

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

« 29 » квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Якимцову Олександрю Вячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі

керівник роботи Клименко Олег Миколайович, доцент, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » квітня 2021 р. № 248-к

2. Строк подання здобувачем роботи « 2 » червня 2021 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'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання 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 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
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 Якимцов О.В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Клименко О.М.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі» з використанням мікропроцесорного контролера M340 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: пиво, автоматизація, Schneider Electric, ZENON.

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

Annotation

Qualification work is developed on the topic: "Development of a system for automating the process of filtering congestion at the brewery" using a microprocessor controller M340 from Schneider Electric.

Qualification work 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: beer, automation, Schneider Electric, ZENON.

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

Зміст

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

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

Вступ

Сучасний стан пивоварної галузі характеризується використанням передових технологій, обладнання та мікропроцесорних технологій та комп'ютерних технологій.

Аналізуючи рівень автоматизації сучасних пивоварних заводів в Україні, можна сказати, що всі етапи виробництва пива мають різну систему автоматизації: - локальну автоматизацію, яка представлена у вигляді місцевих регуляторів для регулювання технологічних параметрів у конкретних пристроях, а також релейно-контактні схеми для логічного управління. - автоматизація на основі мікропроцесорної технології, яка представлена мікропроцесорними контролерами як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва.

Сьогодні більшість пивоварних підприємств використовують автоматизацію, засновану на мікропроцесорній технології. У цьому випадку така система дозволяє вирішувати проблеми управління та регулювання окремих технологічних параметрів, а також управління групою пристроїв на основі логічних технологічних регламентів. Крім того, використання мікропроцесорної технології дозволяє більш гнучко та швидко переналаштувати алгоритми управління виробництвом, а також змінити параметри рецепта в цих алгоритмах. Таким чином, використання сучасних мікропроцесорних інструментів та вимірювального обладнання дає можливість створити складний програмний пакет для виробництва пива.

Одним з основних етапів виробництва є фільтрація. Фільтрація є невід'ємною частиною виробництва пива, що в кінцевому підсумку забезпечує продукт чистотою, блиском, відсутністю каламуті та якісним смаком.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Фільтрація - це процес відокремлення неоднорідних систем за допомогою пористої перегородки, яка затримує тверді частинки і пропускає рідину. Фільтрація проводиться для можливого повного і швидкого відділення суслу від твердих частинок затору. Для відокремлення суслу від гранул використовуються фільтраційні апарати або фільтр-преси. Сітчаста перегородка фільтраційного апарату (чану) служить опорою для гранул, яка виконує роль фільтруючого шару. Фільтр у фільтр-пресі служить тканиною. Найпоширеніший спосіб фільтрування затору у фільтраційному апараті (чані), який являє собою сталеву циліндричну посудину з плоским дном. Він має сферичну кришку і вихлопну трубу для видалення пари в атмосферу. Основою для фільтруючого шару гранул є друге розбірне сітчасте дно листової бронзи, розташоване на 10-12 мм над основним дном. Отвори в ситах виконані у вигляді трапецієподібних щілин довжиною 20-30 мм, шириною 0,4-0,7 вгорі і розширюються до 3-4 мм до дна сита. Це розширення площі поперечного перерізу отворів зменшує опір руху рідини та полегшує очищення сит. Живий переріз сита (загальна площа отворів) становить 4-8% від загальної площі.

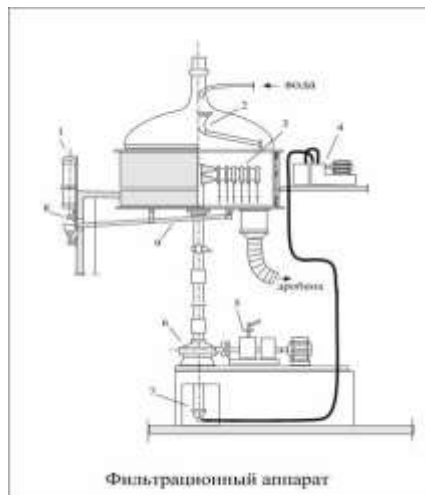


Рис.1.1. Фільтраційний апарат

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Якимцов О.В.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі		
Перевір.		Клименко О.М.				8	4
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2	
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

У фільтраційному апараті є розпушувач 3, призначений для розпушування гранул при промиванні водою, а також для розвантаження. Розпушувач - це мішалка з вертикальними поворотними ножами, оснащеними лемешами, вона обертається двигуном через коробку передач 6 і коробку передач 5. Механізм розпушувача можна піднімати і опускати за допомогою насоса 4 і підйомника 7. Для рівномірного зрошення гранул вода 2. для зливу відфільтрованого сусла з основного дна резервуара є трубки 9, кожна з яких обладнана краном 8. Фільтраційні крани розташовані над лотком для прийому сусла і призначені для контролю швидкості фільтрації та запобігання потраплянню повітря ситовий простір. Апарат фільтрації має регулятор тиску 1, призначений для визначення кожного разу тиску фільтрації та зміни швидкості фільтрації. Об'єм фільтраційного апарату на кожні 100 кг розтертого солоду приймається рівним 0,6-0,7 м³. Діаметр апарату розраховується залежно від необхідної поверхні фільтрувальних сит. Коли висота шару гранул становить 35 см, припускаючи, що кожні 100 кг сухого солоду дають 180 літрів сирих гранул, необхідна площа сита на кожні 100 кг сухого солоду дорівнює 0,5 м². Кількість фільтраційних кранів розраховується виходячи з умови, що кожен кран повинен мати площу сита від 1,25 до 1,5 м².

Фільтрування затору у фільтраційному апараті включає наступні операції: підготовка фільтраційного чану, заповнення сит водою, закачування затору у чан з котла затору, відстоювання затору з утворенням фільтруючого шару, фільтрування першого сусла, промивання гранули з гарячою водою, вивантажуючи гранули з фільтраційного чану.

Під час підготовки фільтраційного бака до експлуатації його поміщають у очищені сита для попереднього нагрівання, промивають гарячою водою, закривають фільтрувальні крани та перевіряють герметичність закриття люка для пелет. Наявність повітря в трубах, що ведуть до сусла, або в підситовому просторі може порушити рух сусла під час фільтрації, перервати потік, тому проводять операцію, яка називається «наповнення сит». Тому фільтраційні крани, труби, підситовий простір заповнюють гарячою водою так, щоб вода

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

знаходилася на 1-1,5 см над ситом. Потім затор закачують у підготовлений чан зі швидкістю потоку 2-4 м / сек. Для зменшення впливу на сито та досягнення більш рівномірної стратифікації частинок різного розміру та щільності у фільтруючому шарі потік затору при перекачуванні направляється до сита через розподільник із увімкненим дозатором для більш рівномірного розподілу маси в танк. Потім розпушувач вимикають і затор залишають у спокої на півгодини, щоб утворився фільтруючий шар. Це попереднє оцукрювання крохмалю, желатинизованого під час останнього відвару. Поверхня правильно відстояного каші повинна виглядати темною з красивим мармуровим відділенням сіруватих смуг від нижнього тіста. Коли гранула осідає, вона утворює шар висотою 30-40 см. щоб звільнити простір і труби підмережі від частинок гранул, фільтраційні крани поперемінно швидко відкриваються і закриваються, щоб викликати вихровий рух рідини під ситами. Вода і каламутне сусло перекачуються назад у фільтраційний апарат. Коли прозоре сусло починає витікати з кранів, воно спрямовується до сусла котла. Швидкість і рівномірність фільтрації регулюються фільтраційними кранами. Хороша якість фільтрації досягається при низьких швидкостях переміщення сусла через гранулу (4,5-6 л / хв на 1 м² площі сита). Цю швидкість отримують шляхом поступового відкриття клапана на ¼ або 1/5 їх перерізу. На високих швидкостях під ситами може створюватися вакуум, і як результат - проникнення в гранулу тесту з верхнього шару або повітря в простір підмережі через крани. Це може уповільнити фільтрацію або навіть зупинити її.

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 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	

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

				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	Трубопровід відводу суслу	Тиск	0.1МПа ±0.01МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на швидкість відводу фільтрованою суслу	Ручне управління зі АРМ оператора
4	Фільтрчан	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на подачу суслу у фільтрчан	Ручне управління зі АРМ оператора
5	Трубопровід подачі води з котельні	Витрата	10м ³ \год ± 0.5 м ³	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
6	Трубопровід подачі суслу на фільтрування	Витрата	10м ³ \год ± 0.5 м ³	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
7	Трубопровід відводу суслу	Витрата	8м ³ \год ± 0.5 м ³	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
8	Трубопровід відводу суслу	Мутність	11-3%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				11

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації

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

Схема вимірювання та управління температурою:

Вимірювання та регулювання температури відбувається в баку фільтра. Вимірюємо термометрами опору, сигнал від чутливого елементу датчика передається на вторинний перетворювач Rosemount 214C (1б), сигнал з датчика подається в модуль аналогових входів ІРС, сигнал обробляється в програмі, і якщо є - невідповідність встановленому значенню. сигнал 4-20 мА, який подається на електропневматичний перетворювач РС-28G / А (1в), сигнал 4-20 мА перетворюється на пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який в свою чергу подається на пневматичний клапан PV25 (EN) (1г), який регулює подачу гарячої води.

Схема вимірювання та контролю тиску:

Вимірювання та регулювання тиску відбувається в баку фільтра. Вимірювання за допомогою датчиків тиску Rosemount 3051S (2а, 3а), сигнал від датчика подається в модуль аналогових входів ІРС, сигнал обробляється в програмі, а якщо є розбіжність із встановленим значенням, то на виході МПК подаються сигнали управління 4-20 мА, які подаються на електропневматичний перетворювач РС-28G / А (2б), сигнал 4-20 мА перетворюється на пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який, у свою чергу, надходить у пневматичний клапан PV25 (EN) (2в), який випускає надлишковий тиск в

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Якимцов О.В.			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					12	17
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

атмосферу, і перетворювач частоти ATV320D15N4B (3б), який управляє насосом М1, який регулює відкачування пивного сусла з фільтра, підтримуючи заданий тиск у трубопроводі.

Схема вимірювання рівня:

Вимірювання та регулювання рівня відбувається в баку фільтра. Вимірюється за допомогою рівня вимірювача Rosemount 5400 (4б), сигнал від якої подається на модуль аналогових входів ІРС, сигнал обробляється в програмі, і якщо є невідповідність заданому значенню, вихідний ІРС є контролем перетворювач сигналу 4-20 мА ATV320D15N4B (4в), який управляє насосом М2, який регулює подачу пивного сусла до фільтра.

Схема вимірювання витрати:

Вимірювання та регулювання витрати відбувається в трубопроводах для подачі пивного сусла, відкачки пивного сусла та постачання гарячої води. Виміряні за допомогою витратомірів Rosemount 8750W005 (5б, 6б, 7б), сигнали від датчика подаються в модуль аналогових входів ІРС, сигнал обробляється в програмі і служить допоміжною інформацією для оцінки якості очищення сусла.

Схема вимірювання каламутності:

Вимірювання та регулювання помутніння відбувається в трубопроводі перекачування пивного сусла. Ми вимірюємо за допомогою турбідиметра TurBiScat (8б), сигнал від датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, сигнал обробляється в програмі і служить допоміжною інформацією для оцінки якості очищення пива сусло.

Двигунами насосів М1, М2, М3 керують за допомогою перетворювачів частоти ATV320D15N4B (3б, 4б, 9а).

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

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 ємнісного 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. Номинальний 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(EN)		2	«ИРИМ ЭКС», Казахстан

					Кваліфікаційна робота	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, Foundation, Fieldbus або Modbus; Наявність вибухонебезпечного виконання; Міжповітряний 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 ° C;	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 мутність 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», Швейцарія
10	М1,М 2,М3	AIP160S2 - трифазний асинхронний електродвигун . Потужність 15 кВт; Частота обертання поля статора 3000 об / хв; Тип : Асинхронний; Напруга живлення Трифазне, 380/660 вольт; Монтажне виконання Лапи / фланець / комбіноване Номінальний струм 28,6 А ККД 89,4%	AIP160S2	Шт.	3	Україна

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

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

Для вимірювання температури у дипломному проекті були застосовані перетворювачі температури Rosemount 214C.



Rosemount 214C RTD - це високоточний одно- або двоелементний резистивний датчик температури, призначений для оптимізації ефективності монтажу та підвищення надійності вимірювань. 214C використовує перевірену в галузі конструкцію та технічні характеристики разом із найсучаснішими виробничими процесами, щоб забезпечити гнучкі та надійні вимірювання температури в середовищах контролю та контролю процесів.

RTD 214c використовує стандартний тип датчика PT100. Датчики температури Rosemount 214C доступні з довжиною занурення від 50 до 2000 мм (78-1 / 2 дюймів) з кроком 5 мм.

Усі типи та довжини датчиків мають стандартний номінальний діаметр 6 мм. Існують також різні варіанти муфтових головок, точності, стилів кріплення, подовжувачів та інших факторів.

Датчики температури Rosemount 214C можуть поєднуватися з готовими до використання або герметичними датчиками, датчиками та / або термокарманами, зібраними для забезпечення повного температурного рішення.

Технічні характеристики:

Діапазон робочих температур:

Для дротяного елемента: максимальна зміна опору $0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,020$) при температурі танення льоду після вібрації 1 г в діапазоні від 20 до 500 Гц протягом 150 годин, відповідно до ІЕС 60751: 2008

Провідники: Провід 24 AWG, ізольований FEP; кольорове маркування відповідно до ІЕС 60751.

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

Для досягнення 50 реакцій датчика при випробуванні в проточній воді відповідно до ІЕС 60751: 2008 потрібно максимум 10,8 секунд.

Максимальна зміна опору $\pm 0,15 \text{ }^\circ \text{C}$ (0,059) при температурі плавлення льоду через 1000 годин при вимірюванні методом, зазначеним в ІЕС;

Опір ізоляції:

- Мінімальний опір ізоляції становить 1000 МО при вимірюванні напруги 500 В постійного струму при кімнатній температурі.
- Діапазон калібрування:
- Точність згідно з ІЕС 751, клас А або В; Калібрування в одній точці;

Тиск:

Для вимірювання тиску у дипломному проекті були застосовані перетворювачі тиску Rosemount 3051S.



Перетворювачі Rosemount моделі 3051С Coplanar моделі призначені для вимірювання перепаду тиску (DD), надлишкового тиску (VD) та абсолютного тиску (AT). Перетворювачі Rosemount 3051С використовують ємнісну сенсорну технологію від Emerson Process Management для вимірювання DD та VD. Моделі Rosemount 3051Т та 3051СА використовують для вимірювань технологію п'єзорезистивного датчика. Основними компонентами моделі Rosemount 3051 є модуль датчика та електронний блок. Модуль датчика включає маслонаповнену датчик (розділювальну мембрану, систему заливання масла та датчик) та електронну частину. Електроніка датчика встановлена всередині модуля датчика і включає температуру датчик (перетворювач температури), модуль пам'яті та

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

ємнісний перетворювач сигналу в цифровий (С / D перетворювач). Електричний сигнал від модуля датчика передається на вихідний блок електроніки. У випадку з блоком електроніки встановлена плата електронного виводу, кнопки локальної установки нуля та діапазону, а також клемна колодка.

