

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем  
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій  
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Форсюк А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ Ельперін І.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » червня 2020 р.

« \_\_\_\_ » червня 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: « Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 2 Наумук Ірина Петрівна  
(прізвище та ініціали)

Керівник Гриценко Надія Георгіївна  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент Мошенський Андрій Олександрович  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

«27» квітня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Наумук Ірина Петрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла»

керівник роботи Гриценко Надія Георгіївна, асистент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» квітня 2020 р. № 269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 1 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерна

модельовання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Модельовання САР. 7.4. Опрацювання результатів модельовання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<b>№</b>	<b>Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи</b>	<b>Строк виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Наумук І.П.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи Гриценко Н.Г.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

## Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації фільтрації та очищення пивного сусла» з використанням мікропроцесорного контролера М340 від фірми Schneider Electric.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Перелік графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації;
2. Схема підключення датчиків, ВМ до контролера;
3. Креслення встановлення датчика;

Особлива увага приділяється розробці системи автоматизації, вибору технічних засобів автоматизації. Розроблені схеми підключення датчиків і виконавчих органів. Розроблено алгоритм, програму та імітацію об'єкта для проекту на базі середовища програмування Unity Pro від Schneider Electric. Для управління технологічними процесами була розроблена SCADA/HMI в середовищі ZENON від COPA-DATA для оператора ПЕОМ.

Також для системи була розроблена структурна схема САР, перевірена на стійкість за допомогою методу Рауса-Гурвіца та знайдені оптимальні налаштування ПД-регулятора.

**Ключові слова:** ZENON, М340, пиво.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## Annotation

The diploma project is developed on a theme: "Development of system of automation of germination of malt in beer production" with use of the M340 microprocessor controller from Schneider Electric firm.

The diploma project consists of a calculation and explanatory note and graphic material.

List of graphic material:

1. Automation scheme;
2. The scheme of connection of sensors, VM to the controller;
3. Drawing of installation of the sensor;

Particular attention is paid to the development of automation systems, the choice of technical means of automation. Schemes of connection of sensors and executive bodies are developed. An algorithm, program and object simulation for a project based on the Unity Pro programming environment from Schneider Electric have been developed. SCADA / HMI in the ZENON environment from COPA-DATA for the PC operator was developed for process control.

Also, a structural diagram of the SAR was developed for the system, tested for stability using the Rauss-Hurwitz method and the optimal settings of PID controller was found.

**Keywords:** ZENON, M340, beer.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## Зміст

<b>Вступ .....</b>	<b>6</b>
<b>Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації .....</b>	<b>7</b>
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації .....	7
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації .....	10
<b>Розділ 2. Опис системи автоматизації .....</b>	<b>12</b>
2.1. Схема автоматизації .....	12
2.2. Специфікація засобів автоматизації .....	14
2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів .....	16
<b>Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК .....</b>	<b>29</b>
3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера .....	29
3.2. Загальна схема підключення .....	37
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів .....	40
<b>Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів .....</b>	<b>43</b>
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) .....</b>	<b>45</b>
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога .....</b>	<b>53</b>
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI .....	55
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора .....	57
<b>Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання .....</b>	<b>61</b>
<b>Висновки .....</b>	<b>68</b>
<b>Список використаної літератури .....</b>	<b>69</b>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## Вступ

Сучасний стан у пивоварній промисловості характеризується застосуванням передових технологій, устаткування та мікропроцесорної техніки і комп'ютерних технологій.

Аналізуючи рівень автоматизації сучасних пивзаводів України, можна стверджувати, що всі стадії виробництва пива мають різну систему автоматизації: - локальну автоматизацію, яка представляється у вигляді локальних регуляторів для регулювання технологічних параметрів в конкретних апаратах, а також релейно-контактних схемах для логічного керування. - автоматизація на базі мікропроцесорної техніки, яка представляється мікропроцесорними контролерами як вітчизняного, так і закордонного виробництва.

На сьогоднішній день більшість пивзаводів використовують автоматизацію на базі мікропроцесорної техніки. В цьому випадку така система дозволяє вирішувати задачі як контролю та регулювання окремих технологічних параметрів, так і управління групою апаратів на базі логічного технологічного регламенту. Також, використання мікропроцесорної техніки дає можливість більш гнучко та швидко переконфігурувати алгоритми управління виробництвом, а також змінювати рецептурні параметри в цих алгоритмах. Таким чином, використання сучасних мікропроцесорних засобів та вимірювальної техніки дає можливість побудувати складний програмно-технічний комплекс виробництва пива.

Одним з головних етапів виробництва є фільтрація. Фільтрація - невід'ємна складова частина виробництва пива, що у підсумку забезпечує продукту чистоту, іскристість, відсутність каламуті і якісний смак.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

### 1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Фільтрація - процес поділу неоднорідних систем за допомогою пористої перегородки, що затримує тверді частинки і пропускає рідину. Фільтрування проводять для можливо повного і швидкого відділення суслу від твердих часток затору. Для відділення суслу від дробини застосовують фільтраційні апарати або фільтр-преси. Сітчаста перегородка фільтраційного апарату (чана) служить опорою для дробини, яка виконує роль фільтруючого шару. Фільтрує в фільтр-пресі служить тканину. Найбільш поширений спосіб фільтрування затору в фільтраційному апараті (чані), який являє собою сталевий циліндричний посудину з плоским дном. Він має сферичну кришку і витяжну трубу для видалення пара в атмосферу. Підставою для фільтруючого шару дробини служить другим розбірні Сітчасте дно з листової бронзи, розташоване на 10-12 мм вище основного дна. Отвори в ситах виконані у вигляді трапецевидних щілин довжиною 20-30 мм, шириною зверху 0,4-0,7 і розширенням до 3-4 мм до нижньої сторони сита. Таке розширення площі перетину отворів зменшує опір руху рідини і полегшує очистку сит. Живе перетин сита (загальна площа отворів) становить 4-8% від загальної площі.

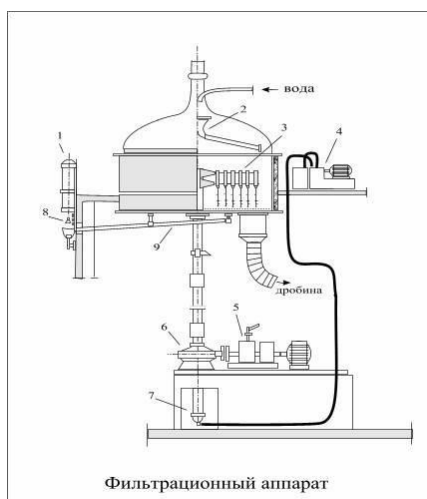


Рис.1.1. Фільтраційний апарат

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушіє
					Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного суслу		
Розроб.		Наумук І.П.					7
Перевір.		Гриценко Н.Г.			<b>НУХТ АК-4-2</b>		
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.					
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

У фільтраційному апараті є розпушувач 3, призначений для розпушення дробини при її промиванні водою, а також для вивантаження. Розпушувач є мішалку з вертикальними поворотними ножами, забезпеченими пропашниками, він приводиться в обертання від електродвигуна через редуктор 6 і коробку швидкостей 5. Механізм розпушувача може підніматися і опускатися за допомогою насоса 4 і підйомника 7. Для рівномірного зрошення дробини гарячою водою над розпушувачем встановлено сегнерове колесо 2. для відводу відфільтрованого сусла від основного дна чана є трубки 9, причому кожна забезпечена краном 8. Фільтраційні крани розташовані над лотком для прийому сусла і призначені для регулювання швидкості фільтрування і попередження потрапляння повітря через трубки в підситовий простір. Фільтраційний апарат має регулятор тиску 1, призначений для визначення в кожен момент фільтраційного тиску і зміни швидкості фільтрування. Обсяг фільтраційного апарату на кожні 100 кг затертого солоду приймають рівним 0,6-0,7 м<sup>3</sup>. Діаметр апарату обчислюють залежно від необхідної поверхні фільтраційних сит. При висоті шару дробини 35 см, вважаючи що кожні 100кг сухого солоду дають 180 л сирої дробини, необхідна площа сит для кожних 100кг сухого солоду дорівнює 0,5 м<sup>2</sup>. Число фільтраційних кранів розраховують, виходячи з умови що на кожен кран має припадати площа сит 1,25 1,5 м<sup>2</sup>.

Фільтрування затору в фільтраційному апараті включає наступні операції: підготовку фільтраційного чана, заливку сит водою, перекачування затору в чан з заторного котла, відстоювання затору для формування фільтруючого шару, фільтрування першого сусла, промивання дробини гарячою водою, вивантаження дробини з фільтраційного чана.

При підготовці фільтраційного чана до роботи в нього укладають очищені сита для попереднього нагрівання промивати гарячою водою, закривають фільтраційні крани і перевіряють щільність закриття люка для дробини. Наявність повітря в трубах, відвідних сусло, або в подсітовом просторі може порушити рух сусла при фільтруванні, розірвати потік, тому проводять операцію, звану «заливанням сит» .І тому фільтраційні крани, труби,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що відводять, підсітове простір заливають гарячою водою так, щоб вода була вище сит на 1-1,5 см. Далі в підготовлений чан перекачують затор зі швидкістю потоку 2-4 м / сек. Щоб послабити удар на сито і досягти більш рівномірного розшарування частинок різного розміру і щільності в фільтруючому шарі, потік затору при перекачуванні направляють на сито через розподільник при включеному розпушувачі для більш рівномірного розподілу маси в чані. Потім розпушувач відключають і затор залишають в спокої на півгодини для формування фільтруючого шару. При цьому відбувається доосахаріваніє крохмалю, клейстеризованного при останньої отварке. Поверхня правильно відстояного затору повинна здаватися темною з красивим мармуровим розлученням сіруватих смуг від нижчого тесту. Коли дробина осяде, вона утворює шар висотою 30-40см. для звільнення підсітового простору і трубок від частинок дробини фільтраційні крани по черзі швидко відкривають і закривають, щоб викликати вихровий рух рідини під ситами. Воду і каламутне сусло перекачують назад в фільтраційний апарат. Коли з кранів почне витікати прозоре сусло, його направляють сусло варильний котел. Швидкість і рівномірність фільтрування регулюють фільтраційними кранами. Хорошої якості фільтрування досягають при малих швидкостях руху сусла через дробину (4,5-6 л / хв на 1 м<sup>2</sup> площі сита). Таку швидкість отримують при поступовому відкритті крана на ¼ або 1/5 їх поперечного перерізу. При великих швидкостях може створитися розрідження під ситами і в результаті - проникнення в дробину тесту з верхнього шару або повітря в підсітове простір через крани. Це може привести до уповільнення фільтрування або навіть його припинення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Фільтрчан	Температура	75-78°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату теплоносія	Ручне управління зі АРМ оператора
2	Фільтрчан	Тиск	0.1МПа ±0.01МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан стравлювання надлишкового тиску в атмосферу	Ручне управління зі АРМ оператора
3	Трубопровод відводу сусла	Тиск	0.1МПа ±0.01МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на швидкість відводу фільтровано го сусла	Ручне управління зі АРМ оператора
4	Фільтрчан	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на подачу сусла у фільтрчан	Ручне управління зі АРМ оператора
5	Трубопровод подачі води з котельні	Витрата	10м <sup>3</sup> \год ± 0.5 м <sup>3</sup>	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

6	Трубопр овід подачі сусла на фільтру вання	Витрата	$10\text{м}^3$ \год $\pm$ $0.5\text{ м}^3$	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
7	Трубопр овід відводу сусла	Витрата	$8\text{м}^3$ \год $\pm$ $0.5\text{ м}^3$	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
8	Трубопр овід відводу сусла	Мутність	11-3%	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	

## Розділ 2. Опис системи автоматизації

### 2.1. Схема автоматизації

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів. Схема автоматизації відділення фільтрації та очищення пивного суслу складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання , температури, тиску, рівня , витрати та мутності пивного суслу.

#### *Контур вимірювання та регулювання температури:*

Вимірювання і регулювання температури відбувається в фільтрчані. Вимірюємо за допомогою термометрів опору pt100, сигнал із датчика передається на вторинний перетворювач Rosemount 214C (1б), сигнал із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро – пневматичний перетворювач РС-28G/A (1в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан PV25(EN) (1г) , що регулює подачу гарячої води.

#### *Контур вимірювання та регулювання тиску:*

Вимірювання і регулювання тиску відбувається в фільтрчані. Вимірюємо за допомогою перетворювачів тиску Rosemount 3051S (2а,3а), сигнал із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючі сигнали 4-20 мА, які надходять на електро – пневматичний перетворювач РС-28G/A (2б), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Наумук І.П.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного суслу</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гриценко Н.Г.</i>					12
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<b>НУХТ АК-4-2</b>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

на пневмоклапан PV25(EN) (2в) , що стравлює надлишковий тиск у атмосферу, та на частотний перетворювач ATV320D15N4B (3б), що керує насосом М1, що регулює відкачку пивного сусла з фільтрчану, підтримуючи заданий тиск у трубопроводі.

*Контур вимірювання рівня:*

Вимірювання і регулювання рівня відбувається в фільтрчані. Вимірюємо за допомогою рівнеміру Rosemount 5400 (4а), сигнал із якого подається на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на частотний перетворювач ATV320D15N4B (4в), що керує насосом М2, що регулює подачу пивного сусла у фільтрчан.

*Контур вимірювання витрати:*

Вимірювання і регулювання витрати відбувається в трубопроводах подачі пивного сусла, відкачки пивного сусла та подачі гарячої води. Вимірюємо за допомогою витратомірів Rosemount 8750W005 (5б,6б,7б), сигнали із датчика надходять на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і служить допоміжною інформацією для оцінки якості очищення пивного сусла.

*Контур вимірювання мутності:*

Вимірювання і регулювання мутності відбувається в трубопроводі відкачки пивного сусла. Вимірюємо за допомогою мутноміра TurBiScat (8б), сигнал із датчика надходять на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і служить допоміжною інформацією для оцінки якості очищення пивного сусла.

Двигуни насосів М1,М2,М3 управляються через частотні перетворювачі ATV320D15N4B (3б,4в,9а).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 2.2. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1.

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	1б	Датчик температури Rosemount 214С розроблений, щоб забезпечити гнучкі та надійні вимірювання температури в процесі моніторингу та контрольні середовища. Особливості включають: ■ Діапазони температур від -321 до 1112 ° F (-196 до 600 ° C) для RTD та -321 до 2192 ° F (-196 до 1200 ° C) для термопар; ■ Стандартні типи датчиків: PT100 RTD; термопари типу J, типу K і типу T; ■ Пружинні та компактні стилі кріплення датчика з пружиною; ■ Служби калібрування для ознайомлення з роботою датчика.	Rosemount 214С	С	1	Emerson, США
2	1а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Робочий діапазон: -200 ... 260 С(Pt100)	Pt100		1	ОАО «Тера», Україна, м. Чернігів
3	2а,3а	Перетворювачі Rosemount 3051S моделі Sorplanar для вимірювання різниці тисків, надлишкового та абсолютного тиску. Платформа Sorplanar дозволяє використовувати інтегральні клапанні блоки, первинні елементи і розділові мембрани. Технологія подвійного емнісного сенсора Saturn дозволяє компенсувати тиск перевантаження. Калібровані шкали від 0,25 мбар до 276 бар (від 0,1 дюйма вод. Ст. До 4000 фунта / кв. Дюйм).	Rosemount 3051S		2	Emerson, США
4	1в,2б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 кПа	РС-28G/A		2	Aplisens, Україна
5	1г,2в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	PV25(E N)		2	«ИРИМ ЭКС», Казахстан

						<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

6	Зв	Радарний рівнемір Rosemount 5400: Вимірювані середовища: нафтопродукти, луги, кислоти, розчинники, алкоголь. Цінні та слабоалкогольні напої і сипучі Середовища; Діапазон вимірювань: від 0,4 до 35 м; Вихідні сигнали: 4 20 мА / цифровий на базі протоколу HART, Foundationt, Fieldbus або Modbus; Наявність вибухонебезпечного виконання; Міжповірочний інтервал: 4 роки.	Rosemount 5400	%	1	Emerson, США
7	3б,4в, 9а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...380 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	ATV320 D15N4B		3	«Schneider electric», Франція
8	5б,6б, 7б	Витратоміри Rosemount 8750W005 Основні характеристики: • Діаметри умовного проходу від 15 до 1000 мм; • Тиск вимірюваного середовища до 4 МПа; • Вихідні сигнали - 4 - 20 мА / HART - частотно-імпульсний; • Похибка 0,5% (опція 0,25%); • Загальнопромислового виконання; • Ступінь пиловологозахисту корпусу по класу IP68.	Rosemount 8750W005	Шт.	3	Emerson, США
9	8б	Мутномір TurBiScat . Вимірює мутності довжини хвилі LED 650 нм Колір довжини хвилі (необов'язковий) Світлодіодний 430 нм; Принцип вимірювання 90 ° / 25 °. Вимірювання розсіяного світла Розв'язання <0,001 ЕВС повної шкали Відтворюваність ± 1% @ 0 .. 2 ЕВС або ± 0,25% від повної шкали	TurBiScat	Шт.	1	«Sigrist Photometer AG», Швеція
10	М1,М2,М3	AIP160S2 - трифазний асинхронний електродвигун . Потужність 15 кВт; Частота обертання поля статора 3000 об / хв; Тип : Асинхронний; Напруга живлення Трифазне, 380/660 вольт; Монтажене виконання Лапи / фланець / комбіноване Номінальний струм 28,6 А ККД 89,4%	AIP160S2	Шт.	3	Україна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

### 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

#### *Температура:*

Для вимірювання температури у кваліфікаційній роботі були застосовані перетворювачі температури Rosemount 214C.



