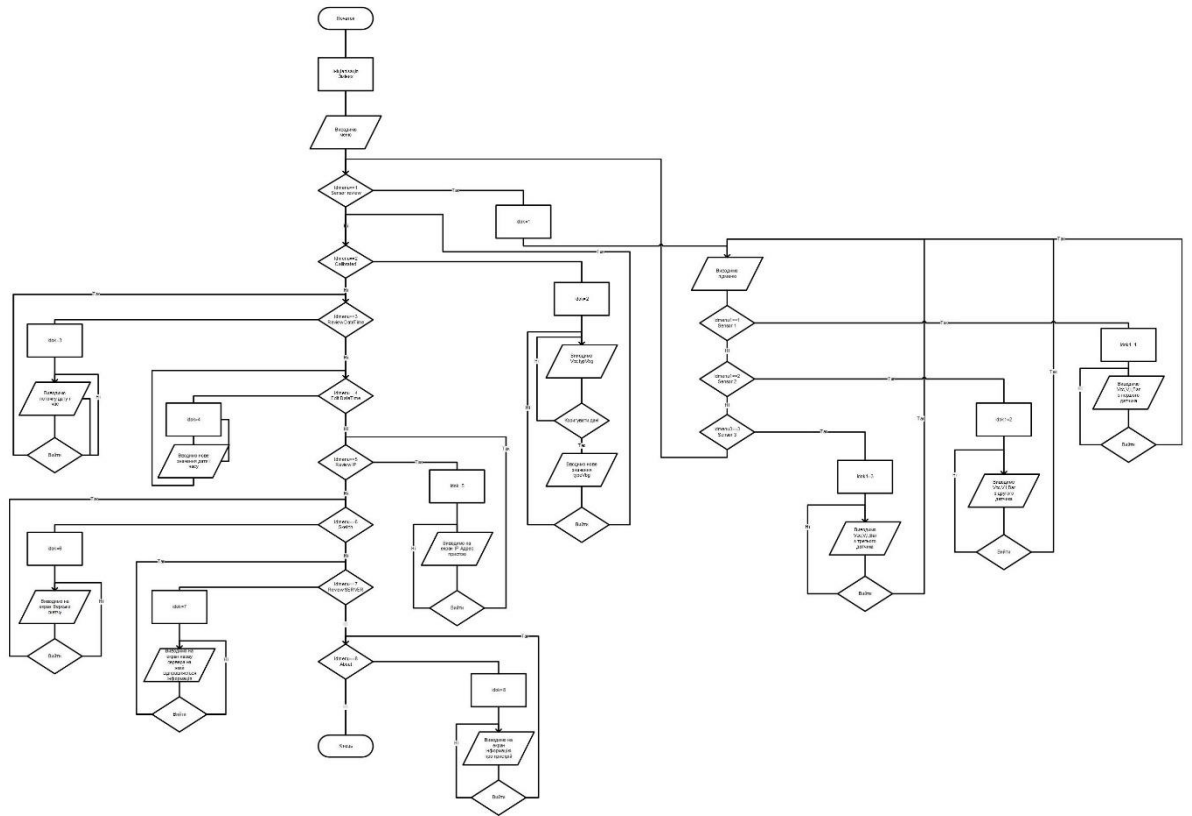


Рисунок 3.14 – Блок-схема роботи пристрою

Алгоритм роботи пристрою можна словесно описати наступним чином.

Коли живлення подається на мікроконтролер:

- проходить ініціалізація драйверу Ethernet;
- визначаються MAC та IP-адреси;
- відбувається регулювання режиму роботи;
- функціонування пристрою, відповідно до режиму;
- очікування отримання пакетів від контролера;
- надсилає даних на сервер та оператору.

Отримавши пакет даних, керуючий контролер декодує його та зберігає у своєму буфері. Після цього контролер Ethernet може прочитати пакет для можливої передачі на сервер та користувачеві.

Мікроконтролер постійно опитує давачі на наявність нових пакетів, а при їх появі, починає аналізувати їх аналіз.

Для початку проходить перевірка способу передачі. Якщо цей метод не є «GET», пакет ігнорується. В протилежному випадку командний рядок

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

аналізується та перевіряється адресат; якщо є команда, пакет надсилається на сервер. Якщо команда надходить з командного рядка від оператора, дані відображаються на екрані. Якщо в командному рядку, який надійшов, є тільки одна IP-адреса, то програма мікроконтролера генерує код домашньої сторінки та передає його модулю контролера Ethernet, який далі повертає відповідь браузеру, саме від якого було отримано запит.

Якщо в рядку буде команда переглянути сторінку конфігурації пристрою, браузер автоматично повертається на сторінку зміни налаштувань, на якій відображається необхідна інформація про поточний стан системи та варіанти змін.

Програмний код розроблявся в середовищі ANDROID IDE 1.6.8 для роботи з модулями були використані бібліотеки для роботи з ними.

