

Хмельницький національний університет  
Кафедра автоматизацій, комп'ютерно-інтегрованих  
технологій і телекомунікацій

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Освітній рівень бакалавр

На тему: «Пристрій автоматичного підтримання рівня води у ємностях»

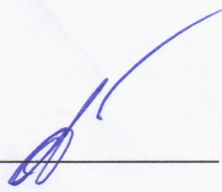
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Шифр 2017/030

Виконав: студент 4 курсу гр. АКІТ-17-1



Середа І.І.

Керівник, к.т.н., доцент



Федула М.В.

Нормоконтролер



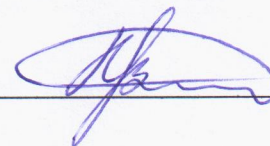
Коршак Л.О.

До захисту допускаю:

Зав. кафедри автоматизацій,

комп'ютерно-інтегрованих технологій

і телекомунікацій



Мартинюк В.В.

22 06 2021 р.

Хмельницький 2021

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра Автоматизацій, ком'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій

Освітній рівень Бакалавр

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

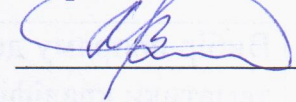
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Затверджую

Завідувач кафедри

Мартинюк В.В.



## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту 4 курсу гр. АКІТ-17-1 Середі І.І.

1. Тема проекту (роботи) Пристрій автоматичного підтримання рівня води у ємностях

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент Федула М.В.

Затверджено наказом ректора університету від 05.02.2021 р. №11

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру: 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування



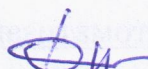

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області, проектування систем автоматизації, апаратна реалізація.

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

Функціональна схема пристрою автоматизованого підтримання рівня води

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

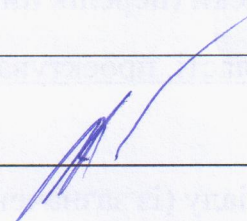
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Корецька Л.О., к.т.н., доцент		
Антиплагіат	Федула М.В., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 11.01.2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

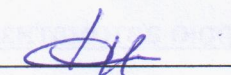
№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2021	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2021	виконано
3	Робота над розділом 1 – Дослідження предметної області	01.03.2021	виконано
4	Робота над розділом 2 – Проектування систем автоматизації	01.04.2021	виконано
5	Робота над розділом 3 – Апаратна реалізація	15.04.2021	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2021	виконано
7	Попередній захист ВКР	03.06.2021	виконано
8	Захист ВКР на засідання ЕК	Червень 2021 року	виконано

Студент



Середа І.І.

Керівник роботи



Федула М.В.

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій автоматичного підтримання рівня води у ємностях».

Автор роботи: Середя Ілля Ігорович.

Керівник роботи: Федула Микола Васильович.

Пояснювальна записка: 63 стр., 35 рисунків, 5 таблиць, 20 джерел, 1 додаток

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів

### ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ РІВНЯ ВОДИ У ЄМНОСТЯХ

Метою роботи є розробка пристрою автоматичного підтримання води у ємностях.

У цій роботі розроблено пристрій автоматичного підтримання води у ємностях, який широко використовується в технологічних процесах виробництва де проведено аналіз існуючих методів таких як поплавковий, ємнісний і кондуктометричний. Кондуктометричний метод переважає відносно інших по конструкції і надійності роботи. Розроблено структурна схема пристрою, враховуючи режим плавного пуску двигунів насосів, розроблено принципову електричну схему, алгоритм, розраховано надійність роботи та потужність спотворення, проведена розробка конструктивних рішень побудови пристрою, де показано можливості розширення кількості об'єктів керування.



Середя І.І.

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1 ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ РІВНЯ ВОДИ .....	8
1.1 Датчики рівня води – вимір і контроль рівня води в ємностях .....	11
1.2 Сигналізатори граничного рівня води .....	12
1.3 Датчики рівня ОВЕН кондуктометричного типу .....	12
1.4 Одноелектродні датчики рівня .....	15
1.5 Багатоелектродні датчики рівня .....	15
1.6 Висновок до першого розділу .....	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ .....	18
2.1 Принцип роботи кондуктометричного способу вимірювання рівня рідини .....	18
2.2 Розробка схеми функціональної .....	19
2.3 Розробка схеми структурної .....	21
2.4 Розробка схеми електричної принципової .....	23
2.4.1 Блок живлення постійного струму 24В .....	24
2.4.2 Блок узгодження давачів .....	26
2.4.3 Логічний модуль .....	28
2.4.4 Плавний пуск .....	30
2.4.5 Схема підключення двигунів .....	33
2.4.6 Блок індикації .....	36
2.5 Обрання конструктиву схеми електричної принципової .....	39
2.6 Оцінка надійності пристрою .....	43
2.7 Висновок до другого розділу .....	47
РОЗДІЛ 3 ОПИС ЛОГІКИ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ .....	48
3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою .....	48
3.2 Розробка конструктивних рішень побудови пристрою .....	62
3.3 Висновок до третього розділу .....	59
ВИСНОВКИ .....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	61
ДОДАТОК А. Презентаційні матеріали .....	63

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Середа ІІ		<i>[Підпис]</i>	23.06.25	Літ.	Лист	Листів
Перевір.	Федула М.В.		<i>[Підпис]</i>			4	63
Н. Контр.	Корецька ЛО		<i>[Підпис]</i>	23.06.25	<b>ХНУ</b>		
Затв.	Марчишин В.В.		<i>[Підпис]</i>	23.06.25			

Пристрій автоматичного підтримання  
рівня води у ємностях  
Пояснювальна записка

## ВСТУП

Потреба людини в воді достатньо висока. Тому проблема водопостачання та її правильне і безпечного використання постає досить гостро.

З появою автоматизації процесів з'являється можливість зменшення участі людини в різноманітних технологічних процесах. Однією з задач автоматизації є задача підтримання рівня води в різного типу ємностях.

Для створення автономного водопостачання необхідно автоматизувати процес заповнення водою ємностей. Цю проблему вирішує система автоматичного підтримання рівня води в ємності, яка повинна бути ефективна і зручна у керуванні.

### Датчики рівня

Процес виміру рівня води здійснюється за допомогою контактних або безконтактних датчиків.

Контактні датчики контактують на пряму з рідиною, а безконтактні отримують інформацію про рівень води в ємності дистанційним безконтактним чином використовуючи методи виміру такі як, наприклад, ємність, електропровідність, щільність та інші [1]

По принципу дії датчики можна розділити на 5 видів:

- поплавковий;
- електродний;
- гідростатичний;
- ємнісний;
- радарний.

Поплавковий, електродний та гідростатичний це контактні датчики, так як вони на пряму взаємодіють з рідиною, а аналогічно ємнісний і радарний – безконтактні.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

### Поплавковий датчик рівня

Поплавковий датчик є конструктивно простим за виконанням елементом поплавкової системи яка знаходиться на поверхні води. Поплавок своїм рухом приводить до замикання контактів механізму контролю. Точність показань сигналізатора на пряму залежить від кількості контактів, які знаходяться на шляху руху поплавка.

### Електронний датчик рівня

Електронний датчик рівня працює по принципу електричної провідності рідини і є дискретним.

Принцип роботи його наступний. Три електроди різної довжини занурені у рідину. Коли рівень рідини високий, між електродами діє сила опору рідини і подача рідини у резервуар припиняється. Як тільки рівень рідини опускається, середній датчик висушується, сила опору рідини зменшується і починається подача рідини у резервуар.

За необхідності кількість датчиків можна збільшити шляхом додання додаткових електродів і відповідних каналів контролю.

### Гідростатичний датчик рівня

Принцип роботи гідростатичного датчика рівня полягає у наступному. Відкрита трубка у якій вмонтовано сенсорний датчик тиску. При збільшенні рівня рідини у трубці змінюється його висота, а відповідно і тиск на сенсорний датчик.

Системи такого типу використовуються як для автоматичного, так і для дистанційного керування рівнем рідини.

### Ємнісний датчик рівня

Принцип роботи ємнісного датчика рівня наступний. Конденсатор, ємність якого залежить від діелектричної проникності навколишнього середовища. В разі якщо біля конденсатора знаходиться рідина, його електрична ємність становить одне значення, якщо ж знаходиться повітря – то інше. Система контролю здійснює вимір електричної ємності

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

конденсатора і виконує наступні дії. Даний спосіб є дискретним і слугує лише для контролю за певним рівнем рідини.

#### Радарний датчик рівня

Відмінність використання радарних датчиків рівня полягає у відсутності контакту з робочим середовищем. Датчики знаходяться на відстані від рідини, рівень якої необхідно контролювати на достатньо великій відстані. Це дозволяє використовувати даний тип датчиків у контролі рівнів небезпечних рідин (ядовиті, високотемпературні).

Принцип роботи радарного датчика полягає у наступному. Передавач та приймач містяться в одному корпусі. Передавач випромінює різного типу сигнали, а відповідно приймач їх приймає і відраховує проміжок часу між переданим та прийнятим імпульсами сигналів.

Такими сигналами можуть бути: радіовипромінювання, звукові випромінювання, світлові випромінювання. Точність радарних датчиків рівня є досить високою і сягає міліметрів.

Єдиним недоліком використання такого типу датчиків є, насамперед, їх конструктивна складність, а також суттєва собівартість.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

# РОЗДІЛ 1

## ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ РІВНЯ ВОДИ

Контроль рівня води чи іншої рідини є важливою і поширеною задачею в промисловості. Організація систем контролю рівня води вимагає кваліфікованого персоналу і знання сучасного ринку приладів.

Такі системи відрізняються один від одного в залежності від завдань виробництва. В одних випадках потрібно безперервно контролювати рівень, а в інших тільки певні контрольні значення (наприклад, заповнення та спустошення резервуара). Окремо стоять системи підтримки конкретних параметрів в системі окрім рівня. Це можуть бути тиск, температура або концентрація речовин.

У системах також може бути присутнім виконавчий механізм для регулювання рівня. У системах контролю рівня води цю роль часто виконує насосне обладнання. Типова система з готовим рішенням у вигляді насосного модуля представлена на рисунку 1.1.

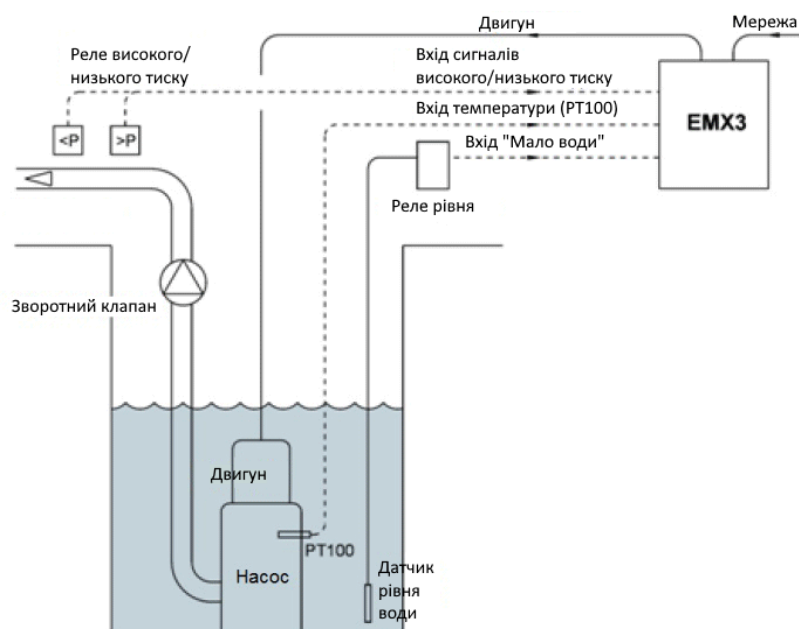


Рисунок 1.1 - Система у вигляді насосного модуля

					КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

EMX3 - пристрій плавного пуску [2], в якому реалізовані необхідні функції управління такою системою. Замість нього також використовуються УПП CSX, CSX-і або перетворювачі частоти, в тому числі спеціальні. Температуру вимірює РТ1000 [3], а рівень води датчик поплавкового типу. Це можуть бути, наприклад, АТ 120 [4], NivoMAG [5] чи інші поплавкові датчики рівня. Перший датчик найкраще підходить для роботи в інтенсивних режимах. Також добре підходять на цю роль датчики інших типів, наприклад IFM [6].

Простіші системи з використанням простих поплавцевих датчиків (рисунок 1.2, 1.3):

1. Управління рівнем рідини за допомогою включення / відключення насоса.
2. Регулювання рівня рідини / води в відведеному діапазоні граничних значень.
3. Проста аварійна сигналізація.
4. Контроль рівня за допомогою двох датчиків.

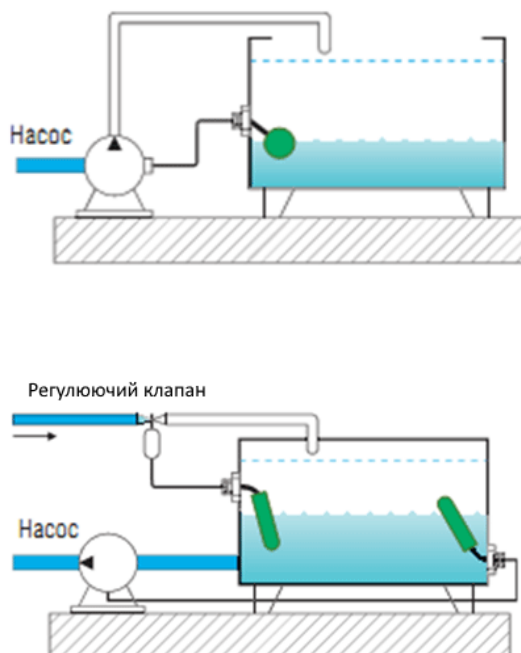


Рисунок 1.2 - Системи з використанням простих поплавцевих датчиків

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

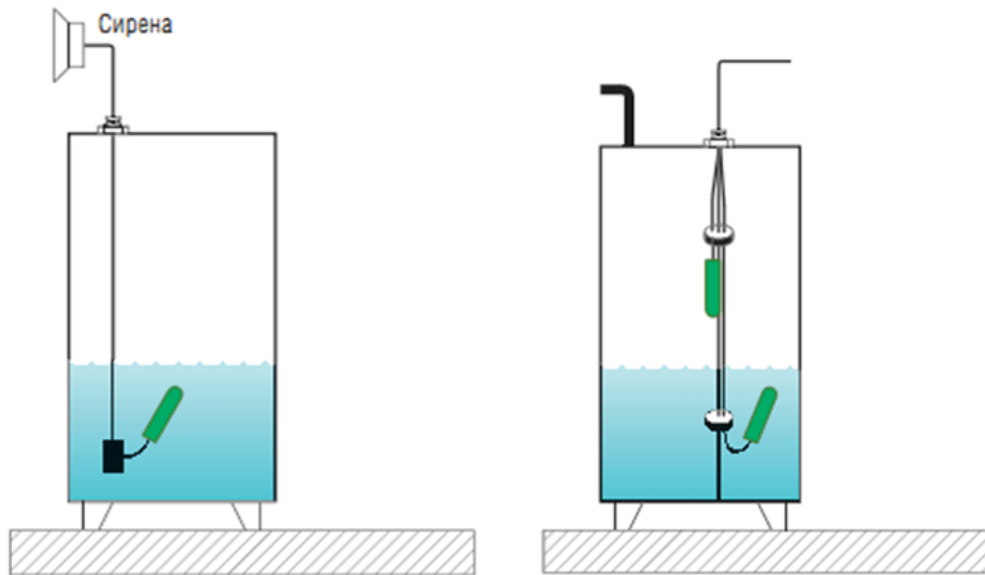


Рисунок 1.3 - Системи з використанням простих поплавцевих датчиків

У систем, що регулюють великий обсяг і рівень рідини, в якості елементів визначення рівня і передачі сигналу в ПЛК, УПП, ПЧ або до виконавчого елементу, використовуються гідростатичні рівнеміри й сигналізатори.

У підсумку, типовий склад системи контролю рівня води включає в себе:

1. Резервуар, об'єкт, в якому контролюється рівень.
2. Датчик вимірювання рівня. у простому випадку - сигналізатор, в складному - рівнемір, іноді з функціями приладів з пункту 4 рекомендації по вибору датчиків рівня.
3. Виконавчий елемент. насос, клапан або схожий пристрій. може бути відсутнім.
4. Керуючий, обчислювальний елемент. це може бути контролер (ПЛК), пристрій плавного пуску, перетворювач частоти. іноді може бути відсутнім.
5. Додаткові датчики для моніторингу інших параметрів.

Окрім контролю рівня води / рідини може знадобитися моніторинг сипучих продуктів. Принцип організації системи тут схожий, основна відмінність полягатиме в пункті 2.

Типова система контролю рівня сипучих продуктів з використанням ємнісних датчиків RF3000 [7] відображена на рисунку 1.4.

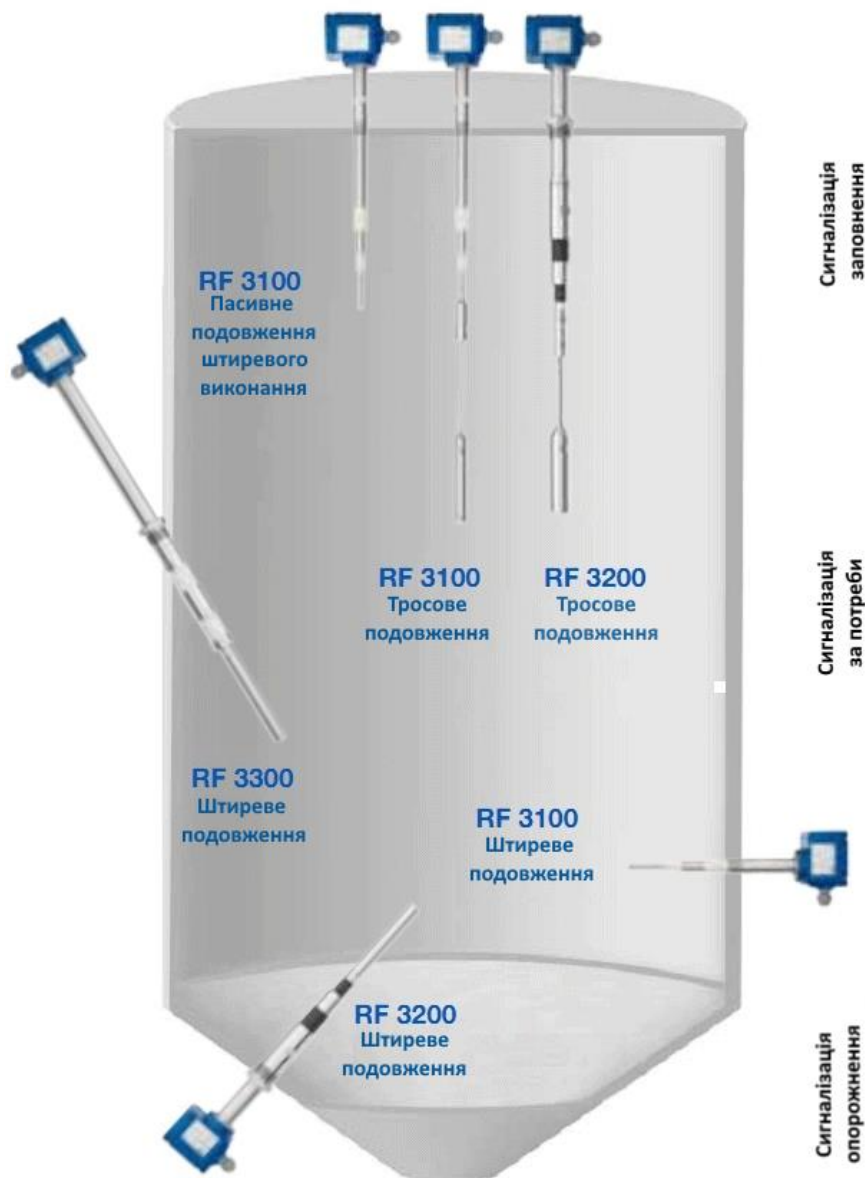


Рисунок 1.4 - Система контролю рівня сипучих продуктів з використанням ємнісних датчиків RF3000

## 1.1 Датчик рівня води - вимір і контроль рівня води в ємностях

Застосування датчиків рівня води, насправді, набагато ширше, ніж здається на перший погляд. Вони використовуються для вимірювання рівня води в ємностях різного типу і призначення. Розрізняють:

1. Сигналізатор граничного рівня води.
2. Рівнеміри для безперервного вимірювання рівня води.
3. Індикатори рівня води.