Rosemount 214C RTD - це високоточний одно- або двоелементний резистивний датчик температури, розроблений для оптимізації ефективності установки і підвищення надійності вимірювань. 214C використовує перевірену в галузі конструкцію і технічні характеристики поряд з сучасними виробничими процесами для забезпечення гнучких і надійних вимірювань температури в середовищах моніторингу та управління технологічними процесами.

У RTD 214c використовується стандартний тип датчика RT100. Температурні датчики Rosemount 214C доступні із занурю вальною довжиною від 2 до 78-1 / 2 дюймів (від 50 до 2000 мм) з кроком 1/4 дюйма (5 мм).

Всі типи датчиків і довжини мають стандартний номінальний діаметр 1/4 дюйма (6 мм). Також доступні різні варіанти сполучних головок, точності, стилів монтажу, розширень і інших чинників.

Температурні датчики Rosemount 214C можуть бути об'єднані з готовими до роботи або ручними герметичними датчиками, датчиками і / або термокарманами в зборі для забезпечення повного температурного рішення.

#### *Технічні характеристики:*

##### *Діапазон робочих температур:*

Для дротяного елемента: максимальна зміна опору 0,05 °C (0,020 ) при температурі танення льоду після дії вібрації 1g в діапазоні від 20 до 500 Гц впродовж 150 годин, відповідно до IEC 60751 : 2008

Дротяні виведення: Дріт 24 AWG, ізольований FER; колірна маркіровка

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

відповідно до ІЕС 60751.

Максимум 10,8 секунд вимагається для того, щоб досягти 50 еакции сенсора при тестуванні в проточній воді відповідно до стандарту ІЕС 60751 : 2008.

Максимальна зміна опору  $\pm 0,15$  °C (0,059) при температурі танення льоду після 1000 годин при вимірі по методу, вказаному в ІЕС;

Опір ізоляції:

Мінімальний опір ізоляції складає 1000 МОм при вимірі піднапругою 500 В постійного струму при кімнатній температурі.

Діапазон калібрування:

Точність по ІЕС 751, клас А або В; Калібрування по одній точці;

### ***Тиск:***

Для вимірювання тиску у кваліфікаційній роботі були застосовані перетворювачі тиску Rosemount 3051S.



Перетворювачі Rosemount моделі 3051C Coplanar™ призначені для вимірювань диференціального тиску (ДД), надлишкового тиску (ВД) і абсолютного тиску (АТ). У перетворювачах Rosemount 3051С використана технологія ємнісних сенсорів компанії Emerson Process Management для вимірювань ДД і ВД. У моделях Rosemount 3051Т і 3051СА для вимірювань використана технологія п'єзорезистивних сенсорів. Основними компонентами моделі Rosemount 3051 є сенсорний модуль і блок електроніки. У сенсорний модуль входять сенсорна система, заповнена маслом (розділова мембрана, система заповнення маслом і сенсор) і електронна частина. Електроніка сенсора встановлюється всередині сенсорного модуля і включає в себе температурний

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

сенсор (температурний перетворювач опору), модуль пам'яті і перетворювач ємнісного сигналу в цифровий (С / D перетворювач). Електричний сигнал від сенсорного модуля передається на вихідний блок електроніки. У корпусі блоку електроніки встановлені електронна плата виведення, кнопки місцевої установки нуля і діапазону, а також клемна колодка.

У перетворювачі моделі Rosemount 3051С розрахунковий тиск прикладається до розділовим мембран, масло прогинає центральну мембрану, що призводить до зміни ємності. Потім ємнісний сигнал перетвориться в цифровий за допомогою С / D перетворювача. Мікропроцесор обробляє сигнали, що надходять від ТПС і С / D перетворювача, і видає точні вихідні дані. Цей сигнал потім передається на ЦАП, де сигнал знову перетвориться в аналогову форму і накладається на вихідний сигнал 4-20 мА HART-комунікатора.

#### *Технічні характеристики:*

Протокол передачі даних: 4-20 мА HART, WirelessHART®, FOUNDATION™ fieldbus;

Діапазон вимірювань: До 137,89 бар (різниця тисків), до 137,89 бар (надлишкове), до 275,79 бар (абсолютне);

Матеріали, що контактують з робочим середовищем: Нержавіюча сталь 316L, сплав С-276, сплав 400, тантал, сплав 400 з золотим покриттям, нержавіюча сталь 316L з золотим покриттям;

Діагностика: Базова діагностика, моніторинг характеристик напруги живлення, статистичний моніторинг технологічного процесу, виявлення закупорки імпульсних ліній;

Сертифікація: Функціональна безпека SIL 2/3 згідно стандарту IEC 61508; NSF; NACE; вибухонебезпечні зони.

#### *Особливості:*

- Запатентована технологія Rosemount Coplanar пропонує оптимізоване рішення для вимірювання тиску, а також для вимірювання витрати та рівня за принципом перепаду тиску;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- Краща в своєму класі масштабування архітектура підвищує якість метрологічних характеристик, функціональності і технологічних з'єднань;
- Вимірювальний перетворювач поставляється повністю зібраним і протестованим на наявність витоків, що забезпечує простоту установки і обслуговування;
- Суцільнозварна герметична конструкція корпусу SuperModule™ з нержавіючої сталі з високою стійкістю до перевантажень і впливу зміни статичного тиску від 0,025%;
- Виконання з кращими метрологічними характеристиками Ultra і Ultra for Flow мають 15-річну стабільність вимірювань і забезпечені терміном гарантійного обслуговування протягом 15 років
- Можливість перенастроювання діапазону в масштабі 200: 1 дозволяє отримувати достовірні результати вимірювань і забезпечує широкі можливості для застосування приладу
- Інтеграція з протоколами 4-20 mA HART®, WirelessHART®, забезпечує гнучкість застосування
- Сертифікація відповідності вимогам міжнародного стандарту функціональної безпеки IEC 61508 з рівнем повноти безпеки SIL 2 (SIL 3 при дотриманні вимог) з наданням звіту аналізу відмов, їх наслідків та діагностики (FMEDA)
- Розширена діагностика забезпечує спостереження за станом характеристик напруги живлення і за виходом технологічного процесу з штатного режиму
- Виконання з виносним індикатором і панеллю керування забезпечує легкий доступ до інформації про процес і пристрої

*Настройка датчика:*

Датчики поставляються повністю еталонними на замовлення або за прийнятим на заводі значенням повної шкали (шкала = верхня межа діапазону).

Підстроювання нуля:

Підстроювання нуля - це одноточковий підстроювання для компенсації ефектів від монтажного положення датчика.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш ніж виконувати підстроювання нуля, переконайтеся, що зрівняльний клапан відкритий і всі мокрі коліна наповнені до необхідного рівня. Існують два методи компенсації ефектів від монтажного положення датчика:

- З використанням HART-комунікатора.
- З використанням кнопки підстроювання нуля датчика.

Виберіть відповідний метод і дотримуйтесь наведених нижче вказівок.

*З використанням HART-комунікатора:*

Якщо зсув нуля по відношенню до реального нуля становить менше 3% від ВГД, дотримуйтесь інструкцій, наведених в розділі "Використання HART-комунікатора" (див. Нижче). В цьому випадку підстроювання нуля впливає на значення аналогового виходу 4-20 мА, первинну змінну HART і відображається на індикаторі значення.

Кроки:

1. Стабілізуйте тиск або відведіть від нього повітря, підключіть HART-комунікатор.
2. У меню введіть послідовність гарячих клавіш (див. Табл. 1 або табл. 2).
3. Дотримуйтесь повідомленнями комунікатора для виконання підстроювання нуля.

*З використанням кнопки підстроювання нуля датчика:*

При використанні кнопки підстроювання нуля датчика нижня межа діапазону (нгд) встановлюється на рівні тиску, поданого на датчик. Дана підстроювання впливає тільки на значення аналогового виходу 4-20 мА. Для виконання підстроювання нуля з використанням кнопки підстроювання виконайте наступні дії.

1. Послабте гвинт сертифікаційної таблички і поверніть табличку для отримання доступу до кнопок підстроювання.

2. Встановіть точку 4 мА натисканням і утримуванням кнопки підстроювання нуля протягом 2 секунд. Перевірте, що вихідний сигнал дорівнює

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

4 мА. На РК-дисплеї (якщо є) з'явиться напис «ZERO PASS» ( «НУЛЬ ПРОЙШОВ»).

#### *Принцип дії:*

В датчиках на базі ємнісного сенсора тиск процесу через розділові мембрани (мембрану в датчиках надлишкового тиску) і рідину, що заповнює передається на вимірювальну мембрану, розташовану між пластинами конденсатора. Під впливом вимірюваного тиску мембрана прогинається і в результаті змінюється електрична ємність осередків, утворених сенсорної мембраною і пластинами конденсатора. Генерується електричний сигнал перетвориться в цифровий і передається на мікроконтролер.

У датчиках з п'єзорезистивного сенсором вимірюється тиск через розділову мембрану і мембрану, вигин якої викликає зміна опору в ланцюзі містка Уінстона. сигнал неузгодженості перетвориться в цифровий сигнал для обробки мікропроцесором.

#### *Рівень:*

Для вимірювання рівня у кваліфікаційній роботі був застосований радарний рівнемір Rosemount 5300.



Призначенням радарних рівнемірів Rosemount серії 5300 є вимір рівня, рівня кордону розділу рідин і рівня сипучих середовищ. Використовуються в багатьох галузях промисловості: хімічної і нафтохімічної, нафтогазової, целюлозно-паперової, фармацевтичної, харчової. Застосовуються у виробництві напоїв, контролі питної води і стічних вод, енергетиці (греблі і гідро- та електростанції).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

*Переваги:*

- широкий діапазон вимірювань і якісні виміри середовищ з низьким коефіцієнтом відображення завдяки технології прямого перемикавання, функції проектування кінця зонда і компенсації впливу діелектричної постійної пара;
- поліпшені характеристики електромагнітної сумісності завдяки інтелектуальної гальванічної розв'язки;
- вимір рівня зріджених газів при температурі процесу від -196 ° С;
- можливість використання зондів від рівнемірів Rosemount серії 3300;
- підвищена безпека завдяки модульній конструкції блоку електроніки;
- розширена діагностика і можливість профілактичного обслуговування по протоколам HART, Foundation Fieldbus і Modbus.

*Принцип роботи:*

Рівнемір 5300 являє собою інтелектуальний двухпровідний рівнемір безперервного виміру, що діє за принципом рефлектометрії з тимчасовим дозволом (Time Domain Reflectometry - TDR). Наносекундні імпульси малої потужності направляються уздовж зануреного в вимірювану середу зонда. При досягненні імпульсом поверхні частина енергії відбивається назад в рівнемір, а різниця часу між сформованим і відбитим імпульсами перетворюється в відстань, за допомогою якого розраховується загальний рівень або рівень кордону розділу середовищ.

Відображає здатність продукту є ключовим параметром якості вимірювань. Інтенсивність відображення залежить від діелектричної проникності продукту в резервуарі. Середовища з високою діелектричної проникністю дають кращу відображення (амплітуду сигналу) і більший максимальний діапазон вимірів.

*Області застосування:*

Рівнеміри 5300 використовуються для вимірювання загального (сумарного) рівня більшості рідин, напіврідких середовищ, сипучих матеріалів і параметрів кордону розділу рідин. Технологія керованих СВЧ-хвиль забезпечує

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

найвищу надійність і точність вимірів, несприйнятливість до температури, тиску, присутності домішок в парогазовій подушці, щільності, турбулентності або кипіння, низького рівня, коливань діелектричної проникності, рівню рН і в'язкості.

*Технічні характеристики:*

- Рефлектометрія з тимчасовим дозволом (TDR);
- Потужність СВЧ-випромінювання на виході: Номінальна: 300 мкВт, максимальна: 45 мВт;
- Телекомунікація (FCC і R & TTE) FCC частина 15 (1998) підрозділ В і R & TTE (директива EU 97/23 / EC). Відповідно до правил частини 15 обладнання вважається випромінювачем ненавмисних перешкод;
- Вологість :Відносна вологість 0-100%;
- Час запуску <40 с;

*Витрата:*

Для вимірювання витрати у кваліфікаційній роботі були застосовані датчики витрати Rosemount 8750W005.



Електро-магнітний датчик витрати Rosemount 8750W005 – призначений для вимірювання об'єму рідини, що проходить в трубопроводі та швидкості її проходження.

*Технічні характеристики:*

- Похибка до 0,15% об'ємної витрати при динамічному діапазоні 13: 1, 0,25% при динамічному діапазоні 40: 1;
- Типорозмір 4-200 мм (0,15-8 дюймів);
- Матеріал футеровки ETFE, PTFE і PFA;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Матеріал електродів нержавіюча сталь 316L, нікелевий сплав, платина, тантал, титан. Про можливість застосування інших матеріалів слід проконсультуватися з виробником.

*Особливості:*

- Двосекційний корпус вимірювального перетворювача, який надійно захищає електронні компоненти від вологи і забруднення;
- Конструкція міцна, суцільнозварна конструкція здатна витримувати тривалу вібрацію;
- Функція безперервної перевірки приладу проводить перевірку стану витратоміра, не перериваючи технологічний процес;
- Замінна клемна колодка дозволяє з легкістю проводити ремонт в польових умовах без заміни всього витратоміра;
- Покращені діагностичні можливості підтверджують працездатність витратомірів на відповідність нормативним вимогам;
- Простий у використанні локальний інтерфейс оператора спрощує конфігурацію.

*Мутність:*

Для вимірювання мутності у кваліфікаційній роботі був застосований датчик мутності TurBiScat.



TurBiScat - прилад для контролю каламутності рідин методом вимірювання по поглинанню розсіяного світла під кутами 90 ° і 25 ° з одного

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

джерела світла (650 нм) в діапазонах: 0..100 / 0..1000 EBC, 0 .. 400/0 .. +4000 NTU, 0..69,000 ASBC та опціонально контроль кольору, наприклад для пива, в EBC (430 нм) в діапазонах: 0 .. 50 EBC / 0 .. 25.4 SRM.

*Переваги:*

- відсутність ущільнювальних прокладок, не потрібне технічне обслуговування ;
- розширена функція контролю сенсора з контролем наявності плівок осаду;
- компенсація кольору, вимірювання під двома кутами 90° / 25°;
- опція вимірювання кольору на довжині хвилі 430 нм;
- швидке юстирування за допомогою твердотельного калібровочного стандарту;
- блок контролю з кольоровим сенсорним дисплеєм "тач-скрін";
- трансформований дисплей з зображенням.

*Принцип дії:*

Принцип дії аналізаторів заснований на вимірюванні ослаблення світлового потоку при проходженні через досліджувану рідину. Сфокусований промінь світла проходить через досліджувану рідину. Світло, розсіюється знаходяться в досліджуваній рідині частинками, реєструється під кутом 90 ° і під кутами 90 і 25 ° для модифікації TurbiScat.

Аналізатори виконані у вигляді блоку, який умовно складається з декількох частин: частини для відбору проби і частини містить фотометр і керуючу електроніку.

Аналізатори випускаються в наступних модифікаціях:

- AquaScat 2 WTM - призначена для питної і технічної води;
- AquaScat 2 WTM-A - призначена для питної і технічної води, має автоматичне калібрування по вбудованому твердотельному стандарту;
- AquaScat 2 NT - призначена для природної води;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- AquaScat 2 P - вимірюється і враховується проходить і розсіяне світло (двопроменева система) , призначений для вимірювання каламутності в воді під тиском;

TurbiScat - вимір каламутності проходить під кутами 90 і 25 °, є можливість додаткового контролю кольоровості аналізованої рідини;

AquaMaster - є можливість додаткового визначення рН і концентрації розчиненого кисню.

Схема пломбування від несанкціонованого доступу, позначення місця нанесення знака повірки представлені на малюнку .

### **Частотний перетворювач:**

Для керування двигунами у системі були обрані частотні перетворювачі ATV320D15N4B.



Перетворювач Altivar Machine ATV320 призначений для регульованих електроприводів з трифазними асинхронними або синхронними двигунами потужністю від 0,18 до 15 кВт. Altivar Machine ATV320 надійний і простий в обслуговуванні, він легко вбудовується в конструктиви машин і в шафи різних розмірів, і так само добре інтегрується в системи автоматизації з широко використовуваними структурами.

Перетворювачі ATV320 ідеально відповідають вимогам, що пред'являються до регульованих електроприводів простих промислових механізмів.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Крім того, Altivar Machine ATV320 має безліч прикладних функцій, здатних задовольнити вимоги сучасних застосувань. Altivar Machine ATV320 розроблений для поліпшення характеристик машин, збільшення їх можливостей і зменшення повної вартості експлуатації.

#### Захищена конструкція

Перетворювач Altivar Machine ATV320 може працювати в важких умовах довкілля:

- До 50 ° С без зменшення заявленого номіналу потужності
- До 60 ° С зі зменшенням номіналу без додаткового вентилятора

Всі друковані плати мають покриття, що відповідає ІЕС 60721-3-3 класу Пд для промислових середовищ і 3S2 для твердих частинок.

#### Монтаж:

- Вмонтовуйте пристрій у вертикальному положенні. Це необхідно для охолодження пристрою.
- Прикріпіть перетворювач на монтажну поверхню відповідно до стандартів використовуючи гвинти
- Необхідно застосування шайб з усіма монтажними гвинтами.
- Затягуйте фіксують гвинти.
- Не встановлюйте пристрій близько від джерел тепла.
- Уникайте оточуючих впливів як високі температури і висока вологість так само як пил, бруд і проводять газу.
- Дотримуйтеся мінімальних настановних відстаней для необхідного охолодження.
- Не встановлюйте пристрій на вогненебезпечних матеріалах.
- Встановіть перетворювач на тверде, вільний від вібрацій підставу.

