

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

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

«___» _____ 2020р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

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

«___» _____ 2020р.

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 управління бродильним відділенням пивзаводу

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 4-3ск

Шаповал Ярослав Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____
(підпис)

Керівник Ельперін Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент Чумаченко Сергій Миколайович
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2020р.

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

Шаповалу Ярославу Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу*

керівник роботи професор, к.т.н. Ельперін Ігор Володимирович

(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 « 9 » 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. Характеристика об'єкта автоматизації. 1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Опис системи автоматизації. 2.1. Схема автоматизації. 2.2. Специфікація засобів автоматизації. 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів. 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.1. Проктне компонування мікропроцесорного контролера. 3.2. Загальна схема підключення. 3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів. 4. Опис встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного 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. Висновки. Список використаної літератури.

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

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

Здобувач Шаповал Я.П.

_____ (підпис)

Керівник роботи Ельперін І.В.

_____ (підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу.

В роботі представлено опис процесу управління бродильним відділенням пивзаводу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу а втоматизації – датчика тиску IFM PA3020, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів.

Розроблено алгоритм та програму для управління бродильним відділенням пивзаводу. Програма розроблена для ПЛК VIPA 300s. Інтерфейс дисплейної мнемосхеми управління бродильним відділенням пивзаводу розроблено в програмному забезпеченні Zenon Scada від фірми COPA-DATA та її вигляд представлено в записці.

Ключові слова: БРОДІННЯ, КОНТУР, ВИТРАТА, МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ КОНТРОЛЕР, РЕГУЛЮВАННЯ.

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

Annotation

The qualification work considers the development of a control system for the management of the fermentation department of the brewery.

The paper presents a description of the fermentation department of the brewery, tasks for the automation system, automation scheme, specification of automation hardware, circuit diagram of technical means of automation - pressure sensor IFM PA3020, connection diagram of sensors and actuators to the PLC and extended connection diagrams.

An algorithm and a program for controlling the fermentation department of the brewery have been developed. The program is designed for VIPA 300s PLC. The interface of the display mnemonic of the brewery's fermentation department was developed in the Zenon Scada software from COPA-DATA and its appearance is presented in the note.

Keywords: FERMENTATION, CIRCUIT, CONSUMPTION, MICROPROCESSOR CONTROLLER, ADJUSTMENT.

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

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	8
Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації	8
Розробка завдання на систему автоматизації	9
Розділ 2. Опис системи автоматизації	11
Схема автоматизації	11
Специфікація засобів автоматизації.....	13
Обґрунтування вибору технічних засобів	14
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	27
Проектне компонування мікропроцесорного контролера	27
Загальна схема підключення	41
Розширені схеми підключення для окремих контурів	47
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	53
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	56
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	62
Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	64
Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	67
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ...71	
Постановка задачі дослідження	71
Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	71
Моделювання САР.....	72
Висновки	76
Список використаної літератури	77

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

Вступ

На сучасному етапі розвитку цивілізації життя людини не можна уявити без автоматизації. Автоматизація являється одним з основних і найбільш прогресивних напрямків технологічного розвитку. Сьогодні основною частиною технологічних процесів є створення автоматизованих цехів і заводів, пришвидшене введення автоматизованих методів і засобів контролю якості і випробування продукції. Завдяки автоматизації знижується трудомісткість виробництва, створюються відповідні умови праці, виключаються шкідливі для людини технологічні операції.

При автоматизації бродильних апаратів автоматизуються всі основні і допоміжні технологічні процеси. Це веде до звільнення обслуговуючого персоналу від необхідності регулювати ці процеси вручну.

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, зменшує забруднення атмосферного повітря.

Тільки із впровадженням автоматизації можна досягнути високого рівня продуктивності та охорони праці а також якості продукції або вихідного параметру

Відносно цього актуальним є питання монтажу, налагодження і експлуатації устаткування. Адже нормальна, безаварійна робота приладів і систем автоматики залежить як від технічного рівня проектів, так і від якості монтажу і кваліфікованої експлуатації цих приладів і систем.

Можна зробити висновок, що процеси автоматизації та монтажу засобів виробництва крокують поруч і взаємопов'язані. Розглядаючи проблему підвищення ефективності виробництва перше про що говорять – це автоматизація. При цьому не слід забувати про важливість правильності монтажу засобів, що автоматизують той чи інший процес. Адже неправильність монтажу засобів автоматизації може призвести до зниження продуктивності праці, терміну служби устаткування чи врешті-решт виходу з ладу якщо не одного вузла, то цілої ланки. Підходячи до вдосконалення

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

виробництва варто чітко визначитись із тим, що процеси автоматизації та монтажу засобів виробництва потрібно розглядати комплексно і перш за все потрібно налаштуватись на кінцевий ефект робіт. Виходячи з вищезгаданого стає зрозумілим прагнення великої кількості підприємств (різних галузей промисловості) втілити досягнення науковців в свій виробничий процес через автоматизацію. Тому виробники досконало вивчають сучасні автоматичні лінії та способи їх монтажу.

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

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

Бродильні апарати (креслення 1) являють собою циліндричні посудини з конічним днищем, сферичної кришкою, закритою герметично люком і опорами.

Для регулювання температури сусла апарати забезпечені сорочками. У нижній конічній частині встановлені дріжджевіддільники із засувкою.

Для перемішування сусла при бродінні і купажуванні є пропелерні мішалки. Апарати забезпечені також штуцерами для відведення повітря з апаратів і сорочок, штуцерами для введення і відведення охолоджуючої води, гарячої води, подачі сусла, термометрами, манометрам, компенсатором, пробним краником, зливним штуцером і штуцером для введення датчика автоматичного визначення рівня рідини.

Спочатку в бродильні апарати подають пивне сусло та дріжджевий екстракт (комбінована закваска з чистих культур дріжджів і молочнокислих бактерій (2-4% до обсягу сусла), що змішані у змішувачі.

Бродіння проводять при температурі 6-12 ° С до зниження вмісту сухих речовин в суслі на 1% мас, і досягнення кислотності не нижче 2 см³ розчину лугу концентрацією 1 моль / дм³ на 100 см³ квасу. В процесі бродіння регулюють температуру, не допускаючи її підвищення. Для більш повного оцукрювання вуглеводів і, внаслідок цього, для прискорення бродіння, після введення цукрового сиропу, додають ще мелений ячмінний солод (5 г на 1 дм³ сусла). Солод повинен мати низьку тривалість оцукрювання - не більше 10 хв. Для підвищення стійкості зброжене сусло після закінчення бродіння ретельно відокремлюють від дріжджів, для чого його охолоджують в бродильному апараті до 3-6 ° С. При цьому дріжджі щільним шаром осідають в дріжджевіддільник, а пиво обережно, не зачіпаючи дріжджевого осаду, перекачують в доброжувальну ємність. Температура в доброжувальному відділенні повинна регулюватися від

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Шаповал Я.П.			Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу		
Перевір.		Ельперін І.В.				8	78
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-3ск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

+ 3 ° С до -2 ° С. Тиск повинен бути надмірним. Одночасно з доброжуванням відбувається насичення пива діоксидом вуглецю, освітлення і дозрівання пива (за рахунок фізико-хімічних і біо-хімічних процесів). Тривалість доброжування і дозрівання 4-8 тижнів. Після чого пиво відправляється на фільтрування, освітлення та подальший розлив у тару.[1]

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 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	Бродильний апарат №1	Температура	25 ⁰ С ± 2 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату теплоносія і холодоносія	Ручне управління зі АРМ оператора
2	Бродильний апарат №2	Температура	25 ⁰ С ± 2 ⁰ С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату теплоносія і холодоносія	Ручне управління зі АРМ оператора
3	Бродильний апарат №1	Тиск	0.12МПа ± 0.01МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан стравлювання надлишкового тиску	Ручне управління зі АРМ оператора
4	Бродильний	Тиск	0.12МПа ± 0.01МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

	апарат №2			Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан стравлювання надлишкового тиску	Ручне управління зі АРМ оператора
5	Бродильний апарат №1	Рівень	90% ±1%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пивного сула та зливу дріжжевого остатку	Ручне управління зі АРМ оператора
6	Бродильний апарат №2	Рівень	90% ±1%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пивного сула та зливу дріжжевого остатку	Ручне управління зі АРМ оператора
7	Трубопровід відводу зброженого сула	Витрата	300л/год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
8	Бродильний апарат №1	Мутність	12% ±1%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
9	Бродильний апарат №2	Мутність	12% ±1%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

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 бродіння пива складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання , температури, тиску витрати , рівня та мутності.

Контур вимірювання та регулювання температури:

Вимірювання і регулювання температури відбувається в бродильних апаратах. Вимірюємо за допомогою ПВП термометрів опору pt100, сигнали із датчиків передається на вторинні перетворювачі TA2812 (1б, 2б), сигнали із перетворювачів 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-пневмо перетворювачі Siemens-771-16STF1 (1в,1г,2в,2г), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапани Item 375 (1д,1е,2д,2е), які контролюють подачу гарячої та холодної води.