Вода використовується повсюдно, як в побуті, так і на виробництві. І всюди виникає необхідність контролювати її рівень, оскільки перелив або спустошення ємності може призвести до серйозних негативних наслідків.

Вимірювати рівень можна або постійно за допомогою рівнемірів і індикаторів рівня, або точково, використовуючи сигналізатори граничного рівня.

Як вибрати прилад для вимірювання рівня води? Датчики вимірювання рівня води застосовуються для вимірювання її кількості в умовному баку. У нашому каталозі понад 30 видів датчиків контролю рівня води. Чи готові проконсультувати, тому що важливо не помилитися у виборі.

Основним критерієм підбору є умови експлуатації. Також слід враховувати, які саме дані необхідно контролювати (досягнення водою конкретної точки, безперервне вимірювання рівня та ін.), розмір і призначення ємності, можливості монтажу датчика і т.п.

## 1.2 Сигналізатори граничного рівня води

Коли виникає або зникає контакт із середовищем, дані пристрої сигналізують про досягнення граничного рівня. Сигналізатори використовуються для запобігання переливу ємності / сухого ходу насоса,

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

підтримки заданого рівня води в встановлених межах, а також в якості попереджувальної сигналізації.

### 1.3 Датчики рівня ОВЕН кондуктометричного типу

Компанія ОВЕН серійно виготовляє сигналізатори і рівнеміри кондуктометричного і поплавкового типів для контролю рівня рідин у відкритих і закритих резервуарах. Основна відмінність рівнеміра від сигналізатора полягає в безперервному вимірі рівня, а не тільки його граничних значень. Датчики ОВЕН відрізняються простотою монтажу, надійністю вимірювань, механічною міцністю і доступною ціною, вони можуть встановлюватися в технологічних ємностях і товарних резервуарах будь-якої форми і розміру.

Датчики рівня кондуктометричного типу (рис. 1.5) призначені для захисту від переповнення ємностей, запобігання роботи насосів від «сухого» ходу, контролю одного або декількох рівнів електропровідних рідин (більше 0,2 см / м). До таких рідин відносяться розчини кислот і лугів, розчини солей, вода, харчові продукти та ін. Датчики не придатні для роботи з клейкими і діелектричними рідинами.



Рисунок 1.5 - Датчик рівня кондуктометричного типу

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Принцип дії датчиків заснований на вимірюванні опору середовища. Електрод визначає поточний рівень рідини. У металевих резервуарах корпус може служити загальним електродом. Решта електродів є сигнальними, їх кількість відповідає числу контрольованих рівнів. У неметалічних резервуарах кількість електродів повинна бути на одиницю більше числа контрольованих рівнів, оскільки один з них служить загальним електродом (рис. 1.6). Його довжина повинна бути максимальною по відношенню до решти електродів, а робоча частина повинна перебувати в постійному контакті з рідиною.

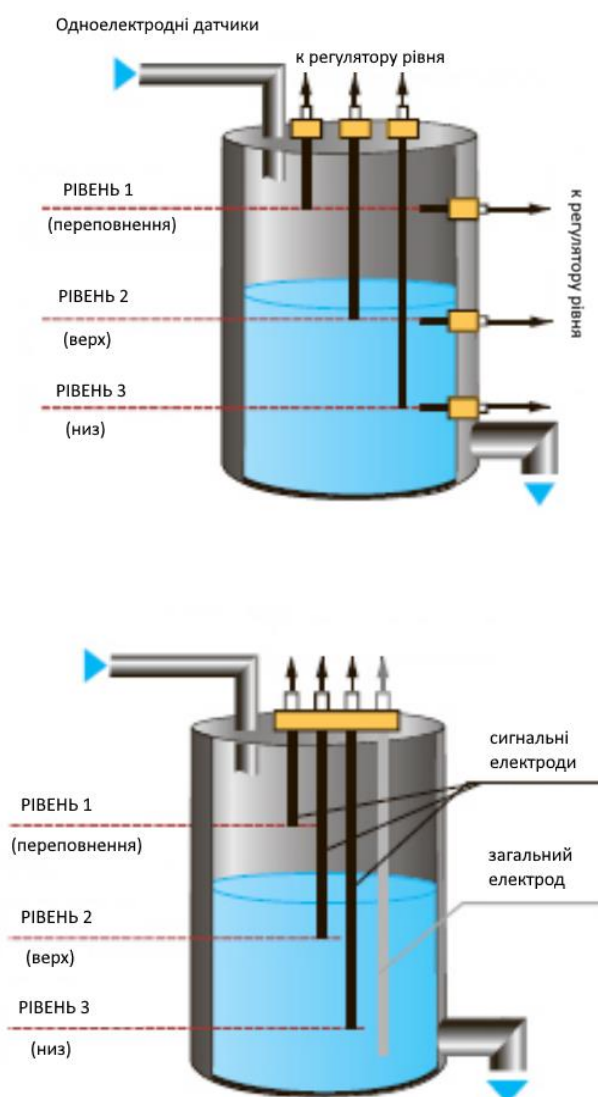


Рисунок 1.6 - Застосування кондуктометричних датчиків рівня

Переваги кондуктометричних датчиків ОВЕН:

- компактність;
- зручне кріплення різьбовим з'єднанням (ДС);
- виключення накладення електродів (ДСП.3, ДУ);
- герметичність клемного з'єднання (ДС);
- зручне підключення проводів гвинтовим з'єднанням;
- вигідне співвідношення ціна / якість.

Кондуктометричні датчики бувають одно- і багатоелектродними.

#### 1.4 Одноелектродні датчики рівня

Одноелектродні кондуктометричні датчики рівня ОВЕН ДС [8] (табл. 1) можуть застосовуватися в резервуарах відкритого і закритого типу при температурі середовища не вище 240 °С.

Універсальний датчик ДС.ПВТ [9] пропонується на заміну ДС.К і ДС.1 [10], він призначений для роботи з надлишковим тиском до 2,5 МПа, наприклад, в котлоавтоматиці. ДС.ПВТ має три типи приєднувальних різьб: М18х1,5; М20х1,5; G1 / 2.

Електроди датчиків ДС з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т мають довжину: 0.5, 1.0, 1.95, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 м.

Стрижень 1,95 м з адаптером має різьблення з двох сторін, що дозволяє нарощувати довжину до 10 м. Розбірна конструкція датчика забезпечує зручність транспортування.

#### 1.5 Багатоелектродні датчики рівня

Багатоелектродні датчики рівня серії ОВЕН ДУ (табл. 2) призначені для сигналізації рівнів рідини (неагресивним до матеріалу датчика) в резервуарах відкритого типу.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Три-, чотири- і п'ятиелектродні датчики (ДУ.3, ДУ.4, ДУ.5) довжиною 0.5, 1.0, 1.95, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 м контролюють до п'яти рівнів в металевих резервуарах, до чотирьох рівнів - в резервуарах з діелектричних матеріалів.

Трьохелектродний датчик ДСП.3 призначений для сигналізації двох-трьох рівнів рідини. Датчик може встановлюватися в резервуарах відкритого і закритого типу та комплектується стрижнями, як і однорівневі. ДСП.3 кріпиться за допомогою нарізного сполучення.

Таблиця 1 - Модифікації і основні параметри одноелектродних датчиків

Модифікація	ДС.ПВТ	ДС.2	ДС.П
Робочий надлишковий тиск, не більше, МПа	2,5	0,25	0,1
Температура середовища, не більше, °С	240	100	

Таблиця 2 - Модифікації і основні параметри багатоелектродних датчиків

Модифікація	ДСП.3	ДУ.3	ДУ.4	ДУ.5
	3	3	4	
Робочий надлишковий тиск, не більше, МПа	2	-		
Температура середовища, не більше, °С	100	85		

## 1.6 Висновок до першого розділу

При виборі методу фіксації рівня води розглядаються три найбільш поширених методи: поплавковий, ємнісний, кондуктометричний.

Поплавковий метод не задовільняє наші потреби за рахунок низької надійності рухомих електричних контактів при переміщенні їх дорого та до низу, а також забезпеченні їх герметичності.

Ємнісний метод є більш надійним але складним бо потребує електронні перетворювачі змінної ємності в частоті коливань яка пропорційна величині рівня заповнення резервуара в цифровий код який відповідає рівню заповнення речовини в резервуарі.

Обрано кондуктометричний метод виміру рівня так як він є простим і складається з електродів занурених в резервуар, за допомогою яких визначається рівень води. Кондуктометричні датчики відрізняються простотою, надійністю вимірювань, механічною міцністю і конкурентною ціною.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

#### 2.1 Принцип роботи кондуктометричного способу вимірювання рівня рідини

Для вірної розробки схеми електричної принципової та підбору комплектуючих для виконання поставленого перед пристроєм завдання, розглянемо принцип кондуктометричного способу вимірювання рівня рідини. В основі принципу полягає у проходженні струму у провідних рідинах. Таким чином, для знаходження рівня рідини достатнім є використати електроди які занурені у рідину, між якими проходить струм поки вони занурені у рідину. У разі зменшені рівня води нижче рівня електродів, провідність зменшується менше рівня при якому проходить струм. Отже, для побудови системи визначення рівня рідини, достатнім є використати два електроди: нульовий і сигнальний, а також пристрій який подавав би на ці електроди постійну напругу та вимірював струм що проходить між ними. У разі зменшення струму менше заданого, такий пристрій повинен сигналізувати про це або появою постійного рівня на виході, або замикання релейного контакту. Це потрібно для підключення до виходу пристрою різних виконавчих пристроїв: сигналізаційних пристроїв, виконавчих пристроїв.

Схема розташування електродів наведена на рис. 2.1.

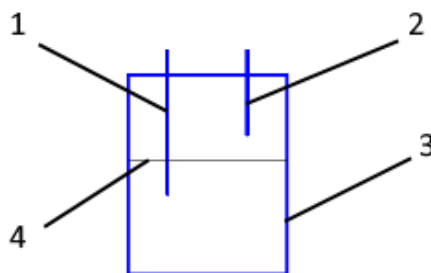


Рисунок 2.1 - Схема розташування електродів

					КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

Відповідно до схеми (рис. 2.1) 1 - один електрод (нульовий) повинен мати довший розмір, 2 - другий електрод (сигнальний, коротший), 3 – резервуар, 4 – рівень води. Причому розмір сигнального електроду повинен мати розмір, кінцева точка якого визначає мінімальний рівень що є дозволеним.

Якщо ємність у якій потрібно контролювати рівень рідини є провідною (металевою), то нульовим електродом може служити корпус ємності.

## 2.2 Розробка схеми функціональної

Пристрій автоматизованого підтримання рівня води необхідний для забезпечення безперебійної роботи технологічного процесу охолодження екструдерів виготовлення штучної нитки. Для цього використовується підготовлена (очищена) вода яка запобігає утворенню накипу на охолоджуючих елементах технологічного обладнання.

На функціональній схемі зображено об'єкти автоматичного регулювання, це резервуари 1,2,3 ємністю 20 м<sup>3</sup> які містять певний рівень води. Кондуктометричні давачі рівня води 4,5,6 фіксують положення рівня води. По магістралі 18 поступає підготовлена вода до насосів 7,8,9. В разі зниження в одному або в декількох резервуарах рівня води нижче заданого (датчика) пристрій автоматичного підтримання рівня води видає сигнал включення відповідних електронасосів 7,8,9 і одноразово видається сигнал на пульт управління, де загорається сигнальна лампа відповідно резервуару де проводиться підкачка води, одночасно видається звуковий сигнал електричним дзвінком 17.

При досягненні рівня води у відповідному резервуарі спрацьовує відповідний датчик рівня і пристрій автоматичного рівня води відключає відповідний насос підкачки води в резервуар.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

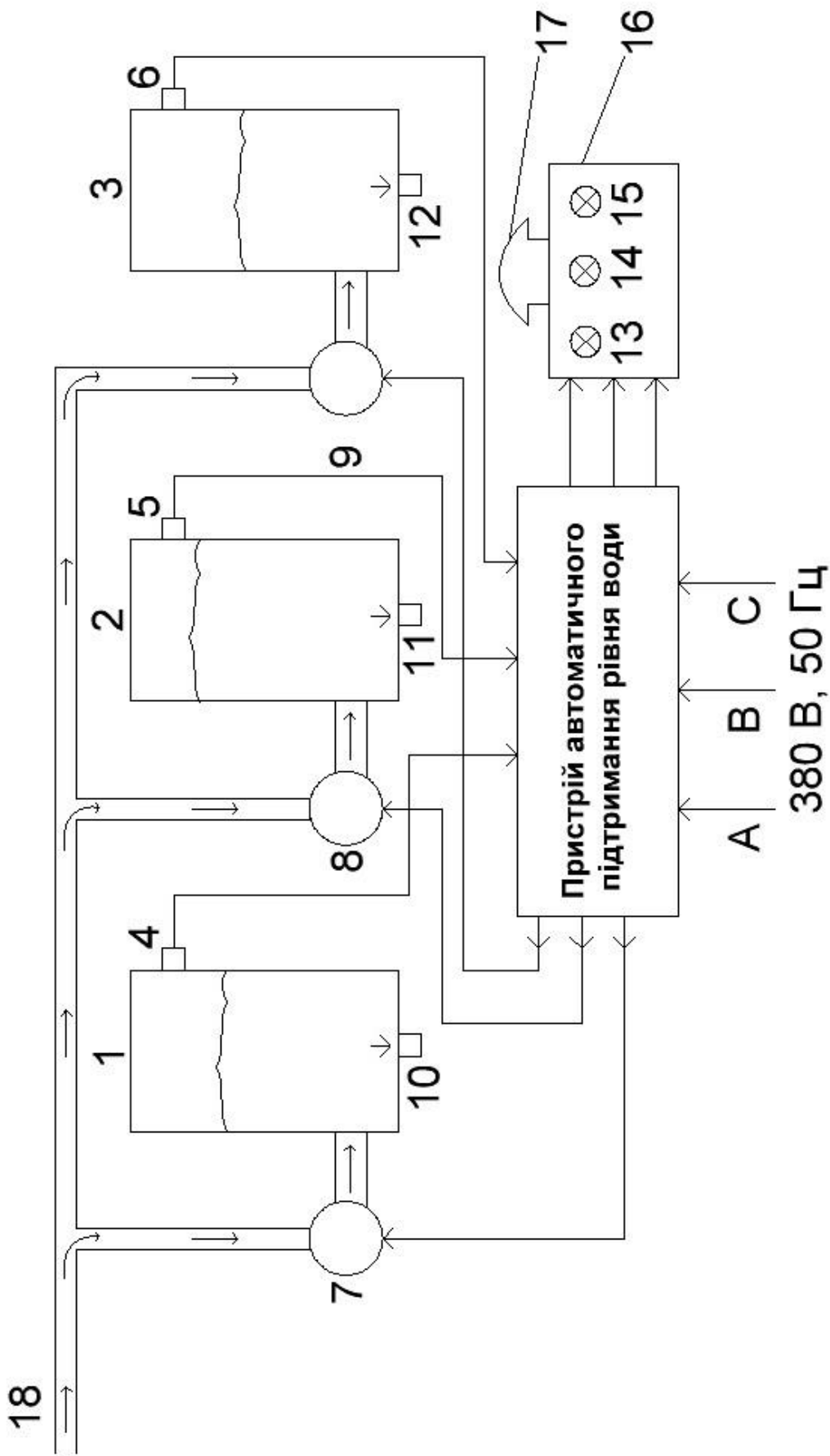


Рисунок 2.2 - Функціональна схема пристрою автоматизованого підтримання рівня води у ємностях 1,2,3 – резервуари, 4,5,6 – датчики рівня, 7,8,9 – насоси, 10,11,12 – виходи до екструдерів, 13,14,15 – сигнальні лампи, 16 – пульт управління, 17 – дзвінок електричний, 18 – магістраль підготовленої води

18 – магістраль підготовленої води

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ

Лист

20

## 2.3 Розробка схеми структурної

Схема структурна складається з наступних блоків:

- вхідних елементів силової мережі змінного струму 380В, 50Гц;
- блок живлення постійного струму 24В;
- блок узгодження давачів;
- логічний модуль;
- плавний пуск;
- три пристрої захисту двигунів;
- три контактори;
- три водяні насоси;
- три давачі рівня;
- блок індикації.

Усі структурні елементи пристрою пов'язані між собою наступним чином. Введення трифазної напруги змінного струму 380В, 50Гц відбувається через блок входу силової мережі. Далі одна фаза з цієї напруги подається на блок живлення для отримання постійної напруги 24В. Ця напруга подається на модуль узгодження давачів, логічний блок. До блоку узгодження давачів підключені кондуктометричні давачі.

