

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та  
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизований пристрій керування фонтаном

Назва теми

КвРАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент 3 курсу, група АКІТс-22-1



Підпис

Ілля ВАСЕНКОВ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник:

д-р техн. наук, проф.



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

зав. кафедри автоматизації,  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«23» червня 2025 р.

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування  
Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКІТтаР

Валерій МАРТИНЮК

07 лютого 2025р.



**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Васенкову Іллі Романовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Автоматизований пристрій керування фонтаном

Керівник роботи Мартинюк В.В., д.т.н, професор

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

Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. №23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.2025р.

3 Вихідні дані до роботи Кількість насосів - 2 шт. Номінальна потужність одного насоса - до 2,2 кВт. Вихідна висота струменя води - до 1,5 м.





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

Вступ. Огляд літературних джерел та патентних даних. Основна частина. Розробка програми роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном. Висновки.

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

презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7 Дата видачі завдання 07 лютого 2025р.



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизований пристрій керування фонтаном».

Автор роботи: Васенков Ілля Романович.

Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

Пояснювальна записка: 65 с., 35 рис., 3 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 11 презентаційних слайдів.

**ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ, ФОНТАН, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АЛГОРИМТ КЕРУВАННЯ.**

Мета кваліфікаційної роботи – розробка автоматизованого пристрою керування фонтаном, який використовується для керування роботою двома відцентровими насосами, шляхом розробки алгоритму взаємодії програмованого логічного контролера із асинхронними двигунами в реальному масштабі часу.

Розроблено автоматизований пристрій керування фонтаном. Розроблено контуру керування асинхронними двигунами в реальному масштабі часу, що використовує зворотний зв'язок із застосуванням датчиків рівня води в резервуарах. Керування асинхронними двигунами в реальному масштабі часу виконується за допомогою програмованого логічного контролера, який широко використовується в промислових системах керування. Розроблено схему електричну з'єднань та програму роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном.



Підпис студента

21.06.2025р.

Дата

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ .	5
1.1. Особливості роботи водяного фонтану.....	5
1.2. Автоматизований процес керування рівнем води в резервуарах фонтану.....	10
1.3. Висновки до першого розділу.....	13
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	15
2.1. Розробка структурної схеми автоматизованого пристрою керування фонтаном.....	15
2.2. Підбір блоків та пристроїв для структурної схеми автоматизованого пристрою керування фонтаном.....	17
2.3. Розробка шафи автоматизованого пристрою керування фонтаном.....	29
2.4. Висновки до другого розділу.....	33
3. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ФОНТАНОМ.....	35
3.1. Алгоритм роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном..	35
3.2. Розробка програми роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном.....	38
3.3. Висновки до третього розділу.....	53
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	59
Додатки.....	66

КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Васенков І.Р.		21.06.25
Перевір		Мартинюк В.В.		23.06.25
Т.Конт				
Н.контр.		Корецька Л.О.		23.06.25
Затвер.		Мартинюк В.В.		23.06.25
Автоматизований пристрій керування фонтаном Пояснювальна записка				
Літера		Аркуш	Аркушів	
у		2	65	
ХНУ, АКІТс-22-1				

## ВСТУП

Актуальність теми. У наш час інтенсивного розвитку технологій автоматизація стає невід'ємною частиною багатьох сфер людської діяльності. Автоматизовані системи застосовуються як у виробництві, так і в міському господарстві, зокрема для покращення інфраструктури, благоустрою та комфорту населення. Однією з важливих складових міського простору, яка виконує не лише декоративну, а й естетичну та соціальну функцію, є фонтани.

Актуальність роботи обумовлена розробкою автоматизованого пристрою керування фонтаном, який дозволяє значно підвищити рівень його енергоефективності, забезпечити гнучкість налаштувань режимів роботи.

Метою роботи є розробка автоматизованого пристрою керування фонтаном, який забезпечує ефективне, надійне та енергоощадне функціонування з можливістю програмування режимів роботи та віддаленого керування.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- проаналізувати існуючі системи автоматизованого керування фонтанами та визначити їхні переваги й недоліки;
- розробити структурну схему пристрою керування фонтаном;
- виконати вибір компонентів автоматизованого пристрою керування фонтаном;
- розробити схему електричну з'єднань автоматизованого пристрою керування фонтаном;

Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел, 1 додатку. Загальний обсяг роботи складає 65 сторінок комп'ютерного

тексту, у тому числі: 35 рисунки, список використаних джерел вміщує 40 найменувань.

У вступі обґрунтована актуальність кваліфікаційної роботи, сформульовано мету та задачі кваліфікаційної роботи, відображено її практичне значення.

У першому розділі були розглянуті основні аспекти функціонування фонтанних систем, проведено аналіз літературних джерел і патентної документації, виявлено сучасні технічні рішення для автоматизованого керування фонтанами. Окрему увагу приділено особливостям реалізації водних, світлових і музичних ефектів на базі програмованих логічних контролерів.

У другому розділі розроблено структурну схему автоматизованого пристрою керування фонтаном, обґрунтовано вибір основного обладнання, зокрема програмованого логічного контролера Siemens S7-1200, засобів комутації, датчиків, виконавчих механізмів та пульта дистанційного керування. Створено принципову електричну схему, що забезпечує повноцінне функціонування системи у різних режимах роботи.

У третьому розділі розроблено програмне забезпечення автоматизованого пристрою керування фонтаном у середовищі TIA Portal V17. Реалізовано логіку запуску та зупинки системи, керування насосами з урахуванням станів датчиків і таймерів, а також аварійне вимкнення при нестандартних ситуаціях. Програма протестована на логічному рівні з урахуванням безпечної та ефективної експлуатації об'єкта.

# 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

## 1.1 Особливості роботи водяного фонтану

Фонтан - це сукупність пристроїв і архітектурних частин, з яких вода виходить під тиском у повітря. Вода у фонтані часто використовується повторно шляхом рециркуляції.

Фонтани сьогодні широко використовується для прикраси міських парків і скверів. Фонтан може розбризкувати воду в повітря або створювати ефект водоспаду.

Вперше фонтан встановили в 1126 році ченці з стародавньої провінції Артуа, Франція. Пізніше король Франції Людовик XIV прикрасив сади Версаля артезіанськими фонтанами, щоб показати силу природи. Спочатку мета полягала в тому, щоб забезпечити людей колодязями з водою та дати додаткову прохолоду влітку. Нині артезіанські свердловини використовуються для прикраси парків чи вулиць, внутрішніх дворів і святкування подій.

Великі європейські міста, такі як Лондон і Париж, взяли за мету будувати фонтани в пам'ять про національних героїв або національні свята. Зроблені з особливим архітектурним чуттям, вони приваблюють туристів з усього світу.

Більшість фонтанів, побудованих в Європі, створені під впливом давньогрецької та римської архітектури. На Сході через жаркий і сухий клімат багато мусульман будували фонтани посеред кожного саду, щоб раціонально використовувати воду. Але японці відводять більш важливу роль фонтанам - не тільки простому декоративному елементу саду, але елементу, що створює гармонію і спокій.

Якщо спочатку артезіанські фонтани будували тільки з каменю, а потім і з бронзи, то сьогодні все інакше. Архітектори звертаються до таких матеріалів, як скло, цемент, пластик або сталь. Передова технологія дозволяє їм створити фонтани, які використовують електричну енергію, музику, електричні насоси води, керовані струмені води. Існують артезіанські фонтани, які поєднують струмені води з музикою.

Артезіанські фонтани мають ще іншу функцію - вони відносяться до пристроїв покращення якості повітря. Завжди люди намагалися привнести мир у своє життя, як відомо з давніх часів, шум води, що тече, має цілющу силу.

Повітря насичене позитивними та негативними іонами. Позитивні іони випромінюють мікрохвильові печі, комп'ютери, нагрівальні прилади, телевізори та інші електроприлади чи побутова техніка. Вдихання позитивних іонів призводить до швидкого досягнення стану розумової та фізичної втоми, що впливає на наше здоров'я. Вода, яка тече, вивільняє негативні іони, а це приносить з собою баланс [1].

Люди багато років стикалися з фонтанами. Раніше їх використовували як джерела води. Наразі вони більше не використовуються як джерела води, але використовуються для більш міських потреб.

Їх можна використовувати для випарного охолодження на відкритих майданчиках, для залучення людей до певних зон у садах, створюючи вражаючі та незвичайні струмені води. Загалом, можна сказати, що фонтани необхідні для сучасного життя з точки зору економіки та здоров'я, оскільки вони роблять довкілля більш красивим, а також комфортним для громадян та відвідувачів.

Щоб зберегти радість відвідувачів, фонтани повинні мати неординарні візерунки. Вони повинні створювати динамічні та непередбачувані моделі. Вони також повинні мати можливість збуджувати слух на додаток до зору, щоб створити більш інтегровані водяні фонтани. Для досягнення цієї мети сучасні розробники фонтанів використовують цифрові контролери для керування своїми насосами та/або форсунками.

У 2004 році Саїд С. [2] спроектував водяний фонтан із трьома літерами U-O-P. Кожна літера відображається протягом 0,5 секунди за допомогою мікроконтролера BS2.

Min-Joon, Yoo та In Kwon Lee [3] представили інтелектуальну авторську систему музичного фонтану, ця система створює сценарії фонтану, аналізуючи музичну інформацію (мелодії та ритми) і використовуючи байєсівську мережу для керування соплами в кожен розпізнаний час відповідно до імовірнісних зв'язків.

У 2014 році Corindean R., Munteanu R. і Dragan F. [4] представили водяний фонтан, керований ПЛК, у якому струменями води та кольоровими вогнями керують за допомогою музичного фону або згенерованої послідовності керування струменями чи вогнями.

У 2015 році Feng J. [5] представив систему керування модним фонтаном. Його система покладається на функції керування ПЛК для керування інвертором. Звуковий сигнал, що подається програвачем компакт-дисків або DVD-дисків, порівнюється з фіксованим значенням, встановленим у ПЛК, і значення порівняння приймається для керування інвертором і, таким чином, насосом і світлом.

У 2016 році Visconti P., Costantini P. і Cavalera G. [6] запропонували систему для керування музичним фонтаном, яка

синхронізує сценарії (світла та водяного насоса) з музичними файлами. Кожен файл зберігається в пам'яті SD і пов'язаний з певним сценарієм.

Фонтан - це латинське слово, що позначає «fontis», значення якого означає вода з джерела, яке наповнює воду в басейн або бризкає в повітря для постачання питної води або для декоративних цілей [7]. За останнє десятиліття фонтани стали дуже популярними, і звичайні люди усвідомлюють переваги фонтанів. Деякі переваги водяного фонтану наступні.

1. Зняття стресу та розслаблення: чути заспокійливий струмінь води, що падає, заспокоює, заспокоює та заворожує. Розслаблююча атмосфера легко посилить спокій навколишнього середовища або саду.

2. Внутрішній і зовнішній декор: фонтан миттєво додасть краси оточенню.

3. Природний зволожувач: фонтани діють як природні зволожувачі повітря, додаючи вологу сухому оточенню. Це також може допомогти кімнатним рослинам, додаючи додаткову вологість, яка втрачається під час роботи систем опалення або кондиціонування повітря.

4. Приваблення дикої природи: фонтани є чудовими магнітами для приваблення дикої природи, місцевих жителів, але водночас відлякують комарів, що робить їх чудовим, екологічно чистим і безпечним засобом для боротьби зі шкідниками та повторного заселення різних видів тварин назад у територію, що приносить користь місцевій екосистемі.

5. Заглушення дратівливих звуків. М'яка вода, що тече, допоможе вам розслабитися та дасть вам новий звук, який заглушить інші звуки навколо вас [8].

Термін «автоматична спринклерна система» просто означає автоматичну систему поливу рослин, яка є штучним методом внесення води в ґрунт для покращення життя рослин. Сьогодні, в епоху передових

технологій та електроніки, для того, щоб життя людини стало простішим, існує потреба в багатьох автоматизованих системах, які можуть замінити або зменшити людські зусилля в їх повсякденній діяльності та роботі.

Одна з таких систем, яка називається автоматичною спринклерною системою, є моделлю керування зрошувальними спорудами, яка використовує сенсорну технологію для визначення рівня вологості ґрунту за допомогою мікроконтролера, щоб створити розумний перемикаючий електронний пристрій, який допоможе мільярдам людей. Нерегулярний полив призводить до втрати мінеральних речовин у ґрунті та може призвести до загнивання рослин [9].

Постійне випаровування і бризки з фонтану призведуть до зниження рівня води, і в довгостроковій перспективі вода в резервуарі фонтану висохне, тому потрібна система, яка зможе постійно стежити за рівнем води. У повсякденній діяльності багато людей часто забувають поливати свої рослини, тому їм стає складно підтримувати свої рослини здоровими та живими. Крім того, фермерам важко підтримувати свої поля та контролювати полив рослин під час нестачі води.

Для роботи фонтанів в основному потрібні три частини: джерело води, водяний насос і канал доставки [10]. Усі зовнішні фонтани мають джерело води або резервуар, з якого вони черпають воду і до якого вода повертається, створюючи замкнутий контур. Потужність для переміщення води подається насосом.