Перелік використаних бібліотек:

#include <LCD.h> - бібліотека для реалізації роботи з дисплеєм LCD 1602;

#include <Wire.h> - бібліотека для роботи з інтерфейсом I2C ;

#include <LiquidCrystal_I2C.h> - бібліотека для зв'язку з LCD 1602 через I2C інтерфейс;

#include "IRremote.h" – служить для роботи з НХ 1839;

#include <SPI.h> - служить для роботи з інтерфейсом SPI;

#include "RTClib.h" – використовується для роботи з модулем реального часу;

#include <Ethernet.h> відповідає за роботу з Ethernet модулем.

Для реалізації функціоналу програми були створені такі функції:

calibrate() – функція для виведення значення для калібрування;

dac1(), dac2(), dac3() – функції для зчитування даних з давачів тиску і їх виведення на екран;

viewtime() – служить для виводу на екран меню;

translateIR() – відповідає за розпізнавання кодів кнопок з пульта;

ir() – необхідна для зчитування коду кнопки з модуля;

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		53

reip() – проводить вивід на екран IP і PORT розробленого пристрою;
reserv() – проводить вивід інформації про сервер;
ver() – контролює інформації про версію;
sketch() – виводить на екран інформацію про версію використаного скетчу;

menu() – відповідає за функціонал переходу по меню;
readVcc() – відповідає за зчитування поточної напруги на платі;
sendData (float d1, float d2, float d3) – пересилає інформацію на сервер;
freeRam () – відповідає за зчитування інформації про заповнення оперативної пам'яті.

Розробивши та запрограмувавши функціонал пристрою можна дійти висновку що були реалізовані усі функції які передбачалися в проєкті даної кваліфікаційної роботи.

3.5 Розробка друкованої плати та складального креслення

Пристрій можна зібрати на макетній платі (рис. 3.15).

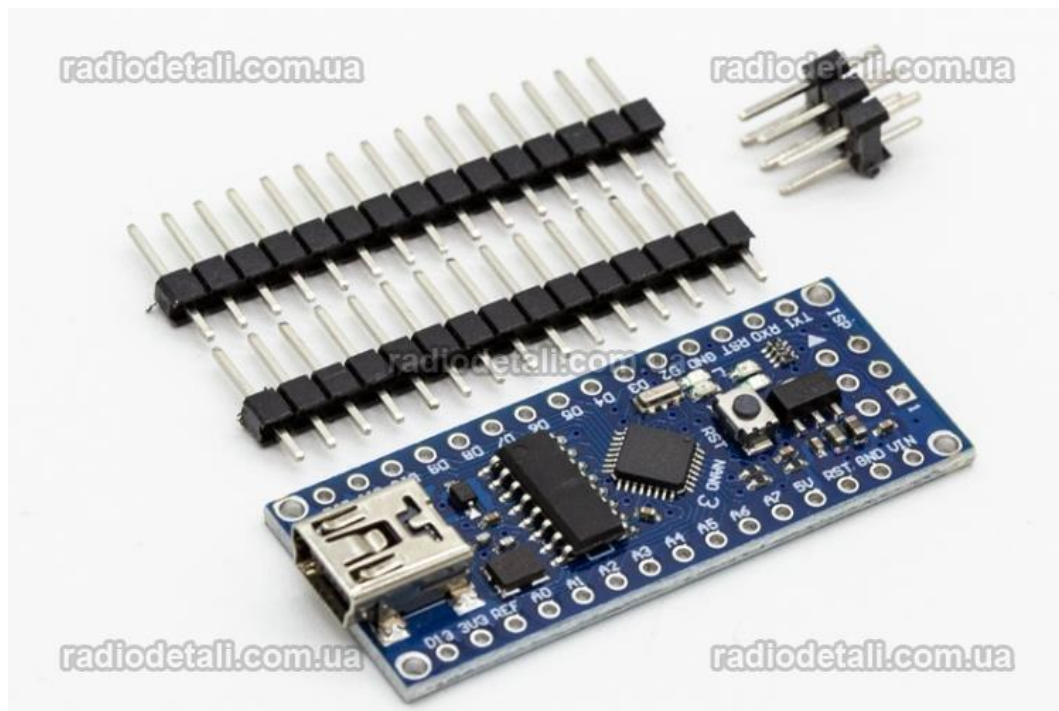


Рисунок 3.15 - Макетна плата

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Але, враховуючи застосування пристрою в критичній інфраструктурі, а саме в системі водопостачання, доцільно виготовити друковану плату.