Контур вимірювання та регулювання тиску:

Вимірюємо за допомогою датчиків тиску PA3020 (3а, 4а), сигнал із датчиків 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 електро-пневмо перетворювачі Siemens-771-16STF1 (3б,4б), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапани Item 375 (3в,4в), які стравлюють надлишковий тиск в атмосферу.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Шаповал Я.П.			Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу		
Перевір.		Ельперін І.В.				11	78
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-Зск	
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

Контур вимірювання та регулювання рівня:

Регулювання рівня відбувається в бродильних апаратах. Вимірюємо за допомогою радарних рівнемірів LR3300 (5б,6б). Сигнали із датчиків надходять 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-пневмоперетворювачі Siemens-771-16STF1 (5г,6г), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Item 375 (5д,6д), що окнтролює кількість компоненту, що надходить в апарат.

Контур вимірювання витрати:

Сигнал із датчика SM0510 (7б) який перетворює рух рідини у вихідний сигнал 4...20 мА поступає на МПК, значення виводиться на екран оператора. Служить додатковою інформацією для виробництва пива.

Контур вимірювання мутності:

Сигнал із датчиків Kemtrak TC007 (8б,9б) які виробляють вихідний сигнал 4...20 мА поступає на МПК, значення виводиться на екран оператора. В залежності від мутності пивного сусла оператор вирішує, чи подавати готове сусло у наступне відділення на доброжування чи злити у каналізацію у якості не відповідності нормам.

Двигуни насосів М1,М2,М5 управляються через частотні перетворювачі FR-F740-00250-EC (5в,6в,10а).

Двигуни мішалок М3,М4 за допомогою магнітних пускачів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

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,2б	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	TA2812	С	2	IFM, Німеччина
2	1а,2а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100		2	ОАО «Тера», Україна
3	3а,4а	Перетворювачі тиску, надлишкового та абсолютного тиску. Межі вимірювань: від -0,1 до 100 МПа [Мінімальна ширина діапазону 2,5 кПа [Вихідний сигнал: (4 ÷ 20) мА або (0 ÷ 10) В [Вибухобезпечне виконання Ga / GbExia ІСТ4 / Т5 / Т6 Х	РА3020	Па	2	IFM, Німеччина
4	1в,1г, 2в,2г, 3в,4в, 5д,6д	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	Siemens- 771- 16STF1		8	Siemens, Німеччина
5	1д,1е, 2д,2е, 3г,4г, 5е,6е	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Item 375		8	Omal, Італія
6	5б,6б	Радарний рівнемір ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА два цифрових виходу RS-485 УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ: температура навколишнього середовища - 40 ° С ... +50 ° С рівень температури контролюваного середовища -40 ° С ... + 100 ° С тиск в об'єкті контролю до 1,6 МПа відносна вологість до 95% вібраційні навантаження 5 ... 80 Гц, 1 g	LR3300	%	2	IFM, Німеччина

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

7	5в,6в, 10а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	FR- F740- 00250- EC		3	Mitsubishi Electric, Японія
8	8б,9б	Мутномір призначений для визначення мутності пива.	Kemtrak TC007	%	2	"АкваАн алітікс Техніка
9	KM1, KM2	Магнітний пускач. 3-х і 4-х полюсний виконання; струмові номінали від 9 до 630А (4 ... 330кВт); котушки управління на різну напругу від 24 до 415В змінного струму і від 24 до 110 В постійного струму .	SCM/SC G	Шт.	2	«SIGMA », Турція

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

Для вимірювання температури були обрані перетворювачі температури ТА2812.



Датчик температури електронний, зонд $\varnothing 6 \times 50$ мм Pt1000 (нерж.сталь), діапазон $-50 \dots + 200$ ° C (настройка $0 \dots + 200$ ° C), підключення до процесу фланець 1.5 "(ISO 2 852), 2 виходи ($4 \dots 20$ mA + IO-Link), харчування $18 \dots 32$ VDC, IP69K, роз'єм M12.[2]

- Високий ступінь захисту для відповідності вимогам харчової та питної промисловості;

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

- Дуже хороша динаміка спрацьовування і дуже коротка затримка включення;
- Висока точність у всьому температурному діапазоні;
- Точний аналоговий вихід і зручна комунікація через IO-Link;
- Міцний корпус з нержавіючої сталі зі ступенем захисту і високою стійкістю до тиску .

Технічні характеристики:

- Бренд (виробник): IFM Electronic;
- Тип: датчик температури;
- Принцип дії: терморезистивний;
- Позначення: TA-050CLEC01- - / US.

Вимірювальні характеристики:

- Середовище:гази, рідини;
- Тиск середовища: 100 бар;
- Температура середовища: -50 ... + 200 ° С;
- Заводська установка: 0 ... + 200 ° С;
- Початкова затримка включення:2 с .

Виходи:

- Кількість виходів: 2;
- Типи виходів: 4 ... 20 мА, IO-Link;
- Схема підключення: 2-дротова, 3-дротова;
- Захист виходу: захист від перевантажень по струму і КЗ.

Комунікаційні інтерфейси:

- Комунікаційний інтерфейс: IO-Link, живлення;
- Тип напруги: DC;
- Напруга живлення: 18 ... 32 VDC.

Конструктивне виконання:

- Матеріал корпусу: нерж.сталь;
- Зонд:Ø6 × 50 мм;
- Матеріал зонда: нерж.сталь;

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

- Підключення до процесу: Clamp 1.5 ";
- Підключення: роз'єм M12.

Умови експлуатації:

- Робоча температура: -25 ... + 80 ° C;
- Пило / вологозахист: IP69K.

Тиск:

Для вимірювання тиску були обрані перетворювачі тиску RA3020.



RA3020 - Датчик давления с керамической измерительной ячейкой.[3]

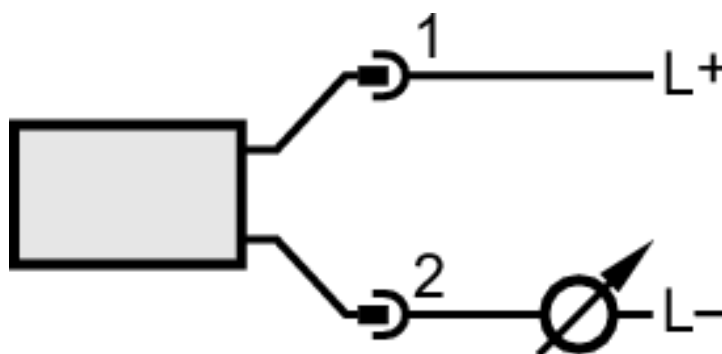
Технічні характеристики:

- Вихідний сигнал: аналоговий сигнал;
- Діапазон вимірів:
 - 0 ... 400 bar 0 ... 5800 psi 0 ... 40 MPa
- Підключення до процесу різьбове з'єднання G 1/4 внутрішнє різьблення;
- Умовно підходить для використання в газоподібному середовищі при тиску > 25 бар тільки за запитом;
- Температура вимірюваного середовища [° C] -25 ... 90; (На вимогу: -40 ... 90 ° C);
- Межа міцності по тиску:
 - 600 bar 8700 psi 60 MPa
- Мін. розривний тиск
 - 1000 bar 14500 psi 100 MPa;
- Робоча напруга [V] 9,6 ... 32 DC;
- Мін. опір ізоляції [MΩ] 100; (500 V DC);

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

- Клас захисту III;
- Загальна кількість виходів 1;
- Вихідний сигнал аналоговий сигнал;
- Кількість аналогових виходів 1;
- Аналоговий вихід по току [mA] 4 ... 20;
- Наїб.нагрузка [Ω] 720; ($U_b = 24 \text{ V}$; $(U_b - 9,6 \text{ V}) / 20 \text{ mA}$);
- Захист від перевантажень по струму;
- Діапазон вимірів : 0 ... 400 bar 0 ... 5800 psi 0 ... 40 MPa;
- Відхилення від характеристики [% діапазону] $<\pm 0,25$ (BFSL) / $<\pm 0,5$ (LS);
(BFSL = пряма лінія максимальної відповідності умовам; LS = Установка граничного значення);
- Довготривала стабільність [% діапазону] $<\pm 0,05$; (За 6 місяців);
- Температурний коефіцієнт нульової точки [% від діапазону вимірювання / 10 K] 0,1; (0 ... 80 ° C);
- Температурний коефіцієнт діапазону [% від діапазону вимірювання / 10 K] 0,2; (0 ... 80 ° C);
- Умови експлуатації:
 - Температура навколишнього середовища [° C] -25 ... 80;
 - Температура зберігання [° C] -40 ... 100;
- Ступінь захисту IP 68; IP 69K.

Схема підключення:



					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Рівень:

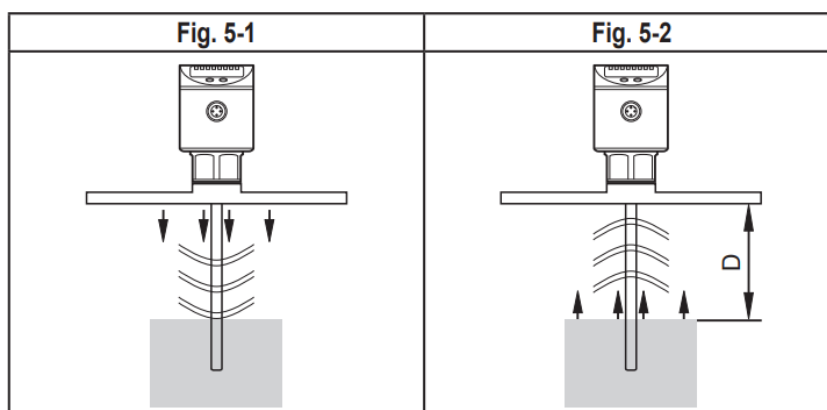
Для вимірювання рівня в нашому дипломному проєкті були обрані датчики рівня LR 3300.