Виходи модуля узгодження давачів підключені до логічного модуля. Логічний модуль подає сигнал включення на плавний пуск. Також на плавний пуск підключені три фази силової мережі. З плавного пуску силові виходи подано на входи пристроїв захисту двигуна. Виходи пристроїв захисту двигуна підключено до контакторів. А силові виходи контакторів підключено до двигунів водяних насосів. Котушки керування контакторів підключено до логічного модуля. Також логічний модуль підключено до блоку індикації.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

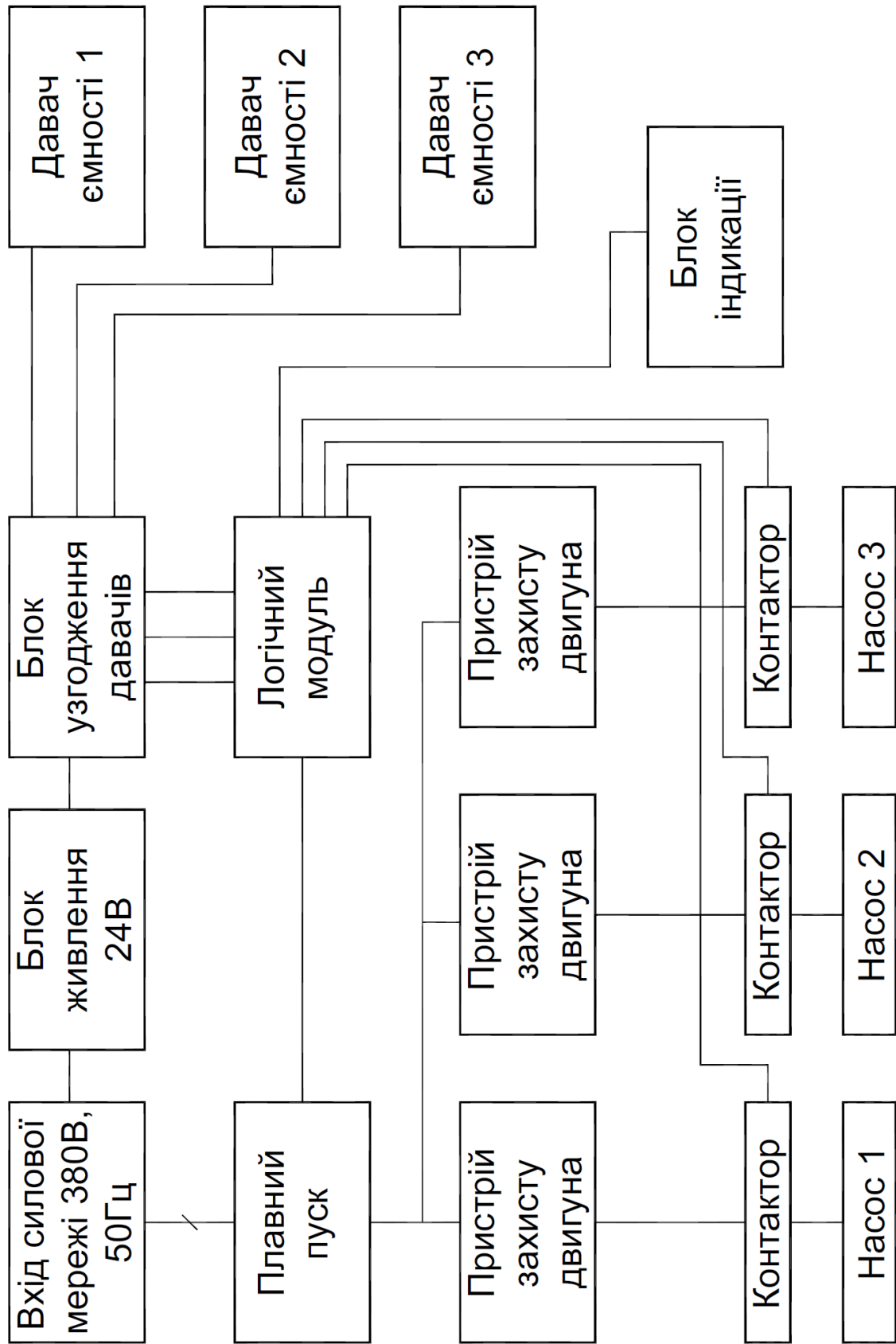


Рисунок 2.3 - Структурна схема пристрою автоматизованого підтримання рівня води у ємностях

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ

Лист

22

За запропонованою схемою електричною структурною необхідно розробити схему електричну принципову.

#### 2.4 Розробка схеми електричної принципової

Для розробки схеми електричної принципової оберемо відповідні елементи схеми, проаналізуємо їх технічні характеристики та обґрунтуємо їх конструктивні особливості.

Вхідні елементи силової мережі змінного струму 380В, 50Гц представляють вхідні клеми підключення силової мережі та заземлення. Також автоматичного вимикача, струм якого підібрано таким чином щоб захищати схему від короткого замикання, а також блок вставок плавких. Схема вхідних кіл представлена на рис. 2.4.

Вхідний автомат і вставки плавки обираються виходячи із їх технічних характеристиках. Одними із найбільш надійних пристроїв є вироби фірми Siemens. Тому виберемо пристрої даної фірми. Модульний автоматичний вимикач фірми Siemens відносяться до серії Sirius 5SL. Обираємо 5SL6325-6 [11] він захищає до 25А. Обираємо запобіжники 3NC1038 Sitor [12], які складаються із тримача і власне запобіжника. Захисний струм 25А.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

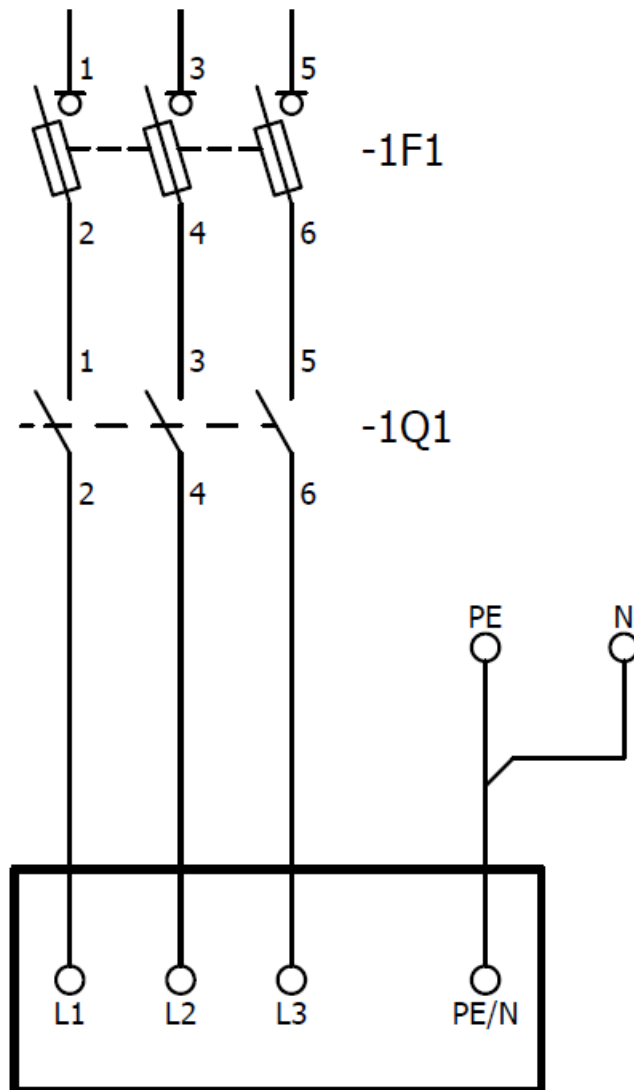


Рисунок 2.4 - Схема входних кіл

#### 2.4.1 Блок живлення постійного струму 24В

Позначення на схемі електричній принциповій блоку живлення наведено на рис. 2.5. Він живиться від мережі змінного струму 220В, 50Гц. Тому як пристрій, що розробляється, вводиться трифазна змінна напруга 380В, потрібно відвести, для подачі на вхід блоку живлення, одну лінію. Як правило це L1. На другий вхід подається потенціал N з клемної колодки.

На виході блоку живлення є по дві клеми на +24В і на 0В, для зручності розведення живлення по схемі.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

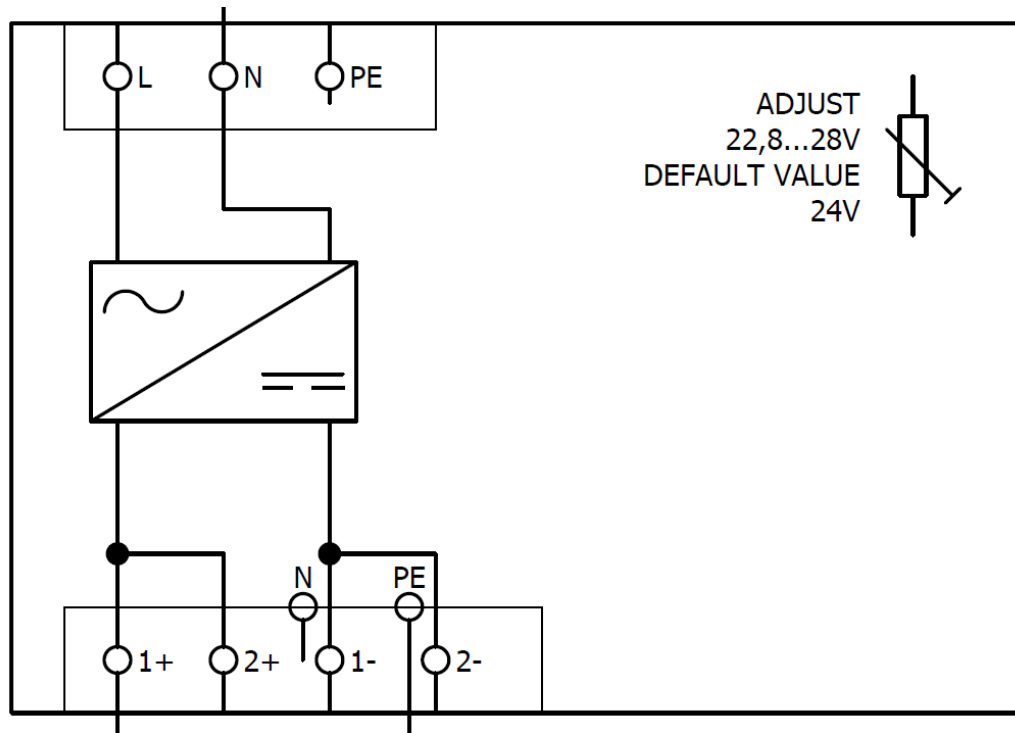


Рисунок 2.5 - Позначення блоку живлення на схемі

Так само виберемо блок живлення із лінійки продуктів виробництва фірми Siemens. Тому як планується застосування логічного модуля серії LOGO, тому доцільним є застосування блоку живлення із даної ж серії – LOGO Power.

Блоки живлення LOGO Power перетворюють вхідна напруга 115/230 В в вихідну напруга = 12 В або = 24 В, необхідне для роботи відповідних модулів сімейства LOGO або іншої апаратури. Всі типи блоків живлення дозволяють налаштовувати рівень вихідної напруги, забезпечують захист виходу від коротких замикань, допускають паралельне включення двох блоків живлення для збільшення вихідної потужності. Інтерфейсу підключення до внутрішньої шини логічного модуля в блоках живлення немає.

Більшість блоків живлення LOGO Power випускається в двох типорозмірах з вихідною потужністю 30 і 60 Вт. Блоки живлення з вихідною напругою = 24 В мають третій типорозмір з вихідною потужністю 90 Вт.

Виходячи із загальної потужності апаратури що буде підключена до мережі +24В, доцільним є застосувати блок живлення потужністю 60Вт. Номер такого блоку живлення: БЕР1 332-1SH43 [13].

#### 2.4.2 Блок узгодження давачів

Для опитування кондуктометричних давачів та обробки результатів контролю обираємо блок БКК1-220. БКК1 призначений для узгодження сигналів кондуктометричних датчиків рівня рідини з приладами, що мають дискретні входи (наприклад, ОВЕН ПЛК), а також для використання в якості самостійного приладу. Контроль рівня рідини здійснюється за допомогою кондуктометричних (Контролюючих електропровідність середовища) датчиків (зондів), які встановлюються користувачем на заданих умовами технологічного процесу відмітках: «Рівень 1», «Рівень 2», «Рівень 3» і «Рівень 4» [14].

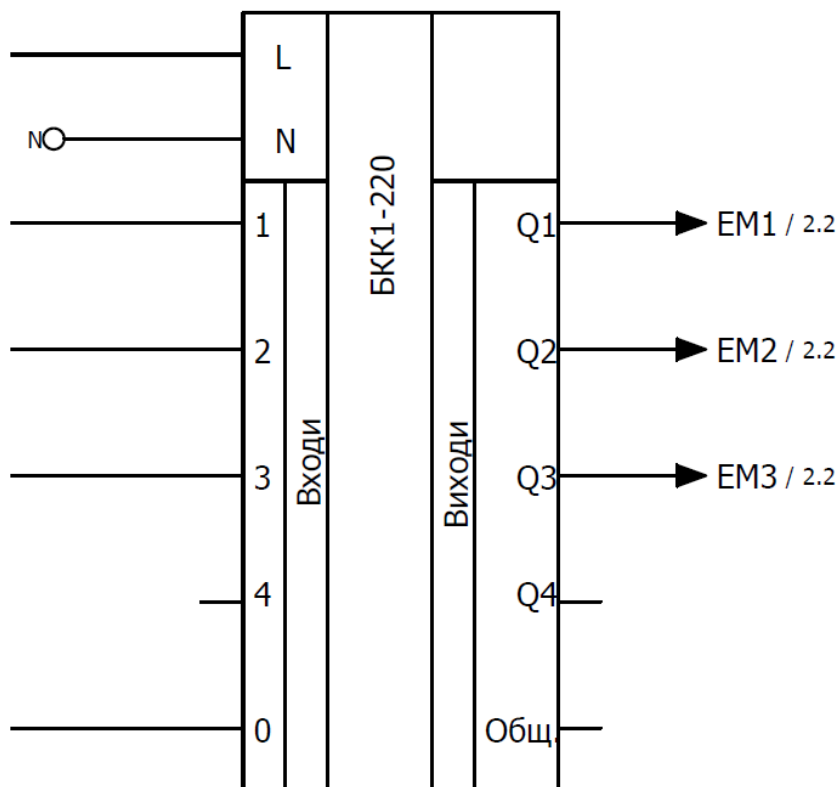


Рисунок 2.6 Позначення блоку узгодження давачів БКК1-220

Умовні позначення:

1. Світлодіоди червоного світіння «РІВЕНЬ», які сигналізують постійної засвіченням про спрацювання вихідного ключа при затопленні (датчик контактує з рідиною) кондуктометричних датчиків відповідних рівнів (всього 4 шт., марковані цифрами «1», «2», «3» і «4» на верхній частині корпусу).

2. Клемна колодка «ВИХОДИ», призначена для підключення зовнішніх пристроїв.

3. Клемна колодка «ВХОДИ», призначена для підключення кондуктометричних датчиків рівня.

4. Світлодіод зеленого свічення «МЕРЕЖА», слугує для індикації наявності напруги живлення.

5. Клемна колодка «МЕРЕЖА 220 В» і «МЕРЕЖА 24 В», призначена для підключення мережевого кабелю.

6. DIP-перемикач, призначений для перемикання порога спрацювання, залежно від електропровідності вимірюваного середовища.

Як датчики рівня застосовуються кондуктометричні зонди, які можуть бути використані для контролю рівня рідин, що володіють електропровідністю.

Кондуктометричні зонди найпростішої конструкції представляють собою ізольовані один від одного металеві електроди, виконані з корозійностійких матеріалів. Один з електродів є загальним для всіх каналів контролю. Він встановлюється в резервуарі так, щоб робоча частина електрода перебувала в постійному контакті з рідиною в усьому діапазоні контролю (від нижнього рівня до верхнього включно).

Проводиться підключення загального електрода датчика рівня до контакту блоку «Вхід 0 ». Решта електродів є сигнальними і підключаються до однойменних входів блоку (контакти «Вхід 1», «Вхід 2», «Вхід 3» і «Вхід 4»).

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

Для зменшення впливу зовнішніх перешкод рекомендується:

- все заземлюючі лінії прокладати по схемі «зірка», при цьому слід забезпечувати хороший контакт з заземлюючим елементом;
- все заземлюючі ланцюга виконувати якомога більше товстими проводами;
- при прокладці сигнальних ліній, в тому числі ліній «блок - датчик», їх довжину слід по можливості зменшувати і виділяти їх в самостійну трасу (або кілька трас), відокремлену (их) від силових кабелів;
- забезпечувати надійне екранування сигнальних ліній, при цьому екрани слід електрично ізолювати від зовнішнього обладнання на протязі всієї траси і приєднувати до гвинтового роз'ємну блоку 5 (рис. 3.1 і 3.2), клеми «Вхід 0»; при відсутності можливості ізоляції по всій трасі екран приєднується до загальної точки заземлення системи, наприклад, до заземленого контакту щита управління;
- блок слід встановлювати в шафі, всередині якого не повинно бути встановлено ніякого силового обладнання, при використанні металевої шафи, корпус шафи заземлювати;
- підключати блок до мережі живлення окремо від силового обладнання;
- встановлювати фільтри мережевих перешкод в лініях живлення блоку;
- з'єднання виходів БКК1-24 з входами зовнішнього обладнання проводити проводом довжиною не більше 3 м.

#### 2.4.3 Логічний модуль

Тому як блок БКК1-220 видає на релейний вихід сигнал в інверсному коді, а також необхідно забезпечити відповідну логіку роботи пристрою, потрібно застосувати логічний модуль що дозволить проводити обробку

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

вхідних сигналів та видавати сигнали на індикацію та керувати роботою насосів. Доцільним є застосування логічного модуля фірми Siemens – LOGO.

Універсальні логічні модулі LOGO є компактними функціонально закінченими приладами, призначеними для побудови найбільш простих програмованих пристроїв автоматичного управління. Кожен модуль оснащений набором вбудованих каналів введення-виведення, вбудованим інтерфейсом Ethernet, інтерфейсом підключення модулів розширення. Вбудоване програмне забезпечення модулів містить бібліотеки програмних блоків, орієнтованих на вирішення найпростіших завдань автоматизації.

Програмна реалізація алгоритмів управління і модульна конструкція дозволяють виконувати гнучку адаптацію модулів до вимог вирішуваних завдань у всіх секторах промислового виробництва та системах автоматизації будівель.

Області застосування:

- управління технологічним обладнанням (насосами, вентиляторами. Компресорами, пресами);
- управління дверима, воротами, тентами;
- системи опалення та вентиляції;
- управління зовнішнім і внутрішнім освітленням, а також освітленням рекламних щитів і вітрин;
- управління комутаційної апаратурою;
- конвеєрні системи;
- системи керування дорожнім рухом;
- судові і транспортні системи;
- Системи управління поливом рослин в оранжереях і теплицях.

Оберемо модуль 6ED1052-1CC08-0BA1 [15], виходячи із необхідної кількості входів і виходів. Даний модуль має в своєму комплекті дисплей і кнопки керування. Вони призначені для введення програми і контролювання параметрів роботи схеми.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		29

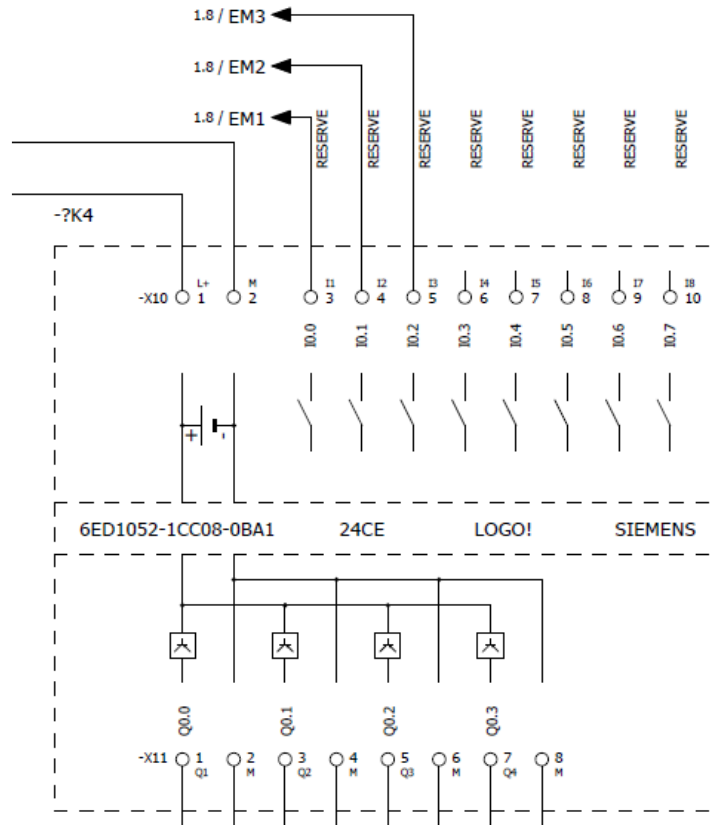


Рисунок 2.7 - Позначення логічного модуля LOGO

#### 2.4.4 Плавний пуск

Включення насосів рекомендується проводити за допомогою пристроїв які дозволяють плавно збільшувати потужність для уникнення кидків струму. Для виконання такої задачі призначені пристрої плавного пуску та частотні перетворювача. Застосування частотного перетворювача є недоцільним, тому як вони виконують широкий спектр задач. Пристрій плавного пуску є більш простим пристроєм, який плавно протягом певного часу збільшує потужність від заданої до максимальної. Усі ці параметри задаються під час монтажу та налагодження схеми.