Друкована плата є головним конструктивним елементом пристрою. Використовуються для електричних з'єднань і як несучі конструкції. Друкована плата представляє собою ізоляційну основу, що містить необхідні отвори, контактні майданчики та друковані провідники, що забезпечують електричне та механічне з'єднання електрорадіо елементів. Використання друкованого монтажу дозволяє отримати наступні переваги:

- збільшити щільність монтажу, зменшити габарити, вагу;
- підвищити надійність;
- відсутність помилок монтажу;
- гарантована стабільність електричних характеристик;
- можливість автоматизації виробництва;
- уніфікація та стандартизація конструкційних виробів;
- високу продуктивність і низьку вартість в умовах масового виробництва;
- підвищену стійкість до кліматичних та механічних впливів.

Односторонні друковані плати мають низьку вартість, високу надійність і точність малювання. Компоненти встановлені на одній стороні плати, а пайка з іншої, і корпус може торкатися або навіть прилипнути до плати. Компонентні виводи встановлюються в монтажні отвори і припаюються до контактних площадок.

Макет друкованої плати був спроектований в умовно безкоштовній в програмі Sprint-Layout.

Розміри виготовленої друкованої плати 118x85 мм. При виборі розмірів друкованої плати орієнтувалися на розміри корпусу в якому має розташовуватися друкована плата.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		55

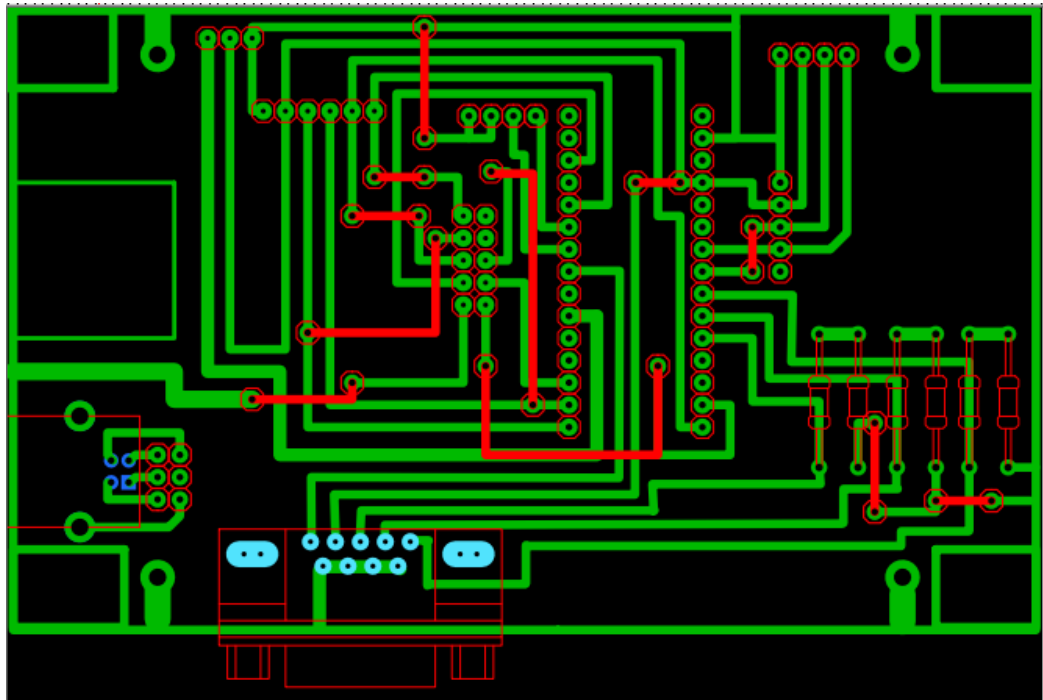


Рисунок 3.16 - Вигляд плати в Sprint-Layout

Виконавши розводку друкований плати було розроблено складальне креслення.