Датчик підходить для надійного контролю рівня резервуарів та контейнерів, також для води. Має гарно видимий 4-значний світлодіодний дисплей. Модульна система складається з оціночної електроніки та зондів.[4]

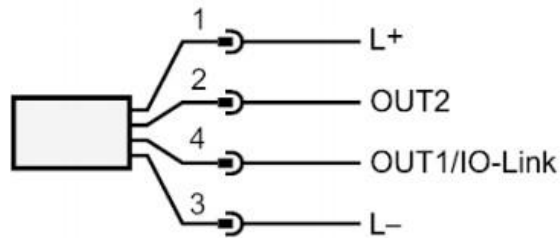
Принцип дії:

Пристрій працює за принципом керованого хвильового радара. Він вимірює рівень за допомогою електромагнітних імпульсів у наносекундному діапазоні. Імпульси передаються голівкою датчика і направляються вздовж стрижня (рис. 5-1).



Коли вони потрапляють на носій, який слід виявити, вони відбиваються та спрямовуються назад до датчика (рис. 5-2). Час між передачею та прийманням імпульсу безпосередньо стосується пройденої відстані (D) та поточного рівня. Орієнтиром для вимірювання відстані є нижній край технологічного з'єднання.

Підключення:



Технічні характеристики:

- Застосування: мастильно-охолоджувальні рідини на водній основі, вода/схожі з водою середовища;
- Довжина зонда L: 100 ... 1600 мм;
- Активний діапазон A: L-40;
- Неактивна область I1 / I2: 30/10 мм;
- Температура застосування: 0 ... 80 ° C (короткочасно до 90 ° C);
- Робоча напруга: 18 ... 30В DC PNP;
- Падіння напруги: <2,5 В;
- Споживання струму: <80 мА;
- Номінальний струм: 200 мА;
- Виходи: NO / NC програмований; 4 ... 20 мА або 0 ... 10 В;
- Інтерфейс: IO-Link-Device;
- Захист від короткого замикання: температурний, синхрон.;
- Ступінь захисту: IP67;
- Матеріал корпусу: 1.4301 (V2A / 304); FKM; PBT; PC; PEI; TPE / V; PTFE; в контакті з середовищем - 1.4305 (V2A / 303); 1.4435 (V4A / 316L); PTFE; FKM;
- Індикація: ε;
- Сертифікати: cULus;
- Підключення до електромережі: роз'єм M12 (по EN 61076-2-101);
- Підключення до процесу: 3/4 "NPT;
- Вага: 0,329 кг;

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

Витрати:

У якості приладів для вимірювання витрати були обрані витратоміри SM0510.



SM0510 це електромагнітний витратомір для води і рідин з електропровідністю $> 20 \text{ мкСм / см}$, в'язкістю: $< 70 \text{ мм}^2 / \text{с}$ при 40° C призначений для контролю і виміру в діапазоні до 900 л / хв . Два незалежних виходу. Перший - для дискретного контролю потоку або імпульсного, частотного вимірювання витрати, другий - для дискретного контролю потоку, температури вимірюваного середовища або аналоговий для вимірювання витрати або температури. Функція виявлення порожньої труби. Корпус з високоякісної нержавіючої сталі. На корпусі електромагнітного витратоміра SM0510 є дисплей, а також кнопки для управління і настройки. Інтерфейс IO-Link.[5]

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірів:
 - $5 \dots 900 \text{ л / min}$ $0,3 \dots 54 \text{ м}^3 / \text{h}$;
- Підключення до процесу різьбове з'єднання G 2 DN50 плоске ущільнення;
- Застосування підсумовується функція; виявлення порожньої труби; для загальнопромислового застосування;
- Установка підключення до труби за допомогою адаптера;
- Примітка до середовища:
 - електропровідність: $\geq 20 \text{ мкСм / см}$;
 - в'язкість: $< 70 \text{ мм}^2 / \text{с}$ (40° C);

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура вимірюваного середовища [$^{\circ}$ C] -10 ... 70;
- Межа міцності по тиску [bar] 16;
- Робоча напруга [V] 18 ... 32 DC; (Відповідно до EN 50178 SELV / PELV);
- Споживання струму [mA] <150;
- Клас захисту III;
- Час затримки включення живлення [s] 5;
- Кількість цифрових виходів: 2;
- Кількість аналогових виходів: 1
- Вихідний сигнал комутаційний сигнал; аналоговий сигнал; імпульсний сигнал; частотний сигнал; IO-Link; (Конфігурується);
- Електричне виконання PNP / NPN;
- Кількість цифрових виходів 2;
- Макс. падіння напруги комутаційного виходу DC [V] 2;
- Постійний струм навантаження комутаційного виходу DC [mA] 250; (На кожен вихід);
- Кількість аналогових виходів 1;
- Аналоговий вихід по току [mA] 4 ... 20; (Масштабований);
- Наїб.нагрузка [Ω] 500;
- Аналоговий вихід по напрузі [V] 0 ... 10; (Масштабований);
- Мін. опір навантаження [Ω] 2000;
- Захист від короткого замикання;
- Захист від перевантажень по струму;
- Частота виходу [Hz] 0,1 ... 10000;
- Діапазон вимірів: 5 ... 900 l / min 0,3 ... 54 m³ / h;
- Діапазон індикації: -920 ... 920 l / min -55,2 ... 55,2 m³ / h;
- Точка спрацьовування SP 10 ... 900 l / min 0,55 ... 54 m³ / h;
- Точка скидання rP 5 ... 896 l / min 0,3 ... 53,75 m³ / h;
- Початкова точка аналогового сигналу, ASP 0 ... 720 l / min 0 ... 43,2 m³ / h;
- Кінцева точка аналогового сигналу, ACP 180 ... 900 l / min 10,8 ... 54 m³ / h;

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

- Значення відсічення низької витрати LFC: $<15 \text{ l / min} <0,9 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Ширина кроку: $1 \text{ l / min} 0,05 \text{ m}^3 / \text{h}$;
- Динаміка вимірювання 1: 180;
- Контроль моментального витрати;
- Значення імпульсу $0,1 \text{ l} \dots 600 \times 10^3 \text{ m}^3$;
- З кроком в $0,1 \text{ l}$;
- Довжина імпульсу [s] $0,003 \dots 2$;
- Контроль температури:
 - Діапазон вимірювання [$^{\circ}\text{C}$] $-20 \dots 80$
 - Діапазон індикації [$^{\circ}\text{C}$] $-40 \dots 100$
- Точність / похибка;
- Контроль швидкості потоку;
- Точність (в діапазоні вимірювання) $\pm (0,8\% \text{ MW} + 0,5\% \text{ MEW})$; ($Q > 15 \text{ l / min}$; температура середовища і робоча температура: $22 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4 \text{ K}$);
- Повторюваність $\pm 0,2\% \text{ MEW}$;
- Дрейф температури $\pm 0,0333 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{K}$;
- Точність [K] ± 1 (bei $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q > 15 \text{ l / min}$).

Мутність:

Для вимірювання мутності у системі автоматизації були обратні мутноміри Kemtrak TC007, так як вони задовільняли всім параметрам і умовам.



Kemtrak TC007 - це простий в експлуатації промисловий оптоволоконний Мутномір, призначений для точного вимірювання концентрації компонентів, що

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розсіюють світло. Вимірювання в режимі реального часу і в режимі реального часу.

Довговічні світло діодні лампи і прецизійна волоконна оптика використовуються для вимірювання дрейфу і шуму без дуже високої точності.

Kemtrak TC007 можна налаштувати на використання нефелометрического методу вимірювання каламутності відповідно до міжнародного стандарту ISO7027: 1999 (E). В цьому режимі запатентований алгоритм математично поєднує співвідношення ослабленого і розсіяного світла для точного контролю каламутності зразка. Автоматична компенсація кольору зразка і засмічення оптичних вікон забезпечує безперебійну роботу.

Необслуговувані вимірювальні осередки з сапфіровими вікнами, стійкими до подряпин, не мають електроніки або рухомих частин, що робить прилад придатним для використання в небезпечних зонах.[6]

Принцип роботи:

Каламутність є мірою відсутності прозорості або «каламутності» рідини, викликаної нерозчинених частинками. Каламутність є оптичною властивістю, яке змушує світло розсіюватися і поглинатися, а не проходити через зразок по прямій лінії.

Коли світло проходить через зразок, що містить зважені тверді частинки, частинки поглинають енергію світла і переизлучають енергію у всіх напрямках. Форма, розмір, колір і показник заломлення частинки визначають просторовий розподіл розсіяного світла часткою. Частинки, менші, ніж довжина хвилі світла (наприклад, бактерії), розсіюють світло з однаковою інтенсивністю в усіх напрямках, в той час як частки, більші, ніж довжина хвилі світла, призводять до більшого розсіювання вперед.