Позначення плавного пуску на схемі показано на рис. 2.8.

Апарат плавного пуску SIRIUS 3RW. Пристрої плавного пуску Siemens 3RW40 [16] володіють такими ж перевагами, як і 3RW30 / 31 [17]. Однак дані моделі оснащені функціями, унікальними в даному діапазоні потужності:

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

напівпровідниковий захист від перевантаження двигуна і вбудований захист пристрою, регульовані обмеження струму і двофазний метод управління (баланс полярності). Пристрої плавного пуску Siemens 3RW40 є частиною модульної системи SIRIUS. В результаті цього, вони мають ідентичні розміри і схеми підключення. Завдяки своїм особливо компактним розмірам, пристрої плавного пуску SIRIUS 3RW40 в два рази менше в порівнянні з пристроями пуску «зірка-трикутник», тому вони займають мінімальний простір в шафі управління. Разом з контактором вони використовуються в якості без запобіжних пускових комбінацій для електродвигунів.

Електронні пускачі для плавного запуску Siemens 3RW30 / 31 з модульної системи SIRIUS: невеликі, недорогі і просто комбіновані з контакторами, силовими вимикачами і реле захисту від перевантаження SIRIUS.

Пристрої плавного пуску потужністю до 250 кВт (при 400 В) підходять для стандартного застосування в 3-фазних мережах і призначені для плавного пуску / зупинки 3-фазних асинхронних двигунів. Вони дозволяють уникнути кидків струму і крутного моменту, які виникають при використанні пристроїв пуску «зірка-трикутник».

Основні типові застосування: вентилятори, насоси, будівельні машини, преси, ескалатори, транспортери, системи кондиціонування повітря, складальні лінії, компресори та охолоджувачі, робочі механізми, мішалки, центрифуги

Пристрій плавного пуску Siemens 3RW40 оснащена оптимальними функціональними можливостями. Вбудована шунтуючого контактна система знижує втрати електроенергії під час роботи, в результаті чого складові елементи не перегріваються. За допомогою 4-крокової поворотного перемикача можна встановити час відключення при перевантаженні.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

Завдяки вбудованому захисту двигуна від перевантаження згідно ІЕС 60947-4-2 [18] немає необхідності у використанні додаткового реле перевантаження.

Це економить місце в шафах управління і спрощує монтаж фідера. Поряд з цим, вбудований захист в пристрої плавного пуску запобігає перегріванню тиристорів і подальше пошкодження силового модуля.

Існують також варіанти пристрою з можливістю підключення термістора, вбудованого в мотор для захисту від перегріву.

Завдяки настраюється обмеження струму, двигун надійно захищений навіть від раптового збільшення сили струму. Три світлодіода використовуються для відображення режиму роботи, можливих помилок, неприпустимого часу відключення (класу спрацьовування), обриву фази, відсутності навантаження, перегріву або несправності пристрою.

Спрацьовування захисту відбувається в разі перевантаження електродвигуна.

Спрацьовування захисту відбувається в разі: температурного перегріву тиристори або шунтючого «байпаса». Скидання після спрацьовування захисту - Ручний / автоматичний / віддалений.

Час відновлення після спрацювання захисту при перевантаженні тиристори, сек – 30.

Час відновлення після спрацювання захисту при перевантаженні «байпаса», сек – 60.

Виходячи із того що потужність двигуна який повинен запускатись даним плавним пуском 3 кВт, обираємо тип плавного пуску: 3RW40 26-1ТВ14.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

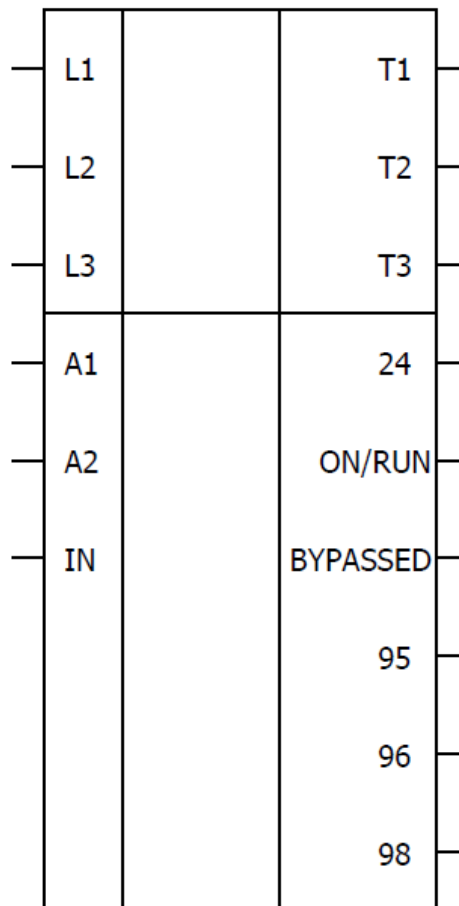


Рисунок 2.8 - Позначення плавного пуску

#### 2.4.5 Схема підключення двигунів

Схеми підключення двигунів складаються з автомата захисту двигуна та контактора.

Автоматичні вимикачі Siemens SIRIUS 3RV виконують функцію захисту від перевантаження і короткого замикання двигунів, трансформаторів і установок в діапазоні струмів від 0,16 А до 100 А.

Разом з контактором вони використовуються в якості без запобіжних пускових комбінацій для електродвигунів.

Уніфікована, узгоджена між собою і з контакторами серія. Діапазон струмів: 0,16 А ... 100 А (максимальна потужність захищається двигуна: 0,04

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

- 45кВт при 400В). 4 типорозміру: S00, S0, S2 і S3. Можливий монтаж контактора на автомат за допомогою сполучних модулів без проводів - економія місця і часу, наочність структури шафи.

Стійкість автоматів до короткого замикання  $I_{cu} = 50$  кА або 100 кА при 400 В АС. Оскільки ці високі значення, як правило, не виникають на практиці, відпадає необхідність в розрахунку і запобіжнику на стороні харчування.

Можливість повного навантаження розрахунковим струмом при температурі до + 60°C. Навіть при високій щільності монтажу немає необхідності в зниженні величини робочого струму.

Пластик корпусу без вмісту галогенів. Апарати Siemens SIRIUS - безпечні для навколишнього середовища.

Уніфіковані приналежності для всіх типорозмірів, наприклад, додаткові контакти однакові для всіх типорозмірів. Спрощується складське господарство, безпека плутанини виключається.

Простий, який не потребує інструменту монтаж таких речей, як допоміжні й аварійні контакти, допоміжний расцепитель. Монтаж на місці за потреби, зниження складських витрат, оскільки на складі зберігається меншу кількість варіантів.

Швидке підключення, кожна клемма розрахована на два дроти. Затискачі - стандартні (гвинтові). До 12 А доступні пружинні клема (cage clamp).

Виходячи із задано потужності двигуна обираємо 3RV2011-1JA10.

Контактори нового покоління Siemens Sirius Innovations мають переваги в порівнянні з серією контакторів Sirius. Компактні пристрої мають ширину всього 45 мм.

Тепер корпус меншого розміру має можливість комутувати електродвигуни більшої потужності, зокрема в типорозмірі S00 здатність працювати з двигунами до 7.5 кВт, а в типорозмірі S0 з двигунами до 18.5 кВт.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

Для швидкого і простого монтажу фідерів навантаження передбачені з'єднувальні модулі.

Широкий спектр додаткових аксесуарів так само доступний для контакторів Siemens 3RT20 [19], в тому числі фронтальні блок-контакти 4НО, 4НЗ, 1 але, 1НЗ, 1 але + 1НЗ, 2НО.

Так само для підвищення працездатності системи і збільшення її надійності, для контакторів Sirius Innovations ви можете замовити обмежувачі перенапруги зі світлодіодом і без світлодіода.

Області застосування контакторів Siemens Sirius 3RT20:

- для комутації двигунів до 45 кВт / 400 В;
- 3-х полюсні контактори для комутації двигунів;
- 4-х полюсні контактори для комутації активних навантажень 3RT23 (4НО) і 3RT25 (2НО + 2НЗ);
- контактори для комутації ланцюгів конденсаторів;
- контактори з інтерфейсними модулями.

Переваги контакторів Siemens Sirius 3RT20:

- безшумна робота;
- тривалі міжремонтні інтервали, економія витрат на запасні частини і апарати;
- тільки 3 типорозміру для потужностей від 3 до 45 кВт;
- простота можливого розширення, однакові габарити навіть при більш високій потужності до 60°C монтаж "впритул" без погіршення параметрів, допоміжні вимикачі і монтажні елементи на роз'ємах, схемне обрамлення без провідникового монтажу;
- можливість використання при більш високих температурах, гнучкість застосування, спрощений монтаж, відсутність витрат на монтаж дротів, економія часу, простота експлуатації;
- монтаж і демонтаж контакторів без інструменту. Час монтажу скорочено до мінімуму.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

Обираємо контактор - 3RT20 23-1AB00.

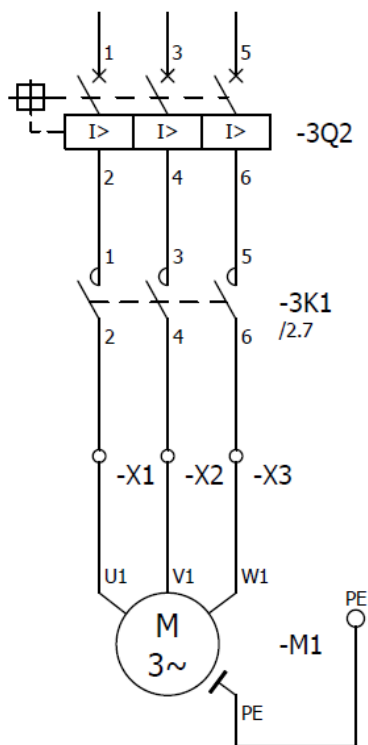


Рисунок 2.9 - Позначення схема підключення двигунів

#### 2.4.6 Блок індикації

Блок індикації призначений для сигналізації стану води в бочках та ввімкнення насосів. Для цього використано сигнальні лампи та звукову сирену. Напруга живлення залежно від точки підключення або +24В або 220В.

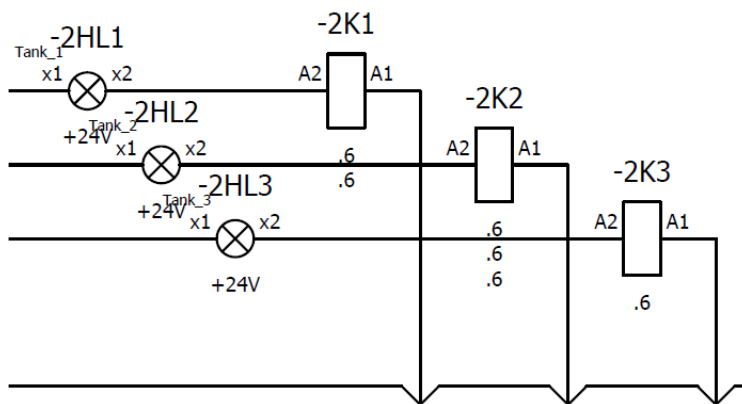


Рисунок 2.10 - Схема індикації незаповненості бочок з водою

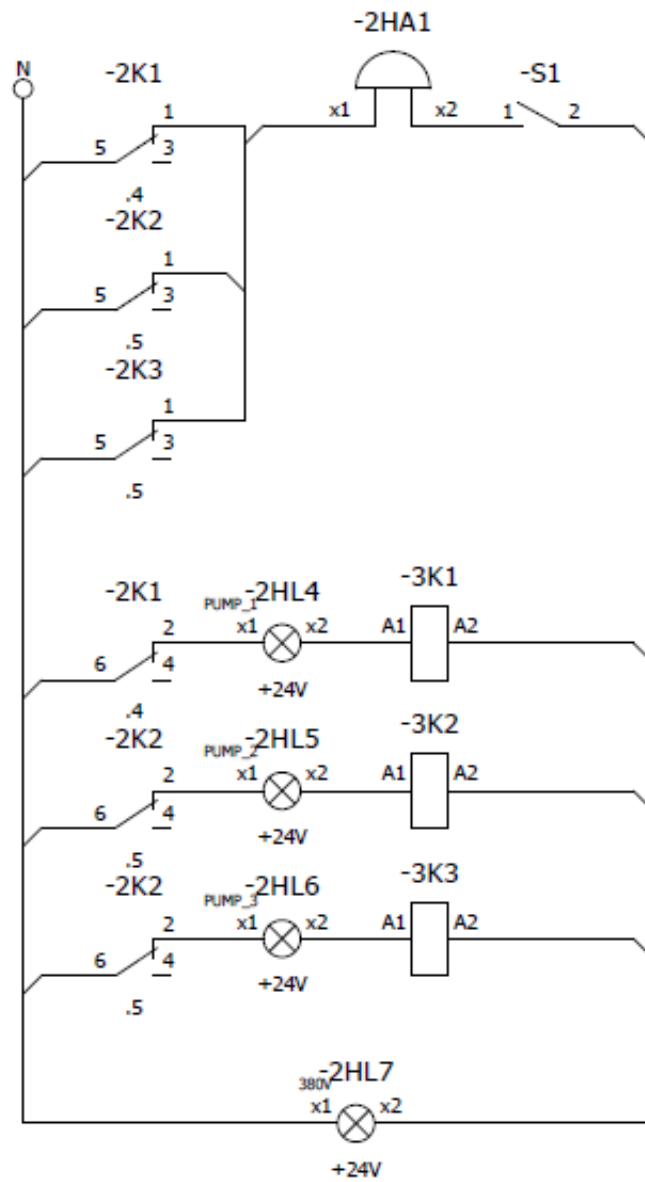


Рисунок 2.11 - Схема звукової індикації на індикації роботи насосів і живлення

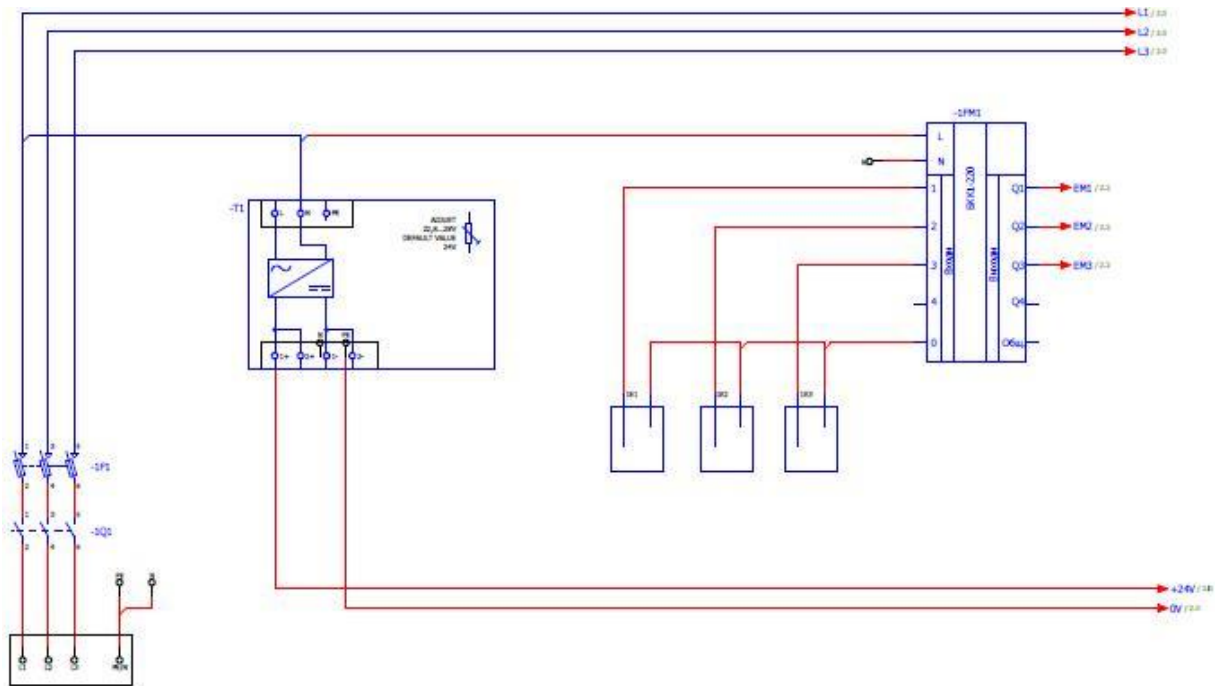


Рисунок 2.12 - Схема принципова пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях

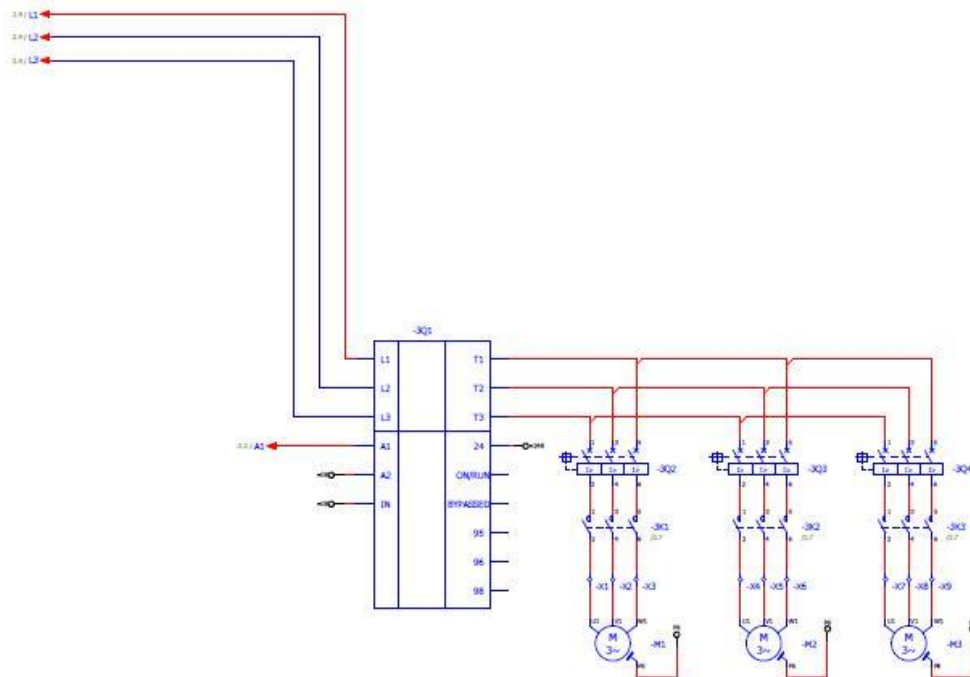


Рисунок 2.13 - Схема принципова пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях (продовження)

## 2.5 Обрання конструктиву схеми електричної принципової

Відповідно до обраних елементів схеми оберемо конструктивні елементи схеми для розробки шафи керування.

Перш за все розрахуємо споживану потужність пристрою, для обрання конкретних типів вхідного автомату та вставок плавких, а також перевірки вірності обраних інших елементів.