Насос зазвичай занурюють у резервуар для води. Крильчатка насоса, що обертається, втягує воду та обертається з такою швидкістю, що вода витісняється з насоса під дією відцентрової сили. Вода, що витісняється з насоса, доставляється до каналу подачі або головки фонтану, де вона розпилюється в повітря через тонку насадку або де їй

дозволяється стікати з зовнішньої сторони конструкції фонтану. Вода, яка розпилюється в повітря, потраплятиме назад у фонтан і стікатиме назад у резервуар [11, 12].

Чи не першим дизайнером фонтанів зі спецефектами був Герон Олександрійський (1 століття). Основною частиною, відповідальною за створення спецефектів у його фонтанах, була U-подібна форма [13]. Водяний фонтан став дуже цікавою темою в 12, 16, 17 і 20 століттях. За всі ці роки були великі розробки в дизайні фонтанів [14-16].

В даний час фонтани відрізняються за формою, розміром і дизайном. Вони можуть бути дуже маленькими, щоб прикрашати будинки та сади [17, 18], або дуже великими, щоб прикрашати площі (наприклад, фонтан у Дубаї [19]). Також конструкція фонтанів може бути простою, що використовує невелику кількість струменів води та вогнів, або може бути дуже складною, що використовує сотні водяних струменів та вогнів [20, 21].

Стиль фонтанів також може відрізнитися в залежності від місця і призначення. Наприклад, ртутний фонтан - це фонтан, створений для використання з ртуттю, а не з водою. Він існував у деяких замках ісламської Іспанії [22]. Сухий фонтан - ще один приклад, який зазвичай будують на громадських площах і в торгових центрах, щоб забезпечити грайливі водні дисплеї в мінімальному просторі. Сухий сопловий фонтан встановлюється під землею [23].

## 1.2 Автоматизований процес керування рівнем води в резервуарах фонтану

Система регулювання тиску води у фонтанах виконує ключову роль у забезпеченні стабільної, ефективної та безпечної роботи

гідравлічної частини. Вона є частиною загальної системи автоматизованого керування фонтаном та дозволяє адаптувати подачу води до змінних умов навколишнього середовища, змін у системі водоспоживання та навантажень на насосно-форсуночне обладнання.

Основні завдання системи регулювання тиску наступні.

#### 1. Стабілізація динамічного тиску.

У фонтанних системах використовуються численні форсунки, розподілені по площі, що створює складну систему гідравлічних навантажень. Тиск повинен бути достатнім для досягнення проектної висоти струменів, але не перевищувати допустимі значення, щоб уникнути розбризкування, нерівномірної дії форсунок та зношування трубопроводів.

У відповідності до EN 805:2000 Water Supply Requirements, тиск у подібних відкритих системах повинен бути в межах  $\pm 10\%$  від проектного значення, щоб забезпечити гідравлічну стабільність.

#### 2. Захист насосного та трубопроводного обладнання.

Коливання тиску можуть викликати гідроудари, які створюють імпульсні навантаження на з'єднання, арматуру та самі форсунки. Щоб цього уникнути, система має бути оснащена аварійними перепускними клапанами та системами демпфування тиску.

У дослідженні Zhou [31] моделювання гідроударів у трубопроводах фонтанних систем показало, що навіть 15% перевищення номінального тиску може скоротити термін служби обладнання на 30%.

#### 3. Підтримка естетичних характеристик фонтану/

Для забезпечення естетично привабливої дії фонтану (синхронність струменів, ритмічні патерни, однакова висота тощо) тиск повинен залишатися рівномірним у всіх гідравлічних гілках. Особливо

це критично для музичних фонтанів або фонтанів зі світловою анімацією.

Наприклад, система Dubai Fountain використовує комп'ютерне керування тиском у реальному часі через SCADA, що дозволяє регулювати індивідуальні клапани форсунок з точністю до 0.1 бар [34].

#### 4. Зниження енергоспоживання

Сучасні системи використовують інтелектуальні частотні перетворювачі, які автоматично регулюють оберти насоса відповідно до потреби у тиску. Це не лише зменшує енергоспоживання, але й подовжує термін служби обладнання.

Згідно з [32], регулювання тиску через інтелектуальні частотні перетворювачі може зменшити енергоспоживання насосної станції до 35%.

Складові системи регулювання тиску.

##### 1. Датчики тиску.

П'єзорезистивні датчики тиску працюють на основі зміни опору тензорезистивного елемента. Мають високу чутливість.

Ємнісні датчики тиску забезпечують високу точність при низькому діапазоні тиску.

Оптичні датчики тиску перспективні у фонтанах із агресивним середовищем (мінералізована вода, сольові розчини).

##### 2. Регулятори тиску.

Електронні пропорційні клапани забезпечують точне регулювання потоку. Класичні редуційні клапани з ручним або автоматичним керуванням.

Інтелектуальні частотні перетворювачі - регулятори, що змінюють швидкість обертання насосного двигуна.

ПЛК (Програмовані логічні контролери) з ПІД-алгоритмом, SCADA-системи з централізованим управлінням декількома об'єктами. IoT-модулі, що дозволяють інтегрувати сенсори в хмарну аналітику (наприклад, через MQTT або REST API). Адаптивне регулювання із застосуванням нейронних мереж для самонавчання системи керування [38].

Цифрові двійники фонтанних систем що дозволяють симулювати роботу під навантаженням [33]. Інтеграція з системами відновлюваної енергії: наприклад, живлення насосів фонтану від сонячних батарей, із динамічним регулюванням відповідно до потужності [35].

### 1.3 Висновки до першого розділу

1. В результаті огляду літературних джерел та патентних матеріалів було з'ясовано, що водяні фонтани, крім своєї естетичної функції, відіграють важливу роль у створенні комфортного мікроклімату в міських умовах, зволоженні повітря, зниженні рівня шуму та покращенні психологічного стану людини. Вони стали не лише елементом архітектурного дизайну, але й технічно складними системами, що поєднують у собі механіку, електроніку, сенсорні технології та програмне забезпечення.

2. Аналіз сучасних рішень показав, що автоматизація керування фонтанами дозволяє не лише підвищити ефективність їх роботи, але й значно розширити функціональні можливості – від синхронізації струменів води з музичним супроводом до адаптивного керування в залежності від зовнішніх умов (освітлення, температура, рівень води тощо).

3. У сучасних автоматизованих системах керування фонтанами широко застосовуються мікроконтролери, програмовані логічні контролери (ПЛК), сенсорні пристрої, інтерфейси для керування через мобільні додатки та алгоритми штучного інтелекту. Особливо перспективним напрямком є використання інтелектуальних систем для створення сценаріїв водяного шоу на основі аналізу аудіоданих або руху людей поблизу фонтану.

4. Розглянуті приклади реалізації водяних фонтанів із автоматизованим керуванням свідчать про актуальність подальших розробок у цьому напрямку, зокрема для удосконалення систем керування рівнем води в резервуарах, підвищення надійності та енергоефективності роботи системи в цілому.

5. Таким чином, проведений огляд створює теоретичне підґрунтя для проектування автоматизованого пристрою керування фонтаном, яка відповідатиме сучасним вимогам до функціональності, надійності та ергономіки.

					КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка структурної схеми автоматизованого пристрою керування фонтаном

У відповідності до завдання на дипломне проектування необхідно розробити автоматизований пристрій керування фонтаном, який має два сопла. Особливістю фонтана є місток, за допомогою якого люди можуть ближче підходити до води. Структурна схема автоматизованого пристрою керування фонтаном зображена на рисунку 2.1.

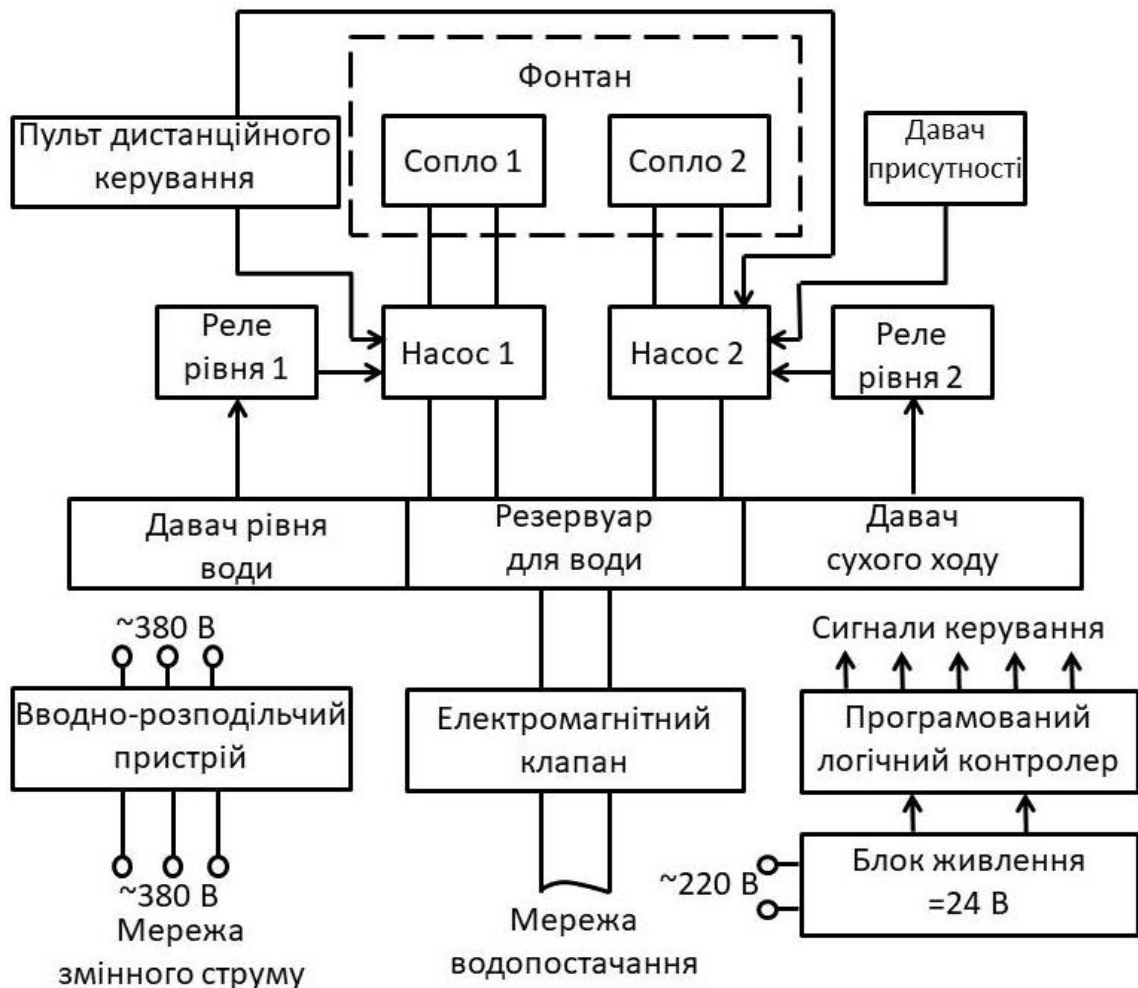


Рисунок 2.1 - Структурна схема автоматизованого пристрою керування фонтаном

Перше сопло фонтана знаходиться подалі від містка, а друге сопло знаходиться поблизу від містка. Для запобігання потрапляння води на людей, які знаходяться на містку, потрібно передбачити давач присутності. Коли люди знаходяться на містку, повинен спрацювати давач присутності та вимкнути насос, що подає воду на друге сопло.

Також потрібно передбачити пульт дистанційного керування, за допомогою якого здійснювати окремо вмикання та вимикання першого та другого насоса.

Для контролю рівня води у резервуарі потрібно передбачити давач рівня води та давач сухого ходу насосів. Давач рівня води - це пристрій, який визначає, на якій висоті або в якому об'ємі знаходиться вода у резервуарі.

Давач сухого ходу насосів - це пристрій, який призначений для захисту насосів від роботи "всуху", тобто без рідини. Робота насосів без рідини може призвести до їх перегріву, зносу або повної поломки.

Основна функція давач сухого ходу насосів вимкнути насоси, якщо в системі немає води або її недостатньо, щоб уникнути його пошкодження.

Для забезпечення водою фонтан під'єднаний до мережі водопостачання через електромагнітний клапан. Керування електромагнітним клапаном здійснюється від програмованого логічного контролера, на який поступають сигнали від давача рівня та від давача сухого ходу насосів.

Живлення програмованого логічного контролер здійснюється від блока живлення  $=24$  В. Живлення автоматизованого пристрою керування фонтаном здійснюється від мережі змінного струму  $\sim 380$  В через ввідно-розподільчий пристрій.

## 2.2 Підбір блоків та пристроїв для структурної схеми автоматизованого пристрою керування фонтаном

Напруга живлення  $\sim 380$  В для автоматизованого пристрою керування фонтаном подається через ввідно-розподільчий пристрій. Ввідно-розподільчий пристрій - це електротехнічна шафа, яка забезпечує захист мережі від коротких замикань, перевантажень і аварійних ситуацій.

Для живлення автоматизованого пристрою керування фонтаном виберемо ввідно-розподільчий пристрій ТОВ НВП "Нафтаенергопром" моделі ШВО з ПЗР 3ф 16А, який зображено на рисунку 2.2 [49].