Оскільки світло, розсіяне в прямому напрямку, є змінним залежно від розміру часток, вимір світла, що пройшло через зразок, дасть змінні результати. Ця проблема усувається, коли мутність вимірюється під прямим кутом до падаючого світлового пучка - кут, який вважається дуже чутливим до розсіювання світла частками в зразку. Як міжнародний стандарт (ISO7027: 1999

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

(E)), так і північноамериканський метод EPA (1801.1), який визначає вимір каламутності, що вимагає вимірювання розсіяного світла при 90 °. Оскільки світло, розсіяне в прямому напрямку, є змінним залежно від розміру часток, вимір світла, що пройшло через зразок, дасть змінні результати. Ця проблема усувається, коли мутність вимірюється під прямим кутом до падаючого світлового пучка - кут, який вважається дуже чутливим до розсіювання світла частками в зразку. Як міжнародний стандарт (ISO7027: 1999 (E)), так і північноамериканський метод EPA (1801.1), який визначає вимір каламутності, що вимагає вимірювання розсіяного світла при 90 °.

Сучасні турбідиметрії використовують техніку, звану нефелометрія, яка вимірює кількість світла, розсіяного під прямим кутом до падаючого світлового пучка. Мутномір Kemtrak TC007 відповідає міжнародному стандарту ISO7027: 1999 (E), європейським стандартом, в основному визначає допустиму каламутність в питній воді.

Як проходить світло, так і розсіяне світло при 90 ° вимірюються і математично об'єднуються з використанням алгоритму відносини для розрахунку каламутності зразка. Система подвійного виявлення і алгоритм відносини забезпечують вимір каламутності, яке має значно кращі характеристики для кольорових і / або світлопоглощаючих зразків.

Технічні характеристики:

Корпус Скловолоконний, укріплений поліестером + передня панель з поліестеру невинні гвинти + зовнішня монтажна стійка ізнержавеющей стали 220 x 120 x 90 мм (довжина x ширина x глибина) IP 65 / EN 60529

Екран 16 x 2 ЖК екран з буквено-цифровий точкової матрицею Підсвічування світлодіодами Оновлення екрану кожні 0,5 секунд Світлодіод 1 (зелений): включений Світлодіод 2 (червоний): сигнал тривоги Світлодіод 3 (червоний): очистка.

Властивості програмного забезпечення :

- Автооновлення : автоматичне, локальне або віддалене ;
- Калібрування: Вихід каламутності МА ;

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

- Поглинання: від 0 до 9999 сек за допомогою фільтра;
- Пам'ять: непостійна - конфігурація і дані зберігаються при перебоях в живленні.

Частотний перетворювач:

Для керування двигунами були обрані частотні перетворювачі FR-F740-00250-ЕС.



Частотний перетворювач Mitsubishi Electric FR-F740-00250-ЕС призначений для плавного пуску і регулювання швидкості обертання асинхронних електродвигунів. Перетворювачі даної серії є поєднання надійних технологій та інноваційних функцій, які забезпечують потужність, гнучкість і економічність роботи. Вони придатні для роботи з насосами, вентиляторами, конвеєрами, установками кондиціонування повітря і вентиляційними системами. Перетворювач оснащений послідовним інтерфейсом RS-485, також є підтримка протоколу Modbus RTU.[7]

Розшифровка умовного позначення частотного перетворювача FR-F740-00250-ЕС:

- FR-F740 - серія частотних перетворювачів;
- 00250 - номінальний струм перетворювача при перевантаженні 120%, А (25 А);

Функції і властивості перетворювачів FR-F:

- Автоматична настройка параметрів і автоматичний перезапуск в разі зникнення напруги живлення;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Можливість підключення додаткових пультів з установкою їх на відстані до 15 м від керуючої панелі;
- Можливість підключення до протоколів LonWorks, DeviceNet, Profibus / DP, CC-Link;
- Легкість введення в експлуатацію і простота використання;
- Довговічність - деталі конструкції перетворювачів розраховані на 10 років служби.
- Клас захисту частотних перетворювачів - IP00 / IP20. Діапазон температури навколишнього середовища - -10- + 50 ° С.

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

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Siemens S7-1500:



Рис 3.1. Зовнішній вигляд мікропроцесорного контролера S7-1500

Універсальна масштабуєма система модульного типу зі ступенем захисту IP20. Ефективне рішення для систем автоматизації циклічних виробництв. Контролер характеризується високими показниками продуктивності і максимальною зручністю в експлуатації. Висока затребуваність обладнання представленої серії пояснюється оперативністю виконання команд, наявністю нових мовних розширень, оптимальними процесами генерування програмних кодів і застосуванням нових типів даних. До потужним комунікаційним можливостям SIMATIC S7-1500 відносяться PROFINET IO, опціональний додатковий інтерфейс PROFINET, а також можливість ефективного розширення комунікаційними модулями для підключення до промислових мереж або з метою обміну даними через з'єднання.[8]

					<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>Акрушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Шаповал Я.П.</i>			<i>Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу</i>		<i>27</i>	<i>78</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-Зск</i>			
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Характеристики:

Область застосування контролера s7-1500:

Завдяки модульній конструкції SIMATIC S7-1500 може використовуватися в цілях автоматизації різних процесів циклічного типу в ряді промислових секторів. Рентабельність рішень досягається за рахунок модульності конструкцій, природного охолодження і підтримки систем локального і розподіленого вводу-виводу.

Програмований контролер SIMATIC S7-1500 - це ефективне рішення в наведених нижче системах автоматизації:

- Устаткування спеціального призначення;
- Текстильні та пакувальні машини;
- Машинобудівні комплекси;
- Інсталяційні системи і виробництво інструментів;
- Автомобільна сфера;
- Об'єкти водопостачання та водовідведення;
- Підприємства харчової промисловості й виробництва напоїв.

Перший етап поставок включає три типи центральних процесорів з різними рівнями продуктивності. Також сюди входять модулі різного призначення. Апаратне оснащення модуля гнучко адаптується до різних вимогам вирішуваних завдань. При необхідності контролер доповнюється тим чи іншим набором модулів. Устаткування відзначено високою стійкістю до електромагнітних і механічних впливів.

Центральний процесор: на першому етапі в обладнанні може застосовуватися один з трьох центральних процесорів, що мають вбудований інтерфейс PROFINET, PROFINET і PROFIBUS

Сигнальні модулі вводу / виводу дискретних / аналогових сигналів:

Технологічні модулі, які можуть використовуватися, наприклад, для швидкісного рахунку, виявлення конкретної заданої позиції або достовірного вимірювання. Комунаційні модулі і процесори для отримання комунаційних інтерфейсів додаткового порядку. У разі необхідності simatic S7-1500

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доповнюють системними блоками живлення (PS), що використовуються в комплексі з електронікою модулів контролера за допомогою внутрішньої шини S7-1500. Оптимальне рішення для ситуацій, коли потужності вбудованого в процесор блоку живлення недостатньо

Блоками живлення навантаження (PM) з метою перетворення вхідної напруги $\sim 120/230$ В в вихідну $= 24$ В, необхідне для живлення зовнішніх ланцюгів

Інтерфейсними модулями ET 200MP - побудова систем розподіленого вводу / виводу з застосуванням сигнальних, комунікаційних і технологічних модулів контролера S7-1500.

Конструкція SIMATIC S7-1500:

Внутрішня шина: Ділянки внутрішньої шини пристрої інтегровані в кожен модуль. Їх об'єднання в загальну систему здійснюється за допомогою U-образних шинних з'єднувачів, які встановлюються з тильного боку корпусу.

Профільні шини S7-1500 мають різну довжину і використовуються для установки модулів контролера і ряду додаткових компонентів, конструкція яких оптимізована для установки на стандартну профільну шину DIN 35 мм.

Зручне підключення зовнішніх ланцюгів: ці елементи підключаються із застосуванням знімних 40-полюсних фронтальних з'єднувачів. За рахунок механічного кодування виключається ризик помилок і збоїв при заміні модулів. При монтажі фронтальний з'єднувач може перебувати в проміжному положенні. У цьому випадку елемент зафіксований на корпусі, але не має електричних з'єднань з модулем. Фронтальні з'єднувачі мають контакти під гвинт, за допомогою яких можливо підключати провідники перетином від 0.25 мм² до 1.5 мм² (AWG24 ... AWG16). Також для підключення зовнішніх ланцюгів дискретних сигнальних модулів застосовуються з'єднувачі типу TOP Connect, що дозволяють виконувати оперативний і точний монтаж зовнішніх ланцюгів сигнальних модулів всередині ІЕ (шаф управління).

Маркування: для цього застосовують спеціальні наклейку, яка входила на аркушах формату DIN A4 з перфорацією. Певна напис наноситься лазерним

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

принтером. Роздруківка здійснюється з TIA Portal і не вимагає повторного введення символів адрес або імен.

Апаратна конфігурація: таке обладнання, як сигнальні комунікаційні та технологічні модулі контролера, при необхідності можуть монтуватися в будь-яких комбінаціях. Але максимальна конфігурація передбачає один модуль центрального процесора і до 31 модуля пристрою S7-1500.