У перетворювачі моделі Rosemount 3051С розрахований тиск застосовується до розділювальних мембран, масло згинає центральну мембрану, що призводить до зміни ємності. Потім ємнісний сигнал буде перетворений в цифровий за допомогою С / D перетворювача. Мікропроцесор обробляє сигнали, що надходять від TPS і С / D перетворювача, і видає точні вихідні дані. Потім цей сигнал передається на ЦАП, де сигнал знову перетворюється в аналогову форму і накладається на вихідний сигнал 4-20 мА HART-комунікатора.

Технічні характеристики:

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

Діапазон вимірювання: до 137,89 бар (різниця тиску), до 137,89 бар (надлишок), до 275,79 бар (абсолютний);

Матеріали, що контактують з робочим середовищем: нержавіюча сталь 316L, сплав С-276, сплав 400, тантал, позолочений сплав 400, позолочена нержавіюча сталь 316L;

Діагностика: Базова діагностика, моніторинг характеристик напруги живлення, статистичний моніторинг технологічного процесу, виявлення блокування імпульсної лінії;

Сертифікація: Функціональна безпека SIL 2/3 згідно з 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;

- Найкраща у своєму класі архітектура масштабування покращує якість метрологічних характеристик, функціональність та технологічні зв'язки;

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

- Вимірювальний перетворювач поставляється повністю зібраним та перевіреном на герметичність, що забезпечує простоту монтажу та обслуговування;
- Суцільнозварна герметична конструкція корпусу SuperModule™ з нержавіючої сталі з високою стійкістю до перевантажень та впливом зміни статичного тиску від 0,025%;
- Виконання з найкращими метрологічними характеристиками Ultra і Ultra for Flow мають 15-річну стабільність вимірювань і забезпечуються терміном гарантійного обслуговування протягом 15 років;
- Можливість регулювання діапазону в масштабі 200: 1 дозволяє отримати надійні результати вимірювань і надає широкі можливості для застосування;
- Інтеграція з 4-20 мА протоколами HART®, WirelessHART®, забезпечує гнучкість застосування;
- Сертифікація відповідності вимогам міжнародного стандарту функціональної безпеки IEC 61508 рівнем повноти безпеки SIL 2 (SIL 3 відповідно до вимог) із звітом про аналіз відмов, їх наслідки та діагностику (FMEDA);
- Розширена діагностика забезпечує моніторинг стану характеристик напруги живлення та виходу технологічного процесу з нормального режиму;
- Версія з віддаленим індикатором і панеллю управління забезпечує легкий доступ до процесів та інформації про пристрій.

Настройка датчика:

Датчики поставляються повністю з посиленням на замовлення або за загальноприйнятим на заводі значенням масштабу (шкала = верхня межа діапазону).

Нульове регулювання: - це одноточкове регулювання для компенсації ефектів монтажного положення датчика.

Перш ніж регулювати нуль, переконайтеся, що вирівнювальний клапан відкритий і всі мокрі коліна заповнені до необхідного рівня. Існує два методи компенсації ефектів монтажного положення датчика:

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

- Використання комунікатора HART.
- Використання кнопки регулювання нуля датчика.

Виберіть відповідний метод і дотримуйтесь інструкцій нижче.

З використанням HART-комунікатора:

Якщо зсув нуля до дійсного нуля менше 3% від ІОР, дотримуйтесь інструкцій у "Використання комунікатора HART" (див. Нижче). У цьому випадку регулювання нуля впливає на значення аналогового виходу 4-20 мА, первинної змінної HART і відображається на індикаторі значень.

Кроки:

1. Стабілізуйте тиск або видаліть з нього повітря, підключіть Комунікатор HART.
2. У меню введіть послідовність гарячих клавіш (див. Таблицю 1 або таблицю 1).
3. Дотримуйтесь повідомлень комунікатора, щоб виконати регулювання нуля.

З використанням кнопки підстроювання нуля датчика:

При використанні кнопки регулювання нуля датчика нижня межа діапазону (ngd) встановлюється на рівні тиску, що застосовується до датчика. Це регулювання впливає лише на значення аналогового виходу 4-20 мА. Виконайте наведені нижче дії, щоб виконати регулювання нуля за допомогою кнопки регулювання.

1. Ослабте гвинт сертифікаційної таблички та поверніть пластину, щоб отримати доступ до кнопок регулювання.
2. Встановіть точку 4 мА, натиснувши та утримуючи кнопку регулювання нуля протягом 2 секунд. Переконайтесь, що вихідний сигнал дорівнює 4 мА. На РК-дисплеї з'явиться "ZERO PASS" (якщо є).

Принцип дії:

У датчиках, заснованих на ємнісному датчику, технологічний тиск через розділові мембрани (мембрану в датчиках надлишкового тиску) та наповнювальну рідину передається на вимірювальну мембрану, розташовану

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

між пластинами конденсатора. Під впливом вимірюваного тиску мембрана згинається і в результаті змінюється електрична ємність елементів, утворених сенсорною мембраною і пластинами конденсатора. Сформований електричний сигнал перетворюється в цифровий і передається на мікроконтролер.

У датчиках з п'єзорезистивним датчиком тиск вимірюється через розділову мембрану та мембрану, згинання яких викликає зміну опору в мостовій схемі Вінстона. сигнал невідповідності буде перетворений в цифровий сигнал для обробки мікропроцесором.

Рівень:

Для вимірювання рівня у дипломному проекті був застосований радарний рівнемір Rosemount 5300.



Призначення радіолокаційних вимірювачів серії Rosemount 5300 полягає у вимірі рівня, рівня розділу рідини та рівня сипучих середовищ. Використовується в багатьох галузях промисловості: хімічній та нафтохімічній, нафтогазовій, целюлозно-паперовій, фармацевтичній, харчовій. Використовується у виробництві напоїв, контролі питної води та стічних вод, енергетиці (греблі та гідроелектростанції).

Переваги:

- широкий діапазон вимірювань та якісних вимірювань середовищ із низьким коефіцієнтом відбиття завдяки технології прямого перемикування, функції проектування кінця зонда та компенсації впливу діелектричної проникності пари;

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

- - покращені характеристики електромагнітної сумісності завдяки інтелектуальній гальванічній ізоляції;
- - вимірювання рівня скраплених газів при температурі процесу -196 ° C;
- - можливість використання щупів від рівнемірів серії Rosemount 3300;
- - підвищена безпека завдяки модульній конструкції блоку електроніки;
- - розширена діагностика та можливість профілактичного обслуговування згідно з протоколами HART, Foundation Fieldbus та Modbus.

Принцип роботи:

Рівнемір 5300 - це інтелектуальний двопровідний вимірювач рівня безперервного вимірювання, що працює за принципом рефлектометрії з часовим дозволом (Time Domain Reflectometry - TDR). Наносекундні імпульси малої потужності спрямовані вздовж зонда, зануреного в вимірюване середовище. Коли імпульс досягає поверхні, частина енергії відбивається назад в рівномірну, а різниця в часі між сформованими та відбитими імпульсами перетворюється на відстань, на якій обчислюється загальний рівень або граничний рівень межі розділу.

Відбивна здатність продукту є ключовим параметром якості вимірювань. Інтенсивність відбиття залежить від діелектричної проникності продукту в резервуарі. Середовища з високою діелектричною проникністю дають краще відображення (амплітуду сигналу) та більший максимальний діапазон вимірювань.

Області застосування:

Рівнеміри 5300 використовуються для вимірювання загального (загального) рівня більшості рідин, напіврідких середовищ, сипучих матеріалів та параметрів розділу рідини. Контрольована мікрохвильова технологія забезпечує

найвищу надійність і точність вимірювань, несприйнятливості до температури, тиску, наявності домішок у парогазовій подушці, щільності, турбулентності або

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

кипіння, низький рівень, коливання діелектричної проникності, рівень рН та 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 дипломному проекті були застосовані датчики витрати Rosemount 8750W005.



Електромагнітний датчик потоку Rosemount 8750W005 - призначений для вимірювання об'єму рідини, що проходить через трубопровід, та її швидкості.

Технічні характеристики:

Похибка до 0,15% об'ємного витрати в динамічному діапазоні 13: 1, 0,25% в динамічному діапазоні 40: 1;

Розмір 4-200 мм (0,15-8 дюймів);

ETFE, PTFE і PFA підкладковий матеріал;

Електродний матеріал 316L нержавіюча сталь, нікелевий сплав, платина, тантал, титан. Слід проконсультуватися з виробником щодо можливості використання інших матеріалів.

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

Особливості:

- Двосекційний корпус вимірювального перетворювача, який надійно захищає електронні компоненти від вологи та забруднення;
- Конструкція міцна, суцільнозварна конструкція здатна підтримувати тривалі вібрації;
- Функція безперервної перевірки приладу здійснює перевірку стану витратоміра, не перериваючи технологічний процес;
- Змінна клемна колодка дозволяє легко проводити ремонт на місцях, не замінюючи весь витратомір;
- Покращені діагностичні можливості підтверджують ефективність витратомірів на відповідність нормативним вимогам;
- Простий у використанні інтерфейс локального оператора спрощує конфігурацію.

Мутність:

Для вимірювання мутності у дипломному проєкті був застосований датчик мутності TurBiScat.



TurBiScat - пристрій для контролю каламутності рідин шляхом вимірювання поглинання розсіяного світла під кутами 90° і 25° від одного джерела світла (650 нм) в діапазонах: 0..100 / 0..1000 EBC, 0 .. 400/0 .. +4000 NTU, 0..69000 ASBC і додатковий контроль кольору, наприклад, для пива, в EBC (430 нм) в діапазонах: 0 .. 50 EBC / 0 .. 25.4 SRM.

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

Переваги:

- відсутність ущільнювальних прокладок, не потрібно технічне обслуговування;
- розширена функція управління датчиком з контролем наявності плівок осаду;
- кольорова компенсація, вимірювання під двома кутами $90^\circ / 25^\circ$;
- можливість вимірювання кольору на довжині хвилі 430 нм;
- швидке регулювання за допомогою твердотільного еталону калібрування;
- блок управління з кольоровим сенсорним екраном "сенсорний екран";
- Трансформований дисплей із зображенням.

Принцип дії:

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

Аналізатори виконані у вигляді блоку, який, як правило, складається з декількох частин: частини для відбору проб та частини, що містить фотометр та контрольну електроніку.

Аналізатори доступні у таких модифікаціях:

- AquaScat 2 WTM - призначений для питної та промислової води;
- AquaScat 2 WTM-A - призначений для питної та промислової води, має автоматичне калібрування відповідно до вбудованого твердотільного стандарту;
- AquaScat 2 HT - призначений для природної води;
- AquaScat 2 P - вимірюється та враховується передане та розсіяне світло (двопроменева система), призначена для вимірювання каламутності у воді під тиском;

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

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

AquaMaster - існує можливість додаткового визначення рН та концентрації розчиненого кисню.

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. Машина Altivar ATV320 надійна і проста в обслуговуванні, вона легко інтегрується в конструкції машин та шафи різних розмірів, а також добре інтегрується в системи автоматизації із широко використовуваними конструкціями.

Перетворювачі ATV320 ідеально відповідають вимогам щодо регульованих електроприводів простих промислових механізмів.

Крім того, машина Altivar Machine ATV320 має безліч функцій застосування, які можуть відповідати вимогам сучасних додатків. Altivar Machine ATV320 призначений для підвищення продуктивності машин, збільшення їх можливостей та зменшення загальної вартості експлуатації.

Захищена конструкція:

Перетворювач Altivar Machine ATV320 може працювати в складних умовах середовища:

- До 50 ° С без зменшення заявленої номінальної потужності
- До 60 ° С зі зниженим значенням без додаткового вентилятора

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

Усі друковані плати мають покриття, яке відповідає стандарту IEC 60721-3-3 Pd для промислових носіїв та 3S2 для твердих частинок.

Монтаж:

- Встановіть пристрій у вертикальному положенні. Це необхідно для охолодження пристрою.
- Прикріпіть інвертор до монтажної поверхні відповідно до стандартів за допомогою гвинтів
- Необхідно використовувати шайби з усіма кріпильними гвинтами.
- Затягніть стопорні гвинти.
- Не розміщуйте пристрій поблизу джерел тепла.
- Уникайте впливу навколишнього середовища, таких як висока температура та висока вологість, а також пил, бруд та провідні гази.
- Дотримуйтесь мінімальних відстаней для необхідного охолодження.
- Не встановлюйте пристрій на легкозаймисті матеріали.
- Встановіть інвертор на міцну основу без вібрацій.
- Максимальна продуктивність:
 - максимальний час роботи. Системна інтеграція, діагностика безпеки та виробничі зміни відбуваються дуже швидко.
 - підвищена стійкість до агресивного середовища: високих температур, відключень електрики, пилу та механічних проблем. Можливість роботи при температурі до 50 ° C без зменшення номіналу та до 60 ° C зі зниженням номіналу без додаткового вентилятора.

Зменшення вартості експлуатації машини:

- Прості логічні операції вимагають меншої кількості додаткових пристроїв завдяки вбудованим функціям;
- зниження витрат на встановлення завдяки книжковій та компактній версіях;

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

- час проектування скорочений завдяки готовим до використання бібліотекам ПЛК, розробленим рішеннями Schneider Electric MachineStructure.

Переваги:

- Для побудови у будь-яких типах передбачені дві конструктивні страти: компактна та "книжкова".

- У широко розповсюджених структурах автоматизації робота Altivar Machine забезпечується вдосконаленими комунікаційними можливостями. Вбудовані інтерфейси CANopen та Modbus RTU. Додатково доступні такі комунікаційні модулі: Ethernet, Modbus TCP, EtherNet / IP, Profinet, EtherCAT, Serial, CANOpen (маргаритка ланцюга), ProfibusDP.

- Захищена конструкція. Всі друковані плати можуть працювати в агресивному середовищі завдяки покриттю, яке відповідає IEC 60721-3-3 класу 3С3. Наприклад, при температурі до 60 ° С без необхідності додаткового охолодження.

- Вбудовані функції безпеки. Завдяки вбудованим функціям безпеки, комплексна пропозиція включає як функцію STO для простих додатків, так і більш складні функції управління, такі як безпечна максимальна швидкість (SMS), захисний обмежувач швидкості (SLS), захисний дверний замок (GDL) та Захисна зупинка 1 (SS1).

Застосування: Перетворювачі частоти серії Altivar Machine ATV320 застосовуються в широкому діапазоні галузей: текстильне виробництво, упаковка, виконавчі механізми, переміщення матеріалів, обробка матеріалів, ліфти.

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

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Modicon M340:



Програмований логічний контролер Modicon M340 є спадкоємцем традицій та ноу-хау Modicon, винахідника першого промислового програмованого контролера. Компактність Modicon M340 - це суміш потужності та інноваційних рішень, які пропонують оптимальні відповіді на потреби машинобудівників. Молодший брат у родині Modicon Premium та Quantum, він допоможе вирішити проблеми автоматизації в промисловості та інфраструктурі. У поєднанні з потужністю та гнучкістю програмного інструменту Unity він реалізує переваги протягом усього життя ваших додатків.