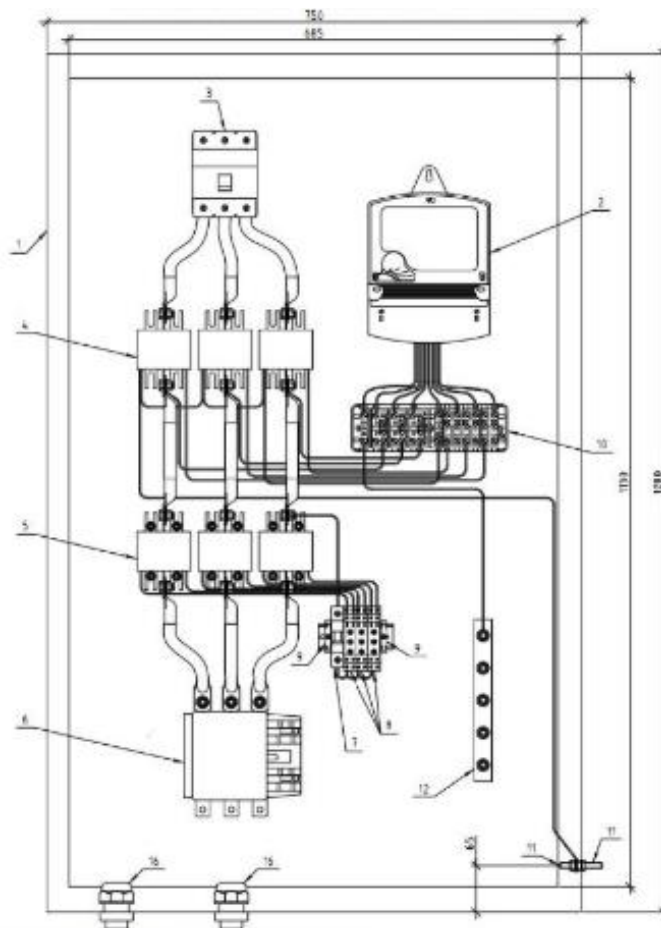


Рисунок 2.2 - Ввідно-розподільчий пристрій ТОВ НВП "Нафтаенергопром" моделі ШВО з ПЗР 3ф 16А [49]

Конструктивно ввідно-розподільчий пристрій ТОВ НВП "Нафтаенергопром" моделі ШВО з ПЗР 3ф 16А виконано у металевому корпусі типу ЩМП-6-0 36 УХЛЗ зі ступенем захисту IP31, придатному для встановлення в електрощитових або технічних приміщеннях.

Зовнішній вигляд металевого корпусу типу ЩМП-6-0 36 УХЛЗ зі ступенем захисту IP31 наведено на рисунку 2.3 [50].



Рисунок 2.3 - Металевий корпус типу ЩМП-6-0 36 УХЛЗ зі ступенем захисту IP31 [50]

Електроживлення подається на головний автоматичний вимикач ВА88-33 3Р 160А 35кА, який зображено на рисунку 2.4 [51].



Рисунок 2.4 - Головний автоматичний вимикач  
BA88-33 3P 160A 35кА [51]

Після головного автоматичного вимикача BA88-33 3P 160A 35кА електроживлення через трансформатори струму розподіляється до споживачів. Струм, що проходить через трансформатори струму, передається у зменшеному масштабі на електричний лічильник NIK 2303 APK1, де фіксується споживання енергії.

Зовнішній вигляд електричного лічильника NIK 2303 APK1 наведено на рисунку 2.5 [52].



Рисунок 2.5 - Зовнішній вигляд електричного лічильника NIK 2303  
APK1 [52]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ

Арк.  
19

Обраний ввідно-розподільчий пристрій ТОВ НВП "Нафтаенергопром" моделі ШВО з ПЗР 3ф 16А повністю відповідає вимогам безпеки та функціональності, дозволяє ефективно обліковувати і контролювати електроспоживання, забезпечує надійну роботу автоматизованого пристрою керування фонтаном та дозволяє легко обслуговувати обладнання.

Для подачі напруги живлення від ввідно-розподільчого пристрою до автоматизованого пристрою керування фонтаном виберемо кабель W1 ВВГнг-LS 5×4 мм<sup>2</sup>. Електрична схема подачі напруги живлення від ввідно-розподільчого пристрою до автоматизованого пристрою керування фонтаном наведена на рисунку 2.6.

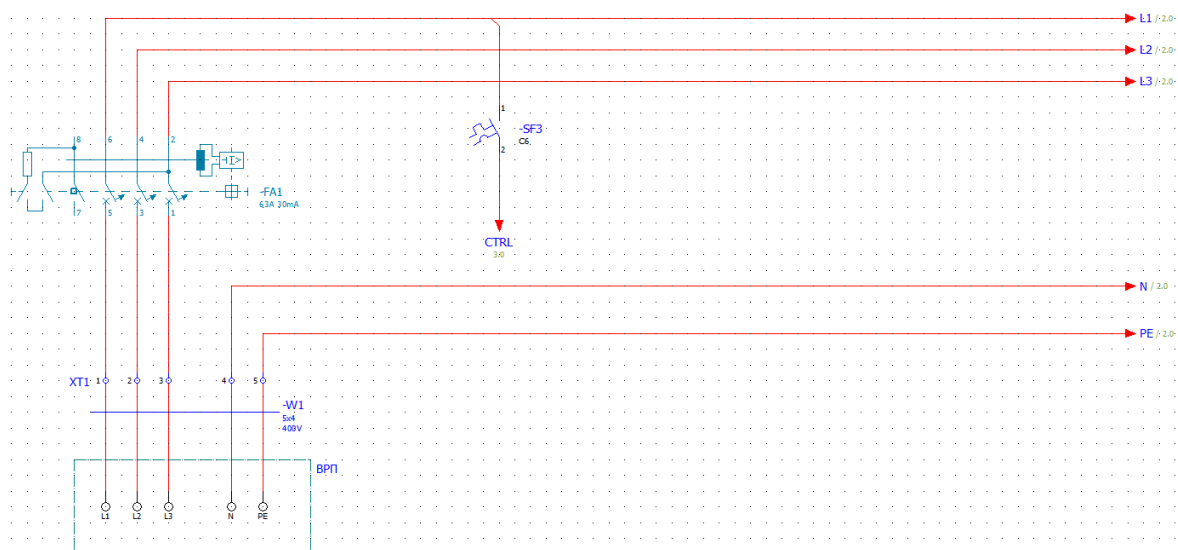


Рисунок 2.6 - Електрична схема подачі напруги живлення від ввідно-розподільчого пристрою до автоматизованого пристрою керування фонтаном

Жили кабелю W1 ВВГнг-LS 5×4 мм<sup>2</sup> фіксується за допомогою прохідних клем XT1 WAGO 2002-1201 на DIN-рейку 2,5 (4) мм<sup>2</sup>, фотографія якої зображена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 - Клема прохідна WAGO 2002-1201 на DIN-рейку 2,5 (4) мм<sup>2</sup>

Після прохідних клем XT1 WAGO 2002-1201 напруга живлення подається на пристрій захисного відімкнення FA1 Siemens 5SV3346-6 на номінальний струм 63А та залишковий струм 30 мА, який зображений на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 - Пристрій захисного відімкнення FA1 Siemens 5SV3346-6 на номінальний струм 63А та залишковий струм 30 мА

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ

Арк.  
21

Залишковий струм 30 мА - це різниця між струмом, що входить у пристрій, і тим, що виходить. Якщо з'являється витік (наприклад, через людину на землю) - це називається залишковий струм.

Залишковий струм 30 мА вважається безпечною межею для людини. Залишковий струм до 30 мА - може викликати м'язові судоми, але не спричинить фібриляції серця, а залишковий струм більший за 30 мА вже є небезпечним для життя людини.

З фази L1 напруга першої фази подається на мініатюрний автоматичний вимикач SF3 Siemens 5SY6316-7, який зображено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 - Автоматичний вимикач SF3 Siemens 5SY6316-7

Автоматичний вимикач SF3 Siemens 5SY6316-7 розрахований на номінальний струм 16А. Після автоматичного вимикача SF3 Siemens 5SY6316-7 формується однофазна напруга CTRL, яка поступає на схему регулювання рівня води, яка зображена на рисунку 2.10.

Основою схеми регулювання рівня води є аналогове реле контролю рівня води Siemens 3UG4501-1AW30, яке зображене на рисунку 2.11.

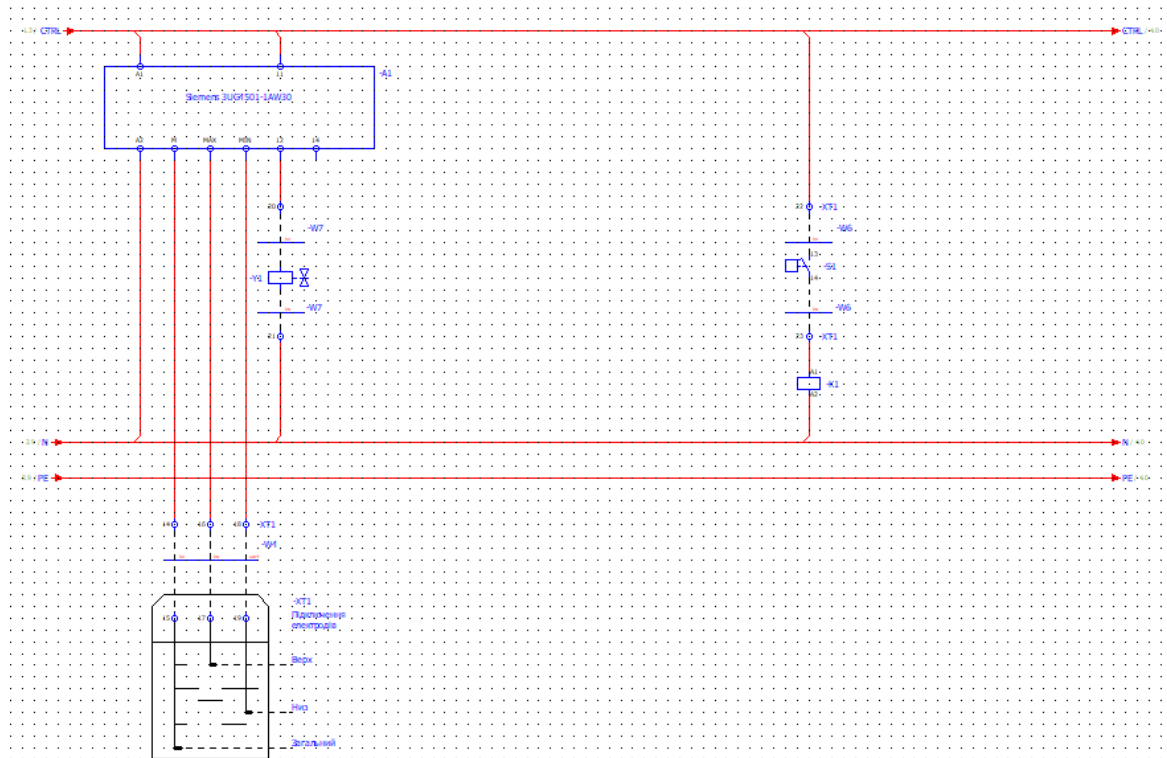
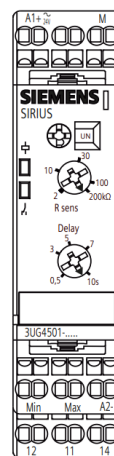


Рисунок 2.10 - Схема регулювання рівня води



а)



б)

Рисунок 2.11 - Аналогове реле контролю рівня води Siemens

3UG4501-1AW30:

а) фотографія; б) схематичне зображення

Для реле контролю рівня Siemens 3UG4501-1AW30 необхідні електроди, які забезпечують надійний контакт з провідними рідинами. В

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

КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ

Арк.  
23

якості електродів виберемо універсальний електрод для контролю рівня рідини ETI SHR-1N (нержавіюча сталь), який зображений на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 - Універсальний електрод для контролю рівня рідини  
ETI SHR-1N

Аналогове реле контролю рівня води Siemens 3UG4501-1AW30 вмикає і вимикає електромагнітний клапан Aqua World Y1, який зображений на рисунку 2.13. При спрацюванні електромагнітного клапану Aqua World Y1 клапан закривається і вона не поступає до резервуару з насосами.



Рисунок 2.13 - Електромагнітний клапан Aqua World

Також на схемі регулювання рівня води, яка зображена на рисунку 2.10, передбачено давач присутності S1 Aqara FP1E. Давач присутності S1 Aqara FP1E зображений на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 - Давач присутності Aqara FP1E

Коли люди знаходяться на містку, спрацьовує давач присутності та вимикає насос, що подає воду на друге сопло. Коли спрацьовує давач присутності, ключ S1 замикається і напруга CTRL подається на реле K1.

Реле K1 розмикає нормально замкнутий контакт на схемі керування насосами, яка зображена на рисунку 2.15.