Модулі введення-виведення:

У складі SIMATIC S7-1500, а також станцій ET 200MP може застосовуватися нижченаведений складу периферійних модулів:

- 16-ти і 32-х каналні модулі введення дискретних сигналів = 24 В або ~ 230 В при високому / низькому рівні активного вхідного сигналу;
- 8-ми, 16-ти або 32х-каналні модулі виведення дискретних сигналів = 24 В або ~ 230 В з номінальною величиною струмів навантаження на канал 0.5 А, 2 А або 5 А;
- 8-ми каналні модулі вводу аналогових сигналів, які використовуються для достовірного вимірювання сигналів сили струму, опору, напруги, а також для отримання температурних даних за допомогою термометрів опору або сучасних термопар;
- 4-х або 8-міканальні модулі виведення аналогових сигналів сили струму / напруги, в тому числі швидкісні модулі з часом перетворення, рівним 125 мкс на 8 каналів;
- Ряд технологічних модулів, що використовуються для виконання швидкісного рахунку і завдань позиціонування;
- Комунікаційні модулі, що виконують обмін даними через з'єднання типу point-to-point.

У стадії підготовки знаходяться F модулі, які будуть оптимізовані для побудови систем протиаварійного захисту і забезпечення високого рівня безпеки периферійні модулі со схожу функціональність потенціалом діляться на класи:

- BA (Basic): прості модулі, що мають невисоку ціну і не передбачають підтримку діагностичних функцій, а також опції передачі параметрів

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

настройки

- ST (Standard): модулі, що підтримують діагностичні функції як на рівні модуля, так і групи каналів. Реалізована можливість передачі параметрів настройки. Пристрої мають клас точності для аналогових модулів рівний 0.3%;
- HF (High Feature): модулі, що підтримують діагностичні можливості на рівні відокремлених каналів. Клас точності - 0,1%. Передбачена опція передачі параметрів настройки. Стійкість до перешкод, висока міцність ізоляції
- HS (High Speed): модулі, які характеризуються малими часом фільтрації сигналів і мінімальними часом перетворення

Комунікаційні можливості:

Мініатюрний контролер S7-1500 має кілька комунікаційних інтерфейсів:

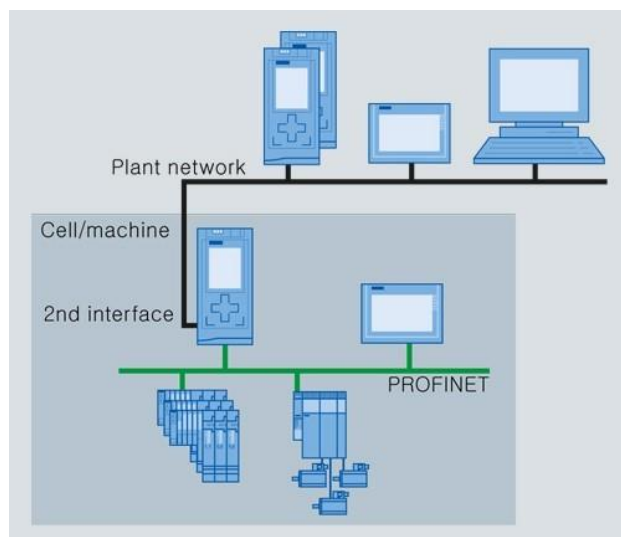


Рис 3.2. Схеми комунікаційних інтерфейсів

- PROFINET IO IRT, вмонтований в кожен центральний процесор необхідний для обміну даними в масштабі реального часу
- Модулі для підключення контролера до мереж типу PROFIBUS і Industrial Ethernet
- Модулі для обміну даними через з'єднання типу точка-точка (point-to-point)
- Система розподілу введення-виведення на основі PROFINET IO

Функції контролерів PROFINET IO можуть здійснювати:

- Центральні процесори SIMATIC S7-1500
- Центральні процесори SIMATIC S7-1200
- Контролери SIMATIC S7-300 з PN-CPU або PROFINET
- Контролери SIMATIC S7-400 з PN-CPU або PROFINET
- Станції SIMATIC ET 200 з IM-CPU для PROFINET

В режимі приладів введення-виведення можуть бути задіяні:

- Центральні процесори SIMATIC S7-1500;
- Центральні процесори SIMATIC S7-1200 (версії FW 4.0 або вище);
- SIMATIC S7-400 з PN-CPU або процесори PROFINET;
- Станції ET 200S з IM151-8 PN / DP CPU, а також станції ET 200pro з IM154-8 PN / DP CPU;
- SIMATIC S7-300 з PN-CPU або процесори PROFINET;
- Станції ET 200, оснащені інтерфейсними модулями для підключення до PROFINET;
- Пристрої і обладнання людино-машинного інтерфейсу, що задіють механізми прямого доступу до клавіатури;
- Устаткування польового рівня;
- Система розподілу введення-виведення на основі PROFIBUS DP.

Програмований контролер SIMATIC S7-1500 підключається до мережі PROFIBUS DP через вбудований інтерфейс CPU 1516-3 PN / DP або із застосуванням комунікаційного модуля. За допомогою зазначених інтерфейсів обслуговуються системи розподіленого введення-виведення, що базуються на мережі PROFIBUS DP. Системи локального і розподіленого вводу-виводу на базі PROFIBUS DP передбачають застосування однакових способів адресації, конфігурації, програмування.

Функції провідних DP пристроїв можуть здійснювати:

- SIMATIC S7-1500 - програмовані контролери, використовуючи інтерфейс PROFIBUS DP PN / DP-CPU або комунікаційний модуль типу PROFIBUS DP

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

- SIMATIC S7-1200 - програмовані контролери, за допомогою інтерфейсу PROFIBUS DP або за допомогою комунікаційного модуля CM 1243-5
- SIMATIC S7-300 - програмовані контролери, використовуючи інтерфейс PROFIBUS DP PN / DP-CPU, DP-CPU або із застосуванням комунікаційного модуля PROFIBUS DP
- SIMATIC S7-400 - програмовані контролери, за допомогою інтерфейсу PROFIBUS DP PN / DP-CPU, DP-CPU або комунікаційного модуля PROFIBUS DP
- SIMATIC S5-115U / H, S5-135U і S5-155U / H - контролери, з інтерфейсним модулем типу IM 308
- Контролери SIMATIC 505

Як ведені DP пристрою застосовуються:

- Периферійне устаткування введення-виведення (прикладом можуть бути станції ET 200)
- Прилади польового рівня
- Контролери типів SIMATIC S7-200, S7-1200, S7-300, а також C7-633 / P DP, C7-633 DP, C7-634 / P DP, C7-634 DP, C7-626 DP
- Контролери SIMATIC S7-400 (з можливістю підключення через CP 443-5)
- Різні програматори і ПК, де встановлений пакет STEP 7, панелі операторів також задіють для обміну даними в мережі PROFIBUS DP PG і OP опції зв'язку.

Обмін даними через Ethernet:

Контролер S7-1500 підтримує функцію підключення до Industrial Ethernet за допомогою вбудованого інтерфейсу PROFINET центрального процесора або за допомогою комунікаційного процесора серії CP 1543-1. Як результат, обмін даними підтримується:

- 3 SIMATIC S7-1200;
- 3 SIMATIC S7-300;
- 3 SIMATIC S7-400;
- 3 SIMATIC S5-115U / H, S5-135U, S5-155U / H;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- З програматорами і офісними / промисловими ПК;
- З усім обладнанням оперативного управління і моніторингу сімейства SIMATIC HMI;
- З системами, адаптованими для управління приводами і роботами;
- З вузлами числового програмного керування;
- З комплексами рішень інших виробників;

До можливостей комунікаційного процесора CP 1543-1 відносяться наведені нижче додаткові показники:

- Підтримка IPv6;
- Інтерфейс 1 Гбіт / с;
- FTP (клієнт / сервер), функції e-mail, SNMPv1 / v3;
- Обмін інформацією з S5 на базі транспортного протоколу ISO;
- Захист даних, куди відноситься: захищений доступ на базі ідентифікації обладнання, перелік дозволених IP / MAC адрес, VPN тунелі (V12 SP1 і вище), а також міжмережевий екран (firewall).

Обмін даними з допомогою profibus:

Пристрій SIMATIC S7-1500 підключається до мережі PROFIBUS DP через інтерфейс процесора або за допомогою комунікаційний модуля. В результаті здійснюється підтримка обміну даними з нижче наведеними позиціями обладнання:

- SIMATIC S7-1200;
- SIMATIC S7-300;
- SIMATIC S7-400;
- SIMATIC S5-115U / H, S5-135U, S5-155U / H;
- Програматори, а також промислові та офісні ПК;
- Прилади й системи оперативного управління / моніторингу SIMATIC HMI;
- Комплекси автоматизованого управління приводами і роботами;
- Системи числового програмного керування;
- Пристрої і системи, випущені іншими виробниками.

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

Обмін даними через point-to-point:

- Установка таких з'єднань здійснюється через PtP модулі, які також ще називають безпосередніми. З'єднання встановлюються з:
- Принтерами, сканерами, системами ідентифікації, зчитувачами коду
- Системами автоматизації SIMATIC S7, SIMATIC S5 і рішеннями інших виробників
- Системами управління роботами
- Підтримка наступних протоколів:
 - Пристрій ведучого типу Modbus RTU;
 - Пристрій веденого типу Modbus RTU;
 - 3964 (R) і USS;
 - Вільно програмований порт з можливістю вільного визначення користувачем формату телеграм.