#### Максимальна продуктивність:

- максимальне операційний час. Системна інтеграція, діагностика безпеки і зміни у виробництві виконуються дуже швидко.
- збільшена стійкість до агресивного середовища: високі температурні значення, електричні перебої, запилення і механічні неполадки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Можливість роботи при температурі до 50 ° С без зменшення номіналу і до 60 ° С зі зменшенням номіналу без додаткового вентилятора.

Зменшення вартості експлуатації машини:

- для виконання простих логічних операцій потрібно менше додаткових пристроїв завдяки вбудованим функціям;
- скорочені витрати на установку завдяки книжковому та компактному виконань;
- завдяки готовим до використання бібліотекам ПЛК, розробленим Schneider Electric's MachineStructure solutions скорочено час на проектування.

*Переваги:*

- Для вбудовування в шафи будь-яких типів передбачено два конструктивних виконання: компактне і "книжкове".
- В широко поширених структурах автоматизації роботи Altivar Machine забезпечують передові комунікаційні можливості. Інтерфейси CANopen і Modbus RTU - вбудовані. Додатково доступні наступні модулі комунікації: Ethernet, Modbus TCP, EtherNet / IP, Profinet, EtherCAT, Serial, CANOpen (daisy chain), ProfibusDP.
- Захищена конструкція. Всі друковані плати можуть працювати в агресивному середовищі за рахунок покриття, яке відповідає MEK 60721-3-3 класу 3С3. Наприклад, при температурі до 60 ° С без необхідності додаткового охолодження.
- Вбудовані функції безпеки. За вбудованим функціям безпеки комплексну пропозицію містить як функцію Захисного Відключення Моменту (STO) для простих застосувань, так і більш складні контролюючі функції, такі як Безпечний Максимум Швидкості (SMS), Захисне Обмеження Швидкості (SLS), Захисна Блокування Двері (GDL) і Захисна зупинка 1 (SS1).

Застосування: Перетворювачі частоти серії Altivar Machine ATV320 застосовуються в широкому колі галузей: текстильне виробництво, упаковка,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

виконавчі механізми, переміщення матеріалів, обробка матеріалів, підйомники.

### Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

#### 3.1. Проєктне компонування мікропроцесорного контролера

##### *Modicon M340:*



Програмований логічний контролер Modicon M340 є спадкоємцем традицій і ноу-хау фірми Modicon, винахідника першого промислового програмованого контролера. Компактність Modicon M340 є сплавом потужності та інноваційності рішень, що пропонують оптимальні відповіді на потреби машинобудівників. Молодший брат в родині Modicon Premium і Quantum, він допоможе вирішити завдання автоматизації в промисловості і інфраструктури. У комбінації з потужністю і гнучкістю програмного інструменту Unity він реалізує переваги на всьому життєвому циклі ваших додатків.

Незважаючи на свій малий розмір, цей апарат здатний "оживити" Ваші машини завдяки своїй дивній продуктивності і ємності пам'яті. Процесор нового покоління Незалежно від особливостей Вашого застосування і його обмежень а також Вашого стилю програмування, Modicon M340 завжди готовий до роботи. Висока швидкість обробки двійкових інструкцій поєднується в ньому зі здатністю швидко виконувати цілочисельні обчислення і операції з плаваючою комою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Наумук І.П.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного суслу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гриценко Н.Г.</i>					29	70
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<b>НУХТ АК-4-2</b>			
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Універсальність і спеціалізація, - правильний баланс між двома цими характеристиками - це те, що Ви дуже скоро зможете оцінити по достоїнству.

Ви хотіли б використовувати потужні і розвинені можливості мов по стандартам МЕК, але боїтеся, що постраждає продуктивність? Забудьте про упередженнях, Modicon M340 не допустить уповільнення циклу, якою б мовою Ви не використали. Мілісекунди реакція? - Без проблем, з багатозадачного операційною системою Modicon M340: Основне завдання, швидка завдання і 64 завдання обробки переривань. Використовуючи їх, "Ви зможете адаптувати контролер до вашого додатком, а не навпаки.

**Потужність пам'яті.** Відпадає необхідність в оптимізації розробок, завдяки величезній пам'яті надходить у Ваше розпорядження. Процесор має на борту 4Мб вбудованої RAM, де може зберігатися до 70К інструкцій. З процесором поставляється флеш-пам'ять типу SD, готова до зберігання архіву додатки (виконуваний код, вихідний код і коментарі). Так що нічого не потрібно додавати і немає необхідності йти на компроміси, коли мова йде про гнучкість розробки прикладений ия.

**Експертні прикладні функції.** Оскільки саме технологічні функції є відмінними рисами Вашого застосування, Modicon M340 дозволяє реалізувати ваше ноу-хау, завжди пропонуючи конкретну спеціальне рішення. Функції рахунку імпульсів реалізуються за допомогою 2-х модулів: 2 каналу по 60кГц і 8 каналів по 10кГц . 32 бітний рахунок, час циклу 1 мс, 2 регістра захоплення і рефлексні функції з реакцією до 200 мікросекунд; розширених конфігуруються функцій: фільтрація по кожному входу, широкий вибір рефлексних функцій, генератор імпульсів , Обмежувач вільного ходу; конфігуруються функцій рахунку і вимірювання Лічильник розроблений для таких додатків, як: попередження про спустошення розмотувальний пристрій, сортування дрібних об'єктів, простий електронний САМ, управління швидкістю.

Modicon M340 пропонує інтегровані, гнучкі і економічні рішення щодо позиціювання, для незалежних і пов'язаних осей. Для цього не потрібен спеціальний модуль. Рішення базується на інтегрованої програмної бібліотеці

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

позиціонування (MFB) відповідає стандарту PLCOpen. Управління сервоприводом або частотним приводом здійснюється за допомогою команд MFB, які видаються на приводу через шину CANOpen. MFB реалізують управління приводами Altivar для асинхронних електродвигунів або Lexium або ІсІА для безщіткових або крокових синхронних електродвигунів для управління позиціонуванням. Розроблений спеціально для виробників компактних, модульних або складних машин, Modicon M340 особливо добре підходить для додатків, пов'язаних з переміщенням матеріалів, конвеєрної транспортуванням і вторинної упаковкою, а також для спеціальних і деревообробних машин.

Бібліотека функцій регулювання є стандартною в пакеті Unity. Мова функціональних блок-схем забезпечує гнучке програмування з просунутим графічним інтерфейсом. Є можливість оптимізації та контролю алгоритму управління Крім звичайних регуляторів типу PID або PI, бібліотека включає численні додаткові функції. Автонастройка регуляторів. 2-х або 3-х позиційний регулятор, PI типу гарячий / холодний, PIP і каскадний регулятор. Генератор функцій зміни алгоритму управління; Перемикання структури PD / PI; Модуляція тривалості імпульсу; Масштабування величин ... Modicon M340 представляє новий підхід до управління пам'яттю. Карта формату SD підтримує сервіс "Plug & Load", який Ви поза сумнівом оціните. Карта "Plug & Load" Ви можете видалити або встановити іншу карту в будь-який час без впливу на виконання програми. При наступному включенні харчування програма автоматично завантажиться у внутрішню пам'ять. Так що не потрібно бути фахівцем, щоб "освіжити" алгоритм роботи машини Якщо у вас кілька ідентичних машин, то можна використовувати одну і ту ж карту, щоб завантажити всі встановлених контролерів.

**Спрощене обслуговування.** Карта SD забезпечує автоматичне збереження програми і усуває необхідність в резервної батареї.

**Зручне зберігання даних.** Можна організувати в самому Modicon M340, яке може зберігати дані обсягом до 16Мб: За допомогою функціональних блоків з бібліотеки Unity Pro: в режимі запису підтримуються функції

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відстеження та реєстрації даних. У режимі читання існує можливість завантажувати виробничі рецепти.

З свого персонального комп'ютера, підключеного до мережі Ethernet, Ви можете безпосередньо отримати дані за допомогою FTP сервера і отримати доступ до файлів в необхідному форматі (текст, таблиця, ...).

Modicon M340 має вбудований WEB-сервер, який допоможе спростити експлуатацію і обслуговування. Весь сервіс доступний як в локальному так і віддаленому режимах (через звичайний або ADSL-модем).

Modicon M340 має стандартний, готовий до використання WEB-сервер для системної діагностики і настройки уставок процесу. Ви можете навіть інтегрувати в контролер людино-машинний інтерфейс який також буде доступний в локальному або віддаленому режимі за допомогою WEB-навігатора.

Чи не напружуючись, вибравши Modicon M340, Ви зможете скористатися винятковим сервісом програмного забезпечення Unity на всіх етапах розробки і підтримки Ваших додатків. Modicon M340 і Unity - 0% занепокоєння.

**Єдина середовище програмування.** Скористайтеся перевагами єдиного, простого і дружнього підходу до розробки додатків для Modicon M340, Premium, Quantum і Atrium Додатки можна переносити з однієї платформи на іншу.

**Потужність доступна всім.** Unity Pro підтримує всі 5 мов за стандартом МЕК, графічне програмування, розширені контекстні підказки і численні помічники (wizards) для введення даних. Вбудований симулятор дозволяє відразу ж тестувати створені додатки без безпосереднього підключення до реального ПЛК. На етапі експлуатації, готові до використання діагностичні засоби дозволяють відображати помилки і збої з автоматичним виявленням їх джерела.

**Високошвидкісне підключення - в стандартній комплектації.** Для підключення до персонального комп'ютера Ви можете використовувати простий і високошвидкісний інтерфейс USB, який є на будь-якому процесорі.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Можна також підключитися через Ethernet, в режимі "точка-точка" або через локальну мережу.

**Повний сервіс, навіть у віддаленому режимі.** Ваші об'єкти завжди в межах досяжності. За допомогою послідовного модему (RTC, GSM / GPRS, Radio) або ADSL Ви зможете підключитися до Ваших установок. Програмування в режимі онлайн; завантаження або вивантаження програм; дистанційна діагностика через WEB- сервер; запис / читання файлів даних.

*Конфігурування МПК Modicon M340:*

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

*Таблиця 3.1. Конфігурування МПК*

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	8
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	5

*Вибір процесорного модуля:*

Враховуючи кількість каналів введів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль VMXP342020.

*Вибір модулів вводу/виводу:*

8 ВА 4-20 mA – BMX AMI 0800

8 АВ 4-20 mA – BMX AMO 0802

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
ВМХ ХВР 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
ВМХ СРС 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
ВМХ Р34 2020 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
ВМХ АМІ 0800 Модуль аналогових входів	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...10V, 0...5V, \dots 20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
ВМХ АМО 0802 Модуль аналогових виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
ВМХ ФТВ 2010	2	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
ВМХ АМІ 810	1	28-конт. з'ємна кол. з'ємна клемна колодка ВМХ ФТВ 2820

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

### *Аналогові входи:*

В даній кваліфікаційній роботі використовуються датчики та перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля ВМХ АМІ 0800.

За допомогою написаної програми виробляється сигнал управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля ВМХ АМІ 0800.



### *Технічні характеристики:*

Модуль аналогового введення:

- Електричне з'єднання;
- 1 роз'єм 28 позицій;
- Ізоляція між каналами без розв'язки;
- 8 аналогових входів;

Тип підключення:

- Струм +/- 20 mA
- Струм 0 ... 20 mA
- Струм 4 ... 20 mA
- Напруга +/- 10 V
- Напруга +/- 5 V
- Напруга 0 ... 10 V
- Напруга 0 ... 5 V
- Напруга 1 ... 5 V

Допустиме перевантаження на входах:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

+/- 30 mA 0 ... 20 mA

+/- 30 mA 4 ... 20 mA

+/- 30 V +/- 10 V

+/- 30 V +/- 5 V

+/- 30 V 0 ... 10 V

### *Аналогові виходи:*

Сигнал з виходу модуля ВМХ АМО 0802 подається на клемну колодку. Модуль ВМХ АМО 0802 перетворює сигнал з цифрової форми в аналогову у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал йде на електропневматичні перетворювачі, де перетворюється в пневматичний, та управляє пневматичними клапанами.



### *Технічні характеристики:*

Похибка вимірювання:

- $\leq 0,25\%$  повної шкали 0 ... 60 ° C;
- 0,1% повної шкали 25 ° C;

Придушення несиметричної перешкоди між каналами:

- $\geq 80$  дБ;

Тип помилки:

- Розімкнутий ланцюг 4 ... 20 mA;
- Коротке замикання 0 ... 20 mA;

Активний опір навантаження:

- $\leq 350$  Ом 0 ... 20 mA

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-  $\leq 350 \text{ Ом}$  4 ... 20 mA

8 аналогових входів:

- Струм 0 ... 20 mA;
- Струм 4 ... 20 mA.

### 3.2. Загальна схема підключення

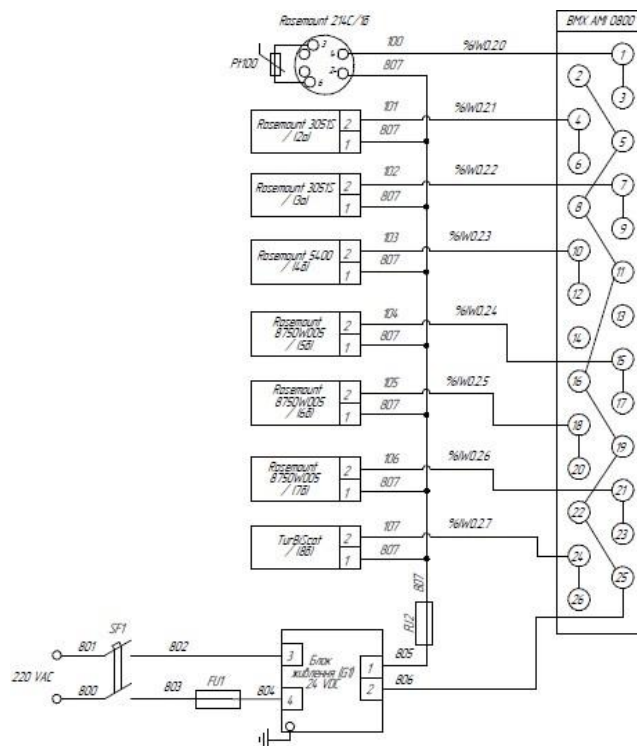


Рис.3.1. Підключення датчиків до модуля аналогових входів

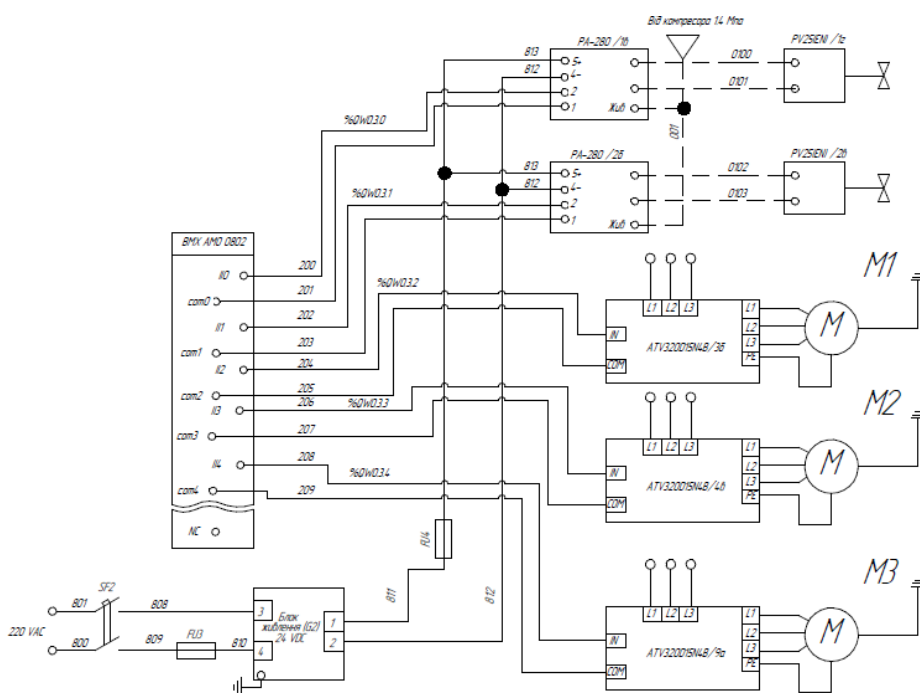


Рис.3.2. Підключення датчиків до модуля аналогових виходів

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 1 та 2 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де до нього на П0 та СОМ0 клеми під'єднаний електропневматичний перетворювач (1б), який керує пневматичним клапаном (1в), який регулює подачу теплоносія.

Вторинний перетворювач тиску РТ (2а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 та 5 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де до нього на П1 та СОМ1 клеми під'єднаний електропневматичний перетворювач (2б), який керує пневматичним клапаном (2в), який регулює стравлює надлишковий тиск у атмосферу.

Вторинний перетворювач тиску РТ (3а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 7 та 8 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де до нього на П2 та СОМ2 клеми під'єднаний частотний перетворювач (3в), який керує двигуном насосу (М1).

Датчик рівня LT (4б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 10 та 11 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де до нього на П3 та СОМ4 клеми під'єднаний частотний перетворювач (3в), який керує двигуном насосу (М2).

Датчик витрати FT (56) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 15 та 16 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для функціонування системи автоматизації.

Датчик витрати FT (66) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 18 та 19 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для функціонування системи автоматизації.

Датчик витрати FT (76) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 21 та 22 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для функціонування системи автоматизації.