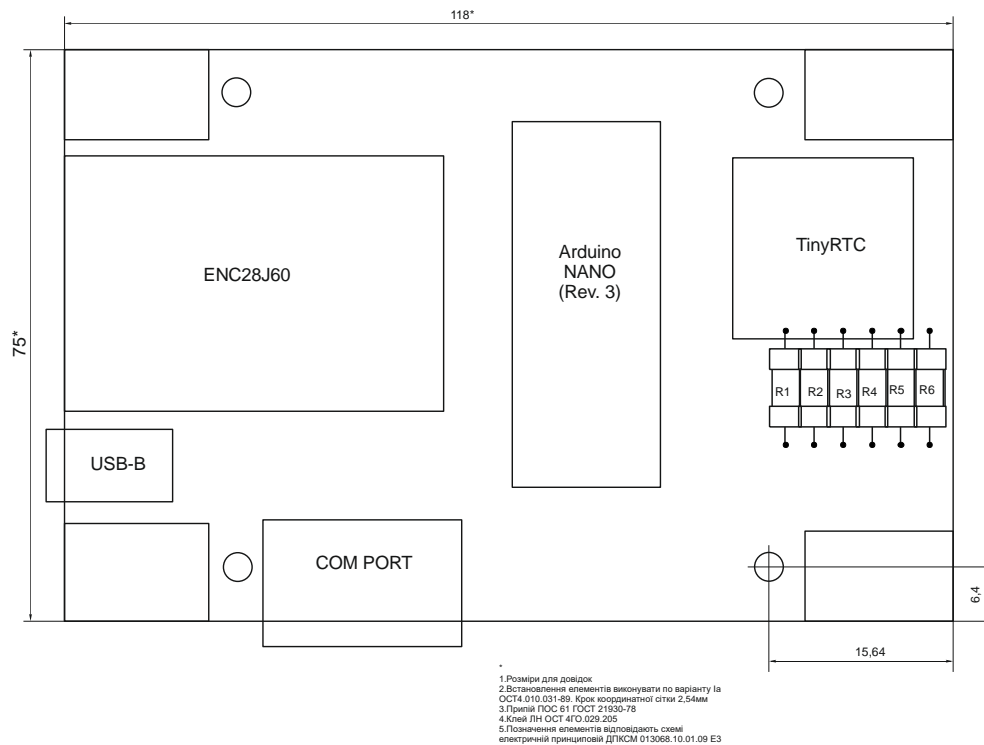


Рисунок 3.17 – Складальне креслення

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ

Арк.

56

В результаті пайки і монтажу пристрій моніторингу водопостачання виглядає наступним чином (рис.3.18)

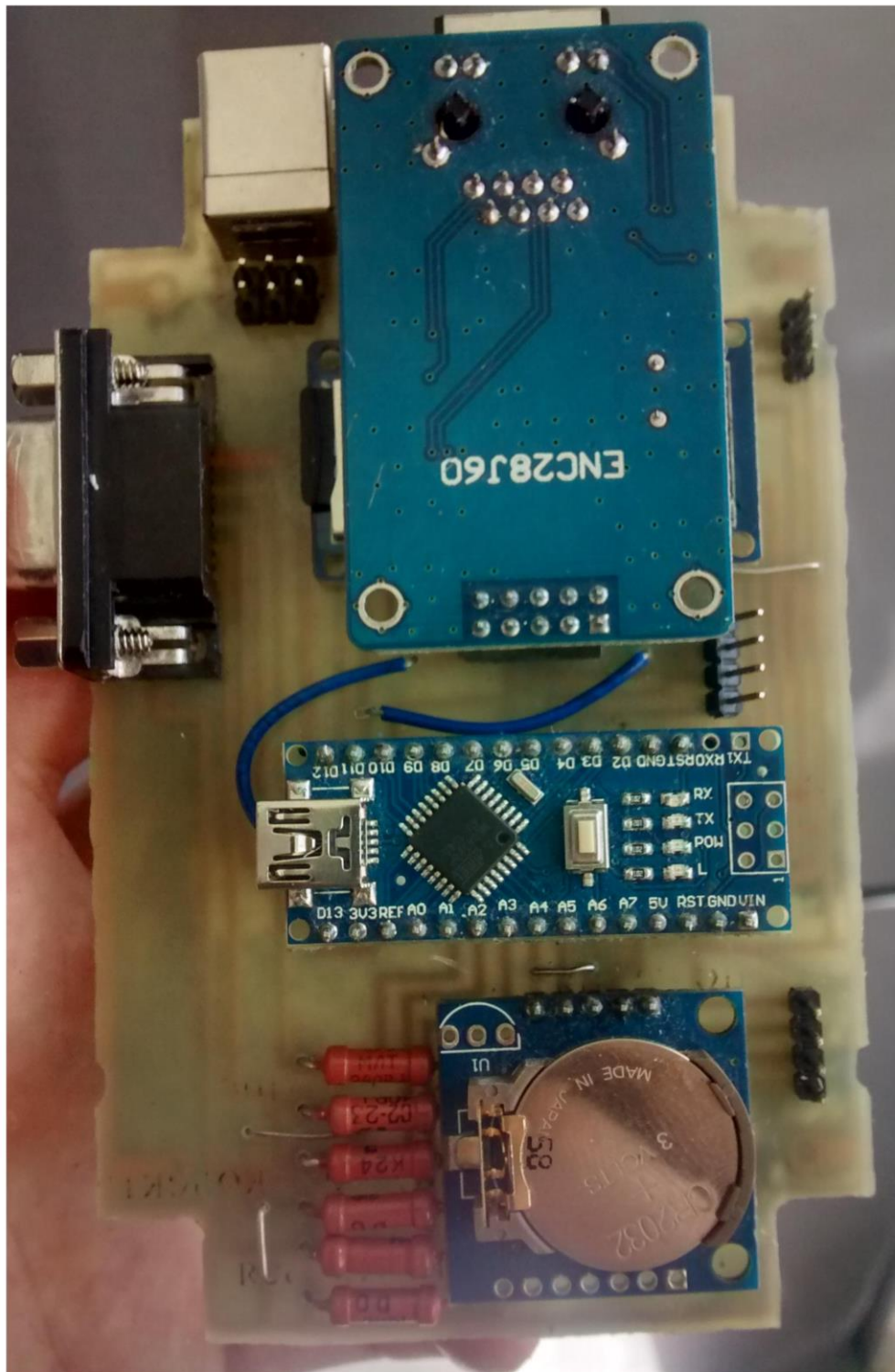


Рисунок 3.18 – Сторона монтажу

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ

Арк.