Параметри інтерфейсів:

- RS 232 з опцією підтримки додаткових сигналів;
- RS 422 - обмін даними на основі дуплексного принципу;
- RS 485 - обмін даними на основі полудуплексного принципу і підтримкою багатоточкових з'єднань;

Функції simatic s7-1500:

- Висока продуктивність, що виражається в можливості оперативного виконання команд, також передбачені нові мовні розширення і типи даних.
- Скорочений час реакції за рахунок раціонально оптимізованого генерування програмних кодів;
- Простота і оперативність програмування послідовностей управління конкретним переміщенням із застосуванням PLCopen Motion блоків стандартного типу;
- Зручний у використанні інструментарій для діагностики та виконання пуско-налагоджувальних робіт;
- Формування аварійних повідомлень в автоматичному режимі і їх подальше проектування на людино-машинний інтерфейс;

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

- Ізохронний режим: оперативна синхронізація процесів зі збору даних в розподіленій системі, їх подальша передачі і реалізація програми в PROFIBUS або PROFINET з постійним часом циклу шини, тобто збір, обробка і видача вхідних сигналів здійснюється через однакові проміжки часу;
- Можливість збільшення обсягу продукції зі збереженням показників її високої якості досягається за рахунок здатності SIMATIC S7-1500 виконувати високошвидкісну обробку даних і отримувати максимальну точність / відтворюваність сигналів;
- Повний набір компонентів і складових програм, оптимізованих для вирішення завдань управління переміщенням, швидкісного керування і т.д;
- Високонадійна паролний захист ноу-хау від ризику несанкціонованого зчитування;
- Захист від несанкціонованого копіювання;
- Успішно реалізована концепція 4-рівневої ідентифікації користувачів;
- Вбудована системна діагностика;
- Конфігурація в SIMATIC STEP 7 Professional V12;
- Висока сумісність;
- Карта пам'яті SIMATIC memory card;
- Відповідність вимогам міжнародних і національних стандартів, до яких зараховані: cULus, cULus для зон підвищеної небезпеки, FM, ATEX для установок 24 В, CE, C-TICK, KCC.

Конфігурування МПК Siemens S7-1500:

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

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

Таблиця 3.1. Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	9
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	11
Кількість дискретних виходів 0-10V	2

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів ввідів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль 6ES7511-1AK01-0AB0.

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
6ES7511-1AK01-0AB0	1	ПЛК Siemens CPU 1215C
6ES7231-1KF00-0AB0	2	Модуль аналогових входів (8 входів)
6ES7232-5HF00-0AB0	2	Модуль аналогових виходів (4 виходи)
6ES7222-1AD30-0XB0	1	Модуль дискретних виходів (4 виходи)

Аналогові входи:

В системі використовуються модулі аналогових входів 6ES7231-7KF00-0XB0.



Рис 3.3. Зовнішній вигляд модуля аналогових входів 6ES7231-7KF00-0XB0

Загальна інформація:

- Позначення типу продукту SM 1231, AI 8 x 13 розряд;
- Напруга живлення : Номінальне значення (пост. Струм) 24 V;
- Вхідний струм : Споживання струму, тип. 45 mA, з шини на задній стійці 5 V пост. струму, тип. 90 mA;
- Потужність, що розсіюється : Нормальна розсіює потужність 1,5 W;
- Аналогові вводи : Число аналогових входів 8; Диференціальні входи струму або напруги;
- Макс. допустимий вхідна напруга для входу: напруги (межа руйнування) 35 V;
- Макс. допустимий вхідний струм для токового входу (Межа руйнування) 40 mA;
- Макс. час циклу (всі канали) 625 μ s : вхідні діапазони Напруга Так; ± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V.

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

Аналогові виходи:

В системі використовуються модулі аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0XB0.



Рис 3.4. Зовнішній вигляд модуля аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0XB0

Загальна інформація:

- Напруга живлення : Номінальне значення (пост. Струм) 24 В пост. струму;
- Вхідний струм : Споживання струму, тип. 45 mA, з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 80 mA;
- Потужність, що розсіюється: Нормальна розсіює потужність 1,5 W
- Аналогові виходи: Число аналогових виходів 4;
- Струм або напруга: Діапазони вихідних параметрів, напруга від -10 до +10В;
- Діапазони вихідних параметрів: струм від 0 до 20 mA ;
- Опір навантаження: (в номінальному діапазоні виходу) при вихідних напругах хв. 1 000, при вихідних струмах, макс. 600;
- Придушення напруги перешкод для частоти перешкод f_1 в Гц 40 дБ, пост. ток до 60 В для частоти перешкод 50/60 Гц;
- Похибки / точність: Похибка температури (щодо діапазону вихідних параметрів) (+/-) Весь діапазон вимірювань від $25 \pm 0,3\%$, до $55 \pm 0,6\%$.

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

Дискретні виходи:

В системі використовуються модулі дискретних виходів 6ES7222-1AD30-0XB0.



Рис 3.5. Зовнішній вигляд модуля дискретних виходів 6ES7222-1AD30-0XB0

Загальна інформація:

- Вхідний струм: з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 35 mA;
- Потужність, що розсіюється: Нормальна розсіює потужність 0,5 W;
- Цифрові виходи: Вид виходів 4; польовий МОП-транзистор, електронний (з втікає / впливають струмом) по групах ;
- Захист від короткого замикання: Немає;
- Комутаційна здатність виходів: при омічній навантаженні, макс. 0,1 А;
- Вихідна напруга: Номінальне значення (пост. Струм) 5 V , для сигналу "0", макс. 0,2 V, для сигналу "1", хв. L + мінус 0,7 В пост. Струму, для сигналу "1", макс. 6 V;
- Вихідний струм: для сигналу "1", номінальне значення 0,1 А , для сигналу "1", діапазон допустимих значень, макс. 0,1 А.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.2. Загальна схема підключення