Незважаючи на свої невеликі розміри, цей пристрій здатний "оживити" ваші машини завдяки своїй дивовижній продуктивності та ємності пам'яті. Процесор наступного покоління Незалежно від особливостей вашої програми та її обмежень, а також стилю програмування, Modicon M340 завжди готовий до роботи. Висока швидкість обробки двійкових інструкцій поєднується з можливістю швидко виконувати цілочисельні обчислення та операції з плаваючою точкою.

Ви хотіли б використовувати потужні та вдосконалені мовні можливості стандартів IEC, але боїтесь, що продуктивність постраждає.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Якимцов О.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Клименко О.М.</i>					29	14
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-2</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Забудьте про забобони, Modicon M340 не дозволить вам уповільнити цикл, незалежно від того, якою мовою ви користуєтесь. Реакція мілісекунд? - Немає проблем із багатозадачністю операційної системи Modicon M340: базове завдання, швидке завдання та 64 завдання з обробки переривань. Використовуючи їх, "Ви зможете адаптувати контролер під свою програму, а не навпаки.

Потужність пам'яті. Немає необхідності оптимізувати розробки, завдяки величезній пам'яті, яка потрапляє у ваше розпорядження. Процесор має вбудовану оперативну пам'ять 4 Мб, яка може зберігати до 70 тис. Інструкцій. Процесор постачається з флеш-накопичувачем SD, готовим до зберігання архіву додатків (виконуваний код, вихідний код та коментарі). Тож нічого не потрібно додавати, і немає потреби йти на компроміси, коли мова заходить про гнучкість дизайну додатків.

Експертні функції програми. Оскільки технологічні особливості є ознаками вашої програми, Modicon M340 дозволяє вам впроваджувати свої ноу-хау, завжди пропонуючи конкретне спеціальне рішення. Функції підрахунку імпульсів реалізовані за допомогою 2 модулів: 2 канали 60 кГц і 8 каналів 10 кГц. 32-розрядна кількість, час циклу 1 мс, 2 регістри захоплення та рефлекторні функції з відгуком до 200 мікросекунд; розширені налаштовувані функції: фільтрація для кожного входу, широкий вибір рефлекторних функцій, генератор імпульсів, обмежувач вільного ходу; конфігуровані функції підрахунку та вимірювання Лічильник призначений для таких програм, як: розмотувач попередження про спустошення, сортування дрібних предметів, проста електронна САМ, регулювання швидкості.

Modicon M340 пропонує інтегровані, гнучкі та економічно ефективні рішення позиціонування для незалежних та з'єднаних осей. Для цього не потрібен спеціальний модуль. Рішення базується на інтегрованій бібліотеці програм позиціонування (MFB), що відповідає стандарту PLCOpen. Сервопривід або частотний привід управляються командами.

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

Багатофункціональні пристрої, що видаються на приводі через шину CANOpen. Багатофункціональні пристрої реалізують виконавчі механізми Altivar для асинхронних двигунів або Lexium або IcIA для безщіткових або крокових синхронних двигунів для управління позиціонуванням. Розроблений спеціально для виробників компактних, модульних або складних верстатів, Modicon M340 особливо добре підходить для застосувань, що включають обробку матеріалів, транспортування та перепакування конвеєрів, а також для спеціальних та деревообробних верстатів.

Бібліотека функцій управління є стандартною в пакеті Unity. Функціональна мова блок-схеми забезпечує гнучке програмування з вдосконаленим графічним інтерфейсом. Можна оптимізувати та контролювати алгоритм управління. На додаток до звичайних регуляторів, таких як PID або PI, бібліотека включає багато додаткових функцій. Автонастройка регуляторів. 2- або 3-позиційний контролер, тип PI гарячий / холодний, PIP і каскадний контролер. Генератор функцій зміни алгоритму управління; Переключення структури PD / PI; Модуляція тривалості імпульсу; Значення масштабування ... Modicon M340 представляє новий підхід до управління пам'яттю. SD-карта підтримує послугу "Plug & Load", яку ви, без сумніву, оціните. Картка Plug & Load Ви можете будь-коли вийняти або встановити іншу карту, не впливаючи на виконання програми. Наступного разу, коли ви ввімкнете живлення, програма автоматично завантажиться у внутрішню пам'ять. Тому вам не потрібно бути експертом, щоб «оновити» алгоритм машини. Якщо у вас кілька однакових машин, ви можете використовувати одну і ту ж карту для завантаження всіх встановлених контролерів.

Спрощене обслуговування. SD-карта автоматично зберігає програму та позбавляє від необхідності резервного акумулятора.

Зручне зберігання даних. Його можна організувати в самому Modicon M340, який може зберігати дані до 16 МБ: За допомогою функціональних блоків з бібліотеки Unity Pro: в режимі запису підтримуються функції запису даних та запису. У режимі читання можна завантажувати виробничі рецепти.

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

З вашого персонального комп'ютера, підключеного до мережі Ethernet, ви можете безпосередньо отримувати дані через FTP-сервер і отримувати доступ до файлів у потрібному форматі (текст, таблиця, ...).

Modicon M340 має вбудований WEB-сервер, що спрощує експлуатацію та обслуговування. Послуга доступна як у локальному, так і у віддаленому режимах (через звичайний або ADSL-модем).

Modicon M340 має стандартний, готовий до використання WEB-сервер для системної діагностики та конфігурації параметрів процесу. Ви навіть можете інтегрувати інтерфейс людина-машина в контролер, який також буде доступний локально або віддалено за допомогою веб-навігатора.

Не напружуючись, вибравши Modicon M340, ви зможете використовувати винятковий сервіс програмного забезпечення Unity на всіх етапах розробки та підтримки своїх додатків. Modicon M340 та Unity - 0% проблем.

Єдине середовище програмування. Скористайтеся єдиним, простим та дружнім підходом до розробки додатків для додатків Modicon M340, Premium, Quantum та Atrium, які можна передавати з однієї платформи на іншу.

Unity Pro підтримує всі 5 мов ІЕС, графічне програмування, розширені контекстні підказки та численні майстри введення даних. Вбудований симулятор дозволяє негайно протестувати створені програми без прямого підключення до реального ПЛК. На етапі роботи готові до використання діагностичні засоби дозволяють відображати помилки та збої з автоматичним виявленням їх джерела.

Швидкісне підключення - стандартно. Для підключення до персонального комп'ютера можна використовувати простий і швидкісний USB-інтерфейс, який доступний на будь-якому процесорі. Ви також можете підключитися через Ethernet, точка-точка або LAN.

Повний сервіс, навіть віддалено. Ваші послуги завжди в межах досяжності. Використання послідовного модему (RTC, GSM / GPRS, Радіо) або ADSL, ви можете підключитися до своїх налаштувань. Інтернет-програмування; завантажувати або вивантажувати програми; віддалена діагностика через WEB-сервер; запис / читання файлів даних.

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

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

Вибір модулів вводу/виводу:

8 VA 4-20 mA – VMX AMI 0800

8 AV 4-20 mA – VMX AMO 0802

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
VMX XBP 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
VMX CPS 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)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
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 $\pm 10В, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20$ мА 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 $\pm 10В, 0...20мА, 4...20$ мА 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

Аналогові входи:

У цьому проекті використовуються датчики та перетворювачі з рівномірним вихідним струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить через клемний блок і надходить в аналого-цифровий перетворювач модуля ВМХ АМІ 0800.

За допомогою письмової програми здійснюється керуючий сигнал в залежності від тих значень сигналу, які надійшли до модуля ВМХ АМІ 0800.

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



Технічні характеристики:

Модуль аналогового введення:

- Електричне підключення;
- 1 роз'єм на 28 позицій;
- ізоляція між каналами без роз'єднання;
- 8 аналогових входів;

Тип підключення:

- Струм +/- 20 мА;
- струм 0 ... 20 мА;
- Струм 4 ... 20 мА;
- Напруга +/- 10 В;
- Напруга +/- 5 В;
- Напруга 0 ... 10 В;
- Напруга 0 ... 5 В;
- Напруга 1 ... 5 В;

Допустиме перевантаження на входах:

- +/- 30 мА 0 ... 20 мА;
- +/- 30 мА 4 ... 20 мА;
- +/- 30 В +/- 10 В;
- +/- 30 В +/- 5 В;
- +/- 30 В 0 ... 10 В.

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля ВМХ АМО 0802 подається на клемний блок.
Модуль ВМХ АМО 0802 перетворює сигнал з цифрового в аналоговий у вигляді

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

струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал надходить до електропневматичних перетворювачів, де він перетворюється на пневматичний, і управляє пневматичними клапанами.



Технічні характеристики:

Похибка вимірювання:

- - $\leq 0,25\%$ від повної шкали 0 ... 60 ° C;
- - 0,1% від повної шкали 25 ° C;
- Придушення асиметричних перешкод між каналами:
- $\rightarrow = 80$ дБ;

Тип помилки:

- - Обрив ланцюга 4 ... 20 мА;
- - коротке замикання 0 ... 20 мА;

Опір активного навантаження:

- - ≤ 350 Ом 0 ... 20 мА
- - ≤ 350 Ом 4 ... 20 мА

8 аналогових входів:

- - струм 0 ... 20 мА;
- - Струм 4 ... 20 мА.

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

3.2. Загальна схема підключення

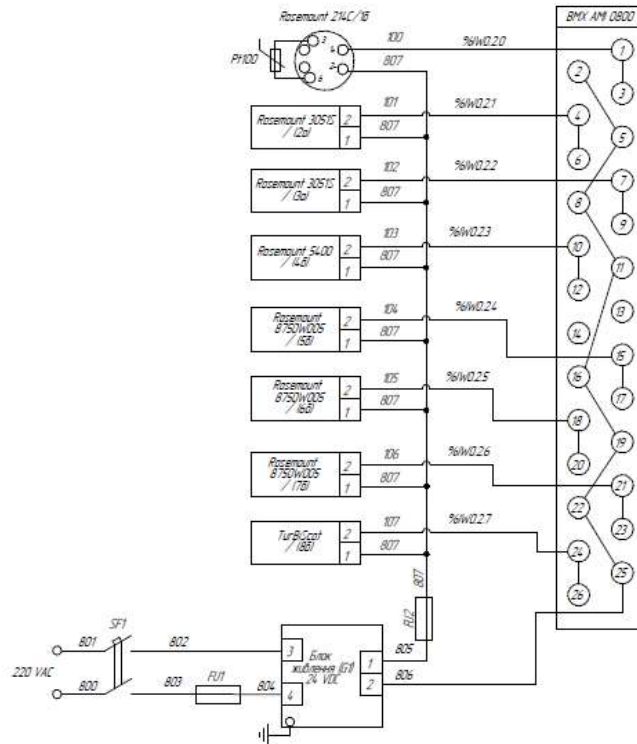


Рис.3.1. Підключення датчиків до модуля аналогових входів

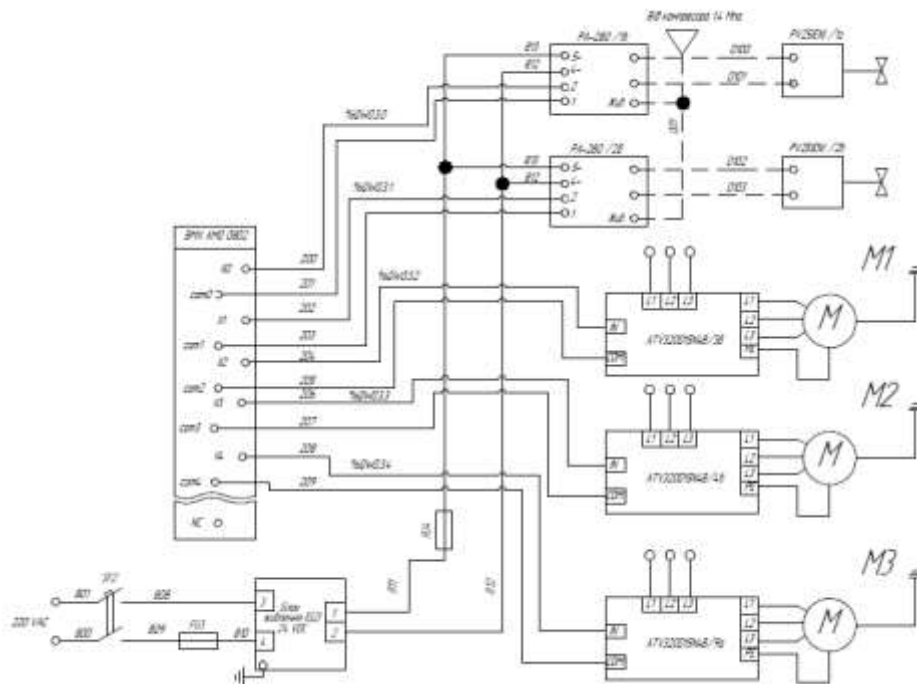


Рис.3.2. Підключення датчиків до модуля аналогових виходів

Вторинний перетворювач температури ТТ (16) підключений до першого модуля аналогових входів VMX AMI 0800 на терміналах 1 і 2. Після отримання інформації аналоговим входом модуля VMX AMI 0800 від датчика температури інформація передається на контролер VMX P34 2010, де в залежності від

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та формується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (1в) підключений до нього на клеммах П0 і СОМ0, який управляє пневматичним клапаном (1г), який регулює подачу теплоносія.

Вторинний перетворювач тиску РТ (2а) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 і 5 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (2б) підключений до нього на клеммах П1 і СОМ1, який управляє пневматичним клапаном (2в), який регулює скидання надлишкового тиску в атмосферу.

Вторинний перетворювач тиску РТ (3а) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 7 і 8 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де до нього підключений перетворювач частоти (3б) на клеммах П2 і СОМ2, який управляє двигуном насоса (М1).

Датчик рівня LT (4б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 10-му та 11-му терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де залежно від отриманої та записаної інформації програма, вихідний сигнал управління обробляється, реєструється і генерується і передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де він підключений до перетворювача частоти (3в) терміналів П3 і СОМ4, який управляє двигуном насоса (М2).