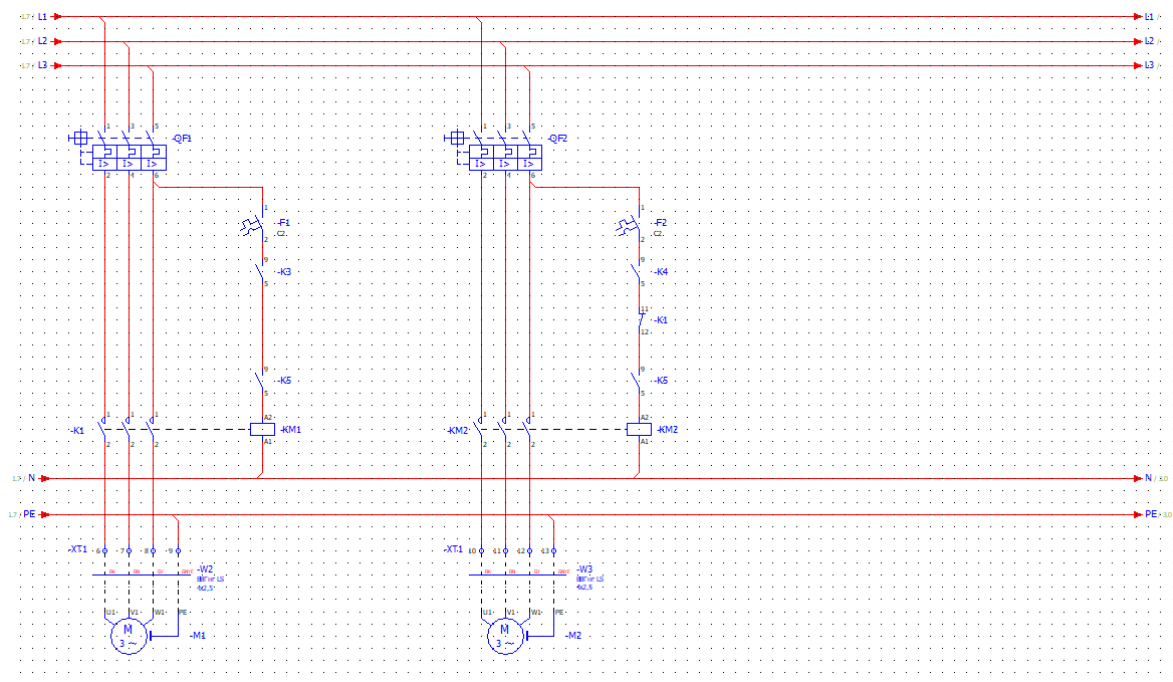


Рисунок 2.15 - Схема керування насосами

Розмикання контакту K1 приводить до вимикання реле KM2 та розмикання трьох контактів KM2, які подають трифазні напруги L1, L2

та L3 на двигун M2. В результаті двигун вимикається і припиняється подача води на друге сопло фонтана.

Трифазні напруги L1, L2 та L3 подаються на двигуни M1 та M2 за допомогою вимикачів максимального струму F1 та F2 компанії SIEMENS типу 5SY6316-7 на робочу напругу  $U=230/400\text{ВАС}$  та номінальний струм  $I_{ном}=16\text{А}$ , фотографія якого зображена на рисунку 2.16.



Рисунок 2.16 - Вимикач максимального струму типу 5SY6316-7 компанії SIEMENS

На рисунку 2.17 зображена електрична схема захисту насосів від роботи "всуху" за допомогою реле контролю рівня Siemens 3UG4501-1AW30. Розглянемо основні елементи та принцип дії електричної схеми захисту насосів від роботи "всуху".

До складу електричної схеми захисту насосів від роботи "всуху" входять наступні компоненти.

1. Siemens 3UG4501-1AW30 - реле контролю рівня (для контролю наявності рідини).

K5 - допоміжне реле, яке вмикає реле KM1 та KM2 для вмикання двигунів насосів M1 та M2.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ

Арк.  
26

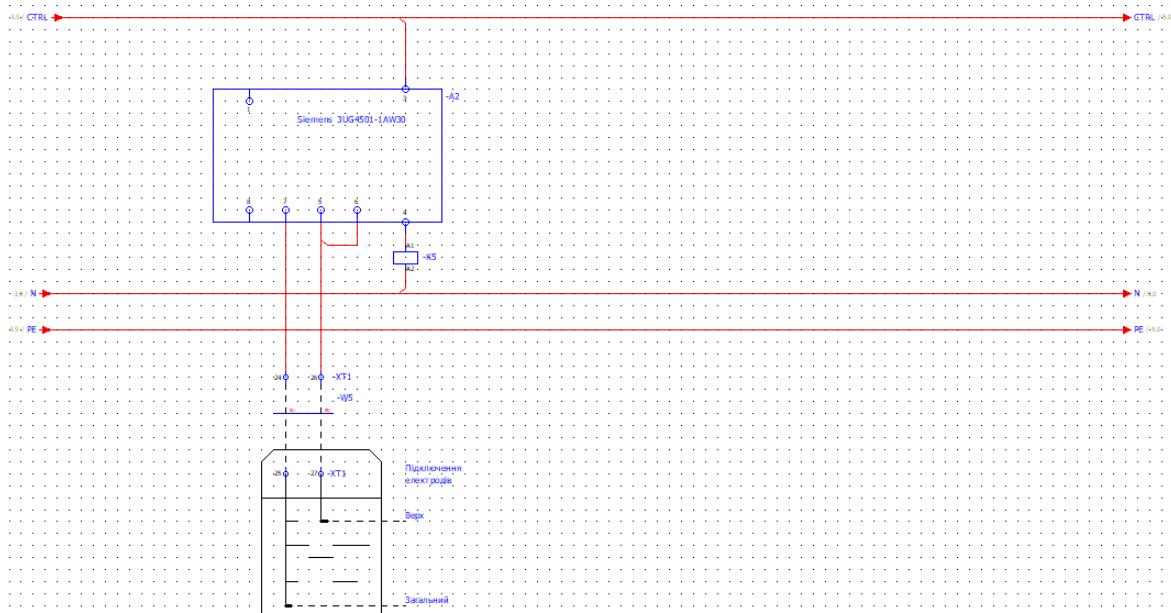


Рисунок 2.17 - Електрична схема захисту насосів від роботи "всуху" за допомогою реле контролю рівня Siemens 3UG4501-1AW30

2. XT1 - клемна колодка для підключення електродів.
3. Електроди - верхній та загальний, які знаходяться в резервуарі.
4. CTRL, N і PE - силові лінії: керування, нейтраль і заземлення.

Електроди встановлюються у резервуар із водою. Вони виявляють наявність рідини на відповідному рівні. Реле Siemens 3UG4501-1AW30 живиться від CTRL (фаза) та N (нейтраль), а також керує допоміжним реле K5, яке вмикає реле KM1 та KM2 для вмикання двигунів насосів M1 та M2.

Коли рідина присутня між електродами, реле Siemens 3UG4501-1AW30 вмикає допоміжне реле K5, яке вмикає реле KM1 та KM2 для вмикання двигунів насосів M1 та M2.

Якщо рідина відсутня, реле Siemens 3UG4501-1AW30 вимикає допоміжне реле K5, яке також вимикає реле KM1 та KM2 і двигуни насосів M1 та M2 вимикаються.

Ця схема забезпечує простий та надійний захист насосів від роботи без води (що може призвести до їх пошкодження). Реле контролює рівень рідини та діє як "сторож" - запускає насоси лише тоді, коли в системі є вода.

Для дистанційного керування фонтаном використаємо дистанційний 3-х позиційний вимикач з пультом компанії LEDTech, який зображений на рисунку 2.18 [53].



Рисунок 2.18 - Дистанційний 3-х позиційний вимикач з пультом [53]

На рисунку 2.19 зображена електрична схема дистанційного керування фонтаном.

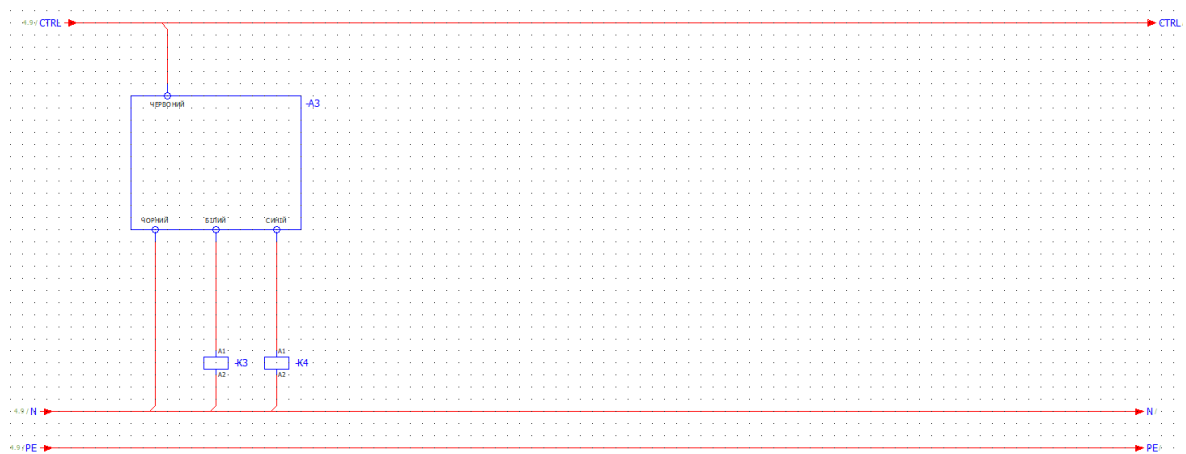


Рисунок 2.19 - Електрична схема дистанційного керування фонтаном

Чорний провід дистанційного 3-х позиційного вимикача з пультом компанії LEDTech приєднується до лінії N (нейтралі), червоний до лінії CTRL (фази), а білий і синій проводи приєднаємо відповідно до реле К3 та К4. Реле К3 та К4 вмикають відповідно двигуни М1 та М2 насосів фонтанів.

### 2.3 Розробка шафи автоматизованого пристрою керування фонтаном

Виберемо шафи для автоматизованого пристрою керування фонтаном типу VX25 компанії Rittal розміром 2000x600x600 каталожний номер VX 8606.000, яка зображена на рисунку 2.20 [54]



Рисунок 2.20 - Шафа для автоматизованого пристрою керування фонтаном типу VX25 компанії Rittal [54]

Проектування шафи для автоматизованого пристрою керування фонтаном будемо виконувати у програмному середовищі EPLAN Electric P8. Шафа для автоматизованого пристрою керування фонтаном типу VX25 компанії Rittal забезпечує достатній простір для монтажу силового та керуючого обладнання, що дозволяє організувати зручне компонування приладів, кабелів та вентиляційних систем.

Шафа для автоматизованого пристрою керування фонтаном типу VX25 компанії Rittal має модульну конструкцію, яка спрощує встановлення та обслуговування компонентів автоматизації. Її конструкція відповідає сучасним вимогам до електротехнічного обладнання, зокрема щодо захисту від пилу, вологи та механічних пошкоджень (ступінь захисту IP 55 згідно з IEC 60529).

Проектована шафа повинна забезпечити безпечну, надійну та зручну в обслуговуванні систему автоматизації, відповідно до чинних стандартів з електробезпеки та електромонтажу.

Основою шафи для автоматизованого пристрою керування фонтаном типу VX25 компанії Rittal є рама, яка зображена на рисунку 2.21.



Рисунок 2.21 – Рама шафи VX25 компанії Rittal



Монтаж усіх провідників виконаємо у коробі перфорованому 40x40/2000 мм, який зображено на рисунку 2.23 [55].



Рисунок 2.23 – Короб перфорований 40x40/2000 мм [55]

Загальний вигляд розробленої шафи для автоматизованого пристрою керування фонтаном зображений на рисунку 2.24.

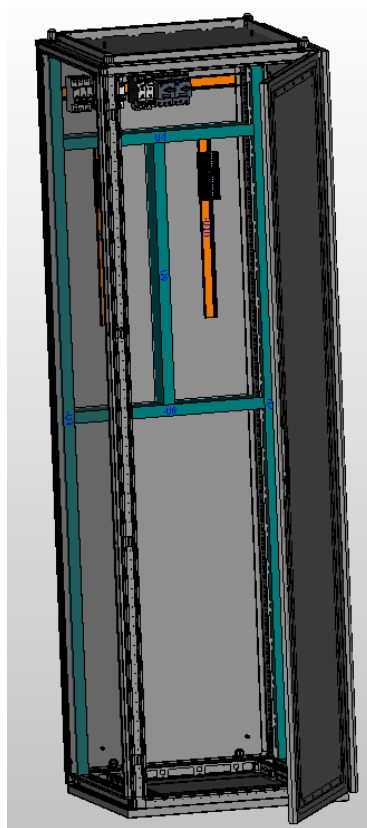


Рисунок 2.24 – Загальний вигляд розробленої шафи для автоматизованого пристрою керування фонтаном



5. Було підібрано захищену металеву шафу відповідного класу захисту IP, визначено розміщення елементів усередині неї (реле, автоматичні вимикачі, клемні блоки тощо), а також прокладено основні шляхи підключення зовнішніх пристроїв. Розробка креслення внутрішнього монтажу шафи дозволяє ефективно реалізувати електромонтажні роботи та забезпечити зручне технічне обслуговування.