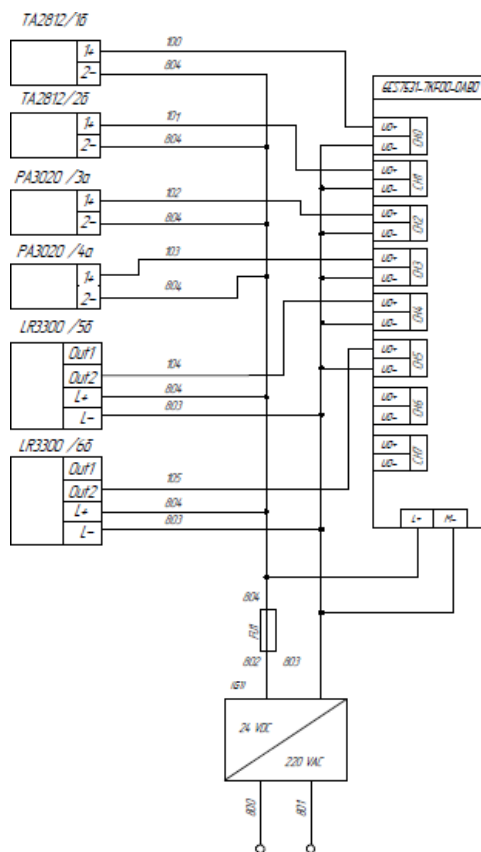


Рис.3.6. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

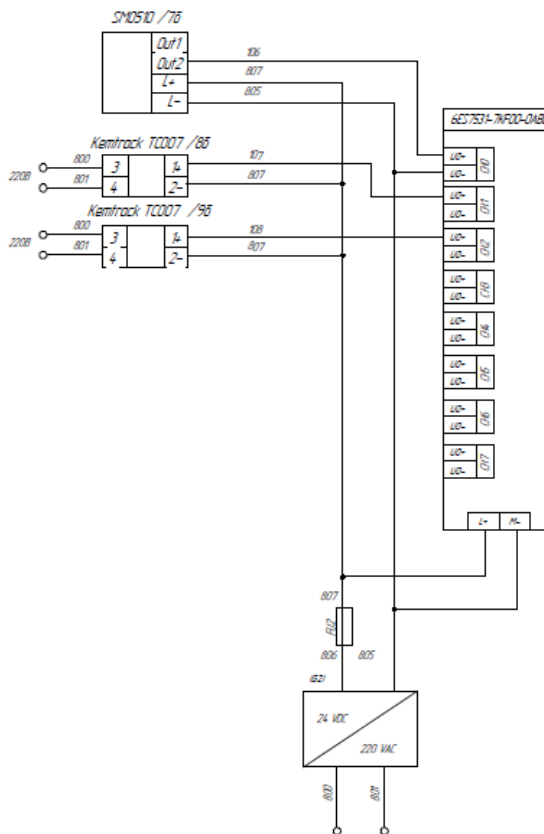


Рис.3.7. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів

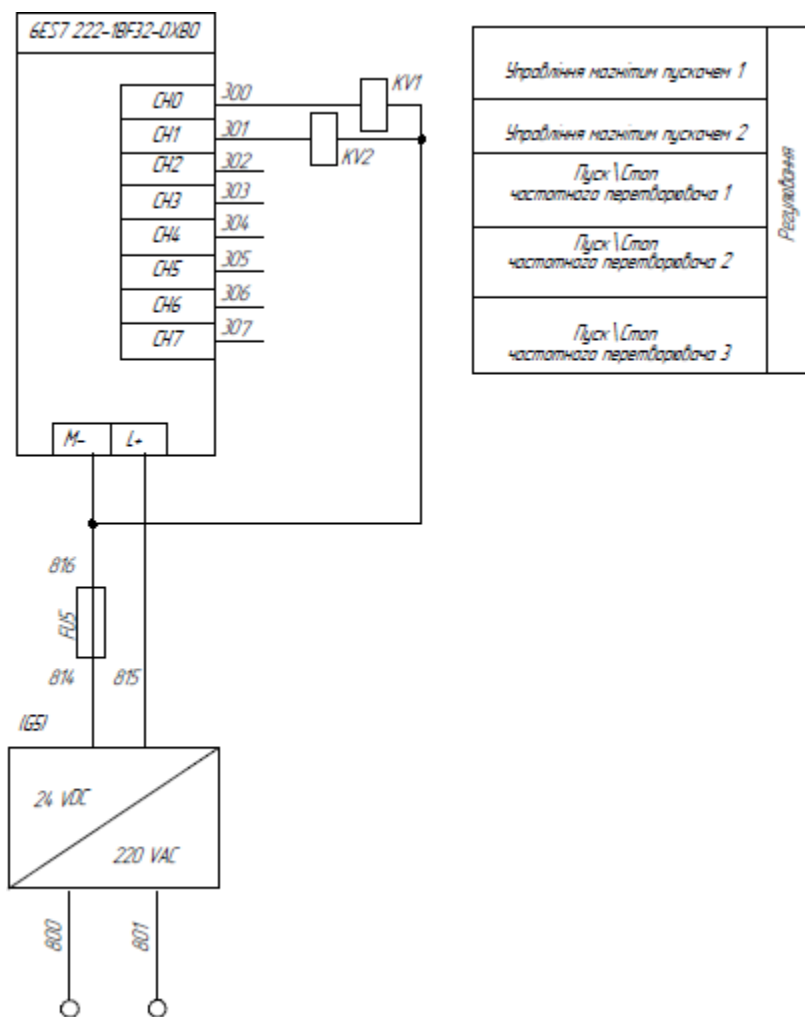


Рис.3.10. Підключення датчиків до модуля дискретних виходів

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH0 каналу та на U0+ та U0- клеми CH1 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (1в,1г), які керують пневматичними клапанами (1д,1е), що регулюють подачу теплоносія та холодоносія.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH2 каналу та на U0+ та U0- клеми CH3 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (2в,2г), які керують пневматичними клапанами (2д,2е), що регулюють подачу теплоносія та холодоносія.

Перетворювач тиску РТ (3а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH2 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика тиску, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH4 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (3б), які керують пневматичним клапаном (3в), що стравлює надлишковий тиск у атмосферу.

Перетворювач тиску РТ (4а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH3 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика тиску, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH5 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (4б), які керують пневматичним клапаном (4в), що стравлює надлишковий тиск у атмосферу.

Датчик рівня LT (5б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів

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

6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH4 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика рівня, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH6 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (5г), які керують пневматичним клапаном (5д), що регулює подачу суслу у бродильний апарат 1 та злив дріжжевого залишку у каналізацію. А також керуючий сигнал надходить частотний перетворювач (5в) , що підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу M2 для зливу дріжжевого залишку у каналізацію.

Датчик рівня LT (6б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH5 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика рівня, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH7 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (6г), які керують пневматичним клапаном (6д), що регулює подачу суслу у бродильний апарат 2. А також керуючий сигнал надходить частотний перетворювач (6в) , що підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу M1 для зливу дріжжевого залишку у каналізацію.

Датчик витрати FT (7б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика витрати, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації.

Датчик мутності QT (8б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика мутності, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації.

Датчик мутності QT (9б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH2 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика мутності, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації.

Частотний перетворювач (10а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH2 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М5.

Магнітний пускач (KM1) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 0 клему. Та керує двигуном сепаратора М3.

Магнітний пускач (KM2) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 1 клему. Та керує двигуном мішалки М4.

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширений контур контролю та регулювання температури:

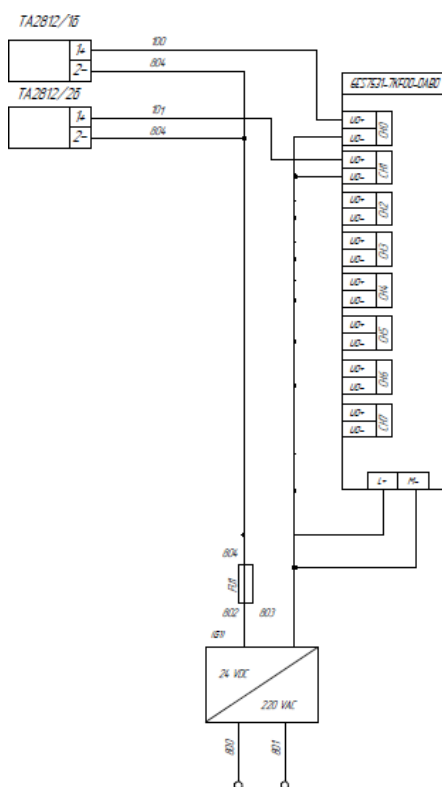


Рис. 3.11. Підключення датчиків температури до модуля аналогових входів

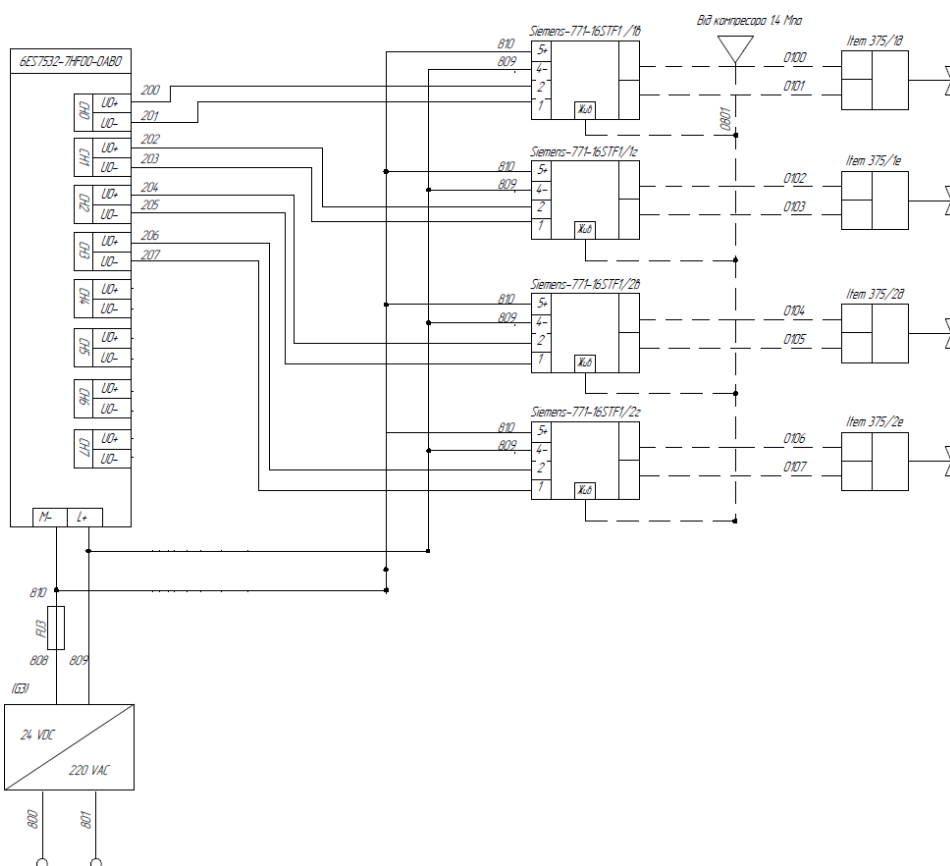


Рис. 3.12. Підключення електропневматичних перетворювачів до модуля аналогових виходів

					Арк.
Кваліфікаційна робота					47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