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

Датчик потоку FT (56) підключений до першого модуля аналогового вводу ВМХ АМІ 0800 на клеммах 15 і 16. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги інформація передається на ВМХ Контролер Р34 2010, де залежно від отриманої інформації та написаної програми він обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Датчик потоку FT (66) підключений до першого модуля аналогового вводу ВМХ АМІ 0800 на клеммах 18 і 19. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги інформація передається на ВМХ Контролер Р34 2010, де залежно від отриманої інформації та написаної програми він обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Датчик потоку FT (76) підключений до першого модуля аналогового введення ВМХ АМІ 0800 на клеммах 21 і 22. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги інформація передається на ВМХ Контролер Р34 2010, де залежно від отриманої інформації та написаної програми він обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

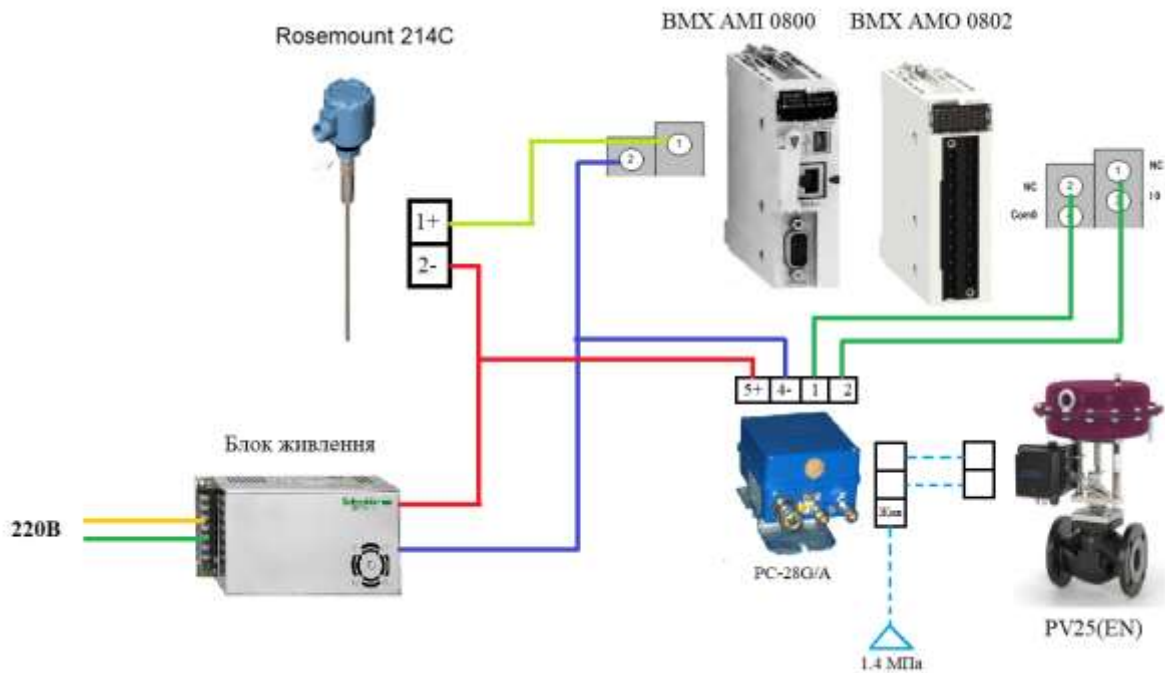
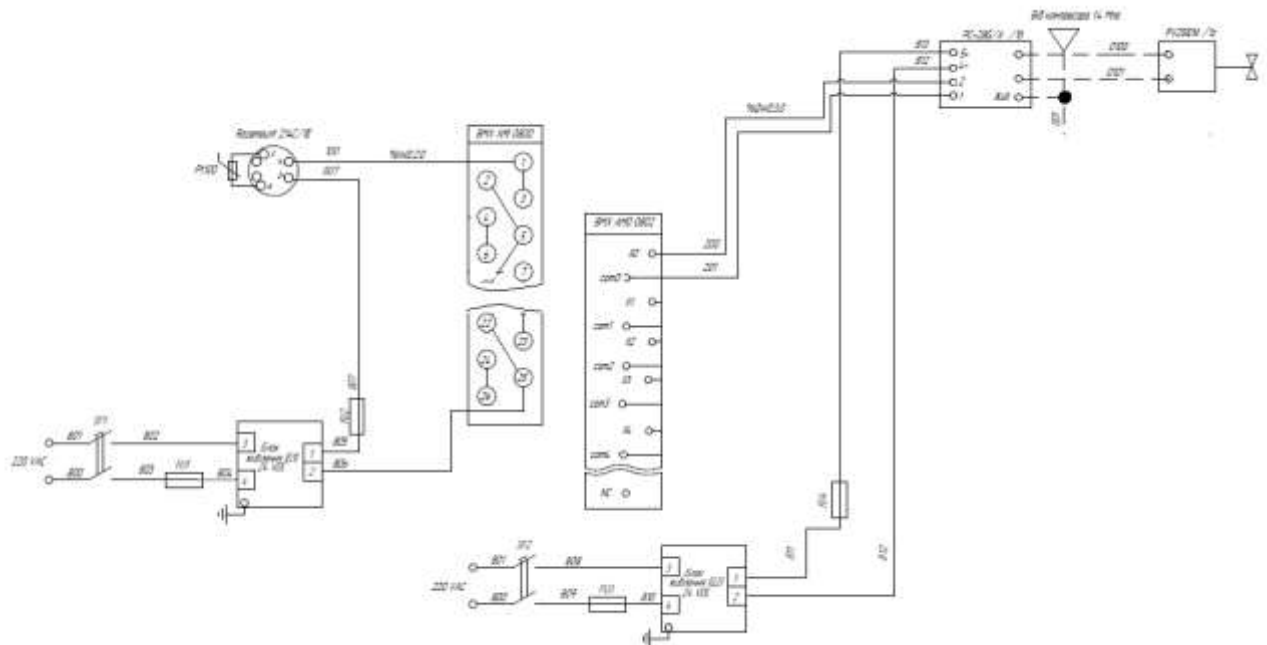
Датчик помутніння QT (86) підключений до першого модуля аналогового вводу ВМХ АМІ 0800 на клеммах 24 і 25. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика ваги інформація передається на ВМХ Контролер Р34 2010, де залежно від отриманої інформації та написаної програми він обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Перетворювач частоти (9а) підключений до першого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на клеммах П4 і СОМ4 і управляє двигуном фільтра (М3).

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширений контур контролю та регулювання температури:



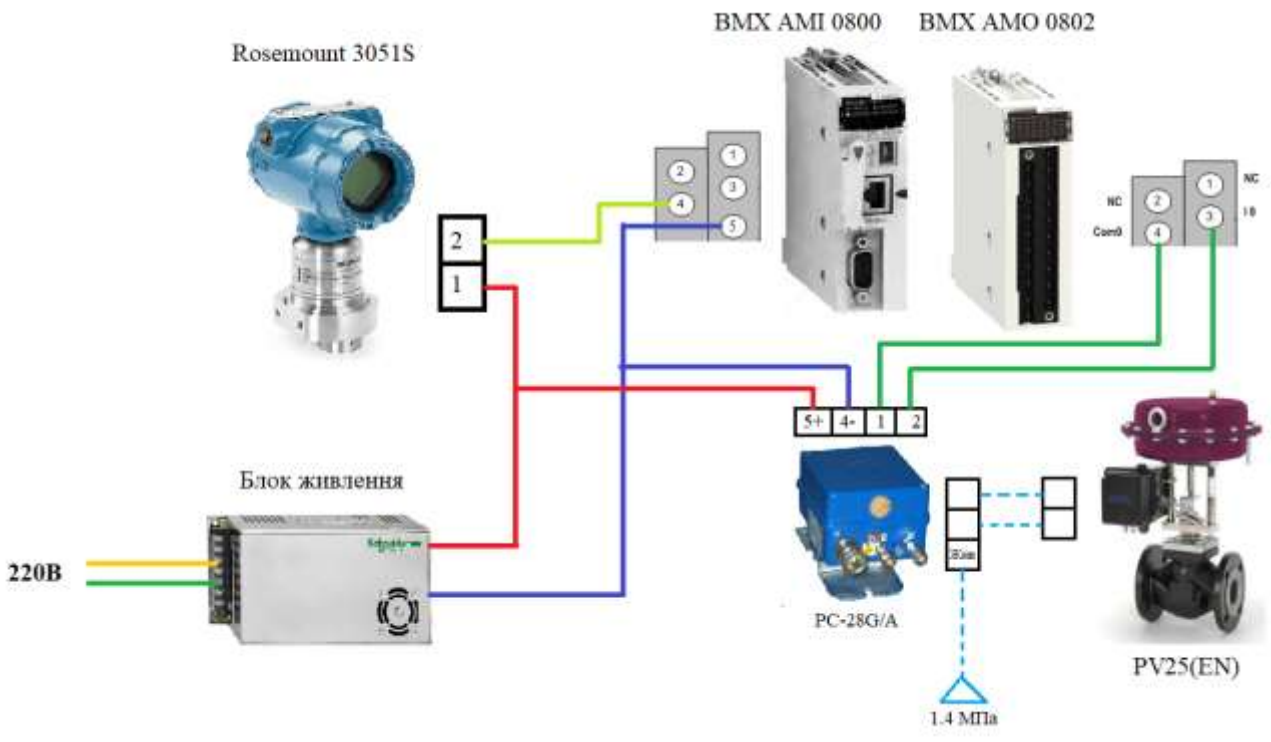
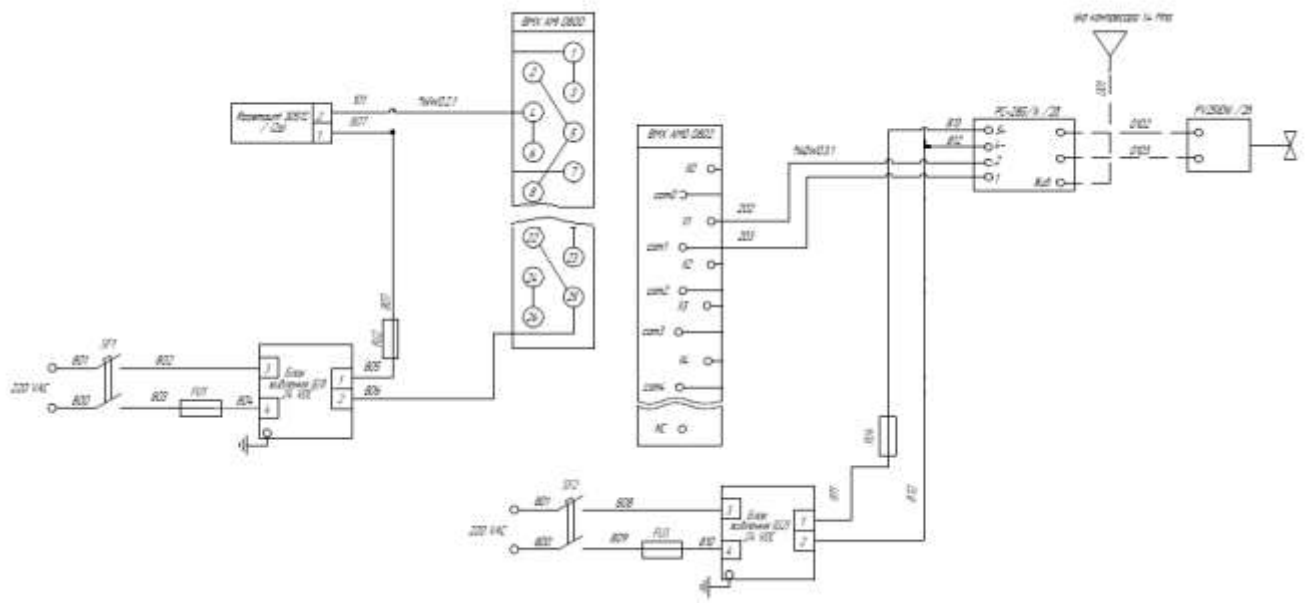
Опис схеми підключення:

Вторинний перетворювач температури ТТ (16) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на терміналах 1 і 2. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління

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

обробляється, реєструється та формується і передається на другий модуль аналогового виводу BMX AMO 0802. Де електропневматичний перетворювач (1в) підключений до нього на клеммах П0 і СОМ0, який управляє пневматичним клапаном (1г), 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) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 і 5 клемах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (2б) підключений до нього на клемах П1 і СОМ1, який управляє пневматичним клапаном (2в), який регулює скидання надлишкового тиску в атмосферу.

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

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчик мутності TurBiScat:



Використання :

- контроль якості фільтрації при виробництві таких напоїв, як пивоваріння, фруктові соки, алкогольні напої;
- контроль центрифуг, сепараторів, сепараторів гідроциклонів при виробництві напоїв;
- вимірювання каламутності в оліях, цукрових розчинах, харчових продуктах;
- контроль чистоти у хімічній та фармацевтичній;

Промислові процеси:

- виробництво напоїв;
- виробництво продуктів харчування;
- хімічна промисловість;
- фармацевтична промисловість.

Програмне забезпечення:

Контроль роботи аналізаторів здійснюється за допомогою програмно-апаратного забезпечення SiPhoV124.us3, призначеного для обробки результатів вимірювань, налаштування параметрів роботи аналізатора, виведення даних на дисплей і передачі даних на реєструючі периферійні пристрої.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Якимцов О.В.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					43	2
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

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

Технічні характеристики:

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

Вага, кг, не більше: 2,5;

Умови роботи:

- температура навколишнього середовища, ° 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 налаштування датчика використовується вторинний пристрій SICON з кольоровим сенсорним графічним дисплеєм, що дозволяє відображати дані не тільки цифрою з метрологічними характеристиками, але і графічно, що дозволяє візуалізувати процес, робити кореляції, робити прогнози. Калібрування та регулювання датчика проводиться миттєво, без використання формазину, і з використанням запатентованого твердотілого стандарту (у комплекті з датчиком), що значно економить час, підвищує надійність результатів та забезпечує зручність обслуговування.

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

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

Програма для кваліфікаційної роботи була розроблена в програмі Unity Pro від Schneider Electric.



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

- Система Unity Pro, яка відповідає стандарту IEC 61131-3, має визнані переваги пакетів PL7 і Concept, а також базується на добре відомих стандартах PL7 і Concept.
- Він пропонує повний спектр готових функцій для підвищення продуктивності:
 - сучасний функціонал;
 - оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
 - численні інструменти для тестування програми та вдосконалення системи;
 - нові вбудовані засоби діагностики.

Застосування міграції існуючих додатків було враховано під час розробки програми. Це значно збільшить переваги використання програмного забезпечення, одночасно зменшуючи витрати на навчання та величезний потенціал для розвитку та сумісності.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Якимцов О.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Клименко О.М.</i>					45	7
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-2</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Unity включає спеціальне програмне забезпечення для підвищення продуктивності:

- відкритість для розробки на C або VBA (Visual Basic для додатків);
- розробка та створення додатків з інтеграцією PLC / інтерфейс людина-машина.
- природна комунікабельність.

Платформи автоматизації Modicon з підтримкою технології Transparent Ready на основі Ethernet TCP / IP та веб-технологій пропонують відмінне рішення для оптимізації продуктивності. Послуги веб-сервера, надсилання електронних повідомлень, прямий доступ до баз даних, синхронізація пристроїв, розподілені сигнали вводу-виводу та багато іншого - PLC Modicon пропонує всі найкращі можливості Ethernet.

Замість розробки закритих систем Schneider Electric адаптував такі ринкові стандарти, як мови програмування IEC, Ethernet TCP / IP, Modbus IDA, XML, OPC, стандарти IT тощо.

Партнерство з визнаними світовими лідерами у розробці програмного забезпечення та виробництві обладнання в рамках Партнерської програми спільної автоматизації призвело до більш ефективного обміну технологіями.

Система інструментів Unity Pro дозволяє відкрити та оцінити переваги сучасного графічного інтерфейсу під час роботи під управлінням Windows XP або Windows 2000:

- прямий доступ до інструментів та інформації;
- 100% графічна конфігурація;
- настроювана панель інструментів та піктограми;
- функції перетягування та масштабування;
- вбудоване діагностичне вікно.