57

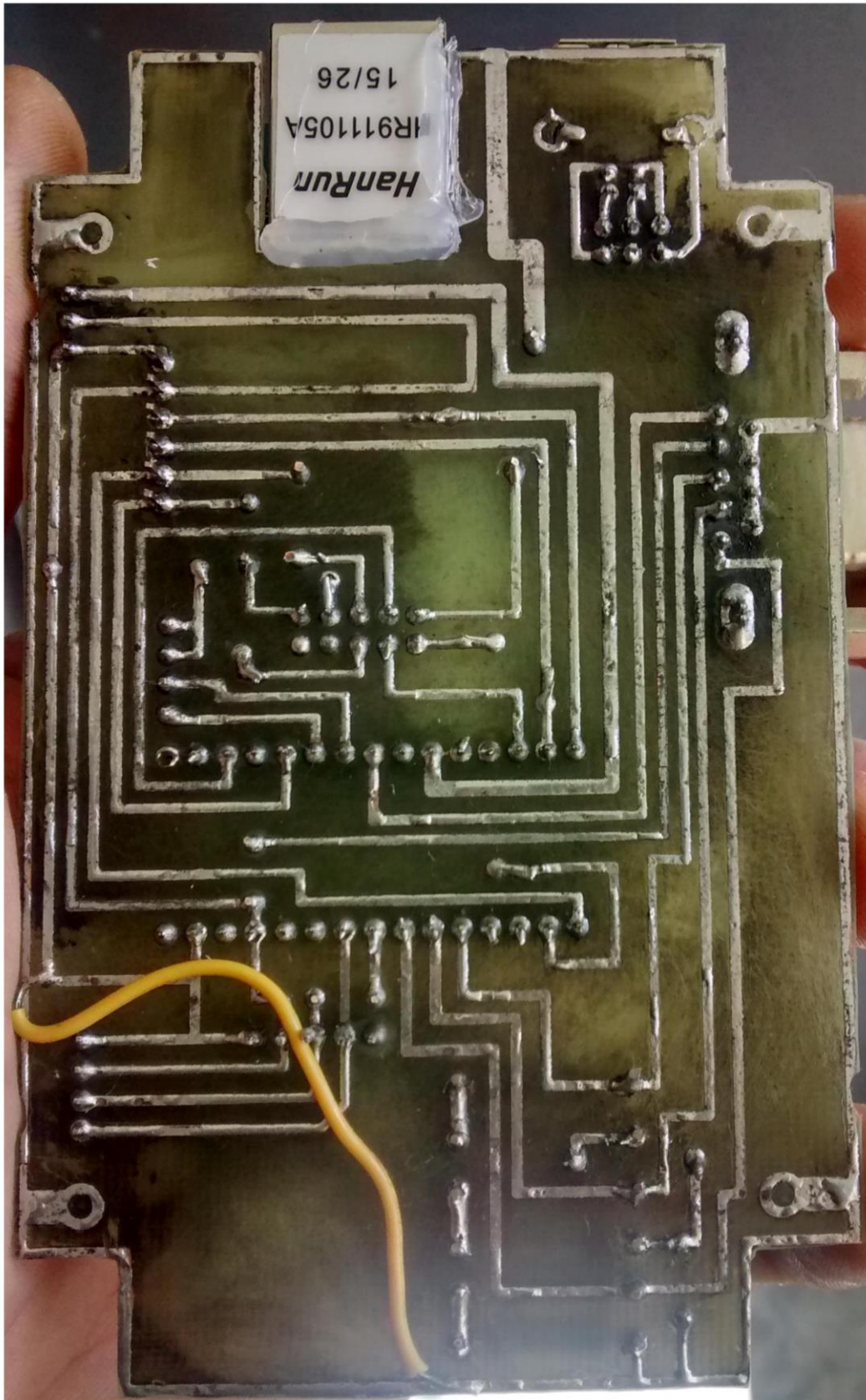


Рисунок 3.19 – Сторона пайки

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ

Арк.

58

3.6 Розробка Web-додатку

Для виконання дипломного проекту було розроблено Web-додаток який в свою чергу буде збирати дані з датчиків тиску і накопичувати їх а також виводити їх в зручному вигляді для користувача. Web-додаток показаний на рис 3.19.