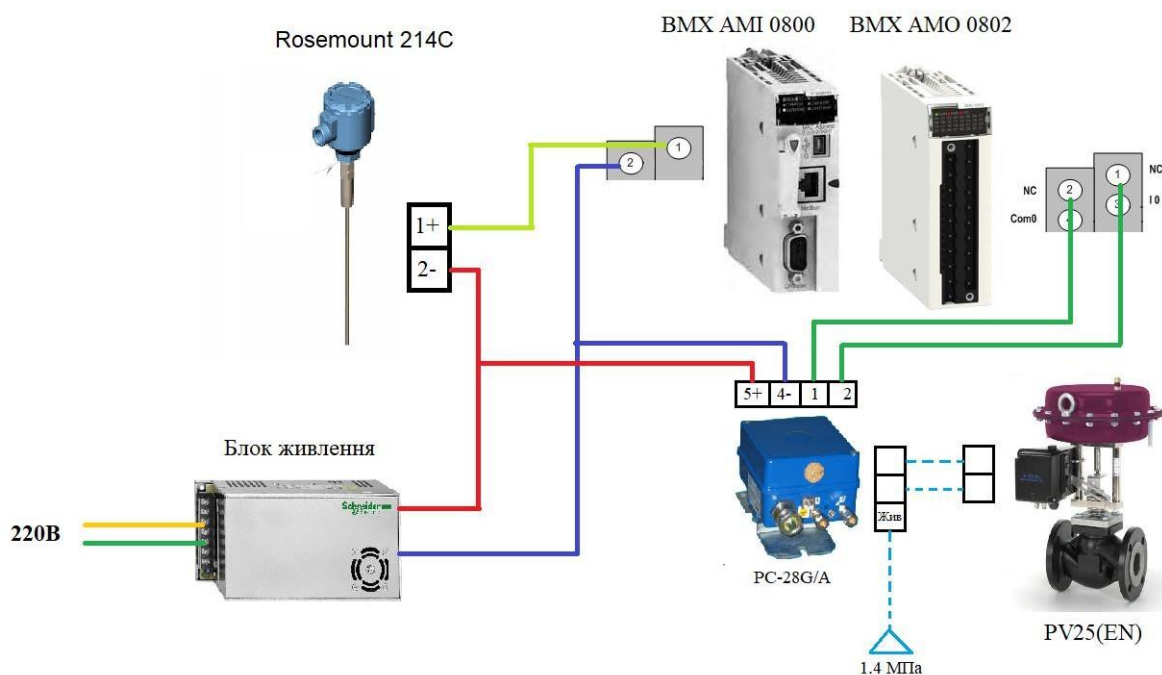
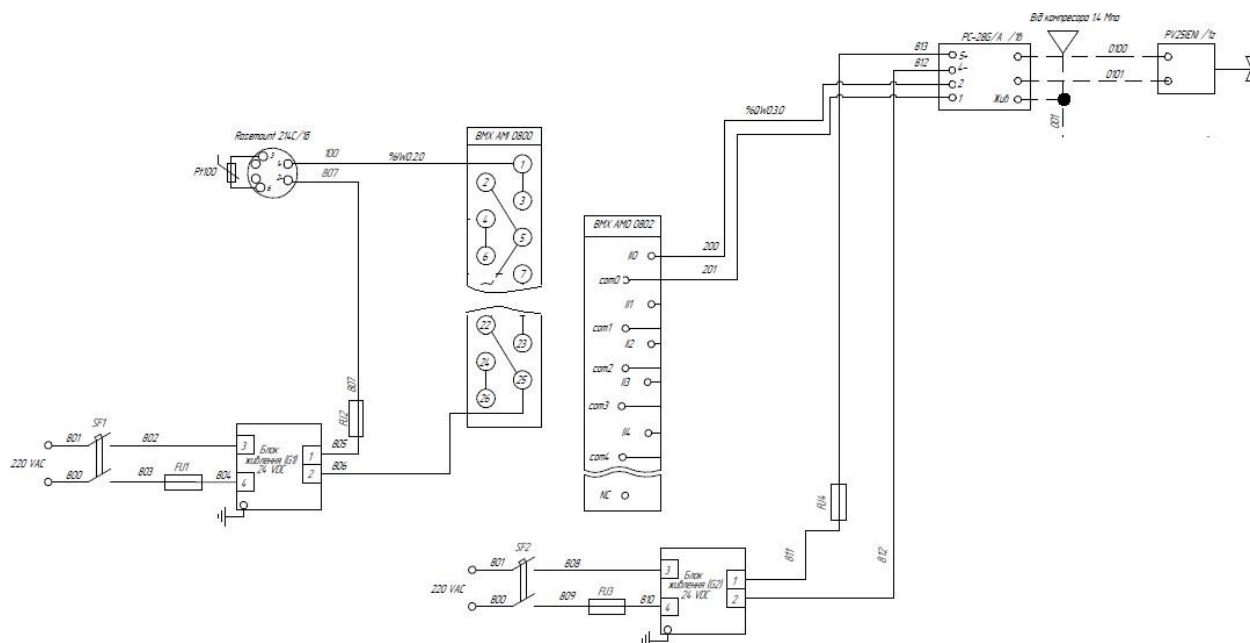
Датчик мутності QT (86) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 24 та 25 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для функціонування системи автоматизації.

Частотний перетворювач (9а) під'єднується до першого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на П4 та СОМ4 клеми, та керує двигуном фільтрчана (М3).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

#### Розширений контур контролю та регулювання температури:



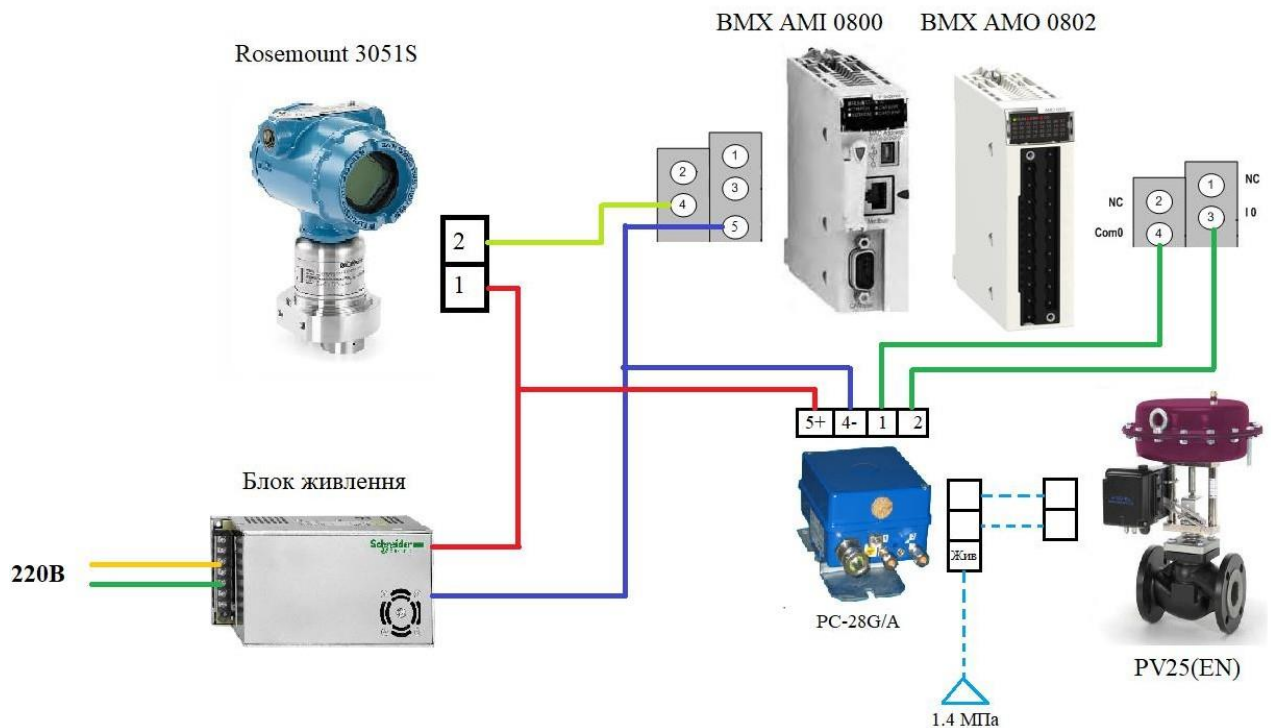
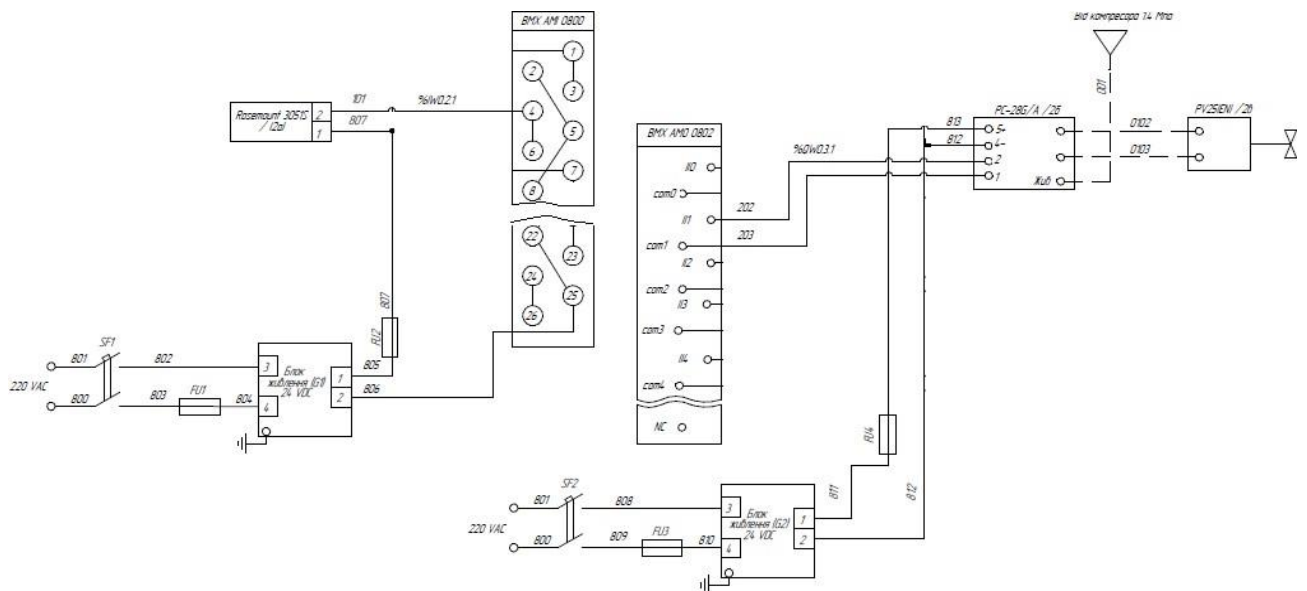
#### Опис схеми підключення:

Вторинний перетворювач температури ТТ (16) під'єднаний до першого модуля аналогових входів BMX AMI 0800 на 1 та 2 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля BMX AMI 0800 від датчика температури, інформація передається в контролер BMX P34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується,

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів BMX АМО 0802. Де до нього на П0 та СОМ0 клеми під'єднаний електропневматичний перетворювач (16), який керує пневматичним клапаном (1в), який регулює подачу теплоносія.

### Розширений контур контролю та регулювання тиску:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

41

### *Опис схеми підключення:*

Вторинний перетворювач тиску РТ (2а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 та 5 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску, інформація передається в контролер ВМХ Р34 2010 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де до нього на П1 та СОМ1 клеми під'єднаний електропневматичний перетворювач (2б), який керує пневматичним клапаном (2в), який регулює стравлює надлишковий тиск у атмосферу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

## Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

### Датчик мутності TurBiScat:



#### Використання :

- контроль якості фільтрації у виробництві напоїв, таких як пивоваріння, фруктові соки, алкогольні напої
- контроль роботи центрифуг, сепараторів, гідроциклонних сепараторів у виробництві напоїв

- вимірювання мутності у оліях, розчинах цукру, харчових продуктах
- контроль чистоти у хімічних та фармацевтичних

#### Промислові процеси:

- виробництво напоїв
- виробництво харчових продуктів
- хімічна промисловість
- фармацевтична промисловість

#### Програмне забезпечення:

Управління роботою аналізаторів здійснюється за допомогою програмно-апаратних засобів SiPhoV124.us3, призначеного для обробки результатів вимірювань, налаштування параметрів роботи аналізатора, виведення даних на дисплей і передачі даних на периферійні пристрої, що реєструють.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Наумук І.П.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла		
Перевір.		Гриценко Н.Г.					
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			ЛУХТ АК-4-2		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

Також реалізований обмін даними між аналізатором і персональним комп'ютером за допомогою протоколів Ethernet, Modbus TCP, Profibus DP (опціонально), HART (опціонально), Modbus RTU (опціонально).

*Технічні характеристики:*

Габаритні розміри (Д × Ш × В), мм, не більше: діаметр 100,5 × довжина 118,5;

Маса, кг, не більше: 2,5;

Умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря, °С: від +15 до +35;

- відносна вологість навколишнього повітря (без конденсації), %: від 0 до 95;

- атмосферний тиск, кПа: від 96 до 104;

*Настройка:*

Для роботи та настройки датчика використовується вторинне пристрій SICON з кольоровим сенсорним графічним дисплеєм, що дозволяє відображати дані не тільки в цифро-вом вигляді з метрологічними характеристиками, але і в графічному, що дозволяє наочно уявити хід процесу, проводити кореляції, робити прогнози. Калібрування і налаштування датчика здійснюється моментально, без використання формазіна, а з використанням патентованого твердотільного стандарту (в комплекті з датчиком), що значно економить час, підвищує надійність результатів і забезпечує зручність обслуговування.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

## Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Програма для кваліфікаційної роботи була розроблена у програмному забезпеченні Unity Pro від компанії Schneider Electric.



Система Unity Pro - багатофункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження і оперативного управління ПЛК Modicon M340, Premium і Quantum, а також Atrium.

Система Unity Pro, що відповідає стандарту МЕК 61131-3, має визнаними перевагами пакетів PL7 і Concept, і в її основу покладені відомі стандарти PL7 і Concept.

Вона пропонує повний набір готових функцій для поліпшення продуктивності:

- сучасна функціональність;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
- численні засоби тестування програми і поліпшення роботи системи;
- нові вбудовані засоби діагностики.
- При розробці програми були враховані питання міграції існуючих додатків. Це дозволить істотно збільшити вигоду від використання програмного забезпечення з одночасним зменшенням витрат на навчання і величезним потенціалом для розробки та сумісності.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Наумук І.П.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного суслу	Літ.	Арк.	Акрушіє
		Гриценко Н.Г.					4545	70
		Секр. Е.К.	Проскурка Є.С.		<b>НУХТ АК-4-2</b>			
		Зав.кафедри	Ельперін І.В.					

Каталог Unity включає в себе спеціальне програмне забезпечення для підвищення продуктивності:

- відкритість для розробок на мові C або VBA (Visual Basic для додатків);
- розробка і створення додатків з інтеграцією ПЛК / людино-машинного інтерфейсу.
- природна комунікабельність.

Платформи автоматизації Modicon з підтримкою технології "прозорого виробництва" Transparent Ready на базі Ethernet TCP / IP і web-технологій пропонують відмінне рішення для оптимізації продуктивності. Служби web-сервера, відправки електронних поштових повідомлень, прямий доступ до баз даних, синхронізація пристроїв, розподілений введення-виведення сигналів і багато іншого - ПЛК Modicon пропонує всі кращі можливості Ethernet.

Замість розробки закритих систем компанія Schneider Electric адаптувала такі ринкові стандарти як мови програмування МЕК, Ethernet TCP / IP, Modbus IDA, XML, OPC, IT-стандарти та ін.

Партнерство з загально визнаними світовими лідерами в області розробки програмного забезпечення та виробництва апаратних засобів в рамках партнерської програми з спільної автоматизації Collaborative Automation Partner Program призвело до більш ефективного обміну технологіями.

Вам буде гарантовано краще рішення без компромісу з простотою інтеграції. Проста в обігу і багатофункціональна інструментальна система "все в одному"

Інструментальна система Unity Pro дозволяє розкрити і по достоїнству оцінити переваги, пропоновані сучасним графічним інтерфейсом при роботі під управлінням операційної системи Windows XP або Windows 2000:

- прямий доступ до інструментів та інформації;
- стовідсоткова графічна настройка конфігурації;
- настроюється панель інструментів і піктограми;
- функції drag & drop і масштабування;
- вбудоване вікно діагностики.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

*Всі переваги стандартизації:*

Інструментальна система Unity Pro пропонує повний набір інструментів і функцій, необхідних для структурування додатки відповідно до особливостей процесу або агрегату.

Програма розбита на ієрархічно впорядковані функціональні блоки, що містять:

- область програми;
- таблиці анімації;
- екрани оператора;
- гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можна запрограмувати в призначених для користувача функціональних блоках (DFB) на мовах МЕК 61131.

*Економія часу завдяки можливості багаторазового використання модулів:*

Всі модулі оптимізовані і в точності відповідають вашим вимогам, зменшуючи час, необхідний на розробку і налагодження на місці одночасно оптимізуючи якість:

- функціональні модулі можна багаторазово використовувати в додатку і застосовувати XML для імпорту / експорту між проектами;
- функціональні блоки легко "перетягуються" в проект з бібліотеки за допомогою "миші" - технологія drag & drop;
- автоматичне оновлення примірників блоків в телепрограми при змінах в бібліотеці (опціонально).

*Гарантія високої якості:*

Вбудована функція емулятора ПЛК дозволяє в точності відтворити поведінку програми ПЛК на комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження, що дозволяють домогтися максимальної якості перед установкою:

- покрокове виконання програми;
- контрольні точки зупинки програми і точки перевірки зміни змінних;
- анімація в реальному часі для перевірки змінних і логіки під час роботи.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зниження часу вимушеного простою

Інструментальна система Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Інтегровані в програму функціональні блоки використовуються (в залежності від їх призначення) для моніторингу умов безпечної роботи і розвитку процесу в часі.