Всі переваги стандартизації:

Система інструментів Unity Pro пропонує повний набір інструментів та функцій, необхідних для структурування програми відповідно до характеристик процесу або блоку.

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

Програма розділена на ієрархічно розташовані функціональні блоки, що містять:

- програмна область;
- таблиці анімації;
- екрани операторів;
- гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можна запрограмувати у спеціальних функціональних блоках (DFB) на мовах IEC 61131.

Заощаджуйте час завдяки можливості багаторазових модулів:

Всі модулі оптимізовані і точно відповідають вашим вимогам, зменшуючи час, необхідний для розробки та введення в експлуатацію на місці, одночасно оптимізуючи якість:

- функціональні модулі можуть бути використані повторно в додатку, а XML може використовуватися для імпорту / експорту між проектами;
- функціональні блоки легко «перетягуються» в проект з бібліотеки за допомогою «миші» - технологія перетягування та падіння;
- автоматичне оновлення копій блоків у телевізійних програмах при змінах у бібліотеці (необов'язково).

Гарантія високої якості:

Вбудована функція емулятора PLC дозволяє точно відтворити поведінку програми PLC на вашому комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження для досягнення максимальної якості перед установкою:

- поетапне впровадження програми;
- точки зупинки програми та контрольні точки зміни змінних;
- Анімація в реальному часі для перевірки змінних та логіки під час роботи.
- Скорочення вимушеного простою

Система інструментів Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Функціональні блоки, інтегровані в програму, використовуються (залежно від їх призначення) для моніторингу умов безпечної роботи та розвитку процесу в часі.

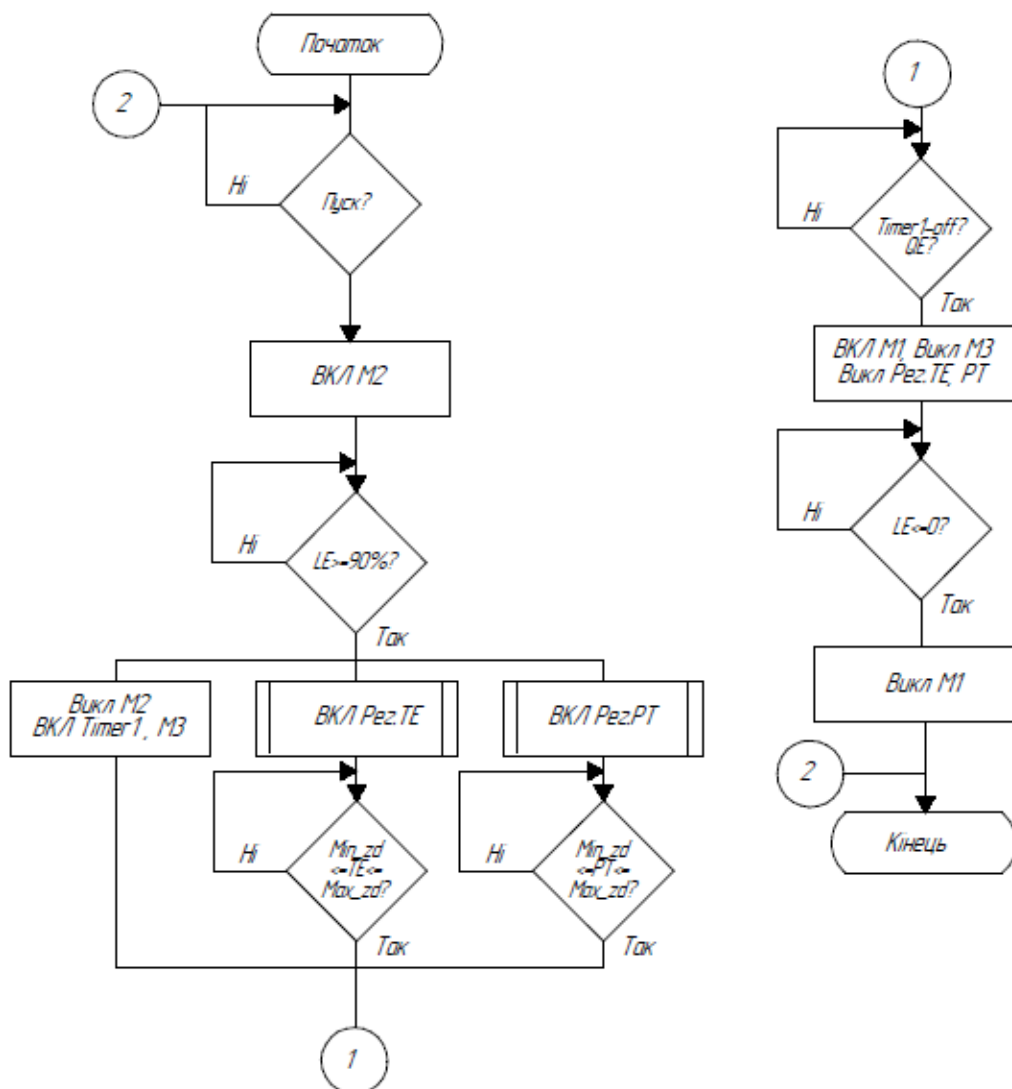
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вікно програми відображає в хронологічному порядку всі повідомлення про збої в системі та помилки програми із позначкою часу, коли вони сталися. У цьому вікні ви можете запустити редактор одним клацанням, щоб усунути помилки в програмі (пошук помилок у вихідному тексті). Зміни, внесені в режимі онлайн, можна групувати в автономному режимі на комп'ютері та завантажувати безпосередньо в ПЛК, щоб усі зміни враховувались за один цикл 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.

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;

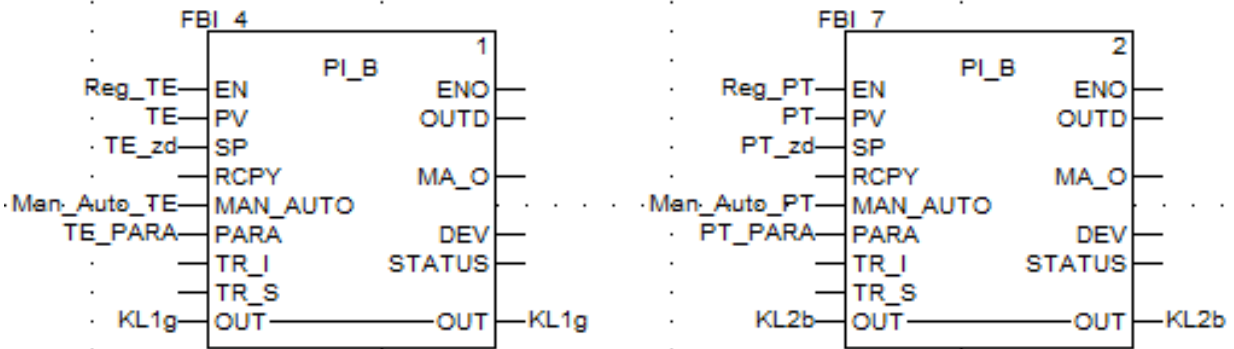
IF Stop THEN
Pusk:=FALSE;
restart:=FALSE;
M1:=0.0;
M2:=0.0;
M3:=0.0;
Reg_TE:=FALSE;
REG_PT:=FALSE;
END_IF;

IF Error THEN
MessageForUser:=TRUE;
END_IF;