Потужність споживання пристрою визначаємо як суму потужностей споживання всіх елементів, з яких складається прилад. Для початку визначимо потужності використовуючи таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Споживана потужність елементів схеми

Тип елемента	Ісп., А	Уж., В	Кільк. корпусів	Рсп., Вт
Вимикач	1	60	4	60
Випрамляч	0,05	220	12	20
Блок живлення	0,04	220	1	10
Логічний модуль	2,5	24	1	20
Терморезистор	0,41	24	3	30
Датчик рівня	0,004	24	9	0,9
Лампа індикаторна	0,025	12	4	1,2
УСЬОГО: 142,1 Вт				



Рисунок 2.14 - Вхідні елементи силової мережі змінного струму 380В,  
50Гц



Рисунок 2.15 - Блок живлення постійного струму 24В

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40



Рисунок 2.16 - Блок узгодження датчиків



Рисунок 2.17 - Логічний модуль

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41



Рисунок 2.18 - Плавний пуск



Рисунок 2.19 - Пристрої захисту двигунів

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рисунок 2.20 - Контактори



Рисунок 2.21 - Елементи індикації

## 2.6 Оцінка надійності пристрою

Оцінку надійності проведемо по миттєвих відмовах, що являють собою відмову повноцінного по надійності приладу, які виникають в період нормальної експлуатації, коли приробка пристрою вже закінчилася, а зношення і природне старіння ще не наступило. Ці відмови зумовлені тільки випадковими факторами, такими як приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені встановленою системою технологічного контролю; малоімовірні і тому не передбачені схемою і конструкцією відхилення

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		43

режимів роботи, концентрації зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки операторів в період експлуатації. [20]

$$\lambda = \text{const.} \quad (2.1)$$

Імовірність безвідмовної роботи пристрою знаходиться за формулою:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} \cdot N_j\right) \quad (2.2)$$

Де:  $t$  – час випробувань;

$\lambda_{0j}$  – інтенсивні відмови  $j$ -ї групи;

$N_j$  – число елементів  $j$ -ї групи;

$m$  – число рівнонадійних груп.

Приймаємо  $t=10000$  год.

Прилад складається із наступних груп рівнонадійних елементів:

Групи занесені до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок інтенсивності відмов

№	Назва групи елементів	Кількість Шт	Інтенсивність відмови $\lambda_0 \times 10^{-6}$ г	Сума $\lambda_0 \times 10^{-6}$ г
1	Вимикач	4	0,1	0,4
2	Запобіжник	12	0,06	0,72
3	Випрамляч	1	0,03	0,03
4	Блок живлення	1	0,3	0,3
5	Логічний модуль	3	0,013	0,04

6	Контакт	9	0,1	0,9
7	Датчик рівня	3	0,3	0,9
8	Лампа індикаторна	4	0,1	0,4
				Всього: $3,69 \times 10^{-6}$

Ймовірність безвідмовної роботи приладу:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{oj} \cdot N_j\right) \quad (2.3)$$

При  $T=1000$  годин:

$$P(t) = \exp(-0,0037) = 0,99$$

При  $T=5000$  годин:

$$P(t) = \exp(-0,018) = 0,98$$

При  $T=10000$  годин:

$$P(t) = \exp(-0,18) = 0,83$$

При  $T=20000$  годин:

$$P(t) = \exp(-0,36) = 0,69$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \lambda \times N} \quad (2.4)$$

$$T_{cp} = 1/3,69 \cdot 10^{-6} = 271000 \text{ год.}$$

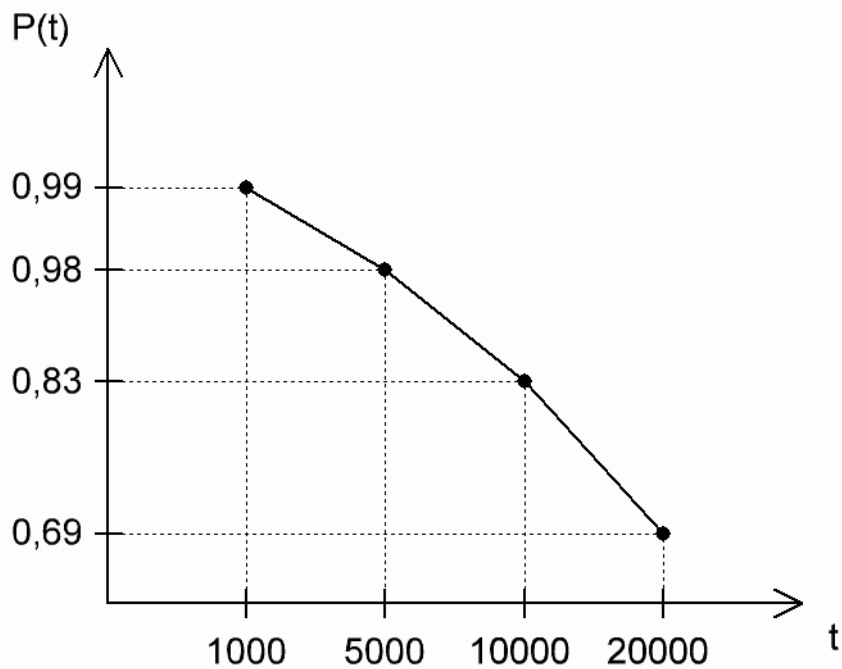


Рисунок 2.22 - Залежність ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу

З цього випливає, що розраховане середнє напрацювання на відмову перевищує значення напрацювання на відмову яким задалися на початку проектування виробу.

## 2.7 Висновок до другого розділу

1. Для автоматичного захисту двигунів та контакторів використовується автоматичний вимикач SIEMENS Sirius 3RV який виконує функцію захисту від перегрівання і короткого замикання двигунів.

2. Вибрано контактор 3RT2023-1 AB00 для комутації двигунів завдяки їх безшумній роботі, можливість використання при більш високих температурах, гнучкість застосування, спрощений монтаж, простота в експлуатації.

3. Спростована схема має невелику потужність споживання 142 Вт, достатньо велику надійність роботи при 1000 год роботи – 0,99; середнє напрацювання на відмову складає 271 тис. годин, що перевищує значення приведені у технічному завданні.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

## РОЗДІЛ 3

### ОПИС ЛОГІКИ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ

В даному розділі проведемо аналіз роботи пристрою та запропонуємо алгоритм роботи за яким контролер повинен керувати складовими автоматизованої системи. Також проведемо розрахунок площі яка необхідна для компоновки усіх елементів схеми та проведення усіх провідних зв'язків між елементами.

#### 3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою

В даному пункті розробимо алгоритм роботи пристрою, що відображає усі взаємозв'язки та порядок виконання процесів контролю давачів, індикації та керування виконавчими пристроями. Розробку алгоритму потрібно проводити із врахуванням особливостей елементної бази, що обрана для побудови пристрою. Центральну роль у розробці алгоритму надано логічному пристрою.

Для розробки алгоритму визначимо перелік сенсорів, пристроїв індикації та виконавчих пристроїв. В пристрої застосовано три сенсори, але усі вони підключено до блоку обробки кондуктометричних давачів, тому вхідними сигналами логічного пристрою від сенсорів є сигнал від цього блоку (БКК1-220). Виходами блоку є релейні виходи, що замикаються коли давачі занурені у рідину. В цьому разі на виході блоку наявний негативний логічний сигнал, тому як загальний вивід виходів підключено до 0В.

У пристрої є вісім сигналів індикації: сім світлових і один звуковий. Світловий сигнал живлення напряму підключено до напруги живлення +24В, тому в алгоритм цей сигнал включати непотрібно. Також три сигнали недосягнення рівня рідини заданому рівню.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

Тому логічний пристрів повинен інвертувати сигнали що подаються від блок обробки сигналів кондуктометричних давачів. Також є три сигнали ввімкнення двигунів насосів подачі рідини у баки. Тобто коли сигнал на виході модуля високого рівня, рівень рідини менше заданого, повинен вмикатись відповідний насос. У випадку коли рівень рідини у двох або трьох баках менше заданого, потрібно вмикати усі три насоси. Але для зменшення енергоспоживання пристрою потрібно вмикати усі двигуни насосів послідовно по одному. Проте для рівномірності наповнення баків, щоб не порушити технологічний процес що залежить від ступеню заповнення баків, потрібно вмикати насоси послідовно на заданий проміжок часу. Спочатку вмикається перший насос, працює заданий проміжок часу, після якого перемикається на другий насос і т.д. Для запуску насосу використовується пристрій плавного пуску, проте для ввімкнення двигуна вмикається відповідний контактор. Причому спочатку повинен ввімкнутись контактор, потім вмикається плавний пуск. Вимкнення двигуна відбувається у зворотній послідовності. Спочатку вимикається плавний пуск, а потім контактор. Звуковий сигнал вмикається тоді, коли хоча б один із сигналів незаповненості баку спрацював.

Враховуючи усе вище викладене можна запропонувати наступну послідовність дій, ґрунтуючись на якій можна розробити алгоритм роботи пристрою. Тоді послідовність усіх обчислень і перемикань повинна складатись із наступних етапів:

1. Опитування входів подачі сигналів із блоку обробки кондуктометричних давачів.
2. При появі сигналу на одному із входів, запускається цикл наповнення баку.
3. Встановлюється сигнал на виході логічного модуля вмикання контактора.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

4. Даний сигнал вмикає лампочку, що сигналізує про вмикання насосу, та по подає сигнал на котушку контактора насосу та котушку слабо точного реле.

5. Котушка реле перемикає контакти що підключають лампи сигналізації та звукову сирену до напруги змінного струму 220В.

6. Після замикання контактора, через заданий час що дорівнює часу перемикання контактора, подається сигнал на пристрій плавного пуску, який плавно запускає електродвигун насосу.

7. Після запуску насосу, проводиться контроль стану давача, бак якого наповнюється, до зникнення сигналу, після чого насос працює ще заданий час до заповнення додаткового об'єму вище рівня давача. Цей об'єм визначається експериментально під час налагодження пристрою.

8. Після закінчення наповнення додаткового об'єму вимикається сигнал ввімкнення пристрою плавного пуску. Після знімання сигналу плавний пуск плавно зменшує напругу на клеммах двигуна.

9. Після вимкнення двигуна плавним пуском, через заданий час що не менше максимального часу вимкнення плавного пуску, знімається сигнал ввімкнення контактору.

10. Після закінчення циклу наповнення баку, алгоритм переходить до першого пункту і цикл опитування давачів і, за необхідності, наповнення баку.

Відповідно до запропонованої послідовності дій роботи пристрою підтримання рівня рідини, можна запропонувати алгоритм роботи пристрою представлений на рис. 3.1.

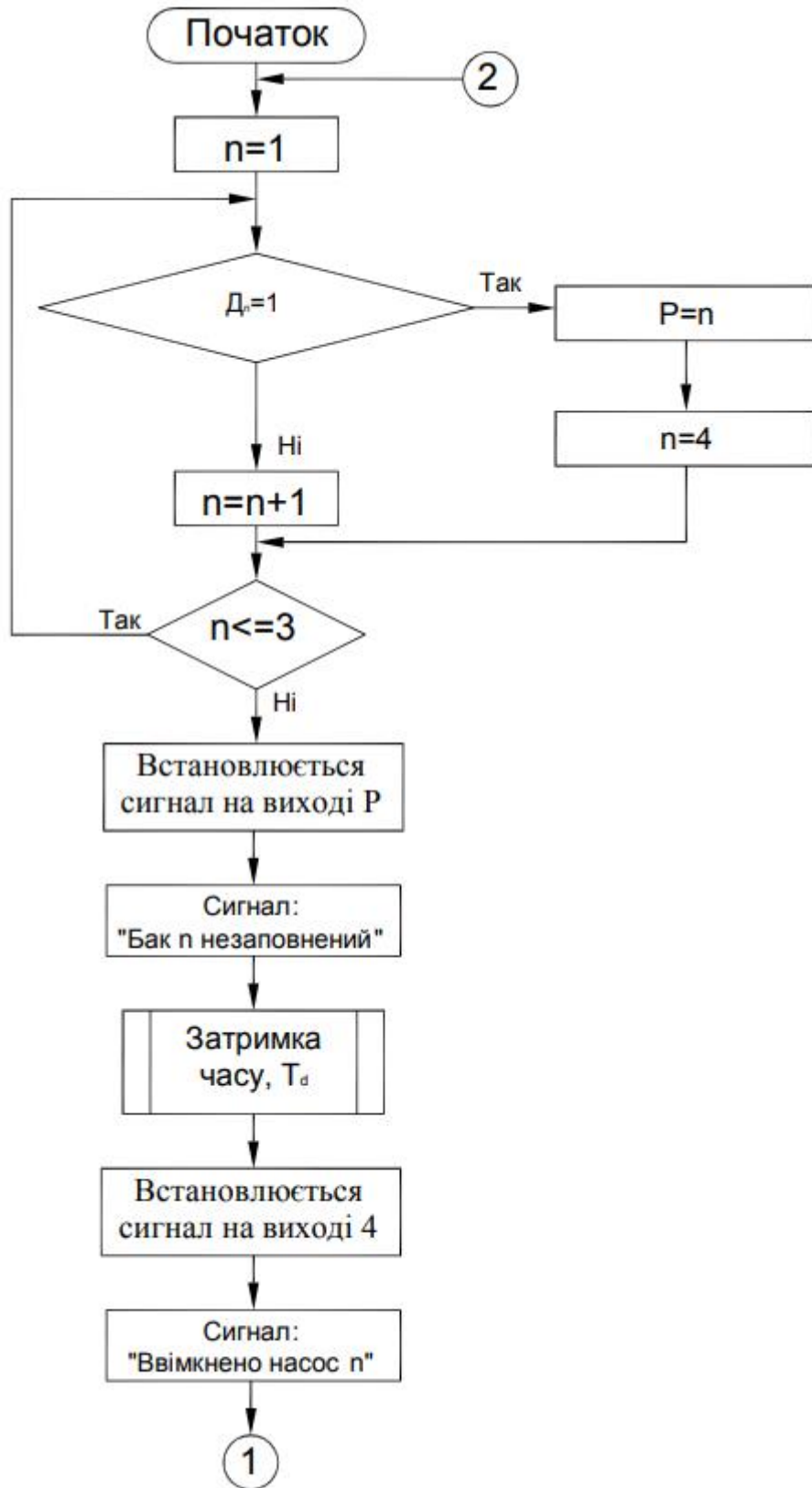


Рисунок 3.1 - Алгоритм роботи пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях

Даний алгоритм дозволяє керувати пристроєм і в автоматичному режимі підтримувати рівень води у трьох ємностях. За необхідності можна розширити пристрій на декілька ємностей.

### 3.2 Розробка конструктивних рішень побудови пристрою

Для розробки конструкції пристрою необхідно дослідити площу яку займають усі елементи, додати до неї площу необхідну для розташування кабель каналів, а також збільшити її на 30% для забезпечення зручності підключення проводів до елементів.

Дослідження габаритних розмірів зручно проводити у вигляді таблиці. Усі дані представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок площі конструктивних елементів схеми пристрою

№ з/п	Назва елемента	Код	Кільк., шт	Габаритні розміри, мм
1	Модульний автоматичний вимикач фірми Siemens серії Sirius 5SL	5SL6325-6	1	70x80x75
2	Запобіжники Sitor	3NC1038	1	55x80x75
3	Блок живлення LOGO Power	6EP1 332-1SH43	1	72x90x55
4	Узгодження сигналів кондуктометричних датчиків Р	БКК1-220	1	54x95x57

5	Логічний модуль фірми Siemens – LOGO	6ED1052-1CC08-0BA1	1	72x90x60
6	Апарат плавного пуску SIRIUS 3RW	3RW40 26-1TB14	1	45x125x149
7	Автоматичні вимикачі Siemens SIRIUS 3RV	3RV2011-1JA10	3	97x45x96
8	Контактори Siemens Sirius Innovations	3RT20 23-1AB00	3	85x45x97
9	Слаботочні реле	LZS:PT78730	3	28x80x65

Згідно з даними таблиці 3.1, загальна площа всіх елементів, які вони займають на панелі, дорівнює:

$$S_{el} = \sum_i K_i \cdot Ш_i \cdot B_i =$$

$$= 1 \cdot 70 \cdot 80 + 1 \cdot 55 \cdot 80 + 1 \cdot 72 \cdot 90 + 1 \cdot 54 \cdot 95 + 1 \cdot 72 \cdot 90 + (мм^2) \quad (3.1)$$

$$+ 1 \cdot 45 \cdot 125 + 3 \cdot 97 \cdot 45 + 3 \cdot 85 \cdot 97 + 3 \cdot 28 \cdot 80 = 53530$$

Для введення та виведення зовнішніх сигналів на панелі потрібно встановити колодки. Загальний вигляд наведено на рисунку 3.2.

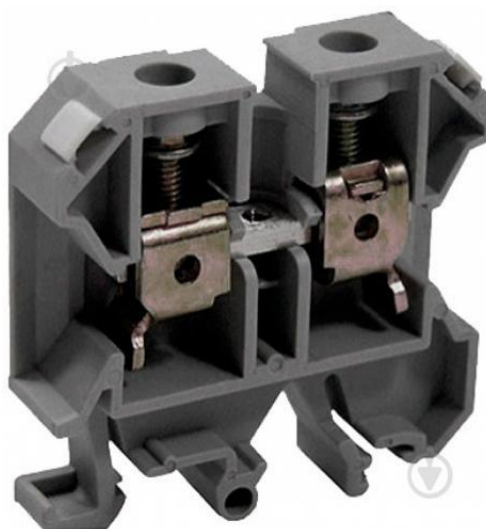


Рисунок 3.2 - Колодка монтажна

Загальний розмір прокладки залежить від перетину дроту, який можна затиснути в ній. Для кіл з низькою точністю перетин провідника повинен бути не менше 2,5 мм<sup>2</sup>. Для сигнальних кіл перетин провідника становить 1 мм<sup>2</sup>. Для нашої схеми нам потрібно використовувати 16 колодки для перерізу дроту 4 мм<sup>2</sup> для підключення до джерела живлення змінного струму 220 В та 24 колодки на 1 квадратний мм для підключення двигунів, тензорезисторів та датчиків.

Розмір колодки 2,5 мм<sup>2</sup>-6x50 мм, 1 мм<sup>2</sup>-4x50 мм. У цьому випадку площа, яку вони будуть займати, становить 9600. Щоб вибрати ширину панелей, потрібно знати ширину, яку вони будуть займати. Підсумуйте всі ширини. Вони дорівнюють: 120 мм.

Кабельні жолоби також використовуються для прокладання проводів на панелі. Їх зовнішній вигляд показано на рисунку 3.3.