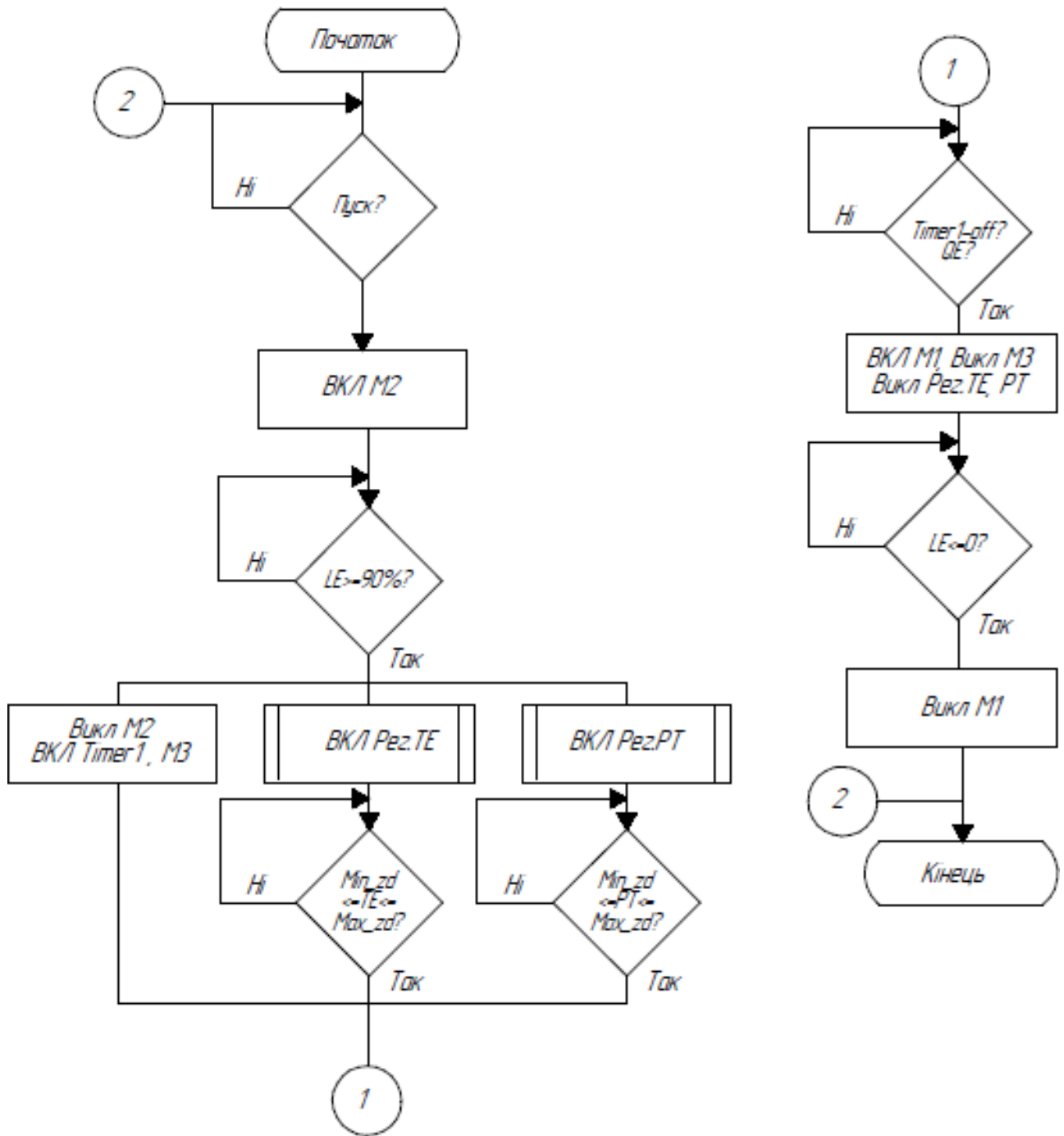
У вікні програми в хронологічному порядку виводяться всі повідомлення про несправності системи і про помилки додатки з міткою часу, коли вони відбулися. З цього вікна можна одним клацанням "мишки" запустити редактор для усунення помилок в програмі (пошук помилок в початковому тексті). Зміни, зроблені в режимі он-лайн, можна згрупувати в автономному режимі на комп'ютері і відразу все їх завантажити безпосередньо в ПЛК, щоб всі зміни враховувалися в одному циклі сканування.

*Розширений діапазон функцій забезпечує точне управління вашими операціями і економить час:*

- журнал історії дій оператора в системі Unity Pro, що зберігається в захищеному файлі;
- профайл користувача та захист паролем;
- інтегровані робочі екрани оператора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Алгоритм програми:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Текст програми на мові ST (Structured Text) :

```
IF PUSK OR restart THEN
M2:=100.0;
Pusk:=FALSE;
restart:=FALSE;
Step1:=TRUE;
END_IF;

IF Level>=90.0 AND Step1 THEN
M2:=0.0;
M3:=100.0;
Timer1:=TRUE;
Step1:=FALSE;
Step2:=TRUE;
Reg_TE:=TRUE;
Reg_PT:=TRUE;
END_IF;

IF FBI_0.Q AND QE>=QE_zd_min AND QE<=QE_zd_max AND Step2 THEN
M3:=0.0;
M1:=100.0;
Reg_TE:=FALSE;
Reg_PT:=FALSE;
Step2:=FALSE;
Step3:=TRUE;
END_IF;
```

```
IF Step3 AND Level<=0.0 THEN
```

```
M1:=0.0;
restart:=TRUE;
Step3:=FALSE;
END_IF;
```

```
IF Stop THEN
```

```
Pusk:=FALSE;
restart:=FALSE;
M1:=0.0;
M2:=0.0;
M3:=0.0;
Reg_TE:=FALSE;
REG_PT:=FALSE;
END_IF;
```

```
IF Error THEN
```

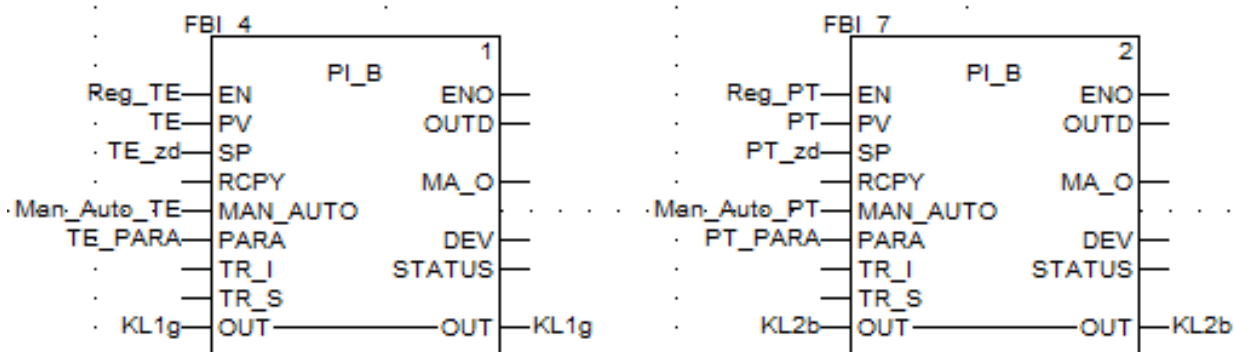
```
MessageForUser:=TRUE;
END_IF;
```

```
IF Level>=100.0 OR QE >50.0 THEN
```

```
Error:=TRUE;
END_IF;
```

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## Регулятори температури та тиску:

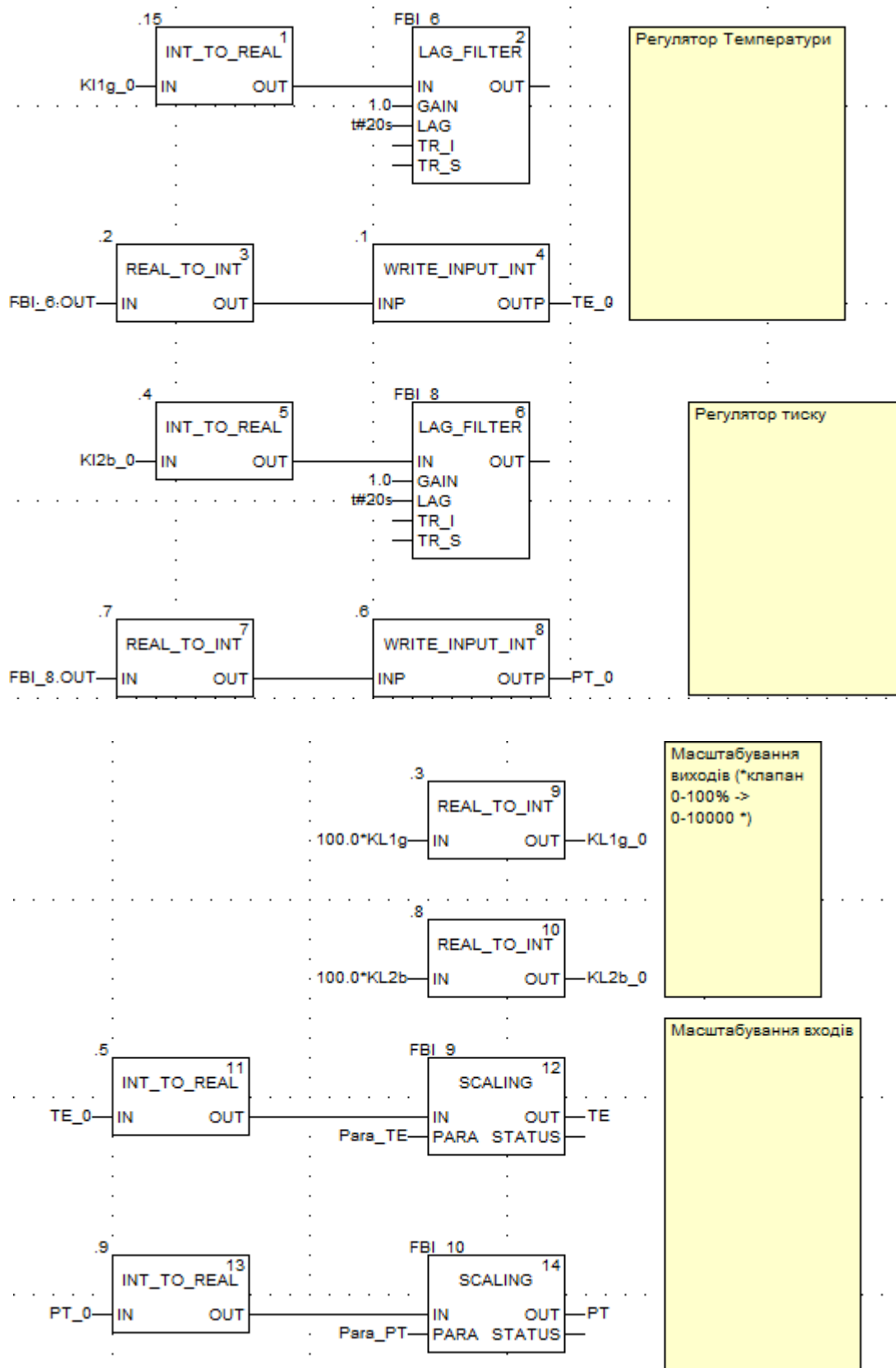


## Змінні, що використовуються у програмі:

Name	Type	Value	Comment
Error	BOOL		Аварія у системі
KL1g	REAL		Клапан 1г (аналоговий)
KL1g_0	INT		Клапан 1г (аналоговий)
KL2b	REAL		Клапан 2б (аналоговий)
KL2b_0	INT		Клапан 2б (аналоговий)
Level	REAL		Рівень ємності
Level_0	INT		Рівень ємності
M1	REAL		Двигун насосу M1
M2	REAL		Двигун насосу M2
M3	REAL		Двигун фільтрачану M3
Man_Auto_PT	BOOL	TRUE	Ручний/автоматичний режим роботи регулятора температури
Man_Auto_TE	BOOL	TRUE	Ручний/автоматичний режим роботи регулятора температури
MessageFor...	BOOL		Змінна що відповідає за запуск вікна-повідомлення про аварію для користувача
Para_PT	Para_SCALI...		Блок шкалювання параметру тиску
Para_TE	Para_SCALI...		Блок шкалювання параметку температури
PT	REAL		Датчик тиску (значення тиску)
PT_0	INT		Датчик тиску (значення тиску)
PT_PARA	Para_PI_B		Параметри регулятора тиску
PT_zd	REAL		Задане значення тиску
Pusk	BOOL		Кнопка "ПУСК"
Pusk_0	EBOOL		Кнопка "ПУСК"
QE	REAL		Датчик мутності (значення мутності)
QE_0	INT		Датчик мутності (значення мутності)
QE_zd_max	REAL		Максимально допустиме значення мутності
QE_zd_min	REAL		Мінімально допустиме значення мутності

Reg_PT	BOOL		Змінна для запуску роботи регулятора тиску
Reg_PT_0	BOOL		Змінна для запуску роботи регулятора тиску
Reg_TE	BOOL		Змінна для запуску роботи регулятора температури
restart	BOOL		Змінна перезавпуску циклу
Step1	BOOL		Внутрішня змінна-крок
Step2	BOOL		Внутрішня змінна-крок
Step3	BOOL		Внутрішня змінна-крок
Stop	BOOL		Кнопка "СТОП"
Stop_0	EBOOL		Кнопка "СТОП"
TE	REAL		Датчик температури (значення температури)
TE_0	INT		Датчик температури (значення температури)
TE_PARA	Para_PI_B		Параметри регулятора температури
TE_zd	REAL		Задане значення температури
Timer1	BOOL		Таймер 1 (Змінна запуску таймеру 1)

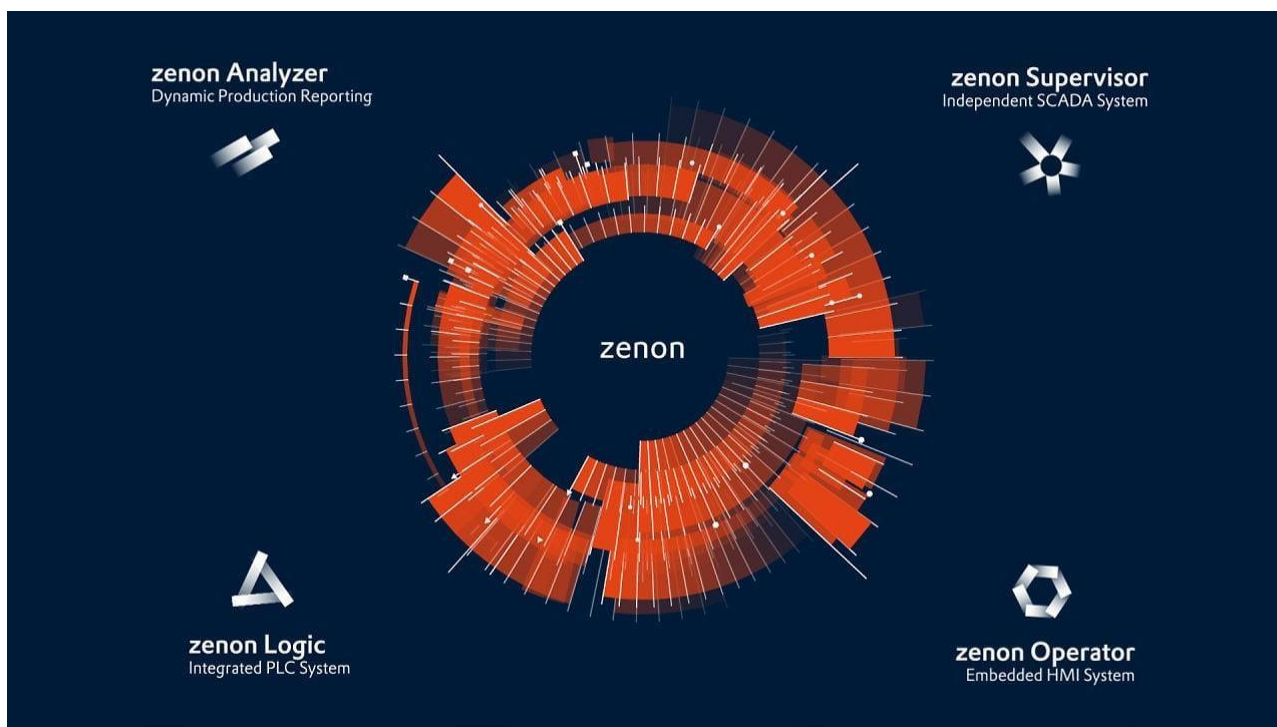
## Шкалювання змінних для зручності використання у програмі:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

## Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

ЛМІ інтерфейс для нашої системи автоматизації був розроблений а допомогою програмного забезпечення Zenon Scada від компанії COPA-DATA.



Zenon - це програмне забезпечення для візуалізації, диспетчерського управління, збору і аналізу даних SCADA-система zenon є основним продуктом австрійської компанії COPA-DATA GmbH. Розроблена в середині 80-х років, вона була першим комплексним рішенням графічної візуалізації для Windows-систем. Завдяки постійній модернізації, вдосконалення та впровадження новітніх технологій zenon займає лідируючі позиції на ринку HMI / SCADA-систем. zenon повністю вирішує всі можливі завдання, які ставляться перед HMI / SCADA-системами. Дозволяє здійснювати зручне і наочне управління, чітка взаємодія всіх інженерних комплексів, автоматичну адаптацію, інтелектуалізацію режимів роботи підсистем. Базується на стандартній Відкритий технологіях і пропонує величезний набір простих у використанні графічних функцій для побудови систем візуалізації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Наумук І.П.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Гриценко Н.Г.					55353	70
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			<b>НУХТ АК-4-2</b>			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

### *Переваги Zenon:*

- Висока надійність;
- Велика гнучкість;
- Можливість децентралізованої розробки;
- Високу швидкодію;
- Ефективність і масштабованість;
- Використовується в сфері автоматизації наступних галузей:
  - Промислове виробництво;
  - Енергетика;
  - Транспорт;
  - Нафтогазовий комплекс;
  - Споруди.