IF Level>=100.0 OR QE >50.0 THEN
Error:=TRUE;
END_IF;
```

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 перезапуску 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)

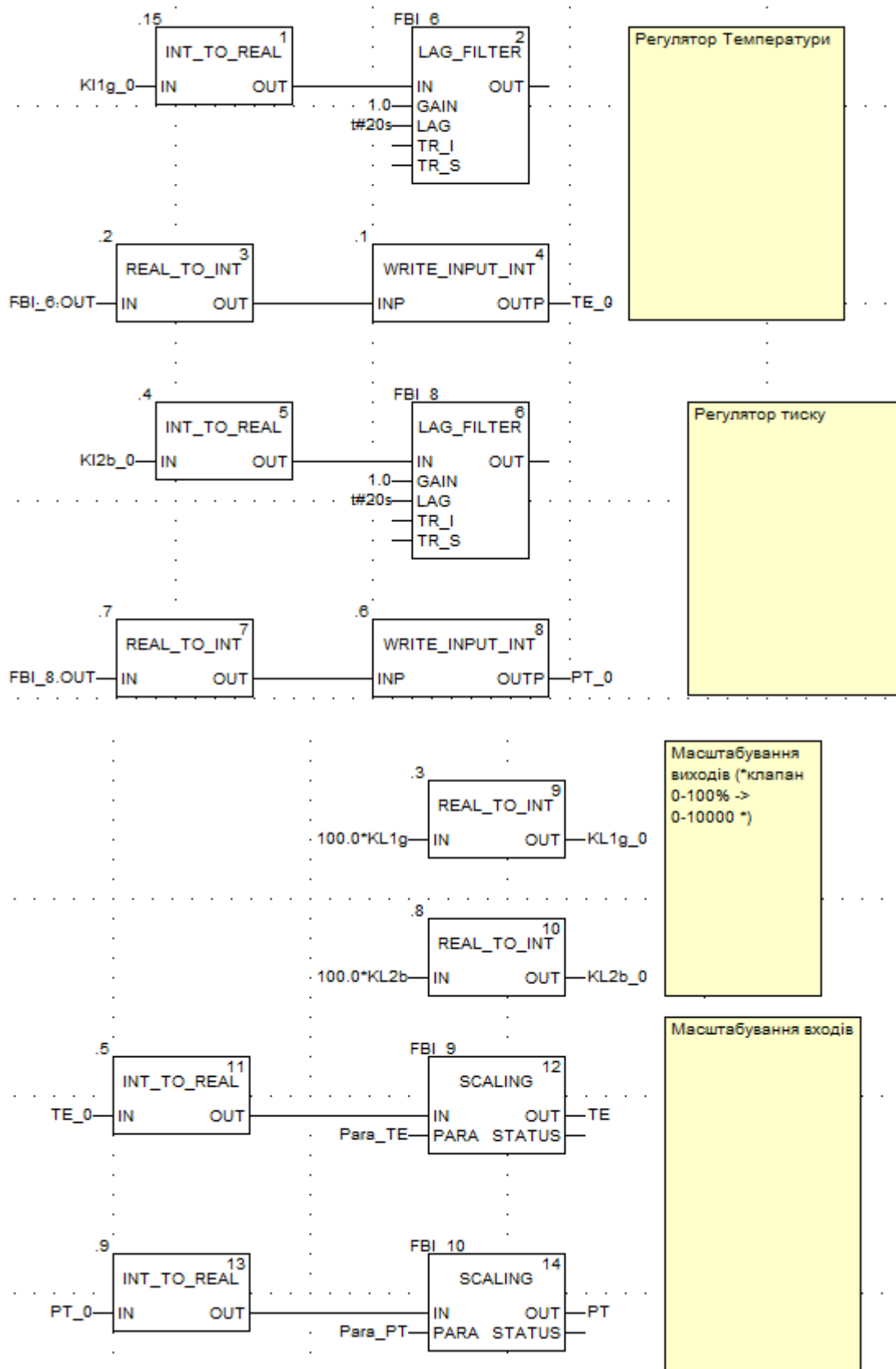
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк.

50

Шкалювання змінних для зручності використання у програмі:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

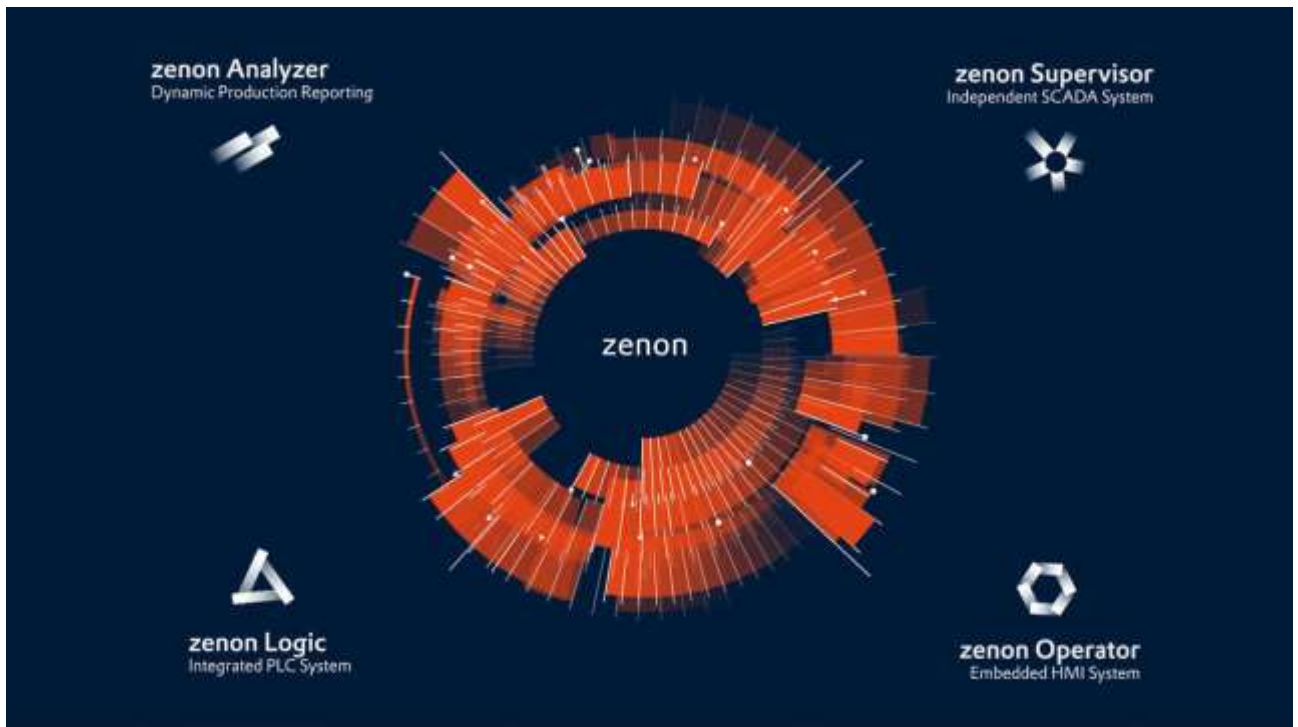
Кваліфікаційна робота

Арк.

51

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

ЛМІ інтерфейс для нашої системи автоматизації розроблений із використанням програмного забезпечення Zenon Scada від COPA-DATA.



Zenon - це програмне забезпечення для візуалізації, управління, збору та аналізу даних. Зенонова система SCADA є основним продуктом австрійської компанії COPA-DATA GmbH. Розроблене в середині 80-х років, це перше комплексне рішення графічної візуалізації для систем Windows. Завдяки постійній модернізації, вдосконаленню та впровадженню новітніх технологій, Zenon займає лідируючі позиції на ринку систем HMI / SCADA. Zenon повністю вирішує всі можливі завдання, що стоять перед системами HMI / SCADA. Дозволяє здійснювати зручне та візуальне управління, точну взаємодію всіх інженерних комплексів, автоматичну адаптацію, інтелектуалізацію режимів роботи підсистем. Базується на стандартній зовнішній технології та пропонує величезний набір простих у використанні графічних функцій для побудови систем візуалізації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Якимцов О.В.			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					52	8
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				<i>НУХТ АК-4-2</i>		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Переваги Zenon:

- Висока надійність;
- Велика гнучкість;
- Можливість децентралізованого розвитку;
- Висока швидкість;
- Ефективність та масштабованість;
- Використовується в області автоматизації наступних галузей:
 - промислове виробництво;
 - енергія;
 - транспорт;
 - Нафтогазовий комплекс;
 - Будинки.

Автоматичне проектування:

Завдяки великій кількості заздалегідь визначених шаблонів стандартних зображень (сигналів тривоги, подій, тенденцій тощо) та спеціальних форм - майстрів, дизайн може бути виконаний автоматично.

Відкрита архітектура:

Можливість використання при розробці незалежних зовнішніх програм, створення макросів VBA, збереження в Інтернеті та заархівованих даних у базі даних MS SQL Server, використання технології ActiveX.

Широкі комунікаційні можливості:

Маючи понад 300 розроблених драйверів, zenon може легко підключатися до найпоширенішого обладнання. Системний редактор підтримує велику кількість інтерфейсів та комунікаційних протоколів. За допомогою спеціальної технології можна передавати файли часу виконання по мережі на віддалену цільову станцію.

Розрахована на багато користувачів розробка:

Система дозволяє розподілену розробку, тому немає жорсткого прив'язки до одного робочого місця. Дизайнери, які створюють проект, можуть

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
						53
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

розподілити обсяг роботи між собою та вирішити конкретно свою частину проекту. Це значно прискорює час розробки.

Гнучкість:

Технологія XML дозволяє імпортувати / експортувати в систему управління як окремі частини проекту, так і весь проект. Система розширюється без необхідності модифікувати або переробляти існуючий проект.

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

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
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	МЗ	%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 АР		
Клапан 26	%	
Клапан 26 АР		
М1	об/хв	
М1 АР		
М2	об/хв	
М2 АР		
М3	об/хв	
М3 АР		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

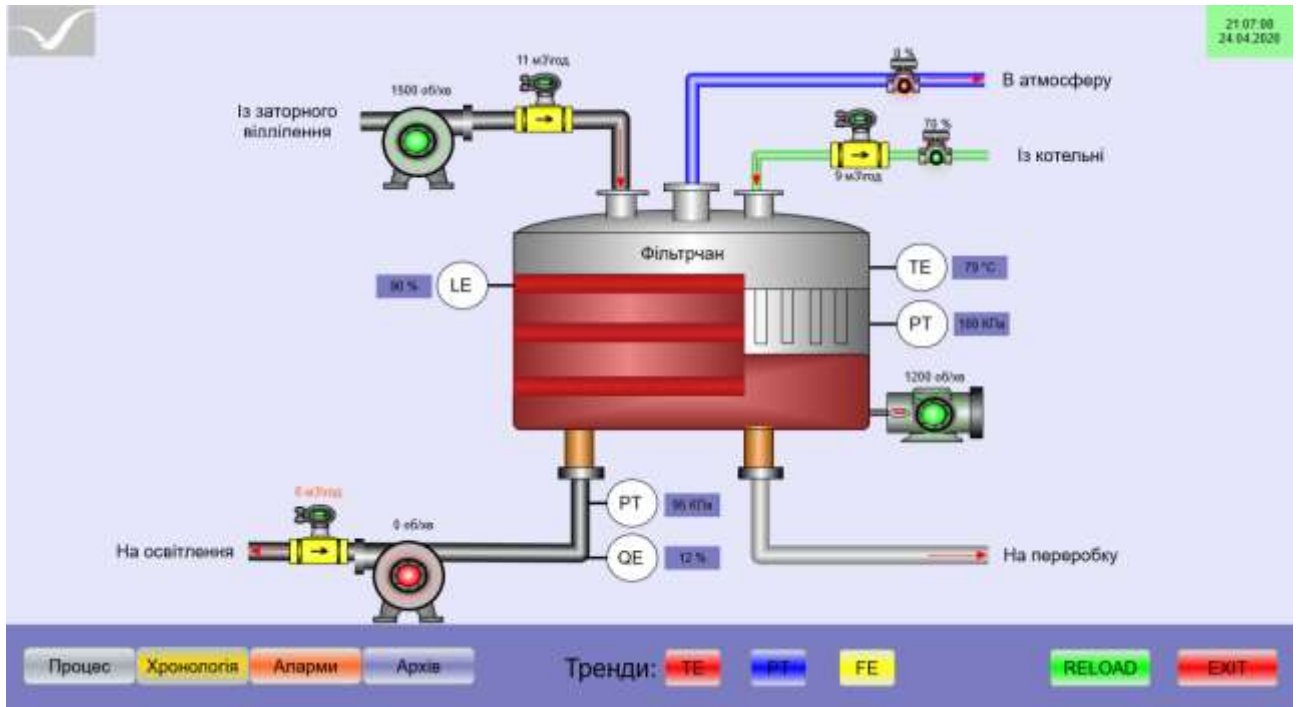


Рис.6.1. Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми. Робочий вид для оператора

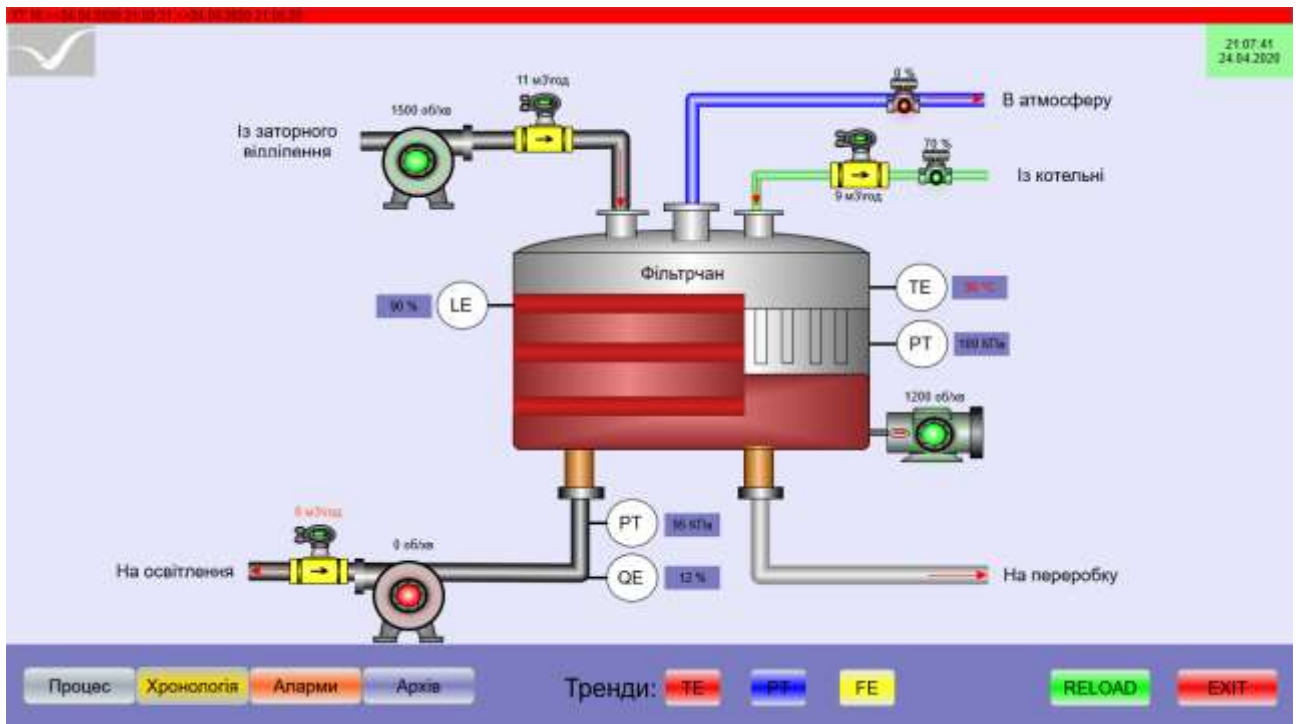


Рис.6.2. У системі автоматизації виникло відхилення від норми, SCADA показує повідомлення про відхилення в верхні частині екрану оператора, та вказує який саме параметр вийшов з норми



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



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

Робота сигналізації та відображення в інформаційному списку тривог визначається індивідуально для кожної змінної в межах (вкладка "Межі").