6. Загалом у цьому розділі сформовано комплексну концепцію побудови автоматизованого пристрою керування фонтаном, яка охоплює як логіку роботи системи, так і її фізичне втілення у вигляді шафи керування. Всі запропоновані рішення відповідають сучасним технічним стандартам, що створює надійну основу для подальшого програмування, складання принципів схем та впровадження розробленої системи в реальні умови експлуатації.

### 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ФОНТАНОМ

3.1 Алгоритм роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном

У відповідності до завдання на дипломне проектування необхідно розробити автоматизований пристрій керування фонтаном, який має два сопла. Особливістю фонтана є місток, за допомогою якого люди можуть ближче підходити до води.

Перше сопло фонтана знаходиться подалі від містка, а друге сопло знаходиться поблизу від містка. Для запобігання потрапляння води на людей, які знаходяться на містку, передбачено давач присутності. Коли люди знаходяться на містку, спрацьовує давач присутності та вимикається насос, що подає воду на друге сопло.

Також передбачено пульт дистанційного керування, за допомогою якого здійснюється окремо вмикання та вимикання першого, також другого насоса.

Для контролю рівня води у резервуарі передбачено давач рівня води та давач сухого ходу насосів.

Для забезпечення водою фонтан під'єднаний до мережі водопостачання через електромагнітний клапан. Керування електромагнітним клапаном здійснюється від програмованого логічного контролера, на який поступають сигнали від давача рівня та від давача сухого ходу насосів.

Блок схема алгоритму роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном наведена на рисунку 3.1.

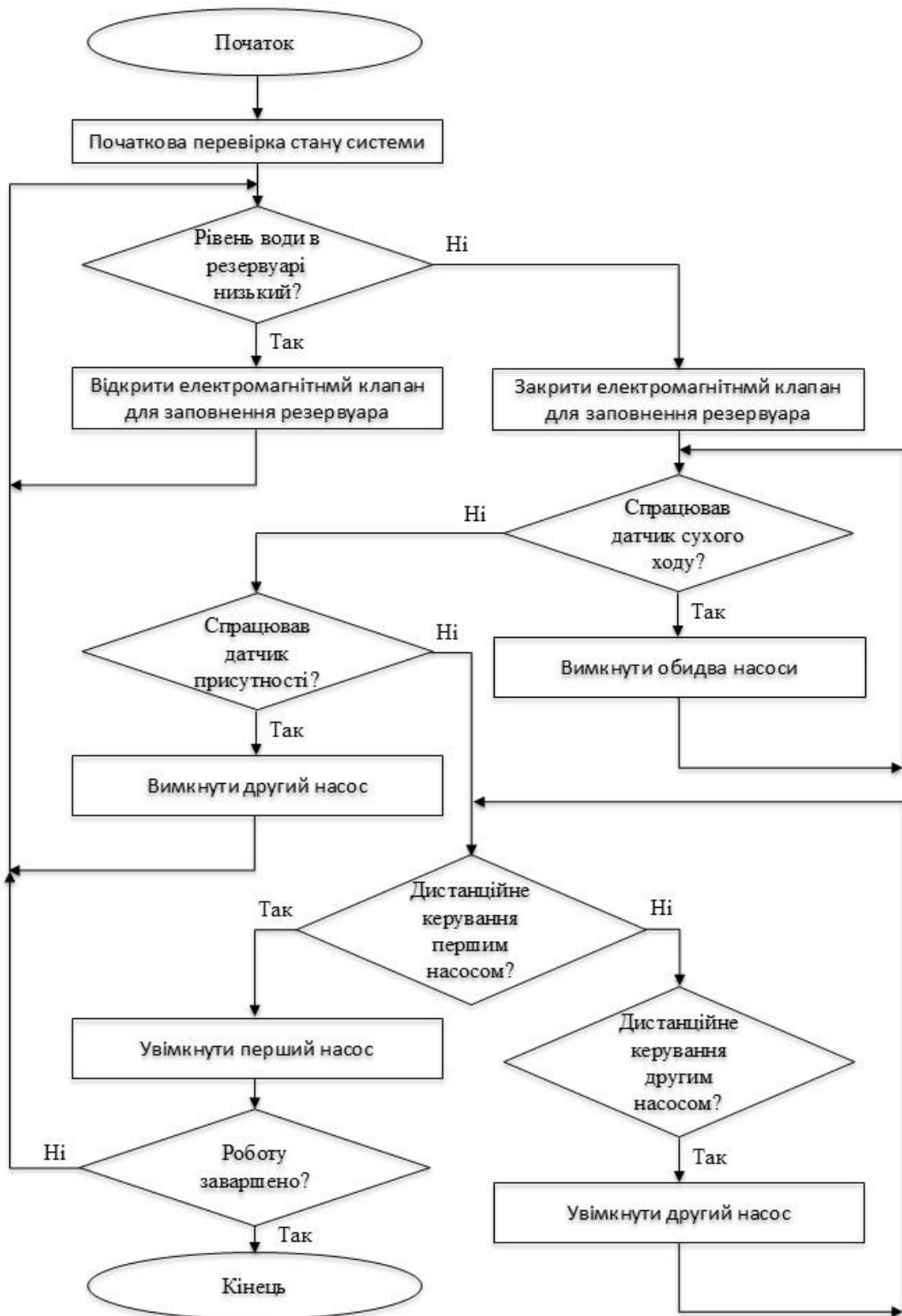


Рисунок 3.1 – Блок схема алгоритму роботи

Алгоритм роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном складається з наступних етапів.

1. Початкова перевірка стану системи.

Програмований логічний контролер (ПЛК) перевіряє сигнали від датчика рівня води в резервуарі, датчика сухого ходу насосів та датчика присутності людей на містку.

2. Перевірка рівня води та стану насосів.

Якщо рівень води нижчий за мінімальний, ПЛК подає сигнал на відкриття електромагнітного клапана для заповнення резервуара. Коли рівень досягає заданої позначки, клапан закривається. Якщо спрацьовує датчик сухого ходу, то обидва насоси відключаються, щоб уникнути пошкодження.

3. Керування насосами.

Пульт дистанційного керування дозволяє вмикати/вимикати перший насос, який подає воду на перше сопло, віддалене від містка. Пульт дистанційного керування дозволяє також вмикати/вимикати другий насос, який подає воду на сопло, розташоване поруч із містком.

4. Реакція на присутність людей на містку.

Якщо датчик присутності Aqara FP1E зафіксував людину на містку, то ПЛК подає сигнал на вимкнення другого насоса, щоб уникнути попадання води на людей. Коли людей на містку немає, тоді другий може знову працювати за командою з пульта.

5. Захист і аварійні режими.

У випадку аварії (відсутність живлення, помилка в контролері або датчиках) система переходить у безпечний режим, при цьому всі насоси вимикаються і клапан подачі води закривається.

6. Продовження роботи.

При відновленні нормального стану система автоматично перевіряє всі вхідні сигнали та відновлюється керування насосами згідно з логікою.

### 3.2 Розробка програми роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном

Розробка програми роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном виконується у спеціалізованому програмному середовищі TIA Portal V17 від компанії Siemens. У даному проєкті використано програмований логічний контролер Siemens S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC, який забезпечує необхідну кількість цифрових входів/виходів та підтримку таймерів і логічних операцій.

На рисунку 3.2 зображено інтерфейс середовища TIA Portal V17 з відкритою вкладкою Device View, де видно конфігурацію контролера та підключених до нього модулів.

Програмна реалізація логіки керування виконана у вигляді мереж (Networks) у форматі LAD (Ladder Logic). Загалом програма містить вісім основних мереж, кожна з яких виконує окрему функцію.

Network 1: Увімкнення насоса 1 (перше сопло).

У цій мережі реалізовано запуск насоса 1 при натисканні кнопки з пульта (I\_Pump1), за умови, що рівень води в резервуарі є допустимим (I\_LevelLow = 0) і дозволено запуск (M\_EnablePump1 = 1).

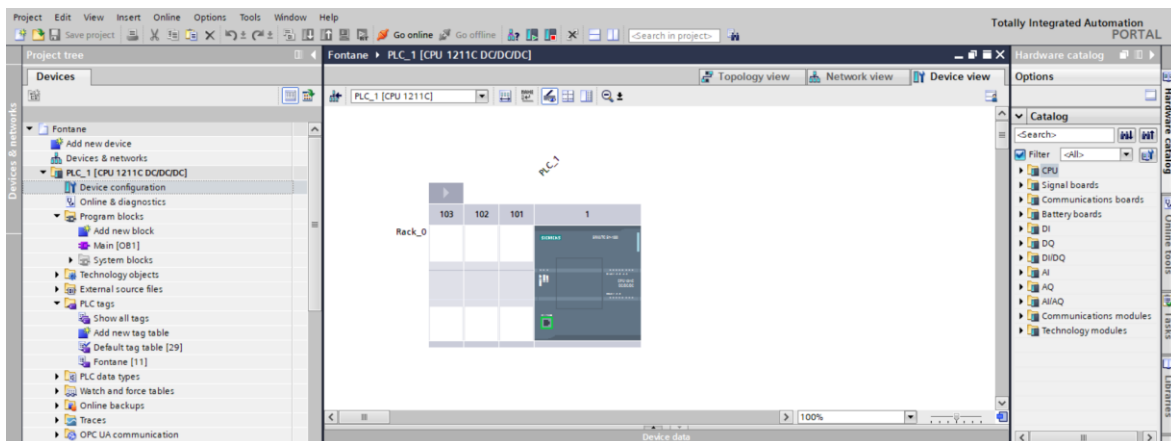


Рисунок 3.2 – Інтерфейс спеціалізованого програмного забезпечення ТІА Portal V17

На рисунку 3.3. мережу 1 (англійською мовою Network 1: Увімкнення насоса 1 (перше сопло)).

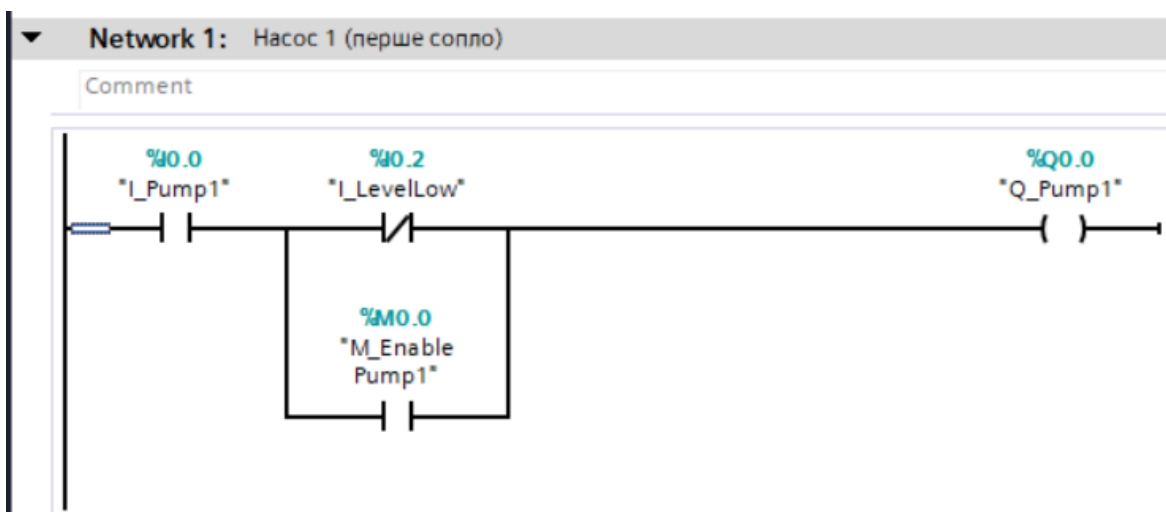


Рисунок 3.3 – Мережа 1 (англійською мовою Network 1: Увімкнення насоса 1 (перше сопло))

У цій мережі реалізовано логіку керування першим насосом фонтану, який відповідає за подачу води через перше сопло (розташоване далі від містка).

Насос вмикається тільки тоді, коли одночасно виконуються всі три умови.

1. Користувач натиснув кнопку на пульті (%I0.0 = 1).
2. У резервуарі немає сигналу низького рівня води (%I0.2 = 0).
3. Встановлено внутрішній дозвіл на роботу насоса (%M0.0 = 1), який формується при відсутності аварій (мережа 4).

Якщо хоча б одна з цих умов не виконується, тоді насос 1 не вмикається. Головною функцією мережі 1 є забезпечення надійного контролю умов перед увімкненням насоса 1, щоб уникнути пошкодження обладнання або порушення технологічного процесу.

Це одна з ключових мереж керування, яка реагує на команду оператора та умови безпеки, передаючи сигнал на фізичний вихід контролера (%Q0.0), що приводить до активації першого насоса.

Наступною в програмі роботи автоматизованого пристрою керування фонтаном є мережа 2, яка зображена на рисунку 3.4.

Network 2: Внутрішнє керування насосом 2.

Мережа 2 реалізує логіку керування другим насосом фонтану, який подає воду на друге сопло, розташоване ближче до містка. Через це керування цим насосом є умовно обмеженим, а саме насосом 2 повинен автоматично вимикатися при появі людей на містку, щоб уникнути потрапляння води на відвідувачів.