Серверна частина написана з використанням таких мов програмування: PHP, JavaScript. Для розмітки документа використовується найбільш відомі HTML5, CSS3. Для спрощення написання коду та для кращої читабельності для деяких функцій використовується стороння бібліотека jQuery

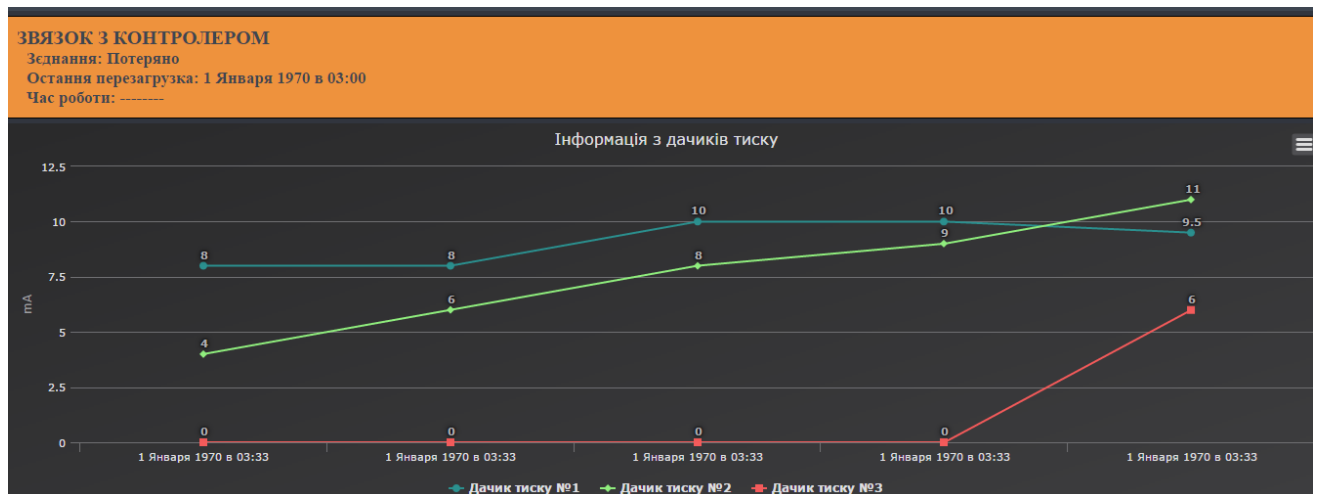


Рисунок 3.19 – Вигляд Web-додатку

Реалізація зчитування даних з пристрою реалізованна за допомогою GET запитів. Код зчитування даних з пристрою показаний нижче.

Щодо реалізації стилю сайту і процесу виведення діаграм код розробленого сайту наведедий в додатку.

Виходячи з отриманих результатів роботи з Web-додатком можна сказати що поставлені завдання були успішно виконані.

```
<?php
```

```
require_once 'system/core.php';  
$key = protect($_GET['k']);  
require_once 'system/functions.php';  
if ($key != "") { exit;}  
$d2 = protect($_GET['d2']);  
$d1 = protect($_GET['d1']);  
$reboot = protect($_GET['rb']);  
$d3 = protect($_GET['d3']);  
$total = mysql_result(mysql_query("SELECT count(*) FROM `date`"),0);  
mysql_query("INSERT INTO `date` (d1,d2,d3,time) values  
('".$d1."','".$d2."','".$d3."','".$time()."");  
echo 'Ок';
```

```
>
```

3.7 Висновок

На основі запропонованої в попередньому розділі електричної структурної схеми відповідно до вимог проектної документації розроблено електричну функціональну схему. Детально пояснюються режимі роботи модулів підсистеми мікроконтролера для управління роботою системи контролю, а також взаємодії її компонентів з мікроконтролером і між собою.

Оскільки в описі електричної схеми детально розглянуті принципи загальної будови системи мікроконтролера. Опис принципової електричної схеми носить довідковий характер, оскільки при розгляді електричної функціональної схеми вони були описані детально. Також є оновлення для вдосконалення програми для додавання коду, що дозволяє значно розширити функціональність і коло завдань.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

Програма написана в середовищі Arduino. Після створення та компіляції відображаються можливі повідомлення про помилки. Підготовлені бібліотеки використовуються для роботи з платою, яких на даний момент в Інтернеті багато, і які при необхідності можна доповнити.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було розв'язано актуальну практичну задачу в галузі комп'ютерної інженерії, та отримано певний прикладний результат у вигляді функціонально-придатного програмно-апаратного пристрою моніторингу системи водопостачання.

Зараз у нас є системи, що допомагають врятувати, спростити життя та зробити його ще більш комфортним. Швидкий розвиток сучасних технологій дозволяє максимально автоматизувати аспекти життя на теперішній час, спрощуючи тим самим багато аспектів нашого існування.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було створено пристрій призначений для зчитування даних з датчиків тиску в місті для комунального підприємства "Старосинявський центральний водоканал № 1", тобто для зручного відображення даних датчиків, який дозволяє дистанційно керувати та отримувати дані датчиків через Ethernet.

Використання WEB-протоколу передачі даних дає можливість створити зручний і простий у користуванні інтерфейс системи. При необхідності функціональність пристрою можна модернізувати, оновивши його електричну схему або програму керування.