Коли рівень верхнього граничного значення буде досягнутий (у діапазоні, визначеному нами для певної змінної), спрацюватиме сигнал тривоги, який відобразатиметься в журналі тривоги. Він матиме статус "Активний" (червоне коло).

Якщо рівень опуститься нижче граничного значення, він змінить свій статус на "Неактивний" (зелене коло). Крім того, будильник може змінити свій статус на "Підтверджено" (синє коло), якщо оператор натисне кнопку "Підтвердити". Оскільки ми активували опцію Видалити, цей запис зникне зі списку, лише якщо ми вручну видалимо його за допомогою відповідної кнопки.



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

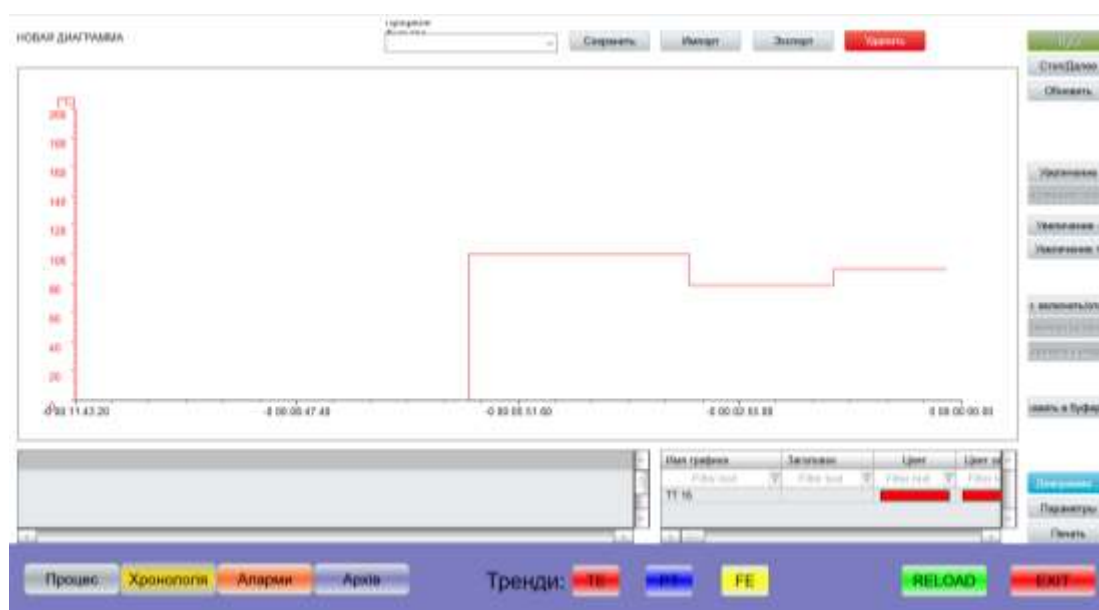


Рис 6.6. Вікно вкладки трендів температури

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

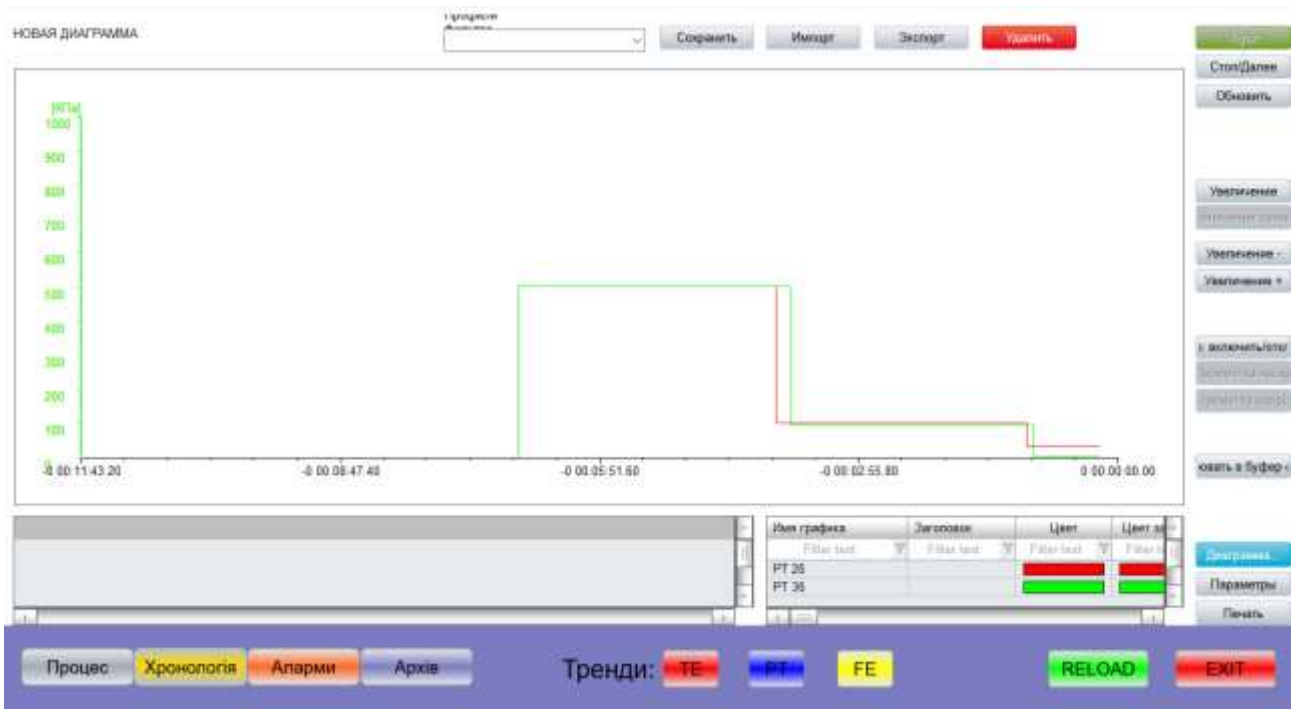


Рис 6.7. Вікно вкладки трендів тиску

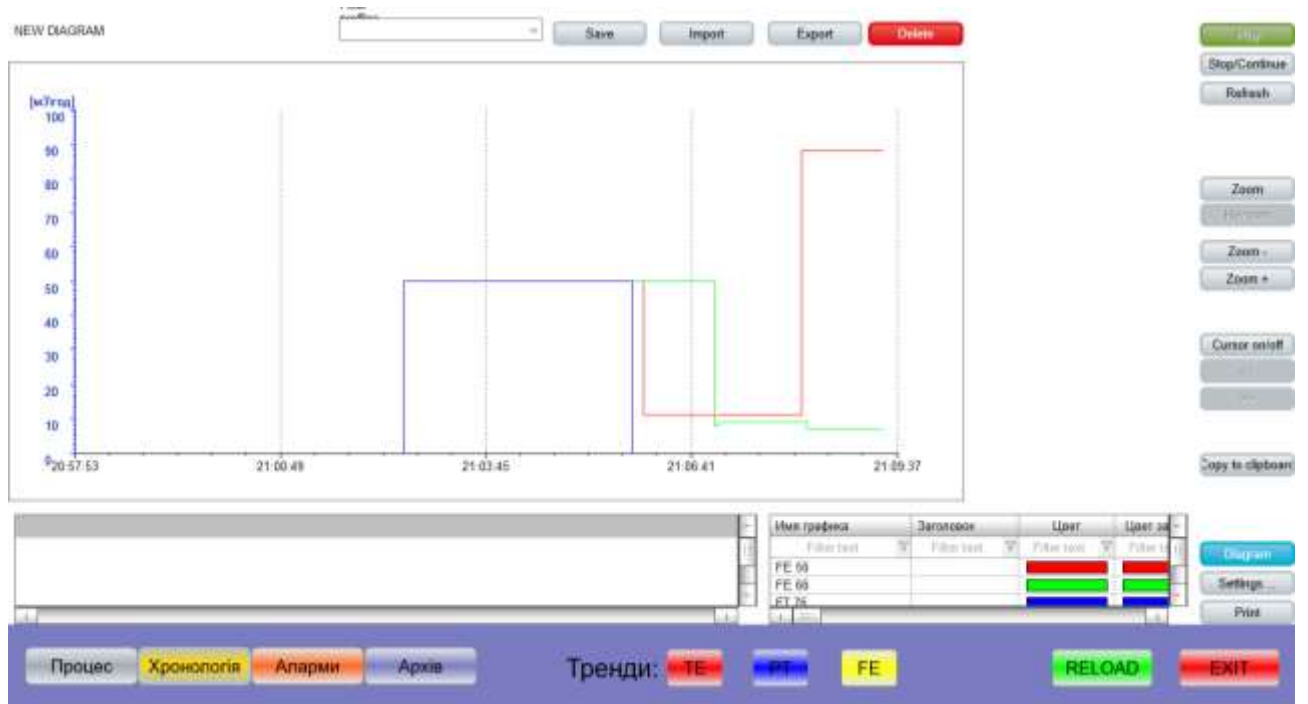


Рис 6.8. Вікно вкладки трендів витрати

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання - це інструмент математичного моделювання, що використовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближення поведінки систем, занадто складних для аналітичних чи польових досліджень.

У кваліфікаційній роботі виконується комп'ютерне моделювання для підсистеми управління технологічною змінною для наступних завдань:

- визначення оптимальної структури та / або параметрів SAR;
- вивчення властивостей ПАР (стабільність, якість, енергоспоживання);
- дослідження SAR технологічними об'єктами, що працюють в умовах нестационарності / нелінійності / невизначеності тощо.

Комп'ютерне моделювання виконується в програмному середовищі Matlab, використовуючи зовнішні функції Toolbox та Simulink.

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

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

У цій кваліфікаційній роботі за систему управління було прийнято АСР системи автоматизації фільтрації пива.

Для виконання вищезазначеного аналізу потрібно вивести передавальні функції для об'єкта за каналами різних дій, скласти блок-схему об'єкта. При необхідності виконують структурні перетворення (перенесення суматорів, точок), в результаті чого структурна схема зводиться до еквівалентної однолінійної.

Запишемо систему рівнянь в операторній формі, враховуючи нульові початкові умови і підставляючи числові значення коефіцієнтів і постійних часу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Якимцов О.В.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації затору на пивзаводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					60	8
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-2		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Система набуває вигляду:

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

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

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

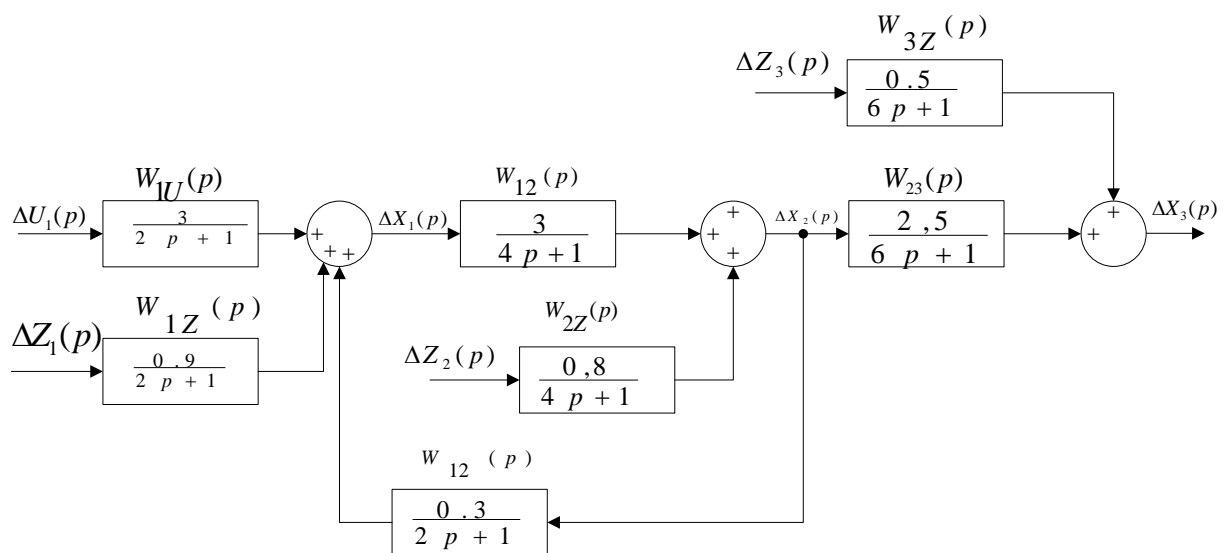
Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{3}{2p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{0.9}{2p+1}; W_{21}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0.3}{2p+1};$$

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

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

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

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

a_3 a_2 a_1 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:

$$\Delta_1 = 440 > 0;$$

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

Ми робимо висновок, що за критерієм Гурвиця замкнута система нестійка.

При вивченні системи за допомогою критерію Рауса-Гурвиця було встановлено, що система не є стабільною. Для того, щоб система стала стабільною, ми використовуємо ПІД-контролер і знайдемо оптимальні налаштування як ПІД, так і ПІ-контролерів.

Для цього ми будуємо блок-схему SAR в середовищі MatLab і додаємо Р-регулятор і шукаємо критичне значення K_p крит, при якому система знаходиться на межі стабільності. Приблизними налаштуваннями ПІ та ПІД-контролерів будуть:

Параметры типовых регуляторов

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

K_p крит = 0.2645; T_p = 17,1 (с).

Для ПІ-регулятора настройки будуть наступними:

$$K_p = K_p(\text{крит}) * 0,45 = 0,2645 * 0,45 = 0,119$$

$$K_i = (0,54 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,54 * 0,2645 / 17,1 = 0,00835$$