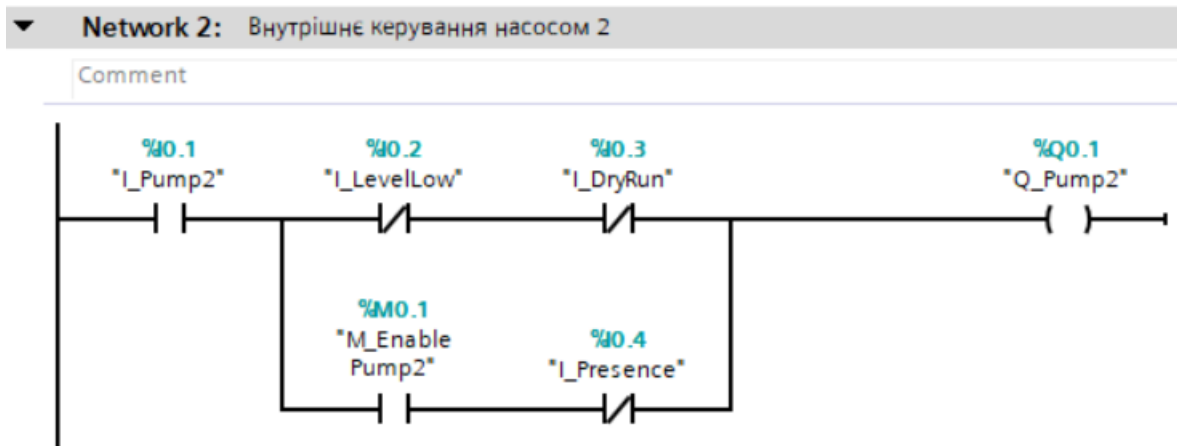


Рисунок 3.4 – Мережа 2 (англійською мовою Network 2: Внутрішнє керування насосом 2)

Насос 2 вмикається лише у випадку, якщо одночасно виконуються всі умови.

1. Натиснута кнопка пульта ( $I\_Pump2 = 1$ ).
2. Вода в резервуарі є в нормі ( $I\_LevelLow = 0$ ).
3. Не спрацював датчик сухого ходу ( $I\_DryRun = 0$ ).
4. Немає людей на містку ( $I\_Presence = 0$ ).
5. Є дозвіл на запуск ( $M\_EnablePump2 = 1$ ).

Якщо хоча б одна умова не виконується, тоді насос 2 автоматично зупиняється.

Захисні функції мережі 2.

1. Захист від перекидання води на відвідувачів (через  $I\_Presence$ ).
2. Захист від сухого ходу та недостатнього рівня води.

3. Можливість ручного запуску лише при дозволі (M\_EnablePump2).

Ця мережа є важливою з точки зору безпеки відвідувачів та автоматичного моніторингу умов експлуатації. Вона доповнює першу мережу тим, що враховує додаткову умову, а саме датчик присутності людей, інтегруючи її в логіку роботи насоса.

Мережа 3: Керування електромагнітним клапаном подачі води.

Мережа 3 реалізує автоматичне керування електромагнітним клапаном подачі води в резервуар фонтану. Мережа 3 зображена на рисунку 3.5.

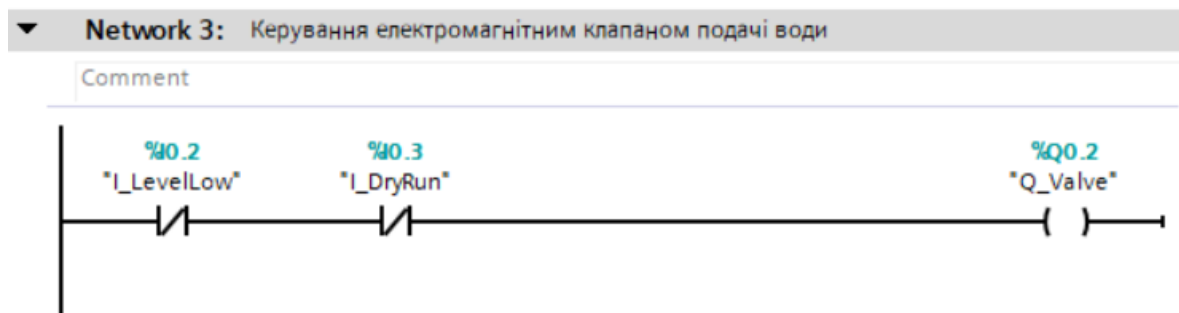


Рисунок 3.5 – Мережа 3 (англійською мовою Network 3: Керування електромагнітним клапаном подачі води)

Клапан відкривається лише за умов, коли води в резервуарі недостатньо і немає ризику аварійної роботи без води (тобто не спрацював датчик сухого ходу).

Клапан відкривається лише тоді, коли одночасно виконуються дві умови.

1. Активний датчик низького рівня води (%I0.2 = 1).

## 2. Активний датчик сухого ходу насосу (%I0.3 = 1).

Це означає, що резервуар спорожнів настільки, що небезпечно продовжувати роботу насосів, і потрібно аварійно дозаповнити систему водою. Автоматичне відкриття клапана здійснюється при аварійному падінні рівня води.

Це забезпечує захист насосів від роботи без рідини. Також здійснюється підтримка замкнутого циклу водопостачання фонтану без необхідності постійної ручної участі. Клапан керується контролером без участі оператора. Після відновлення нормального рівня води, датчики I\_LevelLow та I\_DryRun повертаються у неактивний стан і клапан Q\_Valve автоматично закривається.

### Мережа 4: Формування дозволу на запуск насоса 1.

У мережі 4 реалізовано внутрішній логічний сигнал дозволу на ввімкнення насоса 1 (M\_EnablePump1). Мережа 4 зображена на рисунку 3.6.

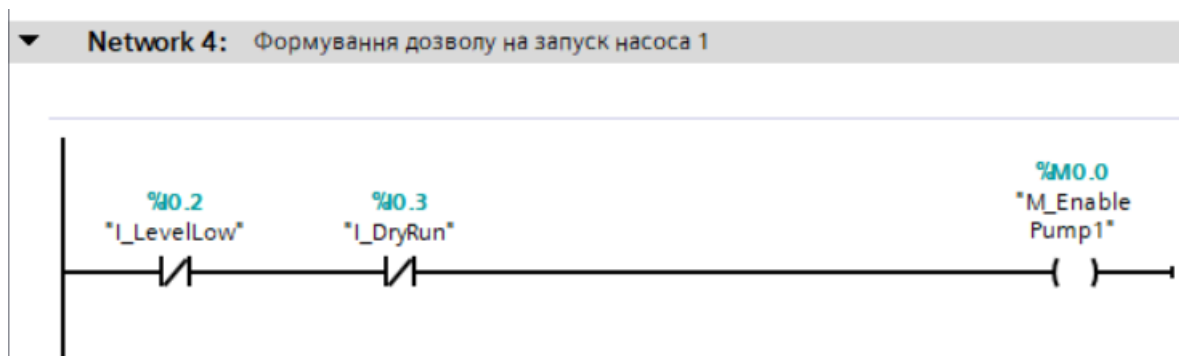


Рисунок 3.6 – Мережа 4 (англійською мовою Network 4: Формування дозволу на запуск насоса 1)

Цей сигнал використовується як одна з обов'язкових умов у мережі 1 та таймерній мережі 7 або 8, щоб захистити насос від увімкнення в аварійних умовах.

Сигнал `M_EnablePump1` встановлюється в логічну "1" лише тоді, коли одночасно виконуються дві умови безпеки.

1. Датчик низького рівня води не активний ( $\%I0.2 = 0$ ).
2. Датчик сухого ходу насоса не активний ( $\%I0.3 = 0$ ).

Формування дозволу на запуск насоса 1 відбувається, коли є вода в резервуарі та немає небезпеки для насоса працювати без рідини. Мережа 4 призначена для забезпечення захисту насоса від роботи в аварійному режимі. Для цього необхідно встановити умову доступності для подальших мереж (Network 1 та Network 7).

Мережа 4 дозволяє реалізувати централізовану перевірку аварійного стану перед подачею команди на виконавчий пристрій. Це ключовий логічний елемент захисту, який гарантує, що команда з пульта (`I_Pump1`) не призведе до запуску насоса, якщо система не готова до цього. Таким чином, робота насоса 1 у програмі дозволяється лише при наявності внутрішнього дозволу `M_EnablePump1 = 1`.

Мережа 5: Формування дозволу на запуск насоса 2.

У мережі 5 виконується функція формування внутрішнього логічного сигналу `M_EnablePump2`, який дозволяє запуск другого насоса фонтану лише при відсутності аварійних умов. Мережа є аналогічною до Network 4, але стосується насоса 2, який додатково пов'язаний із датчиком присутності людей на містку. Мережа 5 зображена на рисунку 3.7.

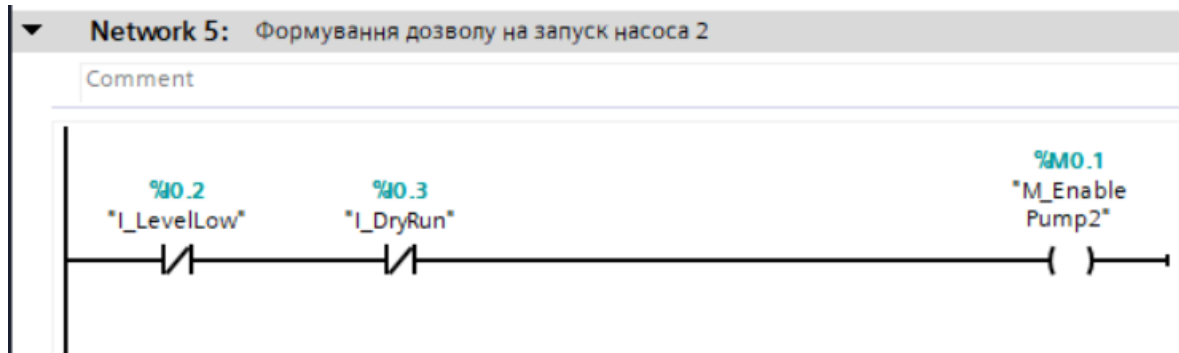


Рисунок 3.7 – Мережа 5 (англійською мовою Network 5: Формування дозволу на запуск насоса 2)

Сигнал `M_EnablePump2` встановлюється в логічну "1", якщо одночасно виконуються обидві умови.

1. Рівень води не є низьким ( $\%I0.2 = 0$ ).
2. Немає сигналу сухого ходу насоса ( $\%I0.3 = 0$ ).

Ці умови гарантують, що пристрій готовий до безпечного запуску насоса 2. Мережа 5 унеможлиблює запуск насоса 2 у випадку небезпечного зниження рівня води. Мережа 5 дозволяє захистити насос 2 від роботи "всуху", що може спричинити його перегрів або пошкодження

Мережа 5 дозволяє забезпечити логічну умову безпеки для наступної логіки керування в мережах 2 та 7. Маркер `M_EnablePump2` використовується як ключова умова в мережі 2 (прямий запуск через пульт) та в мережі з таймером TOF. Цей маркер дозволяє централізовано реалізувати перевірку стану системи перед увімкненням насоса.

Мережа 6: Аварійна сигналізація.

Мережа 6 реалізує функцію індикації аварійного стану в системі автоматизованого пристрою керування фонтаном. Мережа 6 зображена на рисунку 3.8.

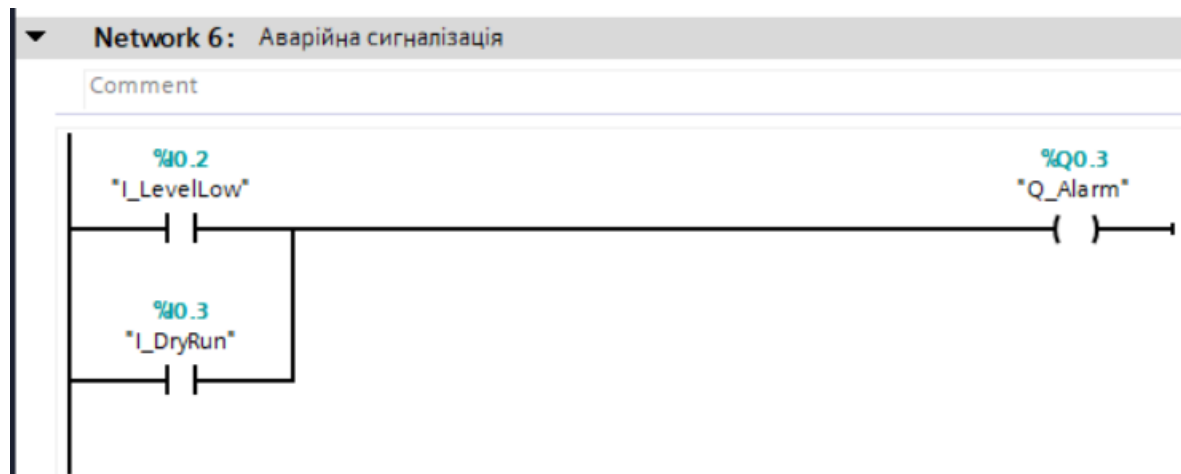


Рисунок 3.8 – Мережа 6 (англійською мовою Network 6: Аварійна сигналізація)

У випадку виявлення небезпечних умов, які можуть призвести до пошкодження насосного обладнання або порушення роботи системи, активується вихід Q\_Alarm. До цього виходу може бути підключено звуковий (бузер) або світловий (лампа) сигналізатор.