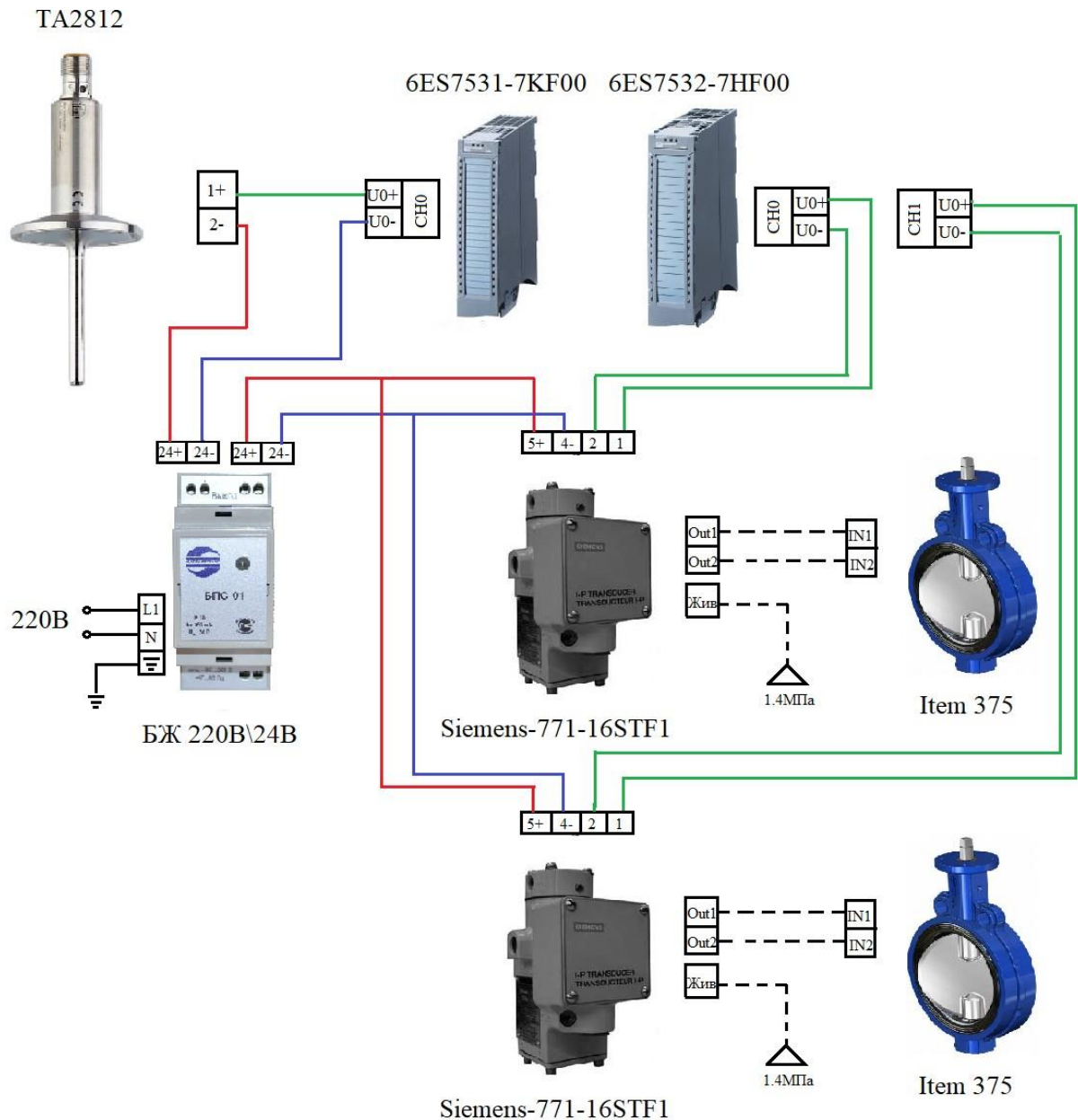


Рис. 3.13. Графічне зображення підключення засобів автоматизації контуру контролю та регулювання температури

Опис схеми з'єднання:

Вторинний перетворювач температури ТТ (16) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та

передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH0 каналу та на U0+ та U0- клеми CH1 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (1в,1г), які керують пневматичними клапанами (1д,1е), що регулюють подачу теплоносія та холодоносія.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH2 каналу та на U0+ та U0- клеми CH3 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (2в,2г), які керують пневматичними клапанами (2д,2е), що регулюють подачу теплоносія та холодоносія.

Розширений контур контролю та регулювання рівня:

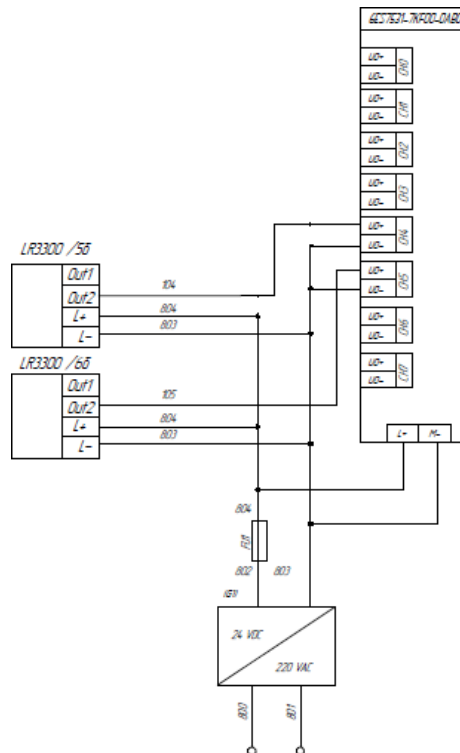


Рис. 3.14. Підключення датчиків рівня до модуля аналогових входів

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

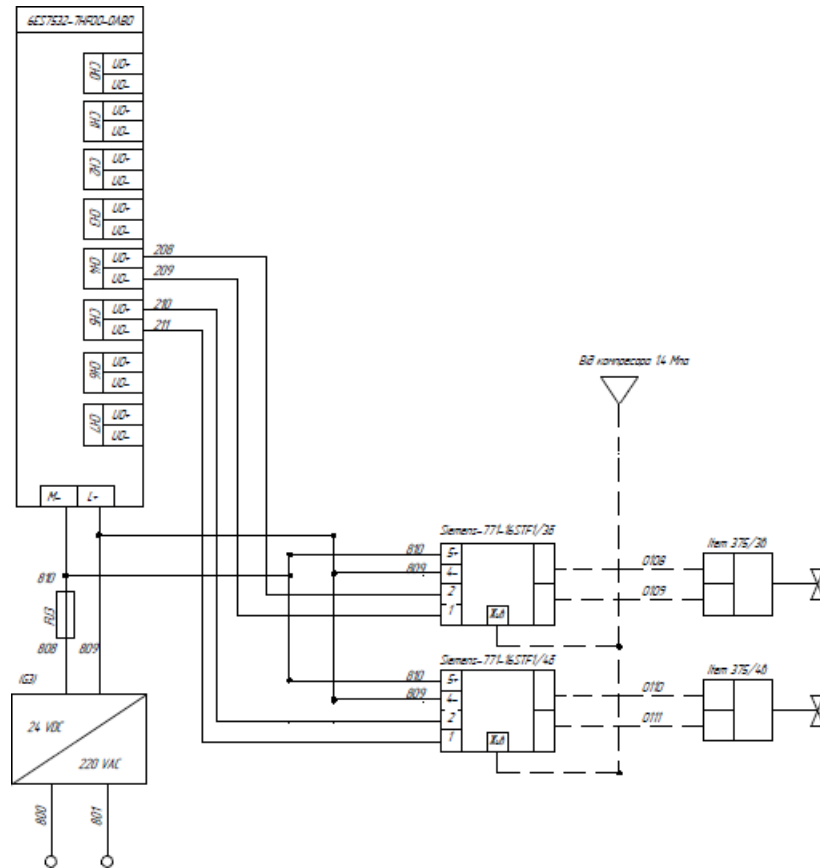
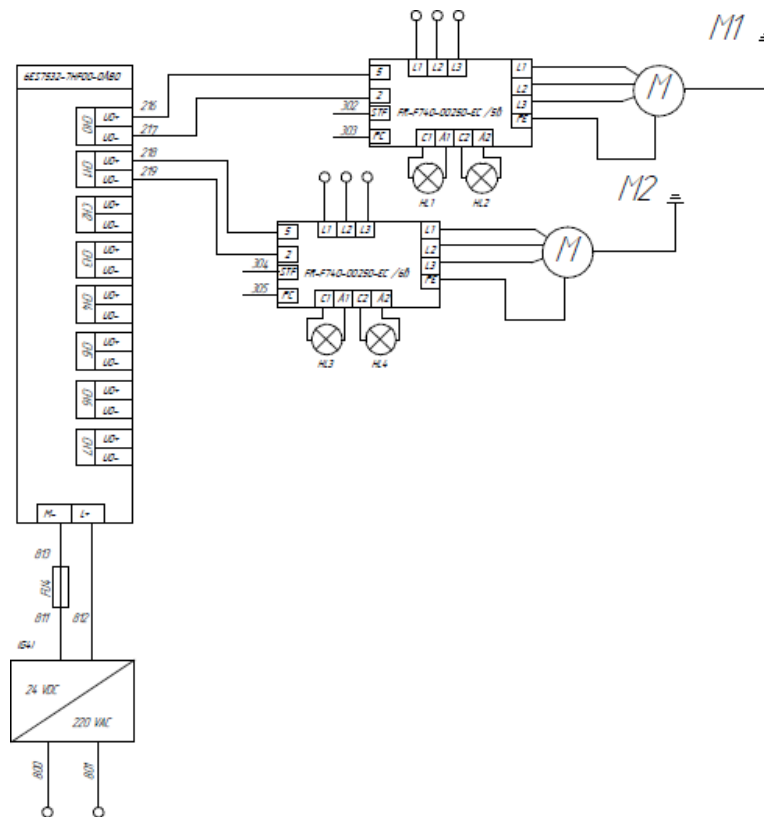


Рис. 3.15. Підключення електронепневматичних перетворювачів до модуля аналогових виходів