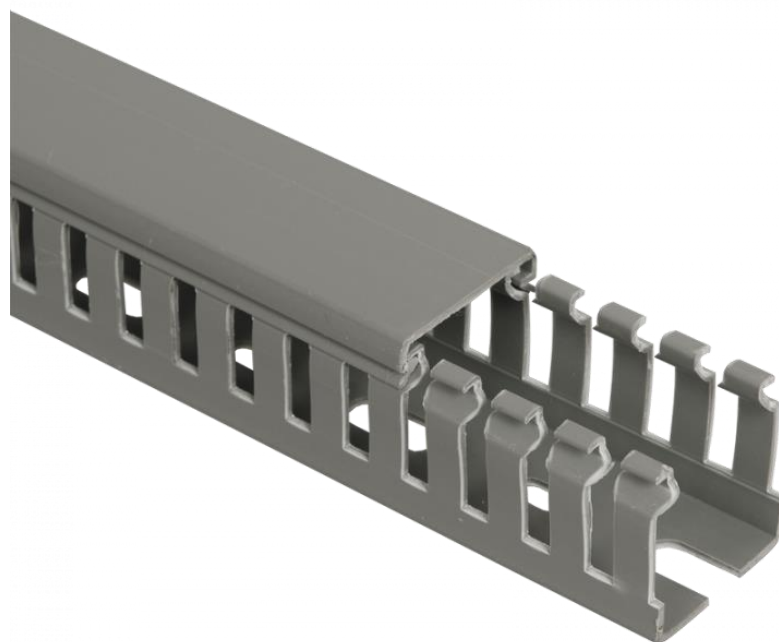


Рисунок 3.3 - Кабель-канал 20 мм

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

Ширина становить 20 мм, а довжина підбирається відповідно до ширини та висоти панелі. Ширина панелі залежить від ширини всіх елементів та їх компонування. Але є кілька загальних пропозицій для розгляду. Підкладка встановлена внизу панелі, всі компоненти розташовані в кілька рядів, а між кабелями встановлені канали для прокладки проводів. Він також використовується для проводів між різними рядами компонентів для встановлення кабельних каналів з однієї або обох сторін панелі. У цьому випадку загальний макет нашої панелі буде таким, як показано на рисунку 3.4.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>55</i>

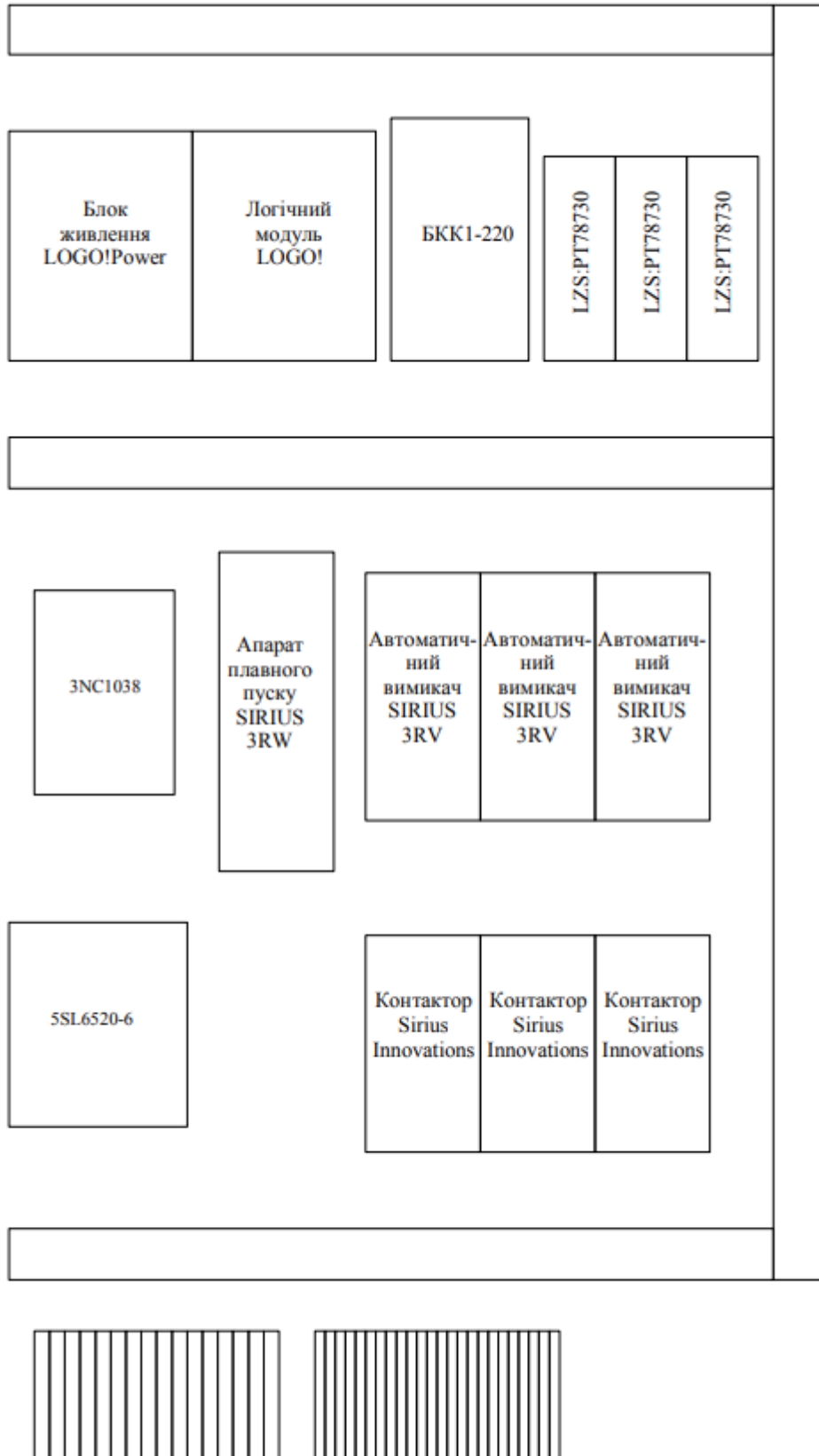


Рисунок 3.4 - Загальна компоновка елементів схеми на панелі

Виходячи із отриманої компоновки, габарити панелі, що дозволяють розташувати усі елементи, колодки та кабелеканалі, дорівнюють 600x400. Усі елементи встановлюються на DIN-рейках. Їх вигляд представлено на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 - Зовнішній вигляд DIN-рейки

Її розміри показано на рис. 3.6.

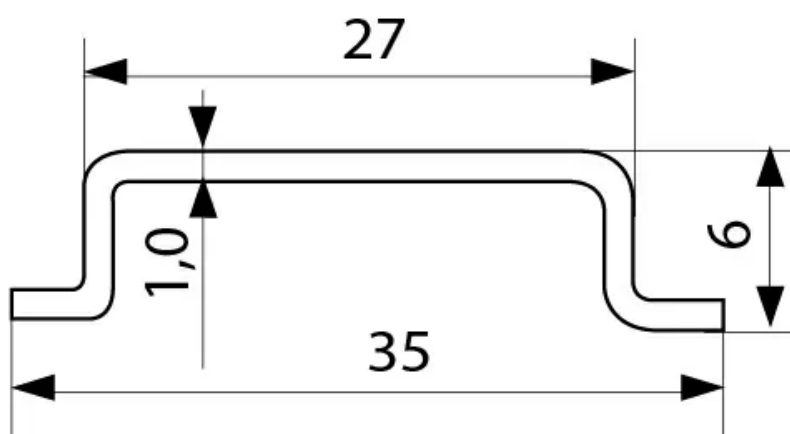


Рисунок 3.6 - Габарити DIN-рейки

DIN-рейка встановлюється на монтажну поверхню застосовуючи перфоровані отвори використовуючи гвинтові з'єднання або саморізи. Що забезпечує надійність, легкість і швидкість монтажу DIN-рейки.

Усі елементи, як правило кріпляться до цієї DIN-рейки за допомогою защолок. Вигляд защолок представлено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 - Встановлення елементів на DIN-рейку

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

### 3.3. Висновок до третього розділу

Розроблений алгоритм роботи пристрою відображає усі взаємозв'язки та порядок виконання процесів контролю давачів, індикації та керування виконавчими пристроями враховуючи особливості елементної бази, який дозволяє керувати пристроєм в автоматичному режимі, підтримувати рівень води у трьох ємністях.

Проведено розрахунок необхідної площі для компоновки пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємністях, а також розроблено компоновку елементів схеми на панелі.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>59</i>

## ВИСНОВКИ

Обосновано вибір кондуктометричного методу виміру рівня, так як він є простим і складається з електродів занурених в резервуар, за допомогою яких визначається рівень води. Кондуктометричні датчики відрізняються від інших (поплавкових, ємнісних) простою конструкцією, надійністю вимірювань, механічною міцністю і конкурентною ціною.

За рахунок використання елементної бази відомого виробника SIEMENS таких як автоматичний вимикач Sirius 3RV, контактор 3РТТ2023-1 АВ00, пристрій плавного пуску SIEMENS 3RW40 отримано високі показники надійності пристрою: середній час напрацювання на відмову складає 27 тис. годин, а споживання електроенергії 142 Вт, що повністю відповідає вимогам технічного завдання.

Розроблений алгоритм роботи пристрою відображає усі взаємозв'язки та порядок виконання процесів контролю давачів, індикації та керування виконавчими пристроями враховуючи особливості елементної бази, який дозволяє керувати пристроєм в автоматичному режимі, підтримувати рівень води у трьох ємністях.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизация виробничих процесів: підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – Київ: Ліра-К, 2015. – 378 с.
2. Устройства плавного пуска AuCom EMX3  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://tehprivod.su/katalog/ustroystva-plavnogo-puska/aucom/emx3.html>
3. Выбор датчика PT1000 и инструкция по применению  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.guilcor.com/ru/%D0%97%D0%BE%D0%BD%D0%B4-579-pt1000>
4. АТ 120 – поплавковый датчик для особо интенсивной эксплуатации  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/at-120](https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/at-120)
5. Nivomag поплавковые магнитные сигнализаторы уровня жидкости  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/nivomag](https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/nivomag)
6. Датчики уровня - С встроенным измерением температуры  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://www.ifm.com/ua/ru/category/040/040\\_040/040\\_040\\_010\\_015#!S/BD/DM/1/D/0/F/0/T/24](https://www.ifm.com/ua/ru/category/040/040_040/040_040_010_015#!S/BD/DM/1/D/0/F/0/T/24)
7. RFnivo RF3000, емкостной сигнализатор уровня для тяжелых условий  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/rfnivo-rf3000](https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/rfnivo-rf3000)
8. ДС. Одноэлектродные кондуктометрические датчики уровня  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://owen.ua/ru/datchiki/ds-odnojelektrodneye-konduktometrisheskie-datchiki-urovnja>
9. Датчик уровня ДС.ПВТ.М20х1,5 ОВЕН  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://res.ua/rus/4086-datchik-urovnya-ds-pvt-m20h1-5-oven.html>
10. Одноэлектродные датчики ДС.1, ДС.2, ДС.П, ДС.К  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://1-co.ru/SMPfd>
11. Автоматические выключатели Siemens 5SL6325-6  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.siemens-pro.ru/5sl63/5SL6325-6.html>
12. 3NC1038 Sitor предохранители Siemens  
[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.siemens-pro.ru/3nc/3NC1038.html>

					<i>КРБАКИТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

13. 6EP1332-1SH43 блоки питания Siemens  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.siemens-pro.ru/sitop/6EP1332-1SH43.html>
14. БКК1 4-уровневый сигнализатор жидкости на DIN рейку  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://owen.ru/product/bkk1>
15. 6ED1052-1CC08-0BA1 Логические модули LOGO нового поколения  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.siemens-pro.ru/logo/6ED1052-1CC08-0BA1.html>
16. Siemens 3RW40 устройство плавного пуска  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.siemens-pro.ru/components/3rw40.htm>
17. Устройства плавного пуска SIRIUS 3RW30/31  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.avigan.com.ua/page/index.php?url=ustroystva-plavnogo-puska-sirius-3rw30-31/mp/9141/>
18. ГОСТ IEC 60947-4-2-2017  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://files.stroyinf.ru/Index/70/70105.htm>
19. Контактор модульный Siemens Sirius 3RT2, 3RT2015-1AP01  
[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://electrotechnics.com.ua/p699754852-kontaktor-modulnyj-siemens.html>
20. Васілевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 160 с.

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>62</i>

ДОДАТОК А  
(обов'язковий)

**Презентаційні матеріали**

					<i>КРБАКІТ.2017030.01.08.ПЗ</i>	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>63</i>

Хмельницький національний університет

# Кваліфікаційна робота на тему

ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ РІВНЯ  
ВОДИ У ЄМНОСТЯХ

Студент 4-го курсу гр. АКІТ-17-1 **Середа І.І.**

Керівник к.т.н., доцент **Федула М.В.**

# Завдання

1. Автоматизована система регулювання рівня води в резервуарі.
2. Захист від перегрівання і короткого замикання двигунів.
3. Напруга живлення трьохфазної мережі 380 В, 50 Гц.
4. Напрацювання на відмову 260 тис. годин.
5. Потужність споживання 80 Вт.
6. Розробка схемо-технічних рішень пристрою, розробка схеми функціональної, розробка схеми структурної, розробка схеми електричної, дослідження схемо-технічних рішень, конструкції елементів схеми.
7. Практична реалізація пристрою, розробка алгоритму роботи пристрою, компонування пристрою.

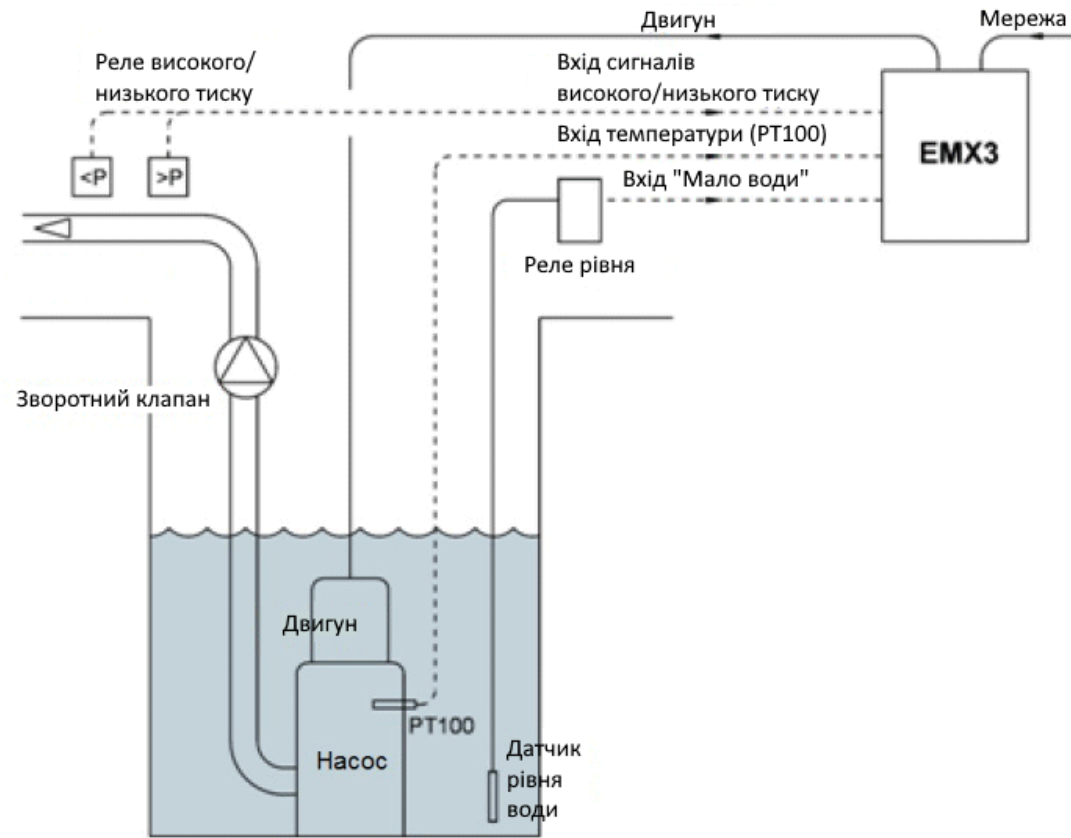


Рисунок 1.1 Система у вигляді насосного модуля

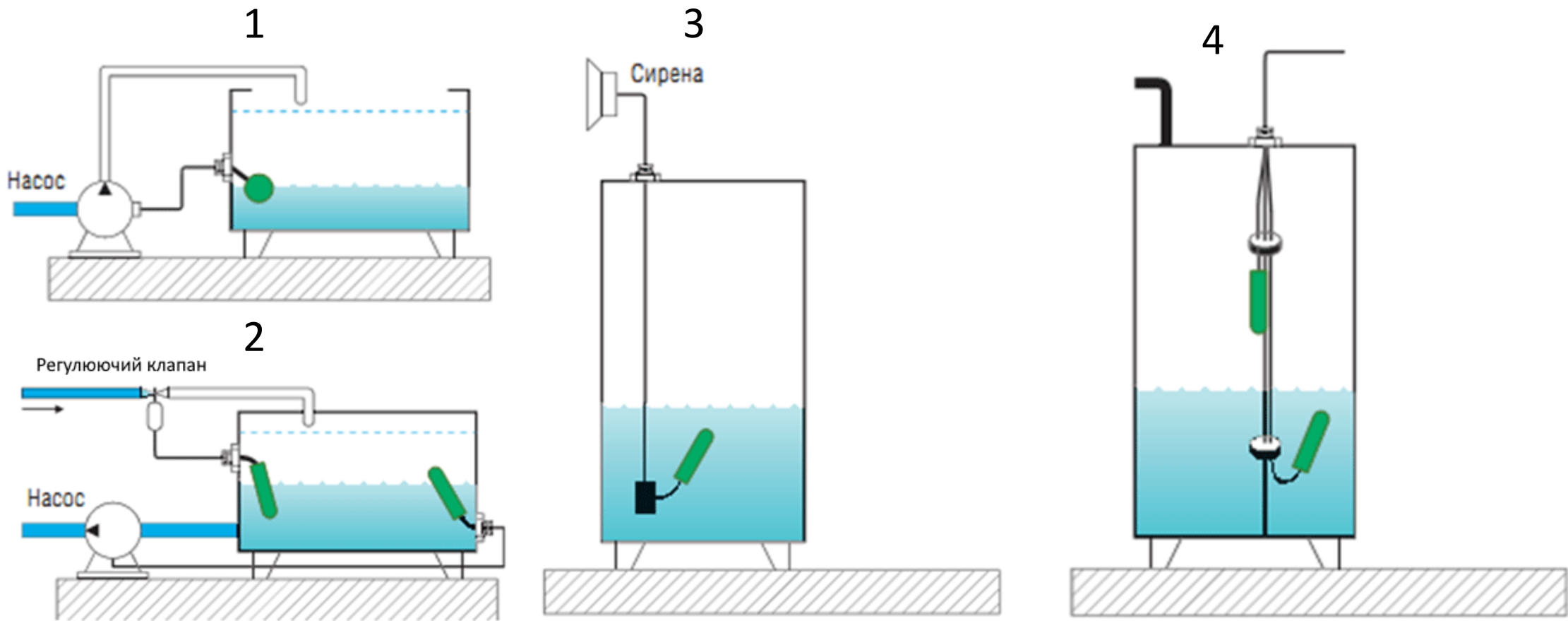


Рисунок 1.2, 1.3 Системи з використанням простих поплавцевих датчиків

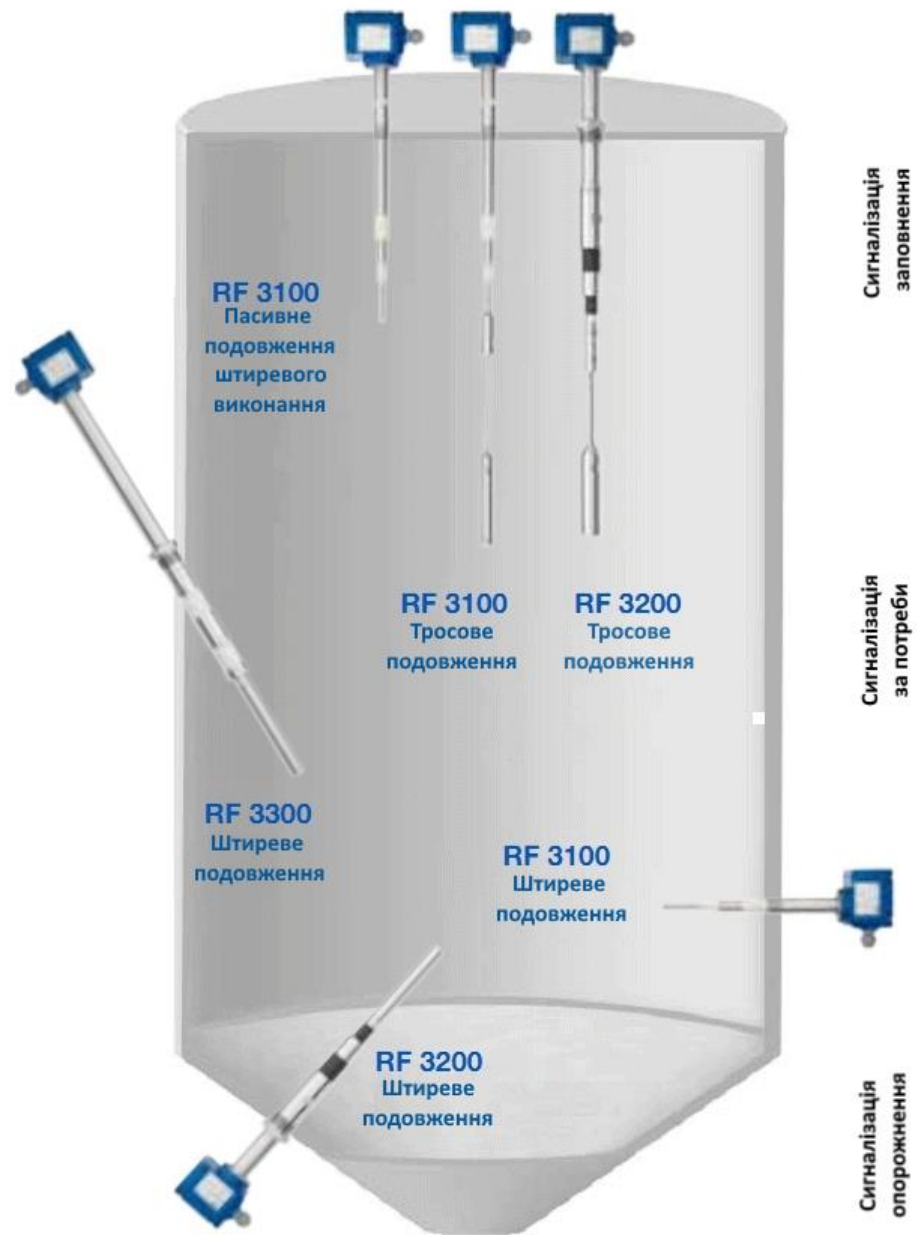


Рисунок 1.4 Система контролю рівня сипучих продуктів з використанням ємнісних датчиків RF3000