Для ПД-регулятора настройки будуть наступними:

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

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

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

Зменшення коефіцієнта передачі контролера дозволяє забезпечити необхідний запас міцності, хоча загалом отримані налаштування не гарантують досягнення крайності показника якості, наприклад, інтегрованого критерію.

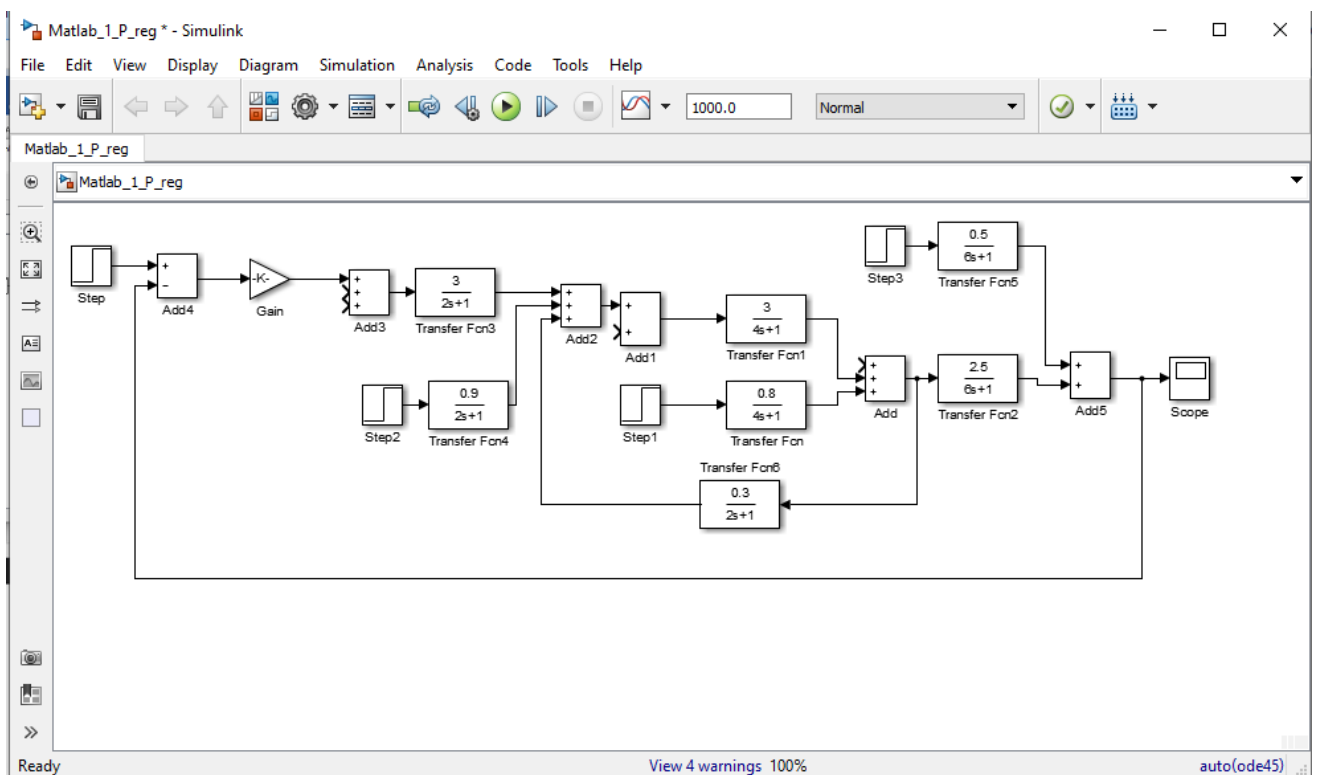


Рис 7.1. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

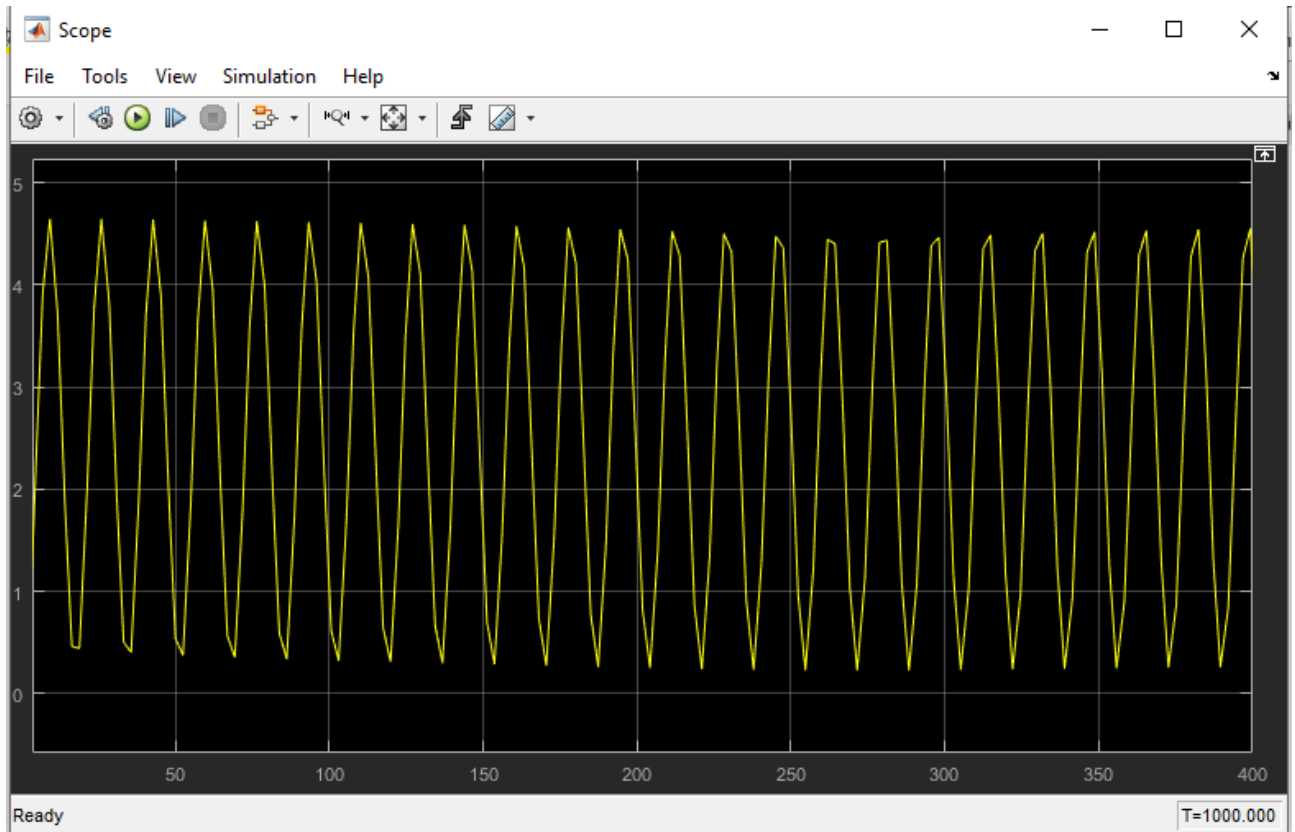


Рис.7.2. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості (K_n (крит.)
 $=0,2645$)

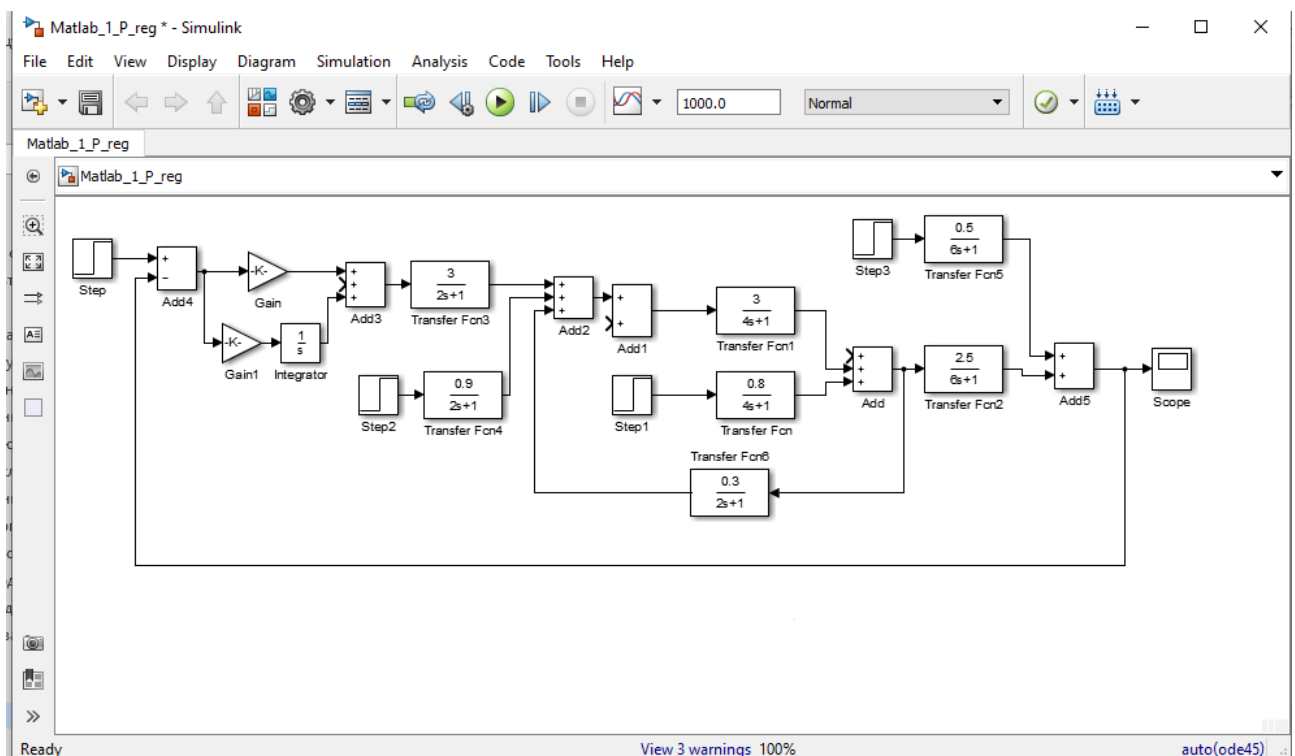


Рис.7.3. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

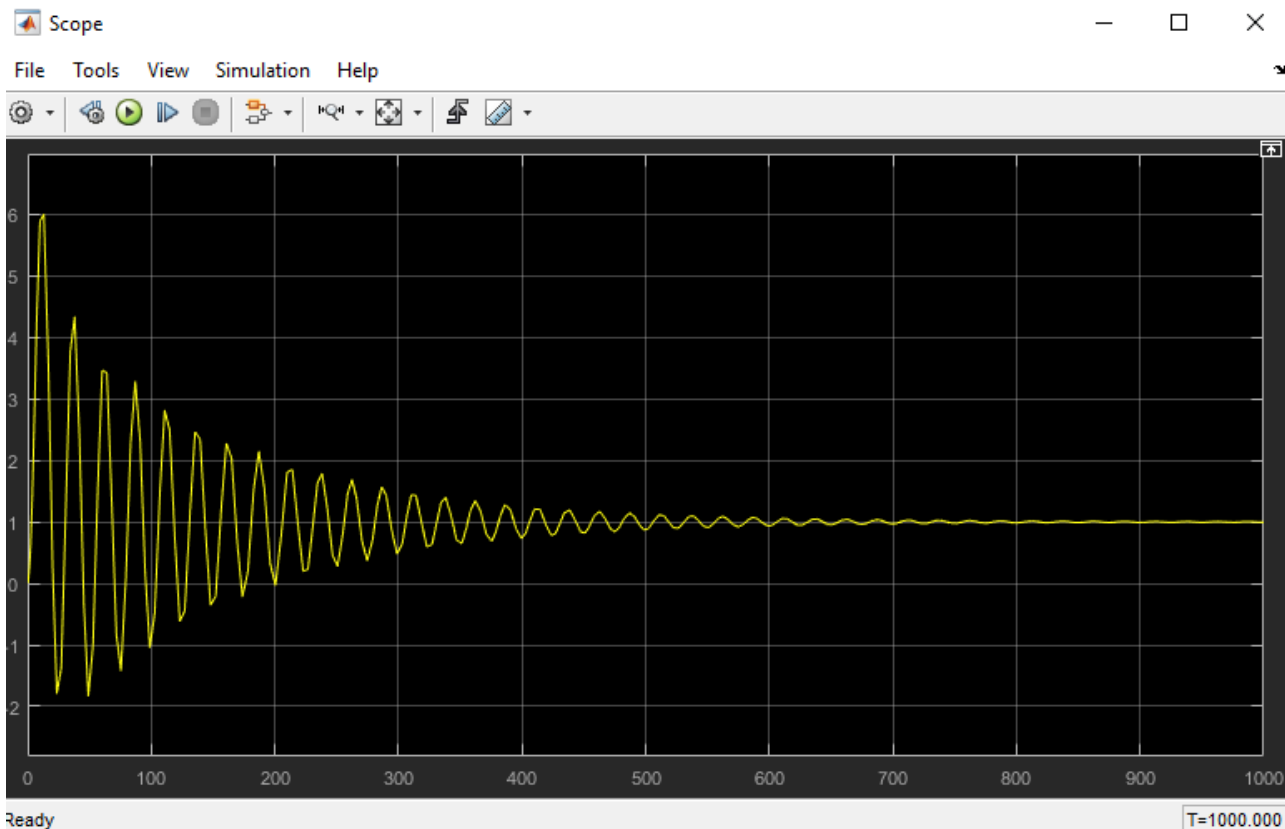


Рис.7.4. Перехідний процес з ПІ-регулятором

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

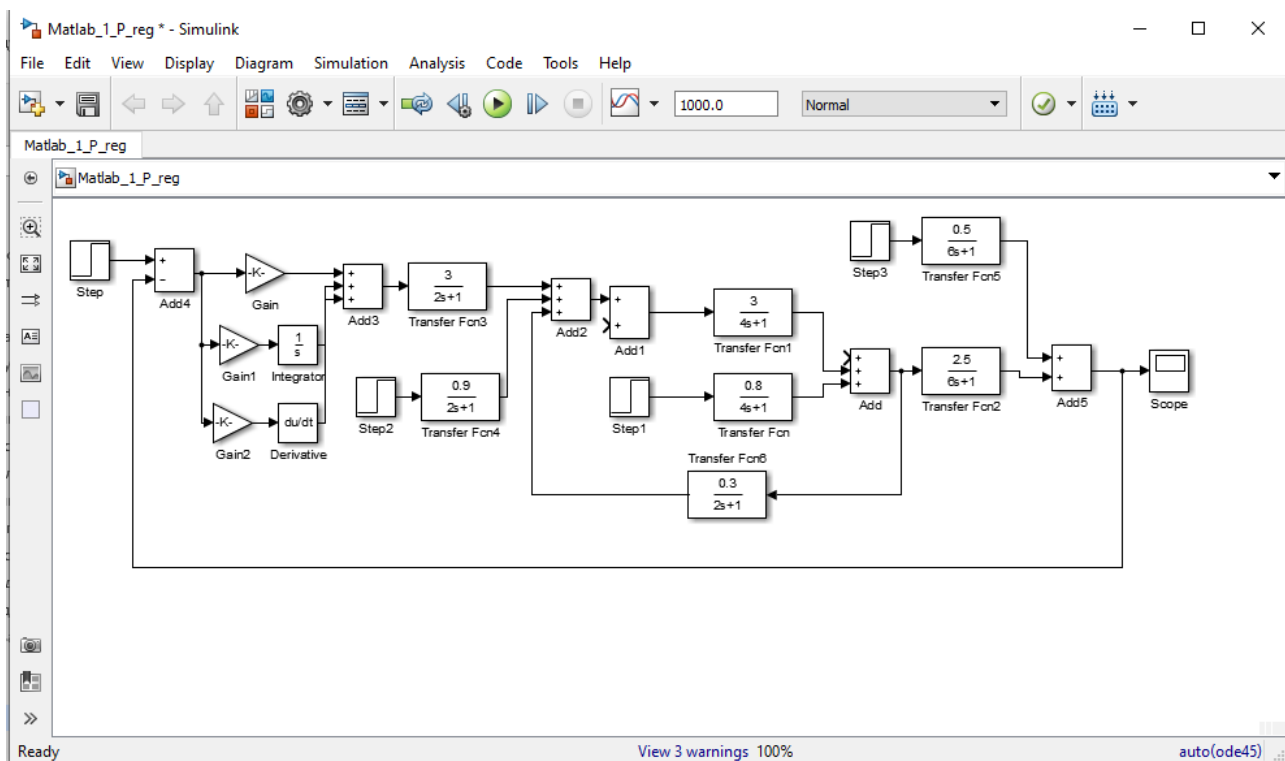


Рис.7.5. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

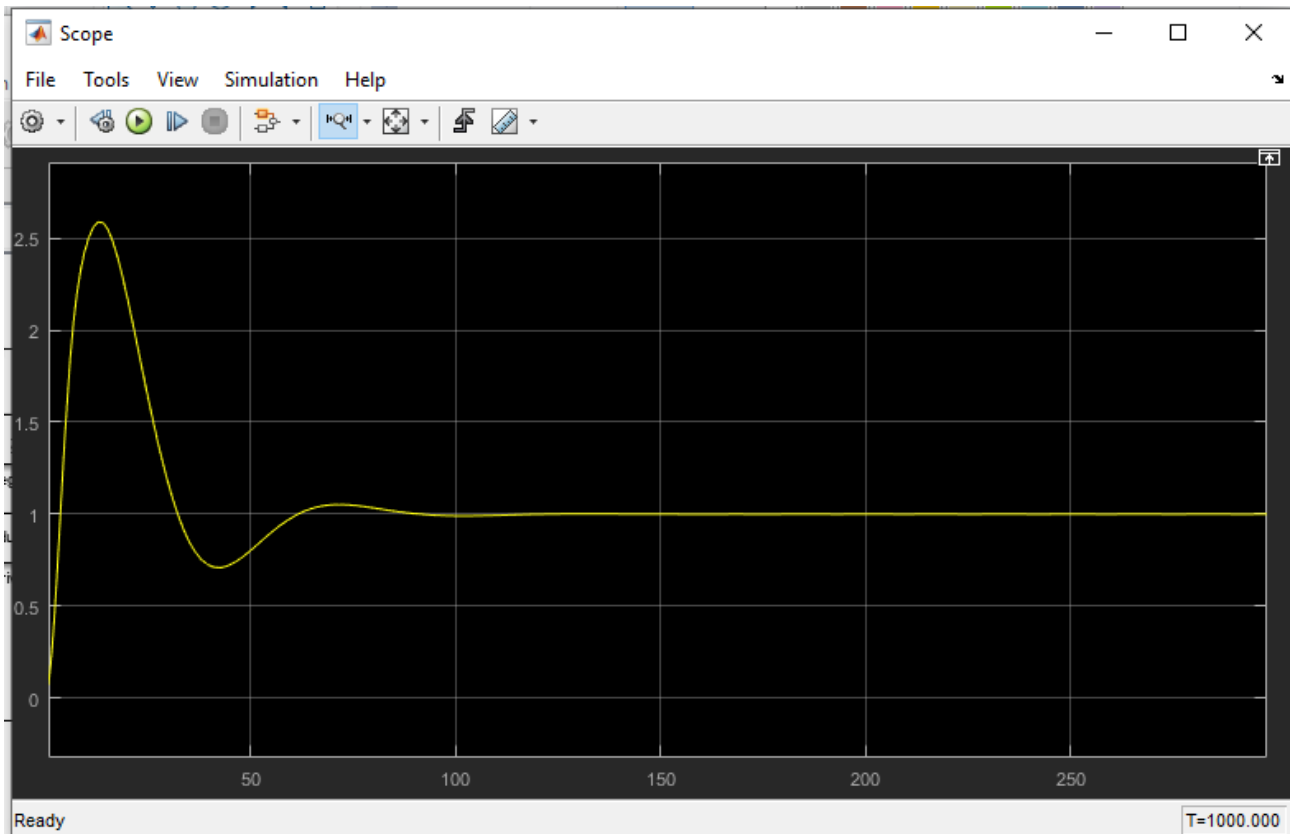


Рис.7.6. Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

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

Після встановлення коефіцієнта. встановлення контролерів у блок-схемі та отримання перехідних процесів для ПІ та ПІД-контролерів. З графіків можна сказати, що ПІД-регулятор найкраще впорався із завданням, оскільки він має відповідний ступінь загасання і низьку динамічну похибку, ПІ-регулятор має дуже низький ступінь загасання і великі коливання.

Висновок: У цьому розділі була складена блок-схема АСР лінії фільтрації пива. Критерій стійкості Рауса-Гурвіца був використаний при дослідженні ПАР щодо стабільності, система не була стабільною. Для стабільності системи був введений ПІД-контролер та розраховані його оптимальні налаштування.

Оптимальний режим роботи SAR визначався параметричною оптимізацією системи, яка розраховувала оптимальні налаштування контролера РІ та якість синтезованої системи відповідно до цих налаштувань.

Ми прийшли до висновку, що використання ПІД-регулятора в цьому випадку є доцільним для забезпечення стабільності системи та її роботи.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У цій дисертації розглянуто систему автоматизації процесу фільтрації та очищення пивного сусла. Я розробив САУ на базі контролера M340 від Schneider Electric, для цього об'єкта були використані прилади для вимірювання температури, прилади для вимірювання рівня, лічильники та прилади контролю тиску для запобігання аваріям через високий або низький тиск та витрати. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дозволило реалізувати роботу всього об'єкта на робочій станції оператора. Я розробив алгоритм роботи об'єкта, впровадив програму для роботи об'єкта, вибрав пристрої для підключення до контролера, надав схеми підключення, склав специфікацію для пристроїв, відповідно розробив та впровадив SCADA / HMI для оператора.

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

Надалі рекомендується модернізувати САУ після досягнення певного прибутку після окупності, щоб підвищити ефективність об'єкта та збільшити прибуток компанії. Модернізація САУ служить для зменшення тепловтрат, підвищення ефективності установки, зменшення втрат енергії для нагрівання теплоносія, а це також призводить до збільшення прибутку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. SCADA Zenon. URL: <https://www.copa-data.com.ua/>
8. Фільтрчан. URL: <https://nomnoms.info/filtratsiya-zatora/>
9. Unity Pro. URL: <https://www.se.com/ru/ru/product-range/548-ecostruxure%E2%84%A2-control-expert/>
10. Rosemount 214C. URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-214c-temperature-sensors-en-80136.pdf>
11. Rosemount 3051s. URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-3051s-series-of-instrumentation-en-73154.pdf>
12. 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>
13. Rosemount 8750w. URL: <https://www.emerson.com/ru-ru/catalog/rosemount-sku-8750w005-ru-ru>

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

14. TurBiScat. URL: <https://www.photometer.com/en/Turbidity-Meters-Analyzers-Liquid/TurBiScat/>

15. ATV 320. URL: <https://electrocontrol.com.ua/preobrazovateli-chastoty/atv320d15n4b-preobrazovatel-chastoty-atv320-knizhnoe-ispolnenie-15-kvt-500v-3f>

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