Сигнал Q\_Alarm активується (логічна "1") у випадку виконання однієї із двох умов.

1. Спрацьовує хоча б один із аварійних датчиків:
2. Сигнал %I0.2 = 1, а це означає, що рівень води нижче мінімально допустимого рівня.

У мережі 6 аварійна сигналізація реалізована через паралельне підключення (логічне АБО) входних умов, або сигнал %I0.3 = 1, а це означає, що насос працює в режимі “всуху”.

Мережа 6 забезпечує швидке візуальне або звукове оповіщення про аварійний стан, а також забезпечує можливості можливості обслуговуючого персоналу усунути проблему. Мережа 6 забезпечує допомогу в діагностиці проблем під час обслуговування фонтану.

Мережа 6 працює незалежно від керування насосами і дозволяє негайно повідомити про критичну ситуацію. Її активація може бути використана також для блокування подальших дій у системі (наприклад, запуску насосів або відкриття клапанів за потреби).

Мережа 7: Керування насосом 2 із затримкою вимкнення.

У мережі 7 реалізовано автоматичне керування другим насосом фонтану, який подає воду на друге сопло, з використанням таймера затримки вимкнення (TOF). Мережа 7 зображена на рисунку 3.9.

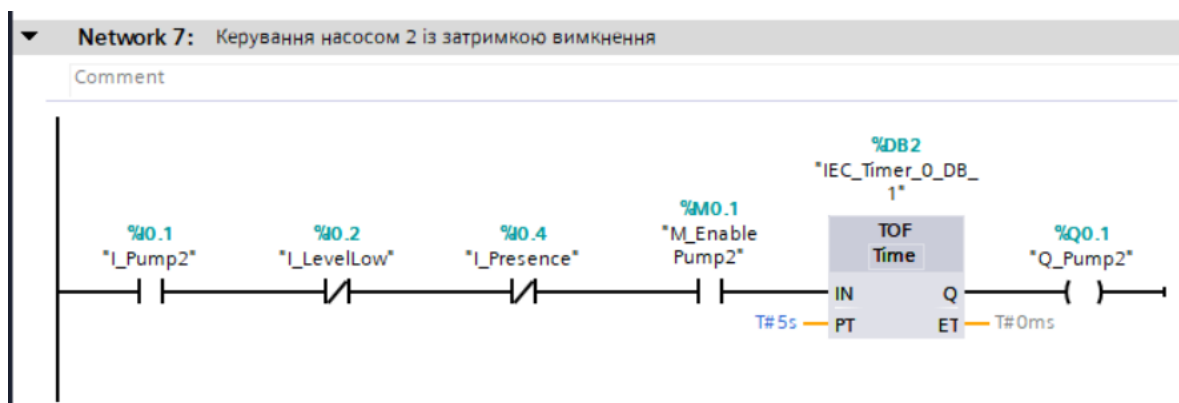


Рисунок 3.9 – Мережа 7 (англійською мовою Network 7: Аварійна сигналізація)

Мережа 7 дозволяє продовжити роботу насоса протягом фіксованого часу (5 секунд) навіть після зняття команди на ввімкнення, забезпечуючи гідравлічну інерцію та плавність зупинки.

Таймер активується (вхід IN = 1) при виконанні наступних умов.

1. Натиснута кнопка I\_Pump2 = 1.
2. Рівень води в резервуарі достатній (I\_LevelLow = 0).
3. На містку немає людей (I\_Presence = 0).
4. Присутній дозвіл на запуск насоса 2 M\_EnablePump2 = 1.

Поки всі умови виконуються насос працює безперервно (Q = 1). Після зняття хоча б однієї з умов вихід Q таймера TOF ще протягом 5 секунд залишається активним, що дозволяє насосові плавно завершити роботу.

Це дозволяє зменшити гідроудари в системі при зупинці та забезпечити інерційне “стикання” води в соплах, а також зробити зупинку струменю більш природною візуально. Мережа 7 поєднує керування із пульта, перевірку безпечних умов, реакцію на присутність людей та функцію затримки вимкнення, тобто реалізує одразу функціональність, безпеку та плавність.

У середовищі TIA Portal V17 у проекті "Fontane" створено набір тегів (змінних), що відповідають фізичним входам, виходам та внутрішнім маркерам програмованого логічного контролера Siemens S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC. Усі теги мають логічний тип Bool, оскільки працюють з двійковими сигналами 0 або 1. Таблиця тегів зображена на рисунку 3.10.



1. Q\_Pump1 – керування насосом 1, вихідна адреса %Q0.0.
2. Q\_Pump2 – керування насосом 2, адреса %Q0.1.
3. Q\_Valve – вихід на електромагнітний клапан подачі води, адреса %Q0.2.
4. Q\_Alarm – вихід на звукову або світлову аварійну сигналізацію, адреса %Q0.3.

Також у проєкті використовуються внутрішні маркери (memory bits) для логічного дозволу на запуск насосів, які не прив'язані до фізичних входів/виходів, але застосовуються в програмній логіці.

1. M\_EnablePump1 – дозвіл на ввімкнення насоса 1, адреса %M0.0.
2. M\_EnablePump2 – дозвіл на ввімкнення насоса 2, адреса %M0.1.

Ці змінні формуються в окремих мережах програми (Network 4 і Network 5) на основі стану аварійних датчиків, що забезпечує багаторівневий захист та надійність роботи системи.

Мережа 8: Керування насосом 1 із затримкою вимкнення.

У мережі 8 реалізовано запуск насоса 1 за командою з пульта дистанційного керування з урахуванням безпечних умов роботи та застосуванням таймера TOF (затримка вимкнення). Такий підхід дозволяє утримувати насос увімкненим ще деякий час (у цьому випадку 5 секунд) після зняття вхідного сигналу, забезпечуючи плавне вимкнення системи.

Коли натиснута кнопка I\_Pump1, рівень води достатній (I\_LevelLow = 0), і внутрішній дозвіл M\_EnablePump1 = 1, активується вхід IN таймера TOF. Мережа 8 зображена на рисунку 3.11.

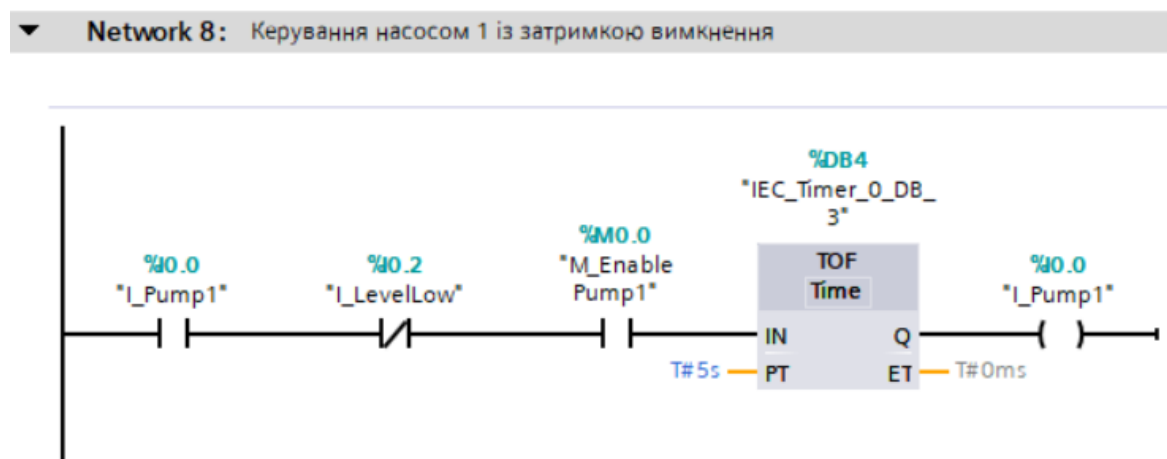


Рисунок 3.11 – Мережа 8 (англійською мовою Network 8: Керування насосом 1 із затримкою вимкнення)

Таймер негайно встановлює вихід  $Q = 1$  і подається сигнал на вихід %Q0.0, тобто вмикається насос 1.

Після того як хоча б одна з умов стає недійсною (наприклад, кнопка відпущена, або рівень води знижується), вхід IN таймера переходить у стан 0, але вихід Q залишається активним ще протягом 5 секунд – після чого насос вимикається.

Мережа 8 призначена, щоб забезпечити плавне завершення роботи насоса 1 без різкої зупинки струменя. Мережа 8 дозволяє уникнути гідроударів у системі трубопроводу та підвищити візуальну якість дії фонтану за рахунок поступового зникнення потоку.

Мережа 8 інтегрує одразу кілька важливих аспектів, а саме вхід керування, перевірку стану системи, аварійний захист і затримку вимкнення, що забезпечує багаторівневий контроль увімкнення насоса 1.

У структурі програмного забезпечення автоматизованого пристрою керування фонтаном передбачено аварійну сигналізацію, що активується при настанні небезпечних умов експлуатації. Для реалізації цієї функції в програмі створено окрему мережу 6, яка відповідає за виведення сигналу тривоги на вихідний канал Q\_Alarm.

Аварійна сигналізація працює на основі двох вхідних контрольних сигналів.

1. I\_LevelLow (%I0.2) – датчик низького рівня води в резервуарі, який сигналізує про критичне зниження рівня, що може призвести до несправності насосів або неестетичної роботи фонтану.

2. I\_DryRun (%I0.3) – датчик сухого ходу, який спрацьовує у випадку, коли насос працює без води, що є небезпечним режимом і може призвести до його перегріву чи механічного зносу.

Сигнал аварії Q\_Alarm (%Q0.3) активується, якщо хоча б один з вищезазначених датчиків подає сигнал про відхилення. Це реалізується за допомогою логічної операції "АБО", тобто достатньо, щоб спрацював один із датчиків і на виході з'являється логічна "1".

У цьому режимі активується виконавчий пристрій сигналізації. Виконавчим пристроєм сигналізації це може бути звуковий сигналізатор (бузер), світлова індикація (сигнальна лампа) або обидва елементи одночасно.

Призначення аварійної сигналізації.



датчика рівня води, датчика сухого ходу та датчика присутності. Така багаторівнева логіка дозволяє забезпечити як зручність керування для користувача, так і високий рівень безпеки системи.

2. Запроваджено внутрішні логічні змінні (маркери) як умови безпечного запуску. У програмі реалізовано генерацію внутрішніх маркерів M\_EnablePump1 та M\_EnablePump2, які формуються на основі станів аварійних сигналів. Ці маркери використовуються як додаткові логічні дозволи в основних керуючих мережах, запобігаючи запуску насосів при несприятливих умовах. Це дозволяє централізовано реалізувати контроль технічного стану системи та підвищити надійність її функціонування.

3. Розроблено механізм аварійної сигналізації з логікою негайного спрацювання. У випадку виявлення критичних станів (низький рівень води або сухий хід насосів), система генерує сигнал Q\_Alarm, який активує світлову або звукову сигналізацію. Цей підхід дозволяє швидко ідентифікувати наявність несправностей та вчасно вжити необхідних заходів. Сигналізація працює незалежно від логіки запуску насосів, що гарантує її ефективність як у робочому, так і в неактивному режимах.

4. Застосовано таймери типу TOF (затримка вимкнення) для обох насосів. Для підвищення плавності роботи насосів реалізовано таймери, які забезпечують затримку вимкнення на 5 секунд після зняття умов увімкнення. Це дозволяє уникнути гідравлічних ударів у системі, забезпечити поступове затухання струменів води та покращити естетичні характеристики дії фонтану. Таймери є також засобом енергоефективності, дозволяючи оптимізувати частоту увімкнення/вимкнення обладнання.

5. Програму реалізовано у форматі LAD (Ladder Logic), що забезпечує її наочність і зручність для налагодження. Структура програми є модульною: кожна мережа виконує окрему логічну функцію запуск насосів, контроль аварій, управління клапаном, генерація дозволів. Це дозволяє легко відслідковувати логіку процесів, вносити корективи або масштабувати функціональність (наприклад, додати нові режими роботи або розширити кількість виконавчих пристроїв).

6. Здійснено прив'язку всіх вхідних і вихідних сигналів до фізичних адрес ПЛК через таблицю тегів. Усі цифрові входи/виходи та внутрішні маркери систематизовано у таблиці тегів, що є необхідною умовою для коректної роботи програми та подальшої інтеграції з електричною схемою. Завдяки цьому забезпечується відповідність між апаратною реалізацією та програмною логікою.

7. Забезпечено адаптацію системи до реального об'єкта – фонтану з двома соплами та містком. У логіку програми інтегровано умову наявності людей поблизу одного із сопел. Це забезпечує не лише захист людей, а й дозволяє динамічно адаптувати поведінку системи до зовнішніх умов, що наближає її до концепції «розумної» автоматизації. Рішення враховує просторові особливості об'єкта (наявність містка) і забезпечує безпечну взаємодію людини та техніки.

8. Програмне забезпечення є масштабованим та відкритим до розширення. Побудована архітектура дозволяє без суттєвих змін доповнювати програму новими функціями, наприклад, інтеграцією НМІ-панелі, додаванням лічильників часу роботи насосів, організацією нічного або святкового режиму через реальний час або музичний сценарій.