Можливим варіантом оновлення є додавання додаткових функцій до програмного коду, які розширяють можливості та функціональність пристрою та покращать його загальну роботу.

В результаті кваліфікаційної роботи було розроблено мікроконтролерний пристрій контролю тиску в системі водопостачання. Робота пристрою полягає у виконанні таких функцій, як моніторинг датчиків тиску, можливість зберігання даних датчика тиску, відображення даних в зручному вигляді. Розроблений пристрій стабільно працює, має низьке енергоспоживання та високу надійність, а також повністю відповідає завданню кваліфікаційної роботи та забезпечує всі необхідні технічні вимоги до нього.

Має наступні технічні характеристики:

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

Характеристики:

- мікроконтролер: ATmega328;
- флеш-пам'ять: 32 КБ;
- робоча напруга: 5В;
- тактова частота: 16 МГц;
- ОЗУ: 2 КБ;
- розміри: 125 мм x 80 мм x 32 мм;
- максимальна кількість датчиків, які можна підключити: 3 шт.

Прилад досить простий у використанні. Він не вимагає особливих знань та навичок від оператора. Виведення даних з датчиків на екран керування пристроєм здійснюється за допомогою пульта дистанційного керування.

При розробці даного пристрою для зчитування даних з датчиків тиску були здійснені основні етапи проектування цифрових пристроїв: розробка структурної, проектування функціональної схеми, вибір елементної бази та розробка електричної принципової схеми пристрою. Також були проведені розрахунки елементів принципової схеми. В ході роботи над проектом було розроблено програму для роботи пристрою. Отримані в результаті виконання даного проекту технічні характеристики відповідають завданню кваліфікаційної роботи.

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Аналогова схемотехніка і імпульсні пристрої : підручник.-3-тє вид., доп. і переробл./ В.І. Бойко, , В.Я. Жуйков [та ін.].-К.:Освіта України,2010.-480с
2. Бур'ян С.О. Підвищення енергоефективності електромеханічної системи автоматичного керування послідовно з'єднаними насосами водопостачання / С.О. Бур'ян // Наукові праці ДНТУ. Серія «Електротехніка і енергетика». - Донецьк : ДНТУ, 2013. - №1(14)'2013. - С. 47-52.
3. Гребньов В.В. Мікроконтролери сімейства AVR фірми Atmel. М.: ІП РадіоСофт, 2002. 212 с.
4. Гриценко К.Г. Автоматизоване енергозберігаюче управління насосною станцією системи водопостачання : дис. ... кандидата технічних наук : 05.13.07 / Гриценко Константин Григорьевич. — Донецьк , 2002. — 141 с.
5. Інтернет речей для індустриальних та гуманітарних застосунків. У трьох томах. Том 1. Основи і технології / За ред. В. С. Харченка. - Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ХАІ, 2019. -547 с.
6. Колонтаєвський Ю. П. Комп'ютерна електроніка: навчальний посібник / Ю. П. Колонтаєвський. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 156 с
7. Кніжнік Є.Н. Інформаційне забезпечення для віддаленого моніторингу теплоенергетичних об'єктів. / Є. Н. Кніжнік, А. Л. Перекрест, А. Маслівець. — Київ : Вища школа, 2013. — 350 с
8. Національні (ДСТУ), міждержавні (ГОСТ) і міжнародні (ISO, ІЕС) стандарти; керівні нормативні документи України (КНД); законодавчі документи Європейського Союзу (ЕСД). [Електроний ресурс]. // Бізнес-портал "Леонорм" – URL:<http://www.leonorm.com.ua/Default.php?rescode=0510&Page=stcatalog> (дата звернення: 15.03.2022).
9. НД ТЗІ 3.6-001-2000 Технічний захист інформації. Комп'ютерні системи та мережі. Порядок створення, впровадження, супроводження і

					КвРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

модернізації засобів технічного захисту інформації від несанкціонованого доступу

10. НД ТЗІ 1.1-005-07 Захист інформації на об'єктах інформаційної діяльності. Проектування комплексу технічного захисту інформації. Основні положення.

11. Офіційний сайт Arduino [Електронний ресурс] URL: <http://www.arduino.cc> (дата звернення: 16.02.2022).

12. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем та комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

13. Революція у інтернет речах [Електронний ресурс] habrahabr. URL: <https://habrahabr.ru/company/coolrf/blog/235881/> . (дата звернення: 16.04.2022).

14. Сидоренко В.В. Розробка способу організації захищеного каналу передачі даних в системі диспетчеризації водопостачання. / В. В. Сидоренко, К. О. Буравченко // Технологічний аудит та резерви виробництва. - 2016. - Т.

15. Система обліку водопостачання і водовідведення. URL: <https://www.sea.com.ua/ua/smart-city/sistema-uceta-vodosnabzenia-i-vodootvedenia/> (дата звернення: 16.03.2022).