### *Автоматичне проектування:*

Завдяки наявності великої кількості преопределенность шаблонів стандартних зображень (тривоги, події, тренди, і т. Д.) І призначених для користувача форм - майстрів, проектування може здійснюватися в автоматичному режимі.

### *Відкрита архітектура:*

Можливість використання при розробці незалежних зовнішніх програм, створення VBA-макросів, збереження онлайн і архівних даних в базі MS SQL Server, застосування технології ActiveX.

### *Широкі комунікаційні можливості:*

Завдяки наявності більше 300 розроблених драйверів zenon без проблем може підключатися до найбільш поширеній обладнання. Редактор системи підтримує велику кількість інтерфейсів і комунікаційних протоколів. За допомогою спеціальної технології існує можливість по мережі передавати runtime-файли на віддалену цільову станцію.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Розрахована на багато користувачів розробка:*

Система дозволяє здійснювати розподілену розробку, завдяки чому не існує жорсткої прив'язки до одного робочого місця. Проектувальники, що створюють проект, можуть розподілити між собою обсяг робіт і займатися конкретно своєю частиною проекту. Це дозволяє значно прискорити час розробки.

*Гнучкість:*

Технологія XML дозволяє імпортувати / експортувати в систему управління як окремі частини проекту, так і весь проект. Розширення системи здійснюється без необхідності змінювати або переробляти існуючий проект.

### **6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI:**

*Таблиця аналогових входів:*

<b>Назва сигналу</b>	<b>Позначення на СА</b>	<b>Адреса</b>
Температура у фільтрчані	TE 16	%MW0
Тиск у фільтрчані	PT 26	%MW2
Тиск у трубопроводі відводу пивного сусла	PT 36	%MW4
Рівень у фільтрчані	LE 46	%MW6
Витрата затору	FE 56	%MW8
Витрата води з котельні	FE 66	%MW10
Витрата фільтрованого пивного сусла	FE 76	%MW12
Мутність фільтрованого пивного сусла	QE 86	%MW14

Таблиця аналогових виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M1	%MW20
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M2	%MW22
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M3	%MW42

Таблиця даних SCADA/HMI:

Name ▲	Measur...	Identi...
Filter text	Filter... ▼	Filt... ▼
FE 56	мЗ\год	
FE 66	мЗ\год	
FT 76	мЗ\год	
LT 46	%	
PT 26	КПа	
PT 36	КПа	
QE 86	%	
TT 16	*С	
Клапан 1г	%	
Клапан 1г AP		
Клапан 26	%	
Клапан 26 AP		
M1	об/хв	
M1 AP		
M2	об/хв	
M2 AP		
M3	об/хв	
M3 AP		

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

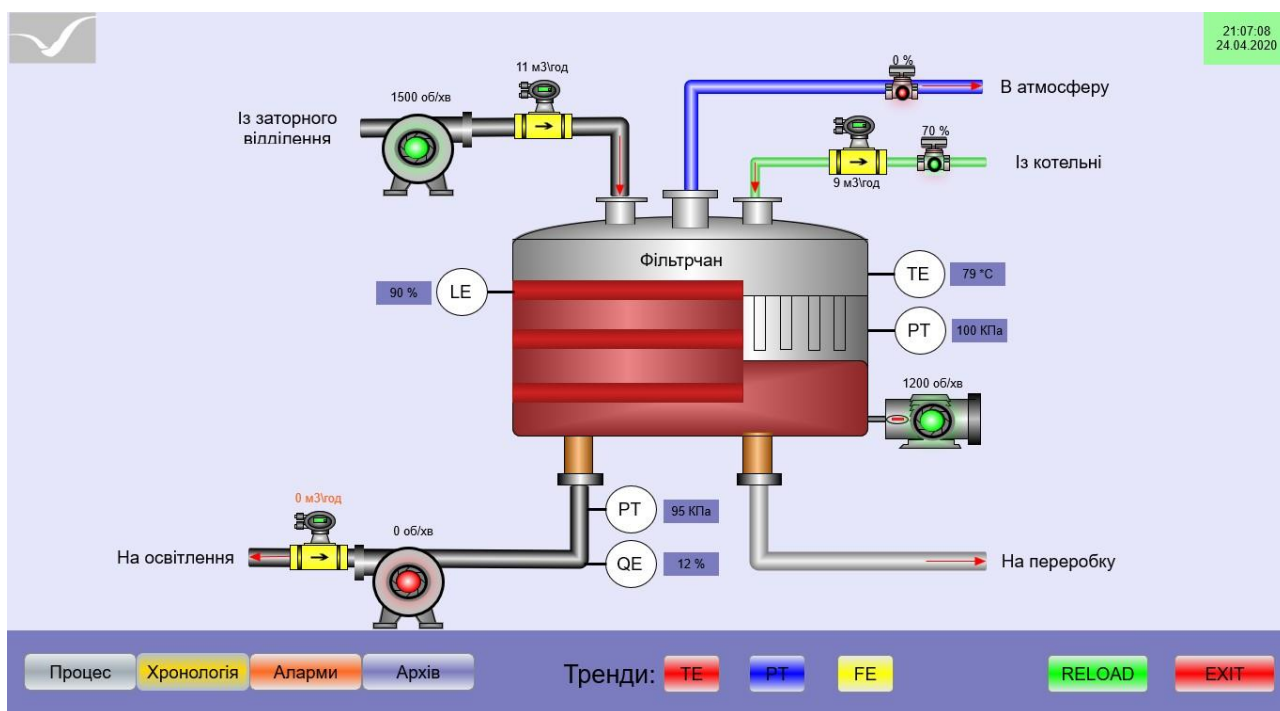


Рис.6.1. Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми. Робочий вид для оператора

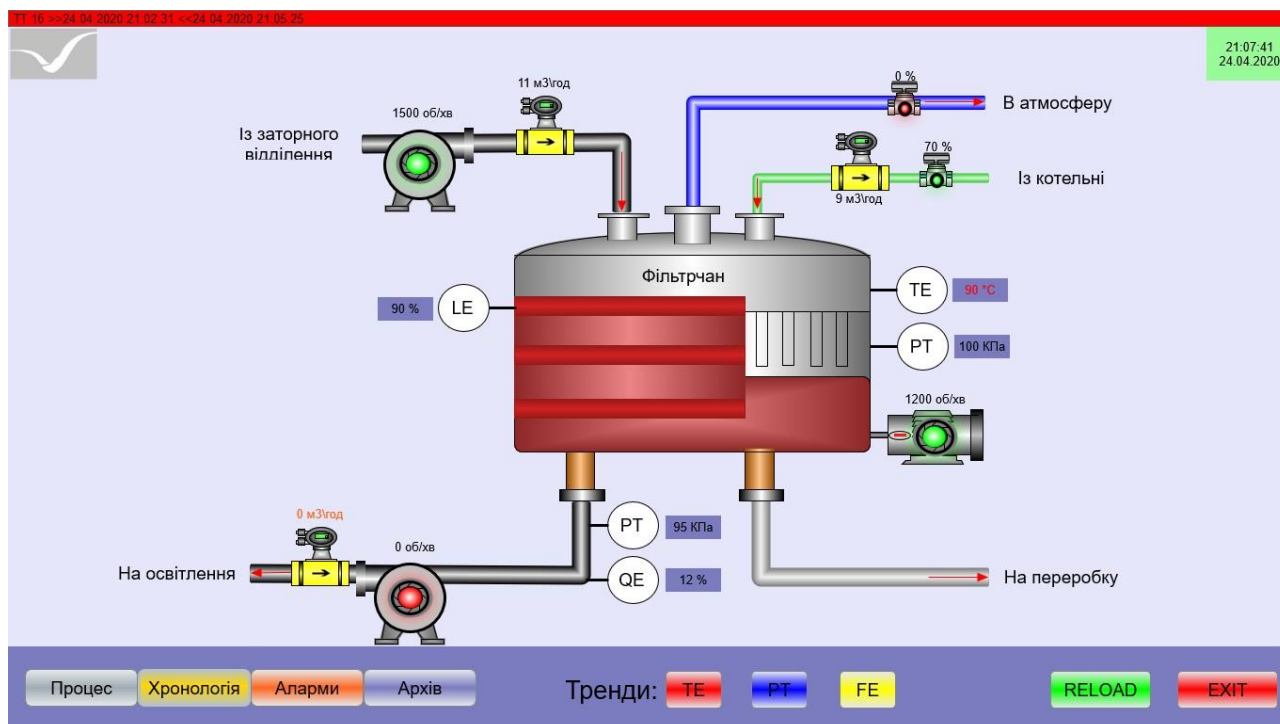


Рис.6.2. У системі автоматизації виникло відхилення від норми, SCADA показує повідомлення про відхилення в верхні частині екрану оператора, та вказує який саме параметр вийшов з норми

Filter: [T,Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [v] Save Import Export Delete

Time received	Text	Variable name	Value	Mea...	User - full name	Computer name	Comment
24.04.2020 21:04:28	Modify spontaneous value: (90 %)	LT 46	90	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:04:33	Modify spontaneous value: (40 %)	LT 46	40	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:02	Project 'NAUMUK' reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:07	Modify spontaneous value: (85 %)	LT 46	85	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:07		LT 46	85	%			
24.04.2020 21:05:11	Modify spontaneous value: (90 %)	LT 46	90	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:25	Modify spontaneous value: (79 °C)	TT 16	79	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:29	Modify spontaneous value: (100 КПа)	PT 26	100	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:31	Modify spontaneous value: (1)	M3 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:34	Modify spontaneous value: (1200 об/хв)	M3	1200	об/хв	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:38	Modify spontaneous value: (95 КПа)	PT 36	95	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:41	Modify spontaneous value: (12 %)	QE 86	12	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:45	Modify spontaneous value: (0 м3/год)	FT 76	0	м3/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:45		FT 76	0	м3/год			
24.04.2020 21:05:48	Modify spontaneous value: (0 об/хв)	M1	0	об/хв	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:52	Modify spontaneous value: (1)	M2 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:55	Modify spontaneous value: (17 м3/год)	FE 56	17	м3/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:05:58	Modify spontaneous value: (111 м3/год)	FE 56	111	м3/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:05	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 1г	0	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:46	Project 'NAUMUK' reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:54	Modify spontaneous value: (50 %)	Клапан 1г	50	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:55	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 1г AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:57	Modify spontaneous value: (70 %)	Клапан 1г	70	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 21:06:59		FE 66	8	м3/год			
24.04.2020 21:06:59	Modify spontaneous value: (8 м3/год)	FE 66	8	м3/год	SYSTEM	RURYK	

Процес Хронологія Аларми Архів Тренди: TE PT FE RELOAD EXIT

Рис 6.3. Вікно вкладки хронологія системи автоматизації. Тут відображаються всі події в хронологічному порядку (наприклад зміни параметрів чи дії оператора)

TT 16 >>24.04.2020 21:02:31 <<24.04.2020 21:05:25

Filter: [T,Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [v] Save Import Export Delete

Alar...	Time received	Time cleared	Time acknowledged	Variable name	Value	Mea...	Text	User - full name	Computer name	Com...
●	>>24.04.2020 21:02:31	<<24.04.2020 21:05:25		TT 16	100	°C				
●	>>24.04.2020 21:02:31	<<24.04.2020 21:05:58		FE 56	50	м3/год				
●	>>24.04.2020 21:02:31	<<24.04.2020 21:05:07		LT 46	50	%				
●	>>24.04.2020 21:05:45		-24.04.2020 21:07:33	FT 76	0	м3/год		SYSTEM	RURYK	
●	>>24.04.2020 21:06:59	<<24.04.2020 21:07:01		FE 66	8	м3/год				
●	>>24.04.2020 21:07:24			TT 16	90	°C				
●	>>24.04.2020 21:08:13			FE 56	88	м3/год				
●	>>24.04.2020 21:08:15			FE 66	7	м3/год				
●	>>24.04.2020 21:08:19			PT 26	33	КПа				
●	>>24.04.2020 21:08:20			PT 36	5	КПа				
●	>>24.04.2020 21:08:23			QE 86	6	%				

Процес Хронологія Аларми Архів Тренди: TE PT FE RELOAD EXIT

Рис 6.4. Вікно вкладки тривоги системи автоматизації(ALARM). Тут відображаються всі тривоги які виникли, який параметр, коли усунутий чи є дійсним.

Спрацювання тривоги і відображення в інформаційному списку тривог визначається індивідуально для кожної змінної в лімітах (вкладка «Ліміти»).

При досягненні рівня верхнього лімітного значення (у визначеному нами діапазоні для конкретної змінної), спрацює тривога, яка буде відображена в журналі тривог. При цьому вона буде мати статус «Активна» (червоне коло).

Якщо рівень впаде нижче лімітного значення, то вона змінить свій статус на «Не активна» (зелене коло). Також, тривога може змінити свій статус на «Підтверджена» (синє коло), якщо оператор натисне кнопку 'Acknowledge'. Оскільки ми активували опцію To delete, то даний запис пропаде зі списку тільки якщо ми вручну видалимо його відповідною кнопкою.

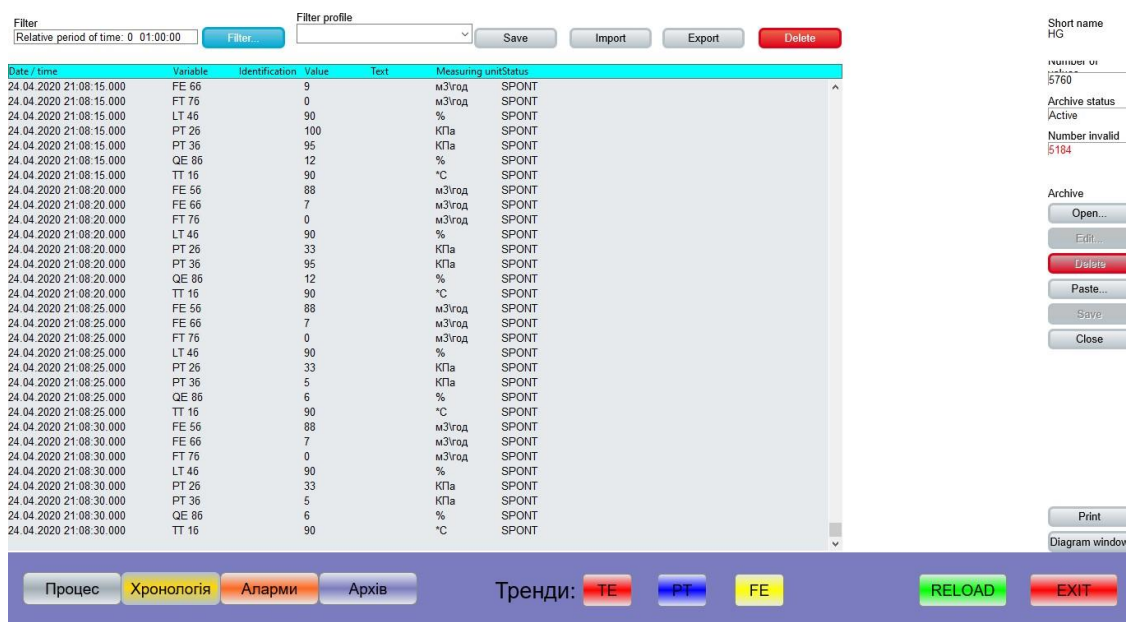


Рис 6.5. Вікно вкладки архів системи автоматизації. Тут можна побачити та переглянути дані про параметри за будь який період