Рисунок 1.5 Датчик рівня  
кондуктометричного  
типу

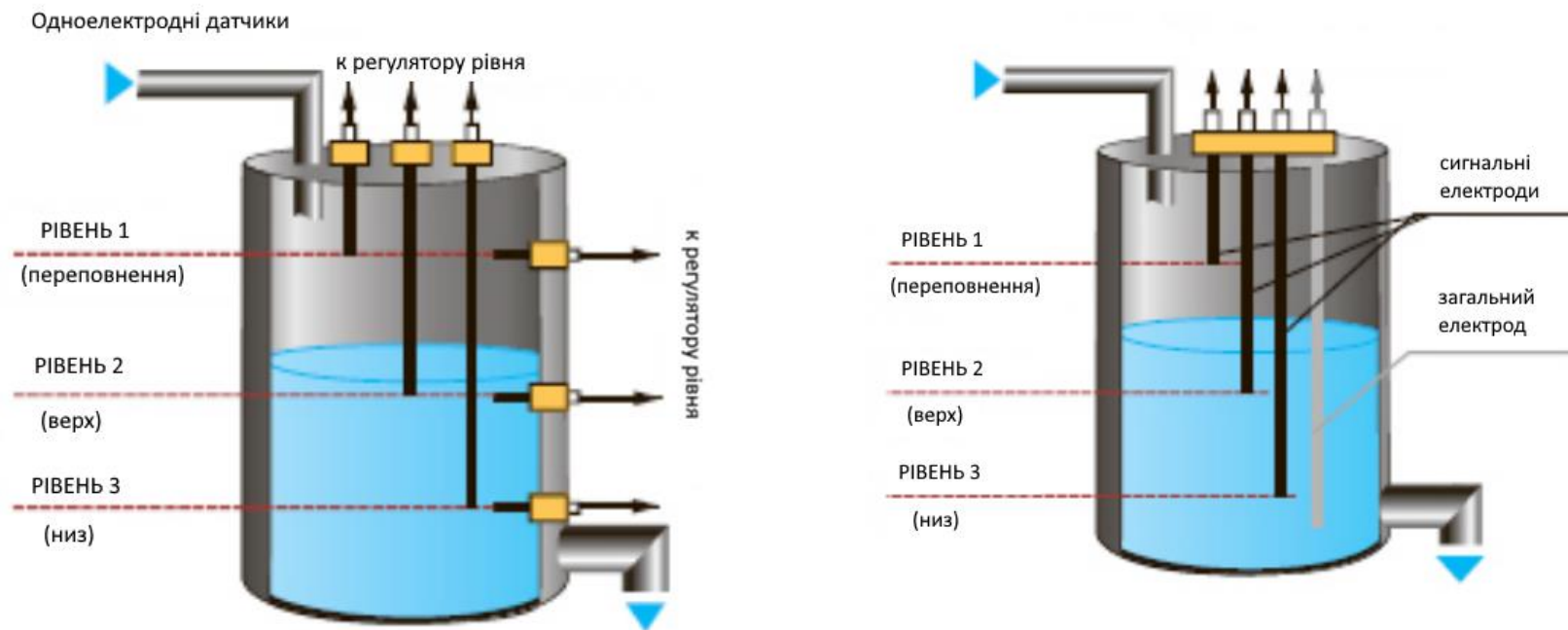


Рисунок 1.6 Застосування кондуктометричних датчиків рівня

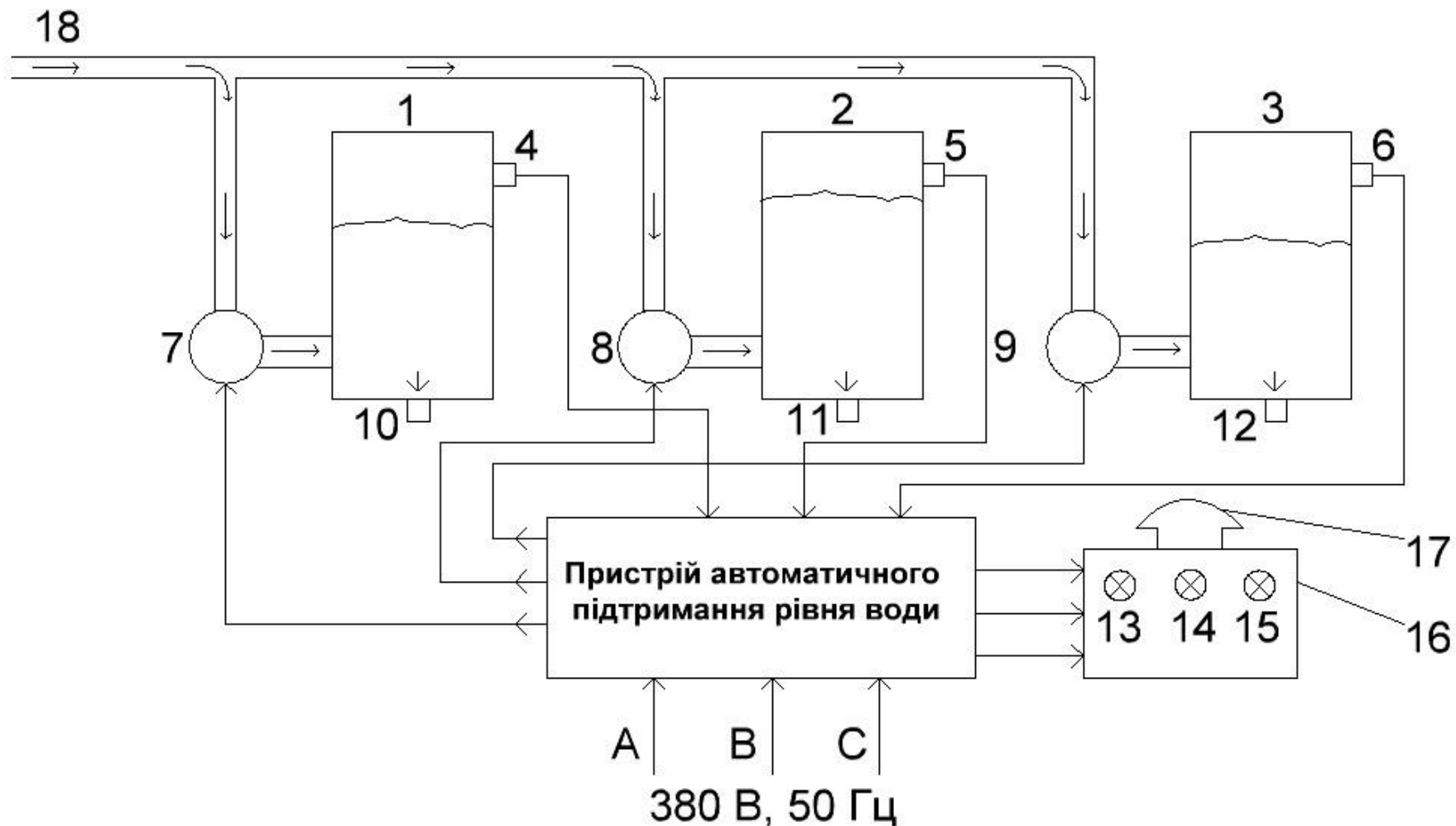


Рисунок 2.2 Функціональна схема пристрою автоматизованого підтримання рівня води у ємностях  
 1,2,3 – резервуари, 4,5,6 – датчики рівня, 7,8,9 – насоси, 10,11,12 – виходи до екструдерів,  
 13,14,15 – сигнальні лампи, 16 – пульт управління, 17 – дзвінок електричний,  
 18 – магістраль підготовленої води

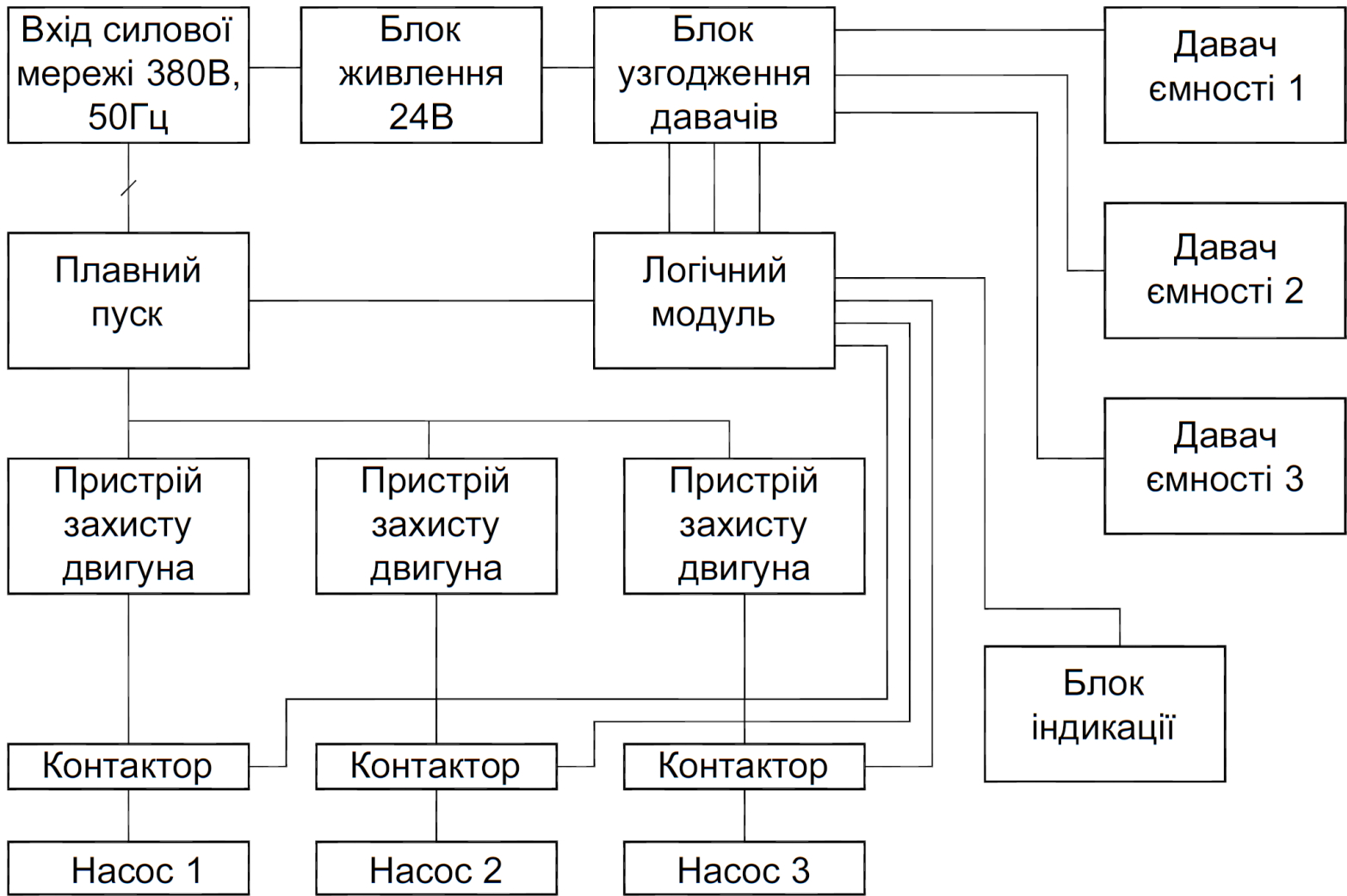


Рисунок 2.3 Структурна схема пристрою автоматизованого підтримання рівня води у ємностях

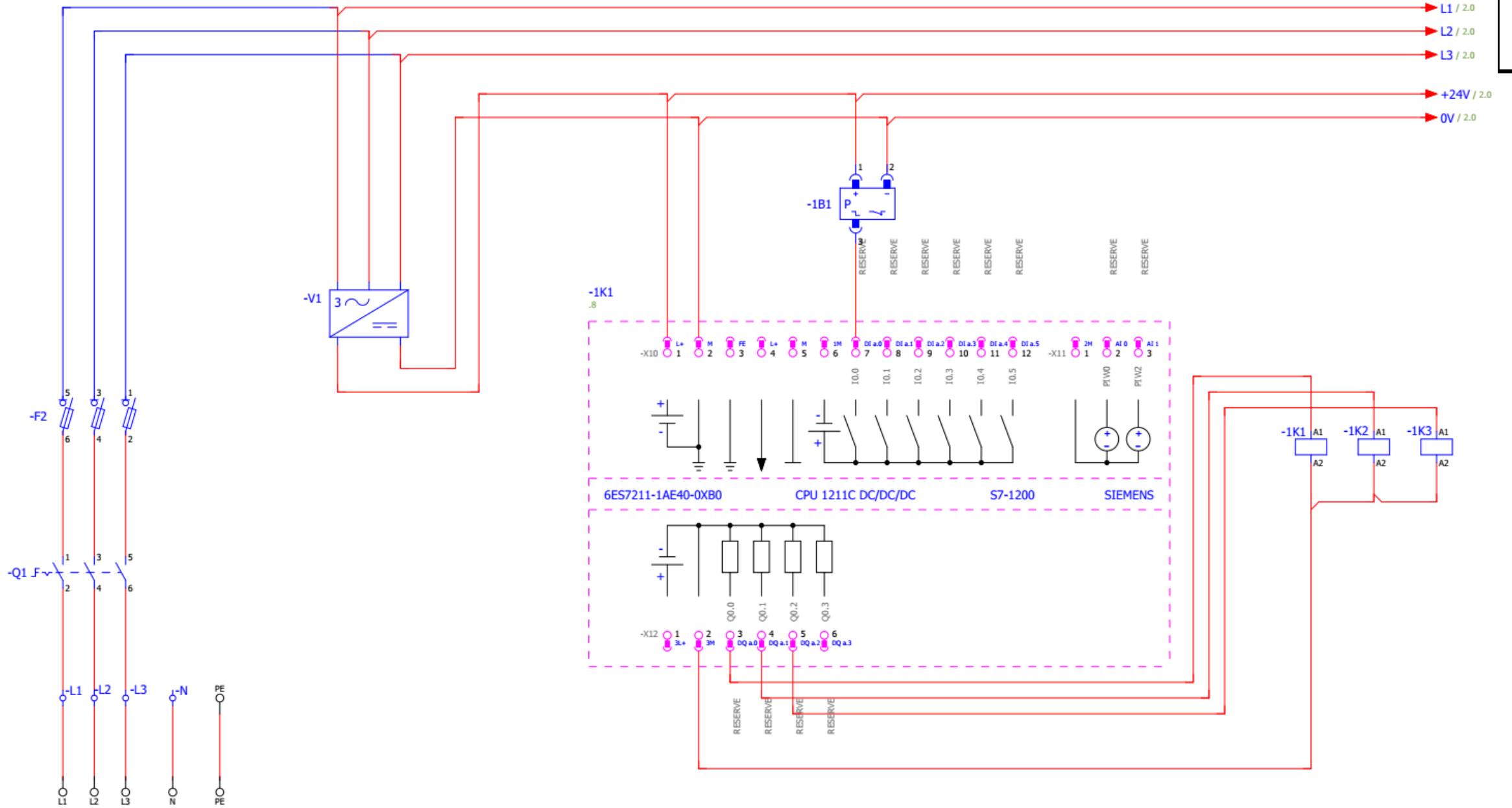


Рисунок 2.12 Схема принципова пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях (частина 1)

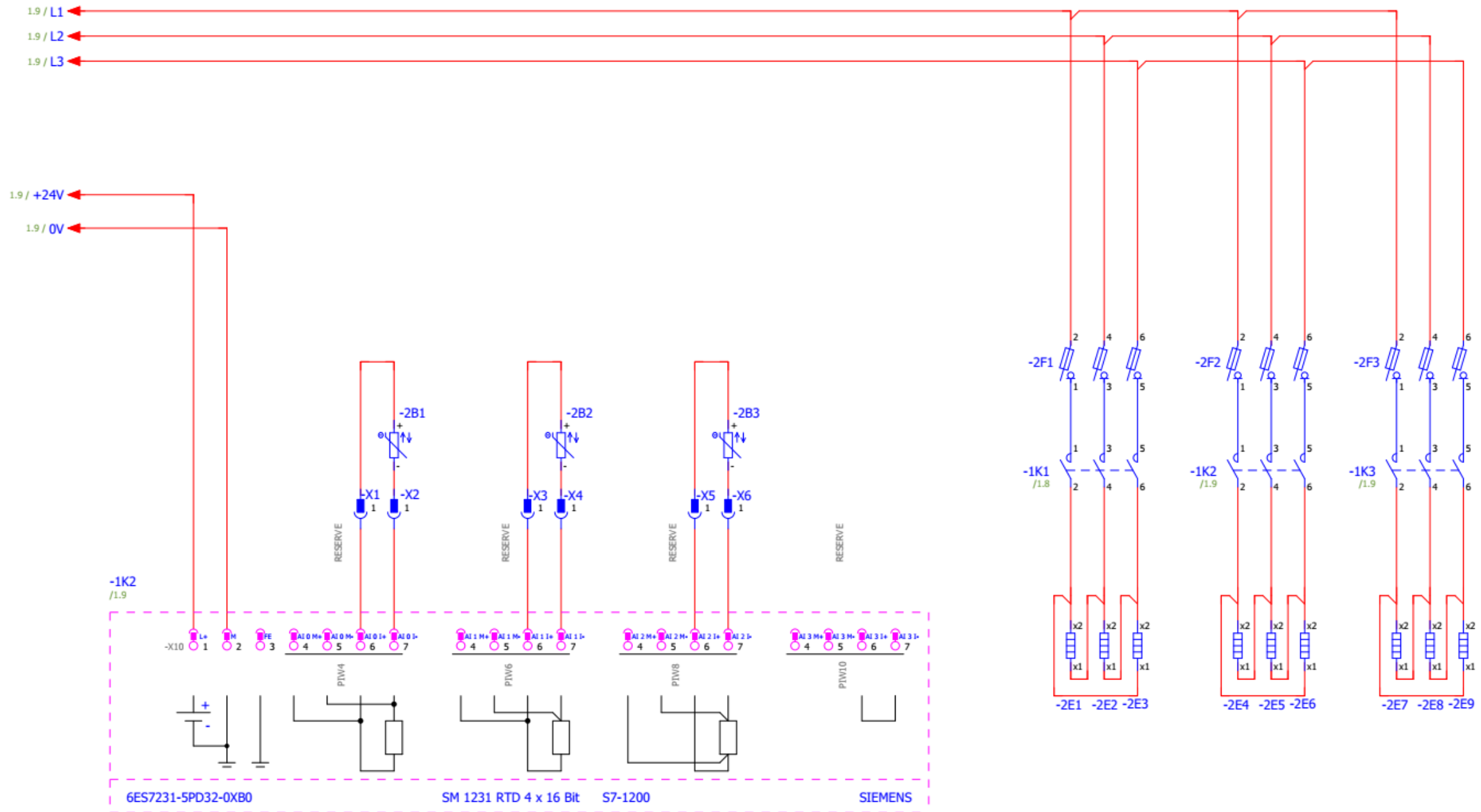


Рисунок 2.13 Схема принципова пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях (частина 2)



Рисунок 2.17 Логічний модуль

LOGO! нового покоління 8.3 є компактними функціонально закінченими універсальними виробами, призначеними для побудови найпростіших пристроїв автоматики з логічною обробкою інформації. Алгоритм функціонування модулів задається програмою, складеною з набору вбудованих функцій. Програмування модулів LOGO! Basic може проводитися як з вбудованої клавіатури, так і за допомогою програмного забезпечення.