16. Atmel [Електронний ресурс] / Atmel Corporation. URL: <http://www.atmel.com/ru/ru/technologies/touch/default.aspx> (дата звернення: 21.04.2022).

17. Baranov OA Internet of Things (IoT): A Review of Legal Issues // Internet of Things: Scientific and Practical Conference. October 24, 2017, Kyiv. / Order. VM Furashev, S. Yu. Petryayev. - К .: NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Publishing House "Polytechnic". 2017

18. Biscos C. Optimal operation of water distribution of networks by predictive control using MINLP / C.Biscos, M. Mulholland, M-V. Le Mann, C.A. Buckley, C.J. Brouchaert // Water SA. — 2015. — № 4. — P. 12

19. Dynamic Optimization for Optimal Control of Water Distribution Systems /

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

Emre Ertin [et al] // Defense Sensing, Simulation, and Controls. International Society for Optics and Photonics - San Diego, 17-21 April 2016. - 237 p.

20. Demand Driven Distribution - great for more and than leaks. Access Mode: <http://www.grundfos.com/cases/find-case/ddd-dunea.html> - Date of Access: 27 September 2015. - Demand Driven Distribution

21. Jung, D. Real-time pump scheduling for water transmission systems: Case study / D. Jung, D. Kang, M. Kang, B. Kim // KSCE Journal of Civil Engineering. — 2014. — Vol. 19, № 7. — P. 1987-1993.

22. Ormsbee L. Optimal Pump Scheduling For Water Distribution Systems. / Ormsbee, L; Lingireddy, S and Chase, D // Proceedings of the 4th International Scheduling Conference: Theory and Applications (MISTA 2019), 10-12 Aug 2019 — Dublin, Ireland, 2019 — pages 341-356.

23. RE.GUARD - система контролю споживання води, що дбає про безпеку. URL: <https://www.rehau.com/ua-uk/svstema-kontroliu-spozhyvannia-vodv> (дата звернення: 17.03.2022).

24. Sidorenko V. V., Buravchenko K. O. Optimal Control in Water Supply Condition Stabilization Mode // Electronics and control systems. - Kiev: National Academy of Sciences of Ukraine, 2016. - №. 1. - С. 50-53.

25. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2017), Vienna, Austria. 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

					КВРКІ. 180246.18.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

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

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

Назва: Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino

Автор: О.Ю. Чемерис

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія та програмування

Освітня програма: освітньо-наукова

Науковий керівник: І.В. Муляр, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

- 1) запозичення розмішені в розділах аналізу існуючих аналогів та технологій, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними шаблонами, що використовуються при оформленні текстової документації, а саме шаблони рамок
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту, використання аббревіатур.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 16.9% і адресується до 64 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КБКМ

І.В. Муляр

С.М. Лисенко

Ю.П. Кльоц

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
освітнього ступеня «бакалавр»

Студент Чемерис Олександр Юрійович

Тема Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Обсяг кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»:

кількість листів креслень 4; кількість сторінок записки 66

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі розроблено пристрій призначений для зчитування даних з датчиків тиску в місті для комунального підприємства "Старосинявський центральний водоканал № 1"

2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі подана загальна характеристика поставленої задачі, сформульована актуальність. Визначені задачі, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети, практична цінність отриманих результатів. У першому розділі проведено огляд використовуваних систем моніторингу та основні підходи до їх проектування, виконано обґрунтування актуальності теми дослідження і виконана постановка задачі. В другому розділі проведено обґрунтування обраного методу рішення та описано будову пристрою на рівні структурної схеми. В третьому розділі описано пристрій на рівні функційної схеми та розроблено алгоритми її роботи, спроектовано принципову схему та описано програмування мікроконтролера і створення Web-додатку

4. Позитивні сторони роботи Кваліфікаційна робота має комплексну практичну цінність. Практична цінність результатів кваліфікаційної роботи полягає у створенні мікроконтролерного пристрою для використання в комунальних підприємствах міста з сучасної елементної бази

5. Негативні сторони роботи Доцільно було б більш детально описати взаємобмін з сайтом для моніторингу через протокол HTTP

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи Графічне оформлення виконане відповідно до теми кваліфікаційної роботи з дотриманням стандартів. В загальному графічне оформлення виконане якісно, пояснювальна записка відповідає нормам щодо її оформлення.

7. Відгук про роботу в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках тематики кваліфікаційної роботи. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу для досягнення поставленої мети.


8. Інші зауваження Окремі описи в пояснювальній записці подано занадто деталізовано, що ускладнює сприйняття матеріалу фахівцями в обраній предметній галузі

9. Оцінка кваліфікаційної роботи Враховуючи всі позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує оцінку «добре» В.

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

Мисан Віктор Володимирович
доцент кафедр. ТМІТ

« 8 » 06 2022.

 (підпис)