Рис 6.6. Вікно вкладки трендів температури

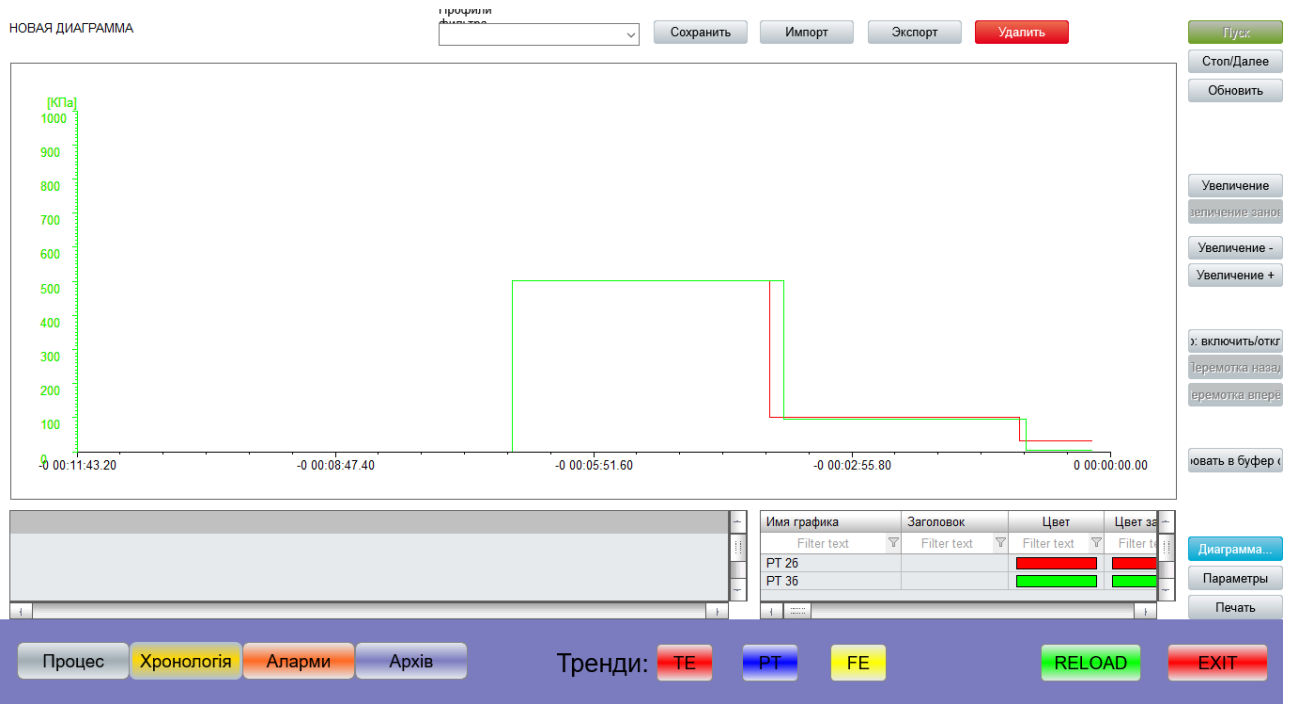


Рис 6.7. Вікно вкладки трендів тиску

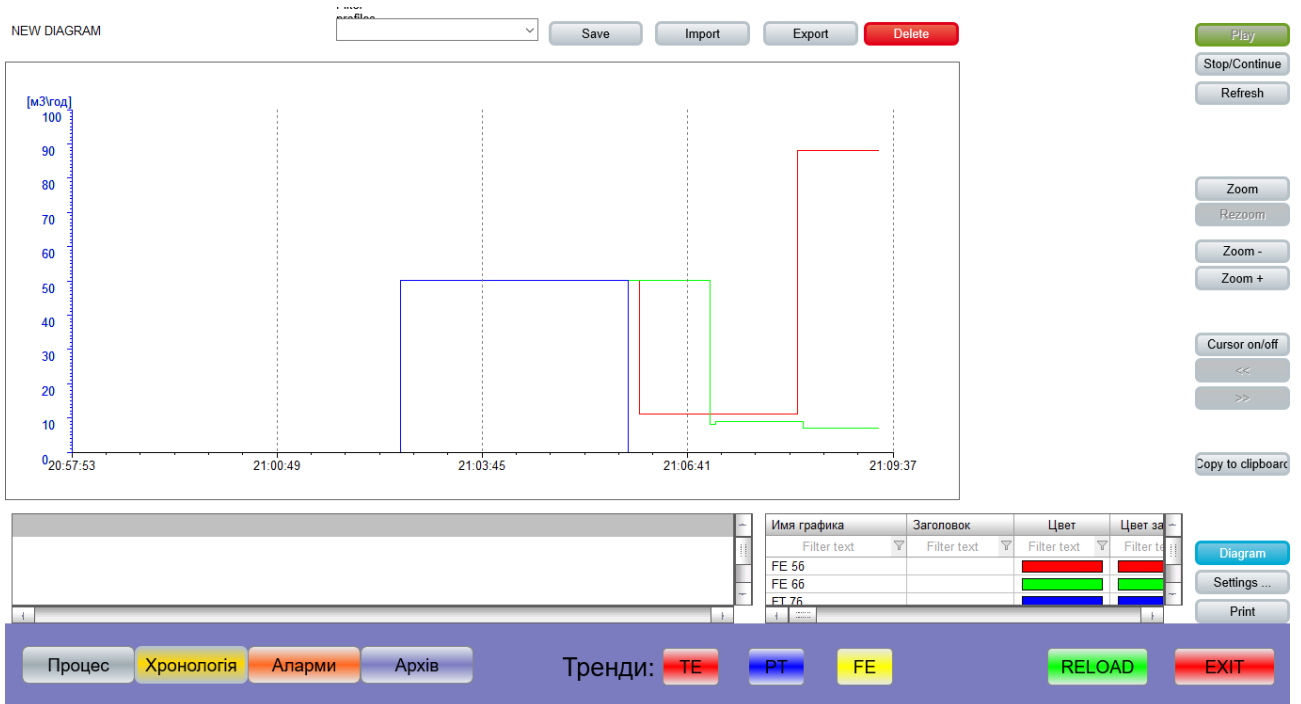


Рис 6.8. Вікно вкладки трендів витрати

## Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

### 7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурального дослідження.

В Кваліфікаційній роботі комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної для наступних задач:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах не-стаціонарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

**Постановка задачі:** Для системи автоматизації фільтрації пива провести розрахунки перевірки системи на стійкість за допомогою методу Рауса-Гурвіца та знайти оптимальні налаштування ПД регулятора.

### 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

В даній кваліфікаційній роботі за систему регулювання було взято АСР системи автоматизації фільтрації пива.

Для проведення зазначеного вище аналізу потрібно вивести передаточні функції для об'єкту за каналами різних діянь, скласти структурну схему об'єкта. За потреби виконати структурні перетворення (перенесення суматорів, точок), в результаті чого структурна схема зводиться до еквівалентної однолінійної.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Наумук І.П.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного суслу</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гриценко Н.Г.</i>				61	70
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<b>НУХТ АК-4-2</b>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Запишемо систему рівнянь в операторному вигляді, враховуючи нульові початкові умови та підстановивши числові значення коефіцієнтів та сталих часу.

Система набуває вигляду:

$$(2p+1) \cdot \Delta X_1(p) = 3 \cdot \Delta U_1(p) + 0.9 \cdot \Delta Z_1(p) + 0.3 \cdot \Delta X_2(p);$$

$$(4p+1) \cdot \Delta X_2(p) = 3 \cdot \Delta X_1(p) + 0.8 \cdot \Delta Z_2(p);$$

$$(6p+1) \cdot \Delta X_3(p) = 2.5 \cdot \Delta X_2(p) + 0.5 \cdot \Delta Z_3(p);$$

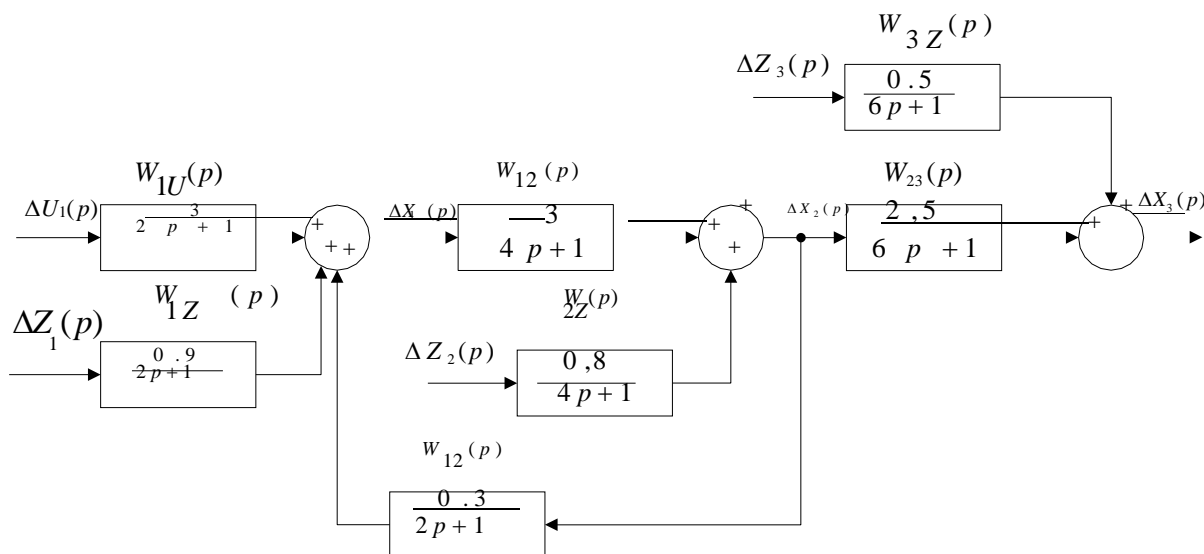
Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{3}{2p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{0.9}{2p+1}; W_{2X}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0.3}{2p+1};$$

$$W_{2Z}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta Z_2(p)} = \frac{0.8}{4p+1}; W_{12}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_1(p)} = \frac{3}{4p+1};$$

$$W_{23}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{2.5}{6p+1}, W_{3Z}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta Z_3(p)} = \frac{0.5}{6p+1}$$

Складаємо структурну схему об'єкта:



### 7.3. Моделювання САР

#### Аналіз стійкості системи:

Розроблена САР в першу чергу має бути перевіреною на стійкість. Найбільше розповсюдження для перевірки стійкості отримали алгебраїчний критерій стійкості Рауса-Гурвиця та частотний критерій Найквіста. У

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідності до критерія Гурвиця потрібно скласти визначник Гурвиця за характеристичним рівнянням замкненої системи  $W_{зам}(p)$  за каналом управління:

$$W_{зам}(p) = \frac{W_p(p)W_{U1}(p)}{1 + W_p(p)W_{U1}(p)} = \frac{\frac{1.94 \cdot 225}{480p^3 + 440p^2 + 66p + 1}}{1 + \frac{1.94 \cdot 225}{480p^3 + 440p^2 + 66p + 1}}$$

$$= \frac{331.5}{480p^3 + 440p^2 + 66p + 332.5}$$

$a_3 \quad a_2 \quad a_1 \quad a_0$

Складаємо визначник Гурвиця:

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_2 & a_0 & 0 \\ a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 440 & 323.5 & 0 \\ 480 & 66 & 0 \\ 0 & 440 & 332.5 \end{vmatrix}$$

Звідси діагональні мінори:

$$\Delta_1 = 440 > 0;$$

$$\Delta_2 = 440 \cdot 66 - 480 \cdot 332.5 = 29040 - 159600 = -130560 < 0;$$

Робимо висновок, що відповідно до критерія Гурвиця замкнена система є нестійкою.

При дослідженні системи за допомогою критерія Рауса-Гурвиця було визначено, що система не стійка. Для того щоб система стала стійкою використаємо ПІД регулятор та знайдемо оптимальні налаштування, як для ПІД так і для ПІ регуляторів.

Для цього будуємо структурну схему САР у середовищі MatLab та додаємо П-регулятор та шукаємо критичне значення  $K_p$  крит, при якому система знаходиться на межі стійкості. Наближеними параметрами настройки ПІ- та ПІД-регуляторів будуть:

*Параметры типовых регуляторов*

	$k_p$	$k_i$	$k_d$
<b>П-регулятор</b>	$0,50k_p^*$		
<b>ПІ-регулятор</b>	$0,45k_p^*$	$0,54k_p^*/T^*$	
<b>ПІД-регулятор</b>	$0,60k_p^*$	$1,2k_p^*/T^*$	$0,075k_p^*T^*$

$K_p \text{ крит} = 0.2645$ ;  $T_p = 17,1$  (с).

Для ПИ-регулятора настройки будут следующими:

$$K_p = K_p(\text{крит}) * 0,45 = 0.2645 * 0,45 = 0,119$$

$$K_i = (0,54 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,54 * 0.2645 / 17,1 = 0,00835$$

Для ПД-регулятора настройки будут следующими:

$$K_p = K_p(\text{крит}) * 0,6 = 0,1587$$

$$K_i = (1,2 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,01856$$

$$K_d = 0,075 * K_p(\text{крит}) * T_p = 1,12148$$

Зменшення коефіцієнта передачі регулятора дозволяє забезпечити необхідний запас стійкості, хоча в цілому отримані настройки не гарантують досягнення екстремуму показника якості, наприклад, інтегрального критерію.

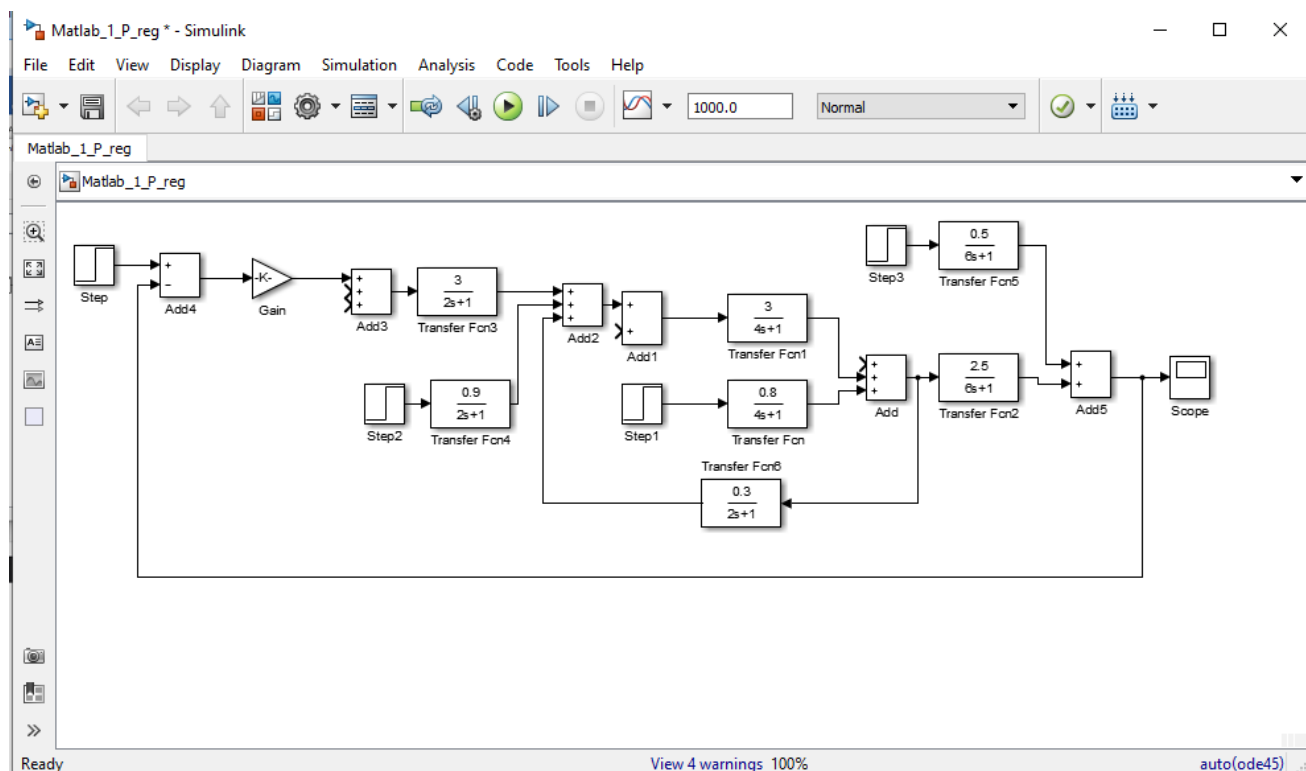


Рис 7.1. Структурна схема АСР з П-регулятором

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

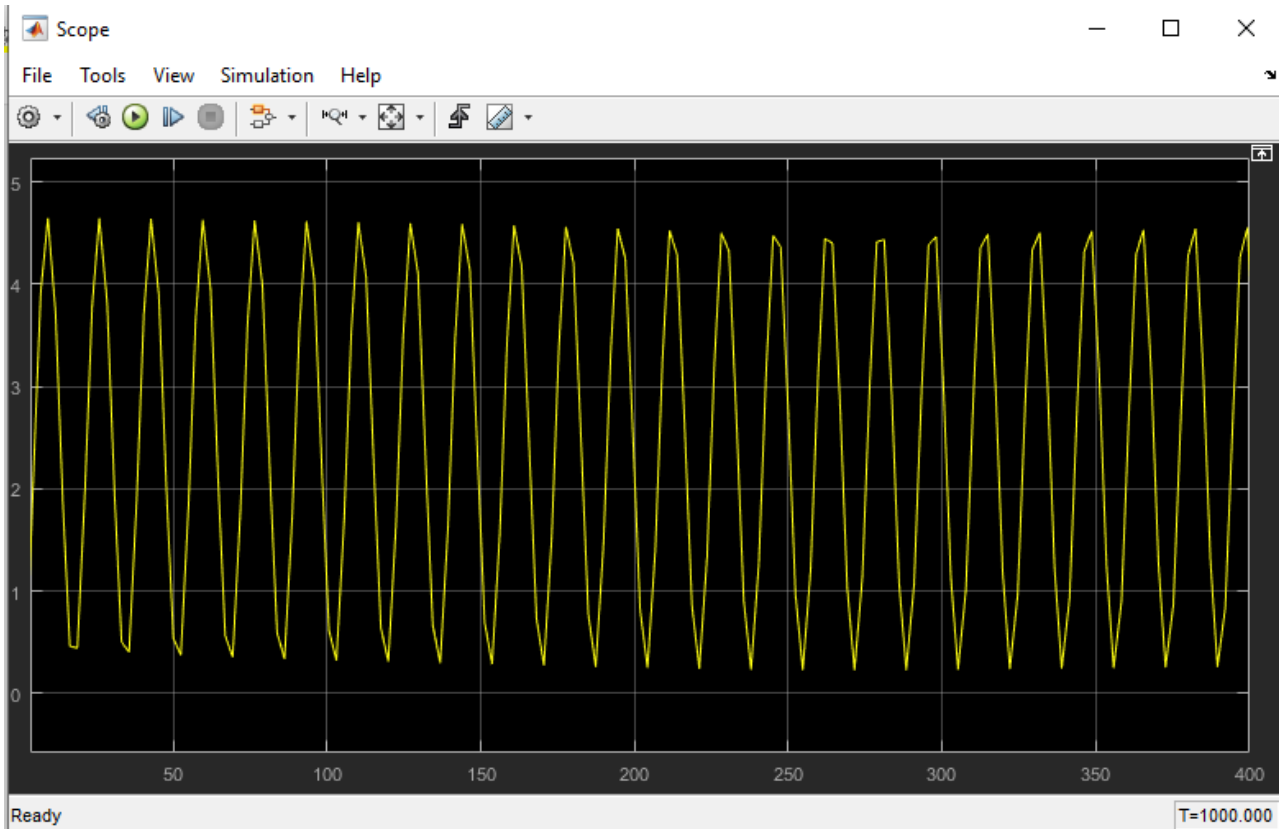


Рис.7.2. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості  
( $K_p(\text{крит.})=0,2645$ )