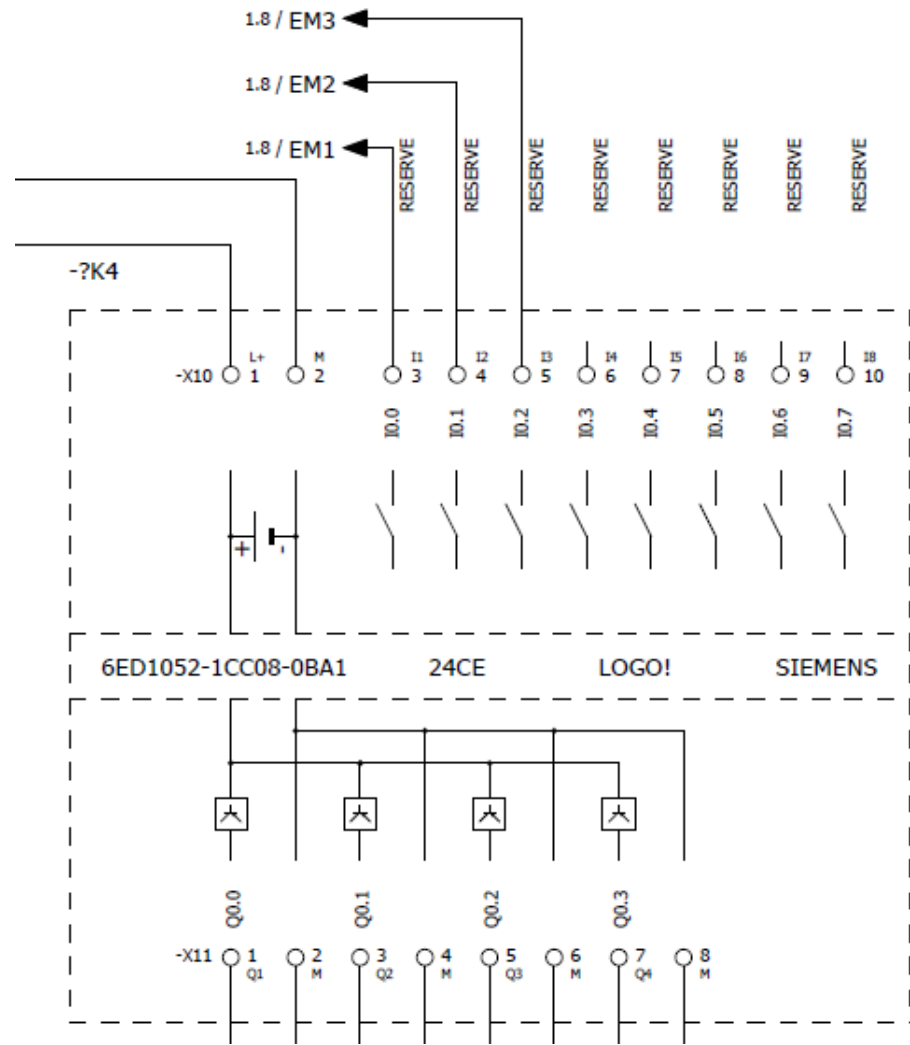


Рисунок 2.7 Позначення логічного модуля LOGO

## Siemens 3RW40



Рисунок 2.18 Плавний пуск

Пристрої плавного пуску потужністю до 250 кВт (при 400 В) підходять для стандартного застосування в 3-фазних мережах і призначені для плавного пуску / зупинки 3-фазних асинхронних двигунів. Вони дозволяють уникнути стрибків струму і крутного моменту, які виникають при використанні пристроїв пуску «зірка-трикутник».

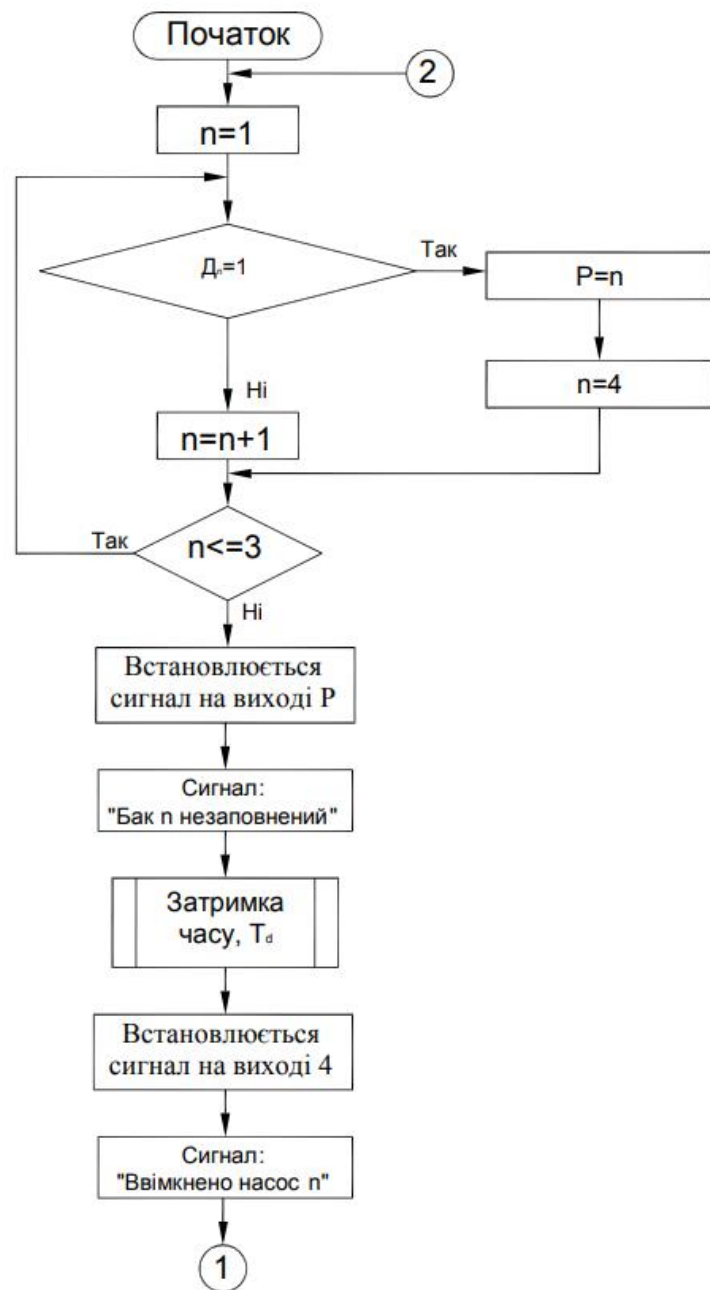


Рисунок 3.1 Алгоритм роботи пристрою автоматичного підтримання рівня води у ємностях

Таблиця 2.2 Розрахунок інтенсивності відмов

№	Назва групи елементів	Кількість Шт	Інтенсивність	Сума $\lambda_0 \times 10^{-6} \text{г}$
			відмови $\lambda_0 \times 10^{-6} \text{г}$	
1	Вимикач	4	0,1	0,4
2	Запобіжник	12	0,06	0,72
3	Випрамляч	1	0,03	0,03
4	Блок живлення	1	0,3	0,3
5	Логічний модуль	3	0,013	0,04
7	Контакт	9	0,1	0,9
8	Датчик рівня	3	0,3	0,9
9	Лампа індикаторна	4	0,1	0,4
Всього: $3,69 \times 10^{-6}$				

Ймовірність безвідмовної роботи приладу:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{oj} \cdot N_j\right)$$

Середнє напрацювання на відмову:

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \lambda \times N}$$

$$T_{cp} = 1 / 3,69 \cdot 10^{-6} = 271000 \text{ год.}$$

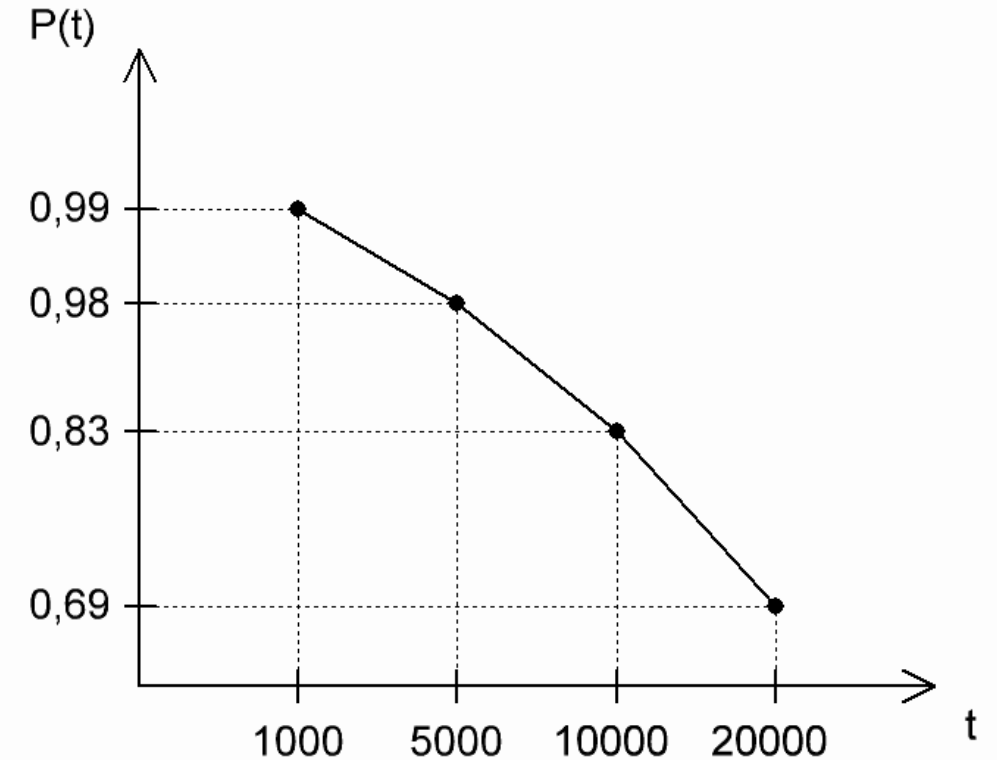


Рисунок 2.22 Залежність ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу

# Загальні висновки

1. Обосновано вибір кондуктометричного методу виміру рівня, так як він є простим і складається з електродів занурених в резервуар, за допомогою яких визначається рівень води. Кондуктометричні датчики відрізняються від інших (поплавкових, ємнісних) простою конструкцією, надійністю вимірювань, механічною міцністю і конкурентною ціною.
2. За рахунок використання елементної бази відомого виробника SIEMENS таких як автоматичний вимикач Sirius 3RV, контактор 3RTT2023-1 AB00, пристрій плавного пуску SIEMENS 3RW40 отримано високі показники надійності пристрою: середній час напрацювання на відмову складає 27 тис. годин, а споживання електроенергії 142 Вт, що повністю відповідає вимогам технічного завдання.
3. Розроблений алгоритм роботи пристрою відображає усі взаємозв'язки та порядок виконання процесів контролю давачів, індикації та керування виконавчими пристроями враховуючи особливості елементної бази, який дозволяє керувати пристроєм в автоматичному режимі, підтримувати рівень води у трьох ємністях.

Ім'я користувача:  
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:  
1008314808

Дата перевірки:  
16.06.2021 20:16:22 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet

Дата звіту:  
16.06.2021 20:17:32 EEST

ID користувача:  
100005862

Назва документа: Серeda\_Записка

Кількість сторінок: 67 Кількість слів: 7200 Кількість символів: 51330 Розмір файлу: 2.92 MB ID файлу: 1008381997

## 6.19% Схожість

Найбільша схожість: 2.29% з Інтернет-джерелом (<https://ukrbukva.net/page,4,100143-Razrobotka-konstrukcii-press-noz..>)

6.19% Джерела з Інтернету

34

Сторінка 69

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

6

# Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним документом 9.0%**

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. **Помилоч в документах: 6%**

ID: 94257 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2021-06-16 Автора: Середа І. Керівники: Федула М.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	41094	408	5914 (14%)	67 (16%)

## Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Серeda І.І.

Тема: Пристрій автоматичного підтримання рівня води у ємностях

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслень — Кількість сторінок записки 63

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою підтримання заданої температури технологічного обладнання.

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 вступі описується актуальність дипломної роботи. В першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто принципи побудови пристроїв контролю рівня води в резервуарах. Такі як: поплавковий, ємнісний, кондуктометричний методи. Внаслідок аналізу обгрунтовано вибір кондуктометричного методу виміру рівня. У другому розділі розроблено функціональну схему пристрою автоматизованого підтримання рівня води у ємностях, яка містить пристрій автоматизованої підтримки рівня води з допомогою кондуктометричних датчиків, пульт управління, три ємності накопичення води, три електронасоси підкачки води, які керуються з пристрою автоматизованої підтримки води, за допомогою цієї схеми була розроблена структурну схему пристрою керування рівнем води яка побудована на базі логічного модуля SIEMENS LOGO! 6ED1052-1CC08-0BA1, який аналізує стан датчиків ємностей і керує включенням відповідних електронасосів. На базі структурної схеми розроблена принципова електрична схема в якій використовується сучасна елементна база фірми SIEMENS: універсальний логічний модуль, блок живлення LOGO! Power 6EP1 332-1SH43, пристрій плавного пуску 3RW40, автоматичні вимикачі Sirius 3RV, що дає змогу

плавного пуску електронасосів, а також одержати високу надійність роботи системи пристрою, її уніфікації. У третьому розділі розроблено алгоритм роботи пристрою підтримання підтримки рівня води за допомогою якого виконуються всі задані цикли автоматичного керування підтримки рівня води в резервуарах, а також забезпечення безаварійної роботи, розрахунки надійності підтверджують правильність вибору елементів пристрою і складає напрацювання на відмову 271 тис. годин, що відповідає завданню на кваліфікаційну роботу. Проведено компонування елементів пристрою.

4. Позитивні сторони роботи: Слід відмітити що в основу реалізації проекту вибрані сучасні елементи автоматичного регулювання, що дало змогу високої уніфікації конструкції приладу і стандартні методи його програмування.

5. Негативні сторони роботи: Відсутність програми керування логічним модулем.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Графічне оформлення виконане відповідно до теми дипломної роботи. Пояснювальна записка оформлена згідно вимог чинних стандартів.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні і відповідає вимогам технічного завдання.


8. Інші зауваження:

9. Оцінка дипломної роботи: добре

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

Говорущенко Тетяна Олександрівна, доктор технічних наук, професор,  
зав. каф. КІСП, Хмельницький національний університет

22 06 2021 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТіТК  
проф. Мартинюку В.В.  
Середі І.І.  
ФПКТС, 4 курсу, групи АКІТ-17-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), 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-технічно засобів (Unicheck 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.

23.06 2021

дата

  
підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЙ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Пристрій підтримання заданої температури технологічного обладнання  
Автор: Середа І.І.  
Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітня програма: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Науковий керівник: к.т.н., доцент Федула М.В.

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, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат не 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 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 допрацьована 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.	

Підтвердження:

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

- 1) запозичення не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються отриманих в роботі результатів;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано таблиці істинності деяких елементів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатись як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів із україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6,19% і адресується до 34 першоджерел, що з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри АКІТіТК

Федула М.В.

Форкун Ю.В.

Мартинюк В.В.

## ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу

студента групи АКІТ-17-1 Іллі СЕРЕДИ

### ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ РІВНЯ ВОДИ У ЄМНОСТЯХ

У роботі студента Середи І.І. предметом дослідження є апаратна реалізація автоматичного пристрою підтримання рівня води у резервуарі. На сьогоднішній день, це доволі стрімко набуває популярності. Основною з задач є автоматичне керування рівнем води в резервуарі.

Проектована система містить у собі сучасну елементну базу автоматичного регулювання, таку як: універсальний логічний модуль SIEMENS LOGO! 6ED1052-1CC08-0BA1, блок живлення LOGO! Power 6EP1 332-1SH43, пристрій плавного пуску 3RW40, автоматичні вимикачі Sirius 3RV.

На протязі виконання кваліфікаційної роботи студент Середя І.І. додержувався термінів плану виконання завдання кваліфікаційної роботи, проявив вміння роботи з технічною та довідковою літературою, аналізувати вибрані технічні рішення, проводити інженерні розрахунки.

Досить вдало розроблений алгоритм функціонування пристрою, який повністю відповідає технічному завданню. Елементи схеми автоматики вибраних сучасних виробників з гарними технічними характеристиками які відповідають умовам роботи автоматизованого пристрою.

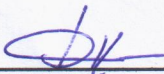
У ході виконання роботи було створено функціональну, структурну, принципову електричну схеми, розраховано надійність і напрацювання на відмову, проведено компонування елементів пристрою.

Під час виконання роботи студент Ілля СЕРЕДА проявив креативність, наполегливість, вміння застосовувати набуті знання для вирішення завдань, що були поставлені у кваліфікаційній роботі.

Пристрій є актуальним на сьогоднішній день, а студент Середя І.І. заслуговує оцінки *«добре»*.

**Керівник:**

к.т.н., доцент



**Федула М.В.**