9. Розроблене програмне забезпечення автоматизованого пристрою керування фонтаном є функціонально завершеним, структуровано побудованим і технічно обґрунтованим. Воно повністю відповідає завданню проекту, забезпечує високий рівень автоматизації, безпеки та адаптивності до змін зовнішнього середовища. Розроблена логіка може бути успішно впроваджена в реальні умови експлуатації для підвищення ефективності та естетичної якості роботи фонтанів у міському просторі.

					КРБАКІТ. 2022117.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було здійснено повний цикл проєктування та розробки автоматизованого пристрою керування фонтаном, який поєднує сучасні досягнення в галузі електроніки, автоматизації, сенсорних технологій та програмованих логічних контролерів. Основні результати та висновки можна сформулювати наступним пунктами.

1. На основі глибокого аналізу літературних джерел та патентних матеріалів було виявлено сучасні тенденції у розвитку водяних фонтанів, серед яких особливе місце займає впровадження автоматизованих систем керування. Встановлено, що фонтани мають не лише декоративне та архітектурне значення, а й позитивно впливають на мікроклімат, рівень вологості, психоемоційний стан людини, що підкреслює актуальність теми дослідження.

2. Було сформовано вимоги до функціонування пристрою, зокрема забезпечення безпечної роботи в зоні з перебуванням людей, контроль рівня води та захист насосного обладнання від роботи без рідини (сухого ходу), а також реалізація зручного ручного (дистанційного) керування. У структурну схему включено датчик присутності, рівня води, електромагнітний клапан подачі води, два насоси, системи захисту та сигналізації.

3. Здійснено техніко-економічне обґрунтування вибору обладнання, включаючи ввідно-розподільчий пристрій, програмований логічний контролер Siemens S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC, аналогове реле контролю рівня Siemens 3UG4501-1AW30, електроди, клемні з'єднання, автоматичні вимикачі та

пристрої захисного відімкнення. Вибране обладнання відповідає чинним стандартам безпеки, надійності та енергоефективності.

4. Розроблено електричну та функціональну схеми керування, які забезпечують інтеграцію всіх компонентів системи. Особливу увагу приділено безпеці – реалізовано блокування запуску насосів у разі аварійного зниження рівня води або перебування людей на містку. Створена система керування є замкненою, з пріоритетом аварійної зупинки і сигналізації.

5. Спроектовано шафу автоматизованого пристрою керування з використанням шафи типу Rittal VX25, що відповідає стандартам захисту IP55 та передбачає зручне компонування модулів. Усі провідники змонтовані в перфорованих кабельних каналах, а монтажна панель дозволяє гнучко змінювати конфігурацію системи в разі її модернізації.

6. У середовищі TIA Portal V17 розроблено програмне забезпечення на основі мови LAD, яке забезпечує незалежне керування двома насосами з урахуванням команд користувача та стану системи. Також реалізовано автоматичне керування електромагнітним клапаном подачі води, захист насосів від роботи “всуху”, відключення одного із насосів при виявленні людей на містку та аварійну сигналізацію. Були використані таймери TOF для реалізації функції затримки вимкнення, що підвищує плавність роботи системи.

7. Програмне забезпечення є гнучким і масштабованим, що дозволяє з легкістю адаптувати його під додаткові функції, зокрема: інтеграцію НМІ-панелі, реалізацію музичного супроводу, сценарії святкової роботи тощо.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Totul despre fantanile arteziene. URL: [http://www.incasa.ro/Totul\\_despre\\_fantanile\\_arteziene\\_3210\\_749\\_1.html](http://www.incasa.ro/Totul_despre_fantanile_arteziene_3210_749_1.html). acc esatla21dec.2014 (дата звернення: 19.03.2025).
2. Said S. "Microcontrolled water fountain:a multidisciplinary project". Int. J. Engng Ed. Vol. 20. No. 4. pp. 654–659. 2004.
3. Min.Joon Yoo and In.Kwon Lee. "Automatic musical fountain scenario generation using musical information analysis". Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2009). Montreal. Canada. August 16.21. 2009.
4. Copindean. R. A Munteanu and F. Dragan. "Artesian fountain with PLC control". Acta Electrotehnica. Vol. 55 Issue. 2014.
5. Jiang F.. "Control System of Fancy fountain based on PLC". International Core Journal of Engineering. Vol.1. No.5. pp73.74. 2015.
6. Visconti P.. Costantini P. and Cavalera G. "Smart Electronic System for Dancing Fountains Control Capable to Create Water and Lighting Scenarios Synchronized with Music Track". Asian Research Publishing Network (ARPN) Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol. 11. No. 9. pp. 5669-5675. 2016.
7. Bordeaux and p. prevot. "fountain." 2006. [Online]. Available. URL: [http://en.m.wikipedia.org/wiki/fountain#cite\\_ref.1](http://en.m.wikipedia.org/wiki/fountain#cite_ref.1). (дата звернення: 21.03.2025).
8. A. Liddel. "water fountain benefits." Net Health Shops. LLC. [Online]. Available. URL: <http://serenityhealth.com/water.fountain.benefits>. (дата звернення: 20.03.2025).
9. Y. Y. Nu. S. S. Lwin and W. W. Maw. "Automatic Plant Watering System using Arduino UNO for University Park". International Journal of Trend in

Scientific Research and Development. vol. 3. no. Issue.4. pp. 902–906. june 2022.

10. Visconti P., Costantini P. and Cavalera G. 2016. Smart Electronic System for Dancing Fountains Control Capable to Create Water and Lighting Scenarios Synchronized with A Music Track. Journal of Engineering and Applied Sciences. vol.11. pp. 5669-5675.

11. Shakerin S. Engineering Art. Mechanical Engineering. Vol. 123. pp. 63–66. 2021.

12. Shakerin S. Microcontrolled Water Fountain. A Multidisciplinary Project. Accepted for publication in International Journal of Engineering Education. 2024.

13. Dynes W. Fountains". The Encyclopedia Americana. International Edition. Grolier. Danbury. Vol. 11. pp. 650–652. 2021.

14. Coffin D. R. Gardens and Gardening in Papal Rome. Princeton University Press. Cambridge. Massachusetts. pp. 41–44. 2021.

15. Dubai online. URL: [www.dubai.online.com.sights.dubai.fountain](http://www.dubai.online.com.sights.dubai.fountain). (дата звернення: 21.03.2025).

16. Grimshaw N. Architecture & Water. Architectural Design. Vol. 65. 2025.

17. Calder A. Mercury Fountain. Technology Review. Vol. 40. P. 202. 2020.

18. Aurand C. D. Fountains and Pools – Construction Guidelines and Specifications. PDA Publishers Corporation. Meza. Arizona. 2023.

19. Symmes M. Fountains Splash and Spectacle. Rizzoli International Publications. Inc.. New York. 2024.

20. Christensen K. D. Smart Control of Water Fountains Using IoT and Pressure Sensors. IEEE Internet of Things Journal. 2023.

21. Kim J. S., Lee T. H. Application of PID and Fuzzy Logic for Water Pressure Control. Sensors and Actuators A. Physical. Elsevier. 2022.

22. Uddin M. N., Zhang B. Pressure Regulation in Pumping Systems with VFDs. *International Journal of Control and Automation*. 13(4). 2020.
23. Teixeira F. R. Design and Optimization of Fountain Regulation Systems. *Automation in Construction*. 125. 2021.
24. Pandey A., Gupta S. Adaptive Control of Urban Water Fountains Using Neural Networks. *Int. Conf. on Smart Infrastructure and Construction*. 2022.
25. Zhou X., Liu Q. Modeling Water Hammer in Fountain Pipeline Systems. *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 88. P. 108823. 2021.
26. ASHRAE Handbook. HVAC Systems and Equipment. Atlanta. GA. ASHRAE. 2020.
27. Nguyen T. Frolova E. Digital Twins for Fluid Control Systems. *IEEE Access*. 11. 2023.
28. Salman A. et al. Pressure Control and SCADA Integration in the Dubai Fountain. *IEEE Conf. on Industrial Electronics*. 2020.
29. Singh H., Kumar P. Solar-Powered Water Feature Automation Using Pressure Regulators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 143. 111907. 2021.
30. ISO 4064.1.2024. Water meters for cold potable water and hot water. International Organization for Standardization.
31. Lin Cheng, Zhenbo Wang, Fanghua Jiang, Junfeng Li. Adaptive neural network control of nonlinear systems with unknown dynamics. *Advances in Space Research*. Volume 67. Issue 3. 2021. pp. 1114–1123.
32. Васильєв. А. М. Системи автоматичного керування. А. М. Васильєв. К. Вища школа. 2020. 315 с.
33. Горбаченко. О. І. Основи теорії автоматичного керування. навч. посібник. О. І. Горбаченко. Харків. ХНУРЕ. 2019. 268 с.

34. Пат. UA 126739 У. Автоматизована система керування фонтаном. І. І. Петренко. О. С. Литвиненко. заявник та патентовласник Нац. техн. ун.т України «КПІ». № u201707392. заявл. 12.07.2017.
35. Годун. В. Д. Водяні фонтани та музичні шоу. керування та проектування. В. Д. Годун. К. Техніка. 2018. 172 с.
36. Hu. Y.. Zhang. W. Design of a smart fountain control system based on Arduino. International Journal of Automation and Control. 14(2). pp. 123–131. 2023.
37. Li. Q.. Wang. M. Application of PLC technology in modern musical fountain systems. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. 36(4). pp. 3563–3570. 2021.
38. Wang. Y.. Liu. L. Adaptive control strategies for energy.efficient operation of interactive fountains. Energy Reports. 7. pp. 3101–3112. 2024.
39. MathWorks Simulink Examples. Fountain Control Using PID. URL: <https://www.mathworks.com/help/simulink/examples.html> (дата звернення: 18.04.2025).
40. Корпус металевий ІЕК ЩМП-6-0 36 УХЛЗ 1200×750×300мм IP31. URL: <https://axiomplus.com.ua/ua/boksy-i-schity-s-montazhnoj-panelyu/product-37179> (дата звернення: 14.05.2025).

## **ДОДАТКИ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник Васенков Ілля Романович

Тема: Автоматизований пристрій керування фонтаном

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 65

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробка автоматизованого пристрою керування фонтаном, який використовується для керування роботою двома відцентровими насосами, шляхом розробки алгоритму взаємодії програмованого логічного контролера із асинхронними двигунами в реальному масштабі часу.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі були розглянуті основні аспекти функціонування фонтанних систем, проведено аналіз літературних джерел і патентної документації, виявлено сучасні технічні рішення для автоматизованого керування фонтанами. Особливу увагу приділено особливостям реалізації водних, світлових і музичних ефектів на базі програмованих логічних контролерів. У другому розділі розроблено структурну схему автоматизованого пристрою керування фонтаном, обґрунтовано вибір основного обладнання, зокрема програмованого логічного контролера Siemens S7-1200, засобів комутації, датчиків, виконавчих механізмів та пульта дистанційного керування. Створено принципову електричну схему, що забезпечує повноцінне функціонування системи у різних режимах роботи. У третьому розділі розроблено програмне забезпечення автоматизованого пристрою керування фонтаном у середовищі ПІА Portal V17. Реалізовано логіку запуску та зупинки системи, керування насосами з урахуванням станів датчиків і таймерів, а також аварійне вимкнення при нестандартних ситуаціях. Програма протестована на логічному рівні з урахуванням безпечної та ефективної експлуатації об'єкта.

4. Позитивні сторони роботи: Розроблений автоматизований пристрій керування фонтаном має високу функціональність, енергоефективність, надійність та відповідність сучасним вимогам до автоматизованих систем.

5. Негативні сторони роботи: не виконано порівняння розробленого автоматизованого пристрою керування фонтаном із відомими автоматизованими пристроями керування фонтанами.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,00/5)

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

Мішан Віктор Володимирович,  
доцент кафедр ТМІТ

"21" червня 2025 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР  
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Васенкова І. Р.

---

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курс, групи АКІТс-22-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

02.06.2025

дата



підпис

## Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 2.0%

Dictionaries check: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Errors in the documents: 7%

ID: 247177 Title: БКР Автоматизований пристрій керування фонтаном Added in a DB: 2025-06-20 Authors: Ілля ВАСЕНКОВ Heads: Валерій МАРТИНЮК Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	58279	505	1173 (2%)	16 (3%)

### Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

## Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

**Автор:** Ілля ВАСЕНКОВ

**Співавтор:**

**Назва:** Васенков на антиплагіат

**Експерт:**

**Підрозділ:** Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

**Коефіцієнт подібності 1:** 3.1%

**Коефіцієнт подібності 2:** 1.1%

**Мікропробіли:** 17

**Заміна букв:** 4

**Інтервали:** 0

**Білі знаки:** 2

**Дата створення звіту:** 2025-06-20 17:02:46.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-06-21



Доцент Микола Федула

Дата

експерт

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВаних ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
РОБОТОТЕХНІКИ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Автоматизований пристрій керування фонтаном

Автор: Васенков Ілля Романович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Мартинюк Валерій Володимирович, доктор технічних наук, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальнозживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 3,1% і адресується до 13 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Валерій МАРТИНЮК