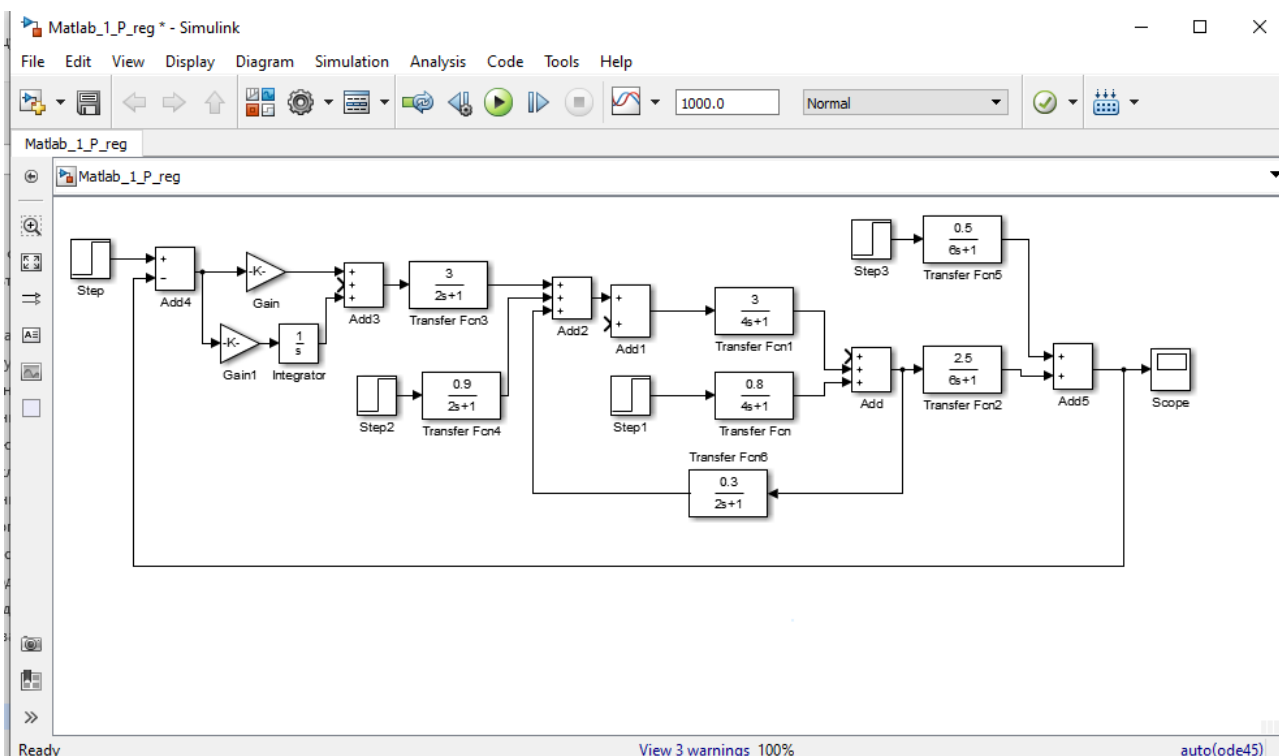


Рис.7.3. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

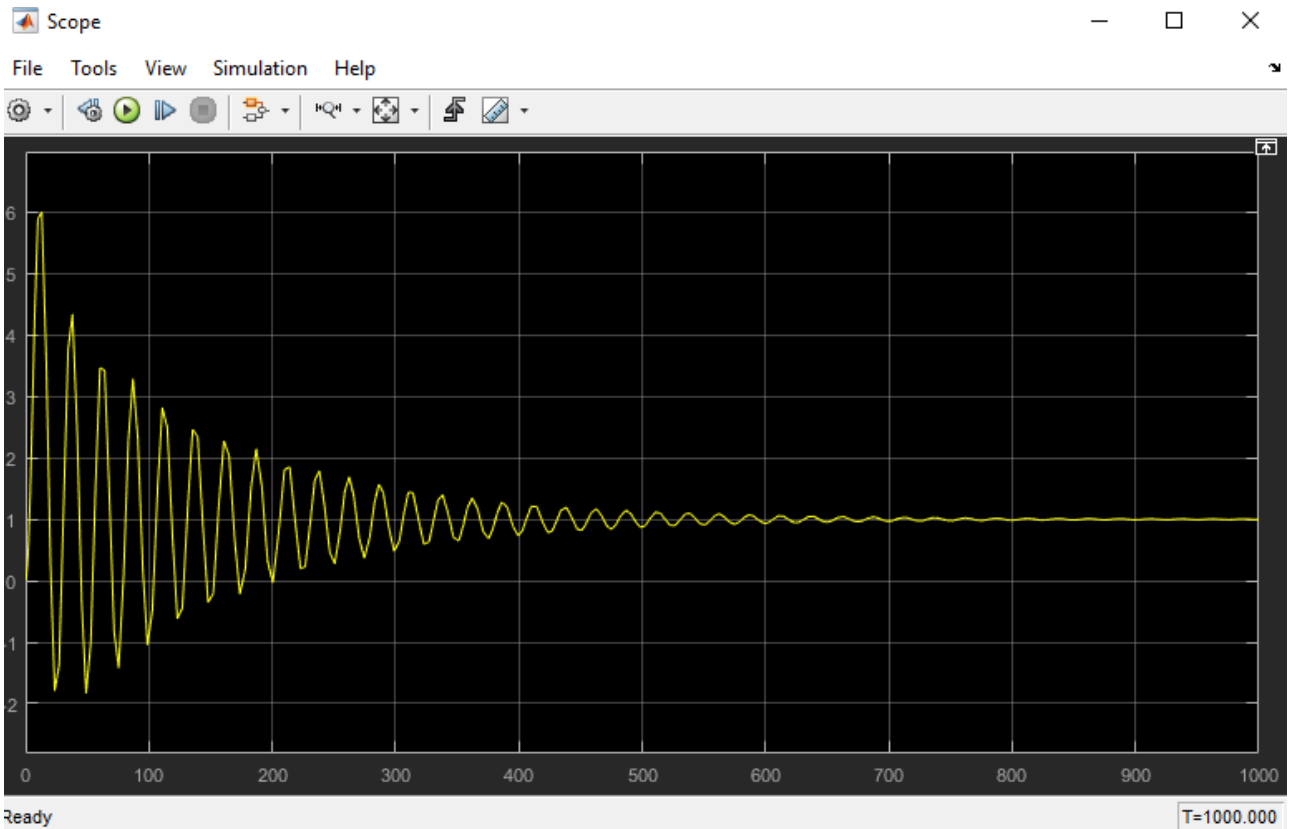


Рис.7.4. Перехідний процес з ПІ-регулятором

$$\psi = (A1-A3)/A1 = (5-3,5)/5 = 0,3;$$

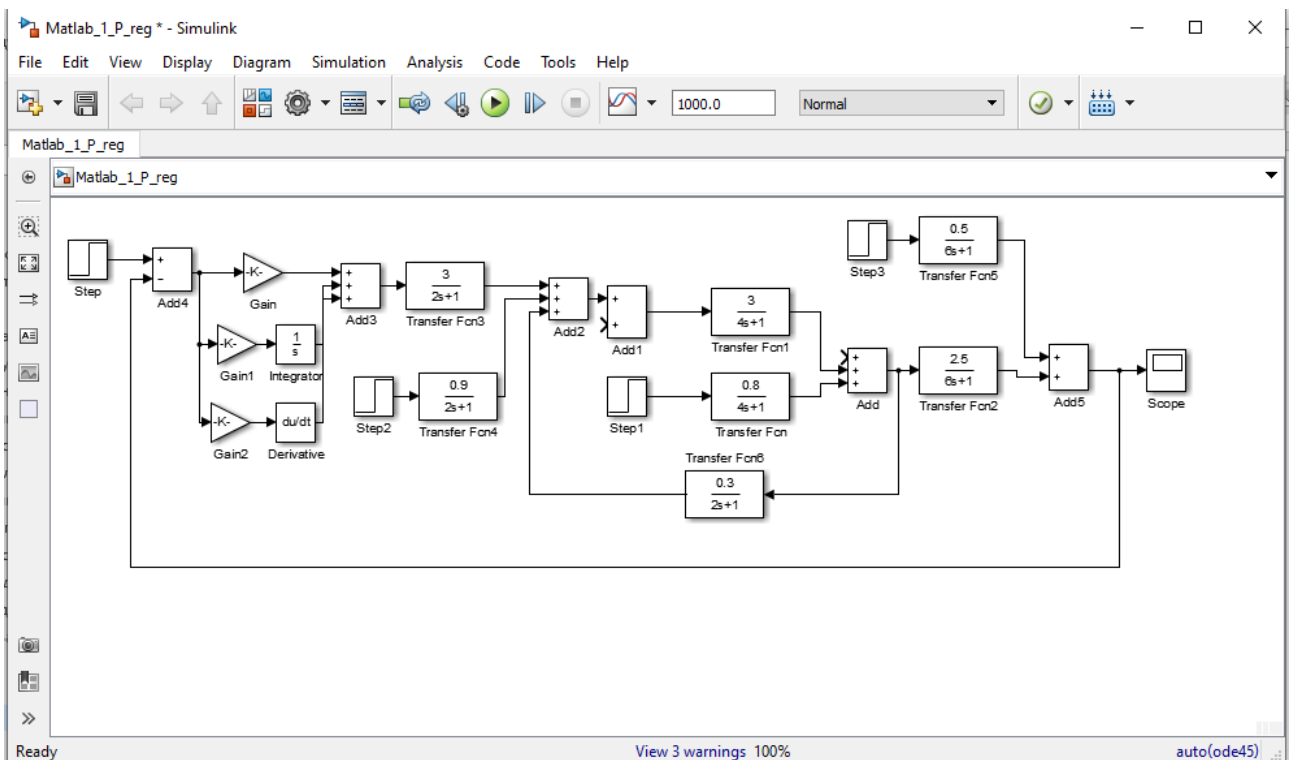


Рис.7.5. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

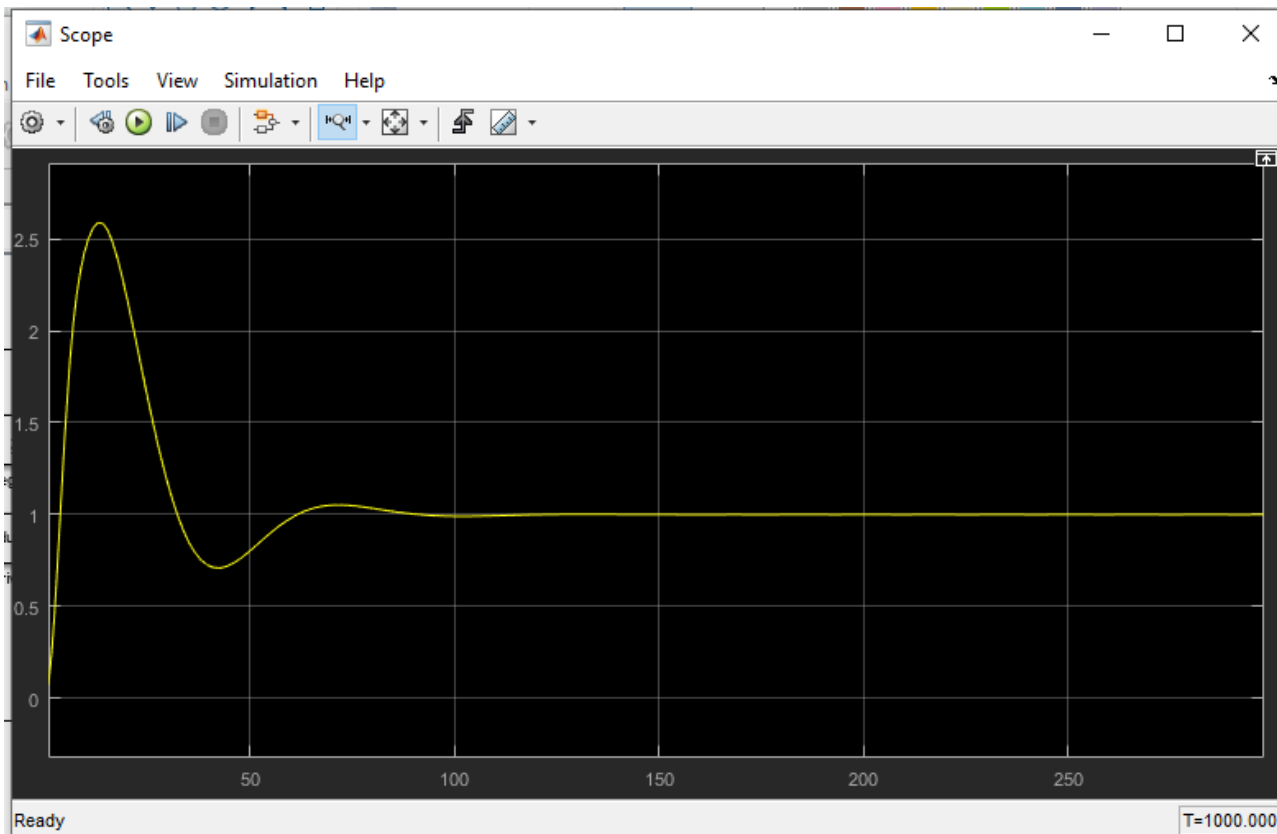


Рис.7.6. Перехідний процес АСР з ПД-регулятором.

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (1,6 - 0,05) / 1,6 = 0,97;$$

Після встановлення коеф. настройки регуляторів в структурну схему і отримання перехідних процесів для ПІ та ПД регуляторів. З графіків можна сказати, що найкраще справився із задачею ПД регулятор, тому що він має підходящу ступінь затухання та малу динамічну похибку, ПІ-регулятор має дуже малу ступінь затухання та великі коливання.

**Висновок:** В даному розділі була складена структурна схема АСР лінії фільтрації пива. При дослідженні САР на стійкість було використано критерій стійкості Рауса-Гурвіца, система виявилася не стійкою. Для стійкості системи було впроваджено ПД-регулятор та порашовані його оптимальні настройки.

Оптимальний режим роботи САР було визначено шляхом параметричної оптимізації системи, де були обраховані оптимальні настройки ПІ-регулятора та показники якості синтезованої системи відповідно до цих настройок.

Робимо висновок, що використання ПД- регулятора в даному випадку доцільне для забезпечення стійкості системи і її функціонування.

## Висновки

В даній кваліфікаційній роботі була розглянута система автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла. Мною була розроблена АСУ на базі контролера М340 від Schneider Electric, для даного об'єкта, тут були застосовані пристрої для виміру температури, пристрою для вимірювання рівня, засоби обліку та пристрої для відслідковування тиску для запобігання аварій в зв'язку з великим чи низьким тиском та витрати. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дало змогу реалізувати роботу всього об'єкта на АРМ оператора. Я розробила алгоритм роботи об'єкта, реалізувала програму для роботи об'єкта, підбрала пристрої для підключення до контролера, навела схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

Також була розроблена структурна схема САР , та знайдені оптимальні налаштування ПД- регулятора.

В подальшому рекомендовано модернізувати АСУ після досягнення певного прибутку після окупності за для підвищення ККД об'єкта та збільшенню прибутку підприємству. Оновлення АСУ слугує для зменшення втрат тепла, підвищення ККД установки, зменшення втрат енергоносія на нагрів теплоносія, а це також йде до збільшення прибутку підприємству.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

## Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб.– К.: Ліра-К, 2014.
2. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
5. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
6. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін // Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с.
7. Калунянц К. А. Химия солода и пива. — М.: Агропромиздат, 1990. — 176 с.
8. Калунянц К. А., Яровенко В. Л., Домарецкий В. А., Колчева Р. А. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. — М.: Колос, 1992. — 446 с.
9. Косминский Г. И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. — Минск: Ди - зайн ПРО, 1998. — 351 с.
10. Тихомиров В. П. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. — М.: Колос, 1998. — 448 с.
11. Хорунжина С. И. Биохимические и физикохимические основы технологии солода и пива. — М.: Колос, 1998. — 312 с.
12. Kunze W. Technology brewing and malting. In ternational edition. — Berlin: VLB, 1996. — 726 p.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Бэмфорт К. У. Новое в пивоварении. — СПб.: Профессия, 2007. — 520 с.
14. Федоренко Б. Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. — СПб.: Профессия, 2009. — 1 000 с.
15. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы: Пер. с нем. — СПб.: Профессия, 2007. — 280 с.
16. SCADA Zenon. URL: <https://www.copa-data.com.ua/>
17. Фильтрчан. URL: <https://nomnoms.info/filtratsiya-zatora/>
18. Unity Pro. URL: <https://www.se.com/ru/ru/product-range/548-ecostruxure%E2%84%A2-control-expert/>
19. Rosemount 214C. URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-214c-temperature-sensors-en-80136.pdf>
20. Rosemount 3051s. URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-3051s-series-of-instrumentation-en-73154.pdf>
21. Rosemount 5300. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/automation/measurement-instrumentation/level/continuous-level-measurement/about-guided-wave-radar/about-rosemount-5300-level-transmitter>
22. Rosemount 8750w. URL: <https://www.emerson.com/ru-ru/catalog/rosemount-sku-8750w005-ru-ru>
23. TurBiScat. URL: <https://www.photometer.com/en/Turbidity-Meters-Analyzers-Liquid/TurBiScat/>
24. ATV 320. URL: <https://electrocontrol.com.ua/preobrazovateli-chastoty/atv320d15n4b-preobrazovatel-chastoty-atv320-knizhnoe-ispolnenie-15-kvt-500v-3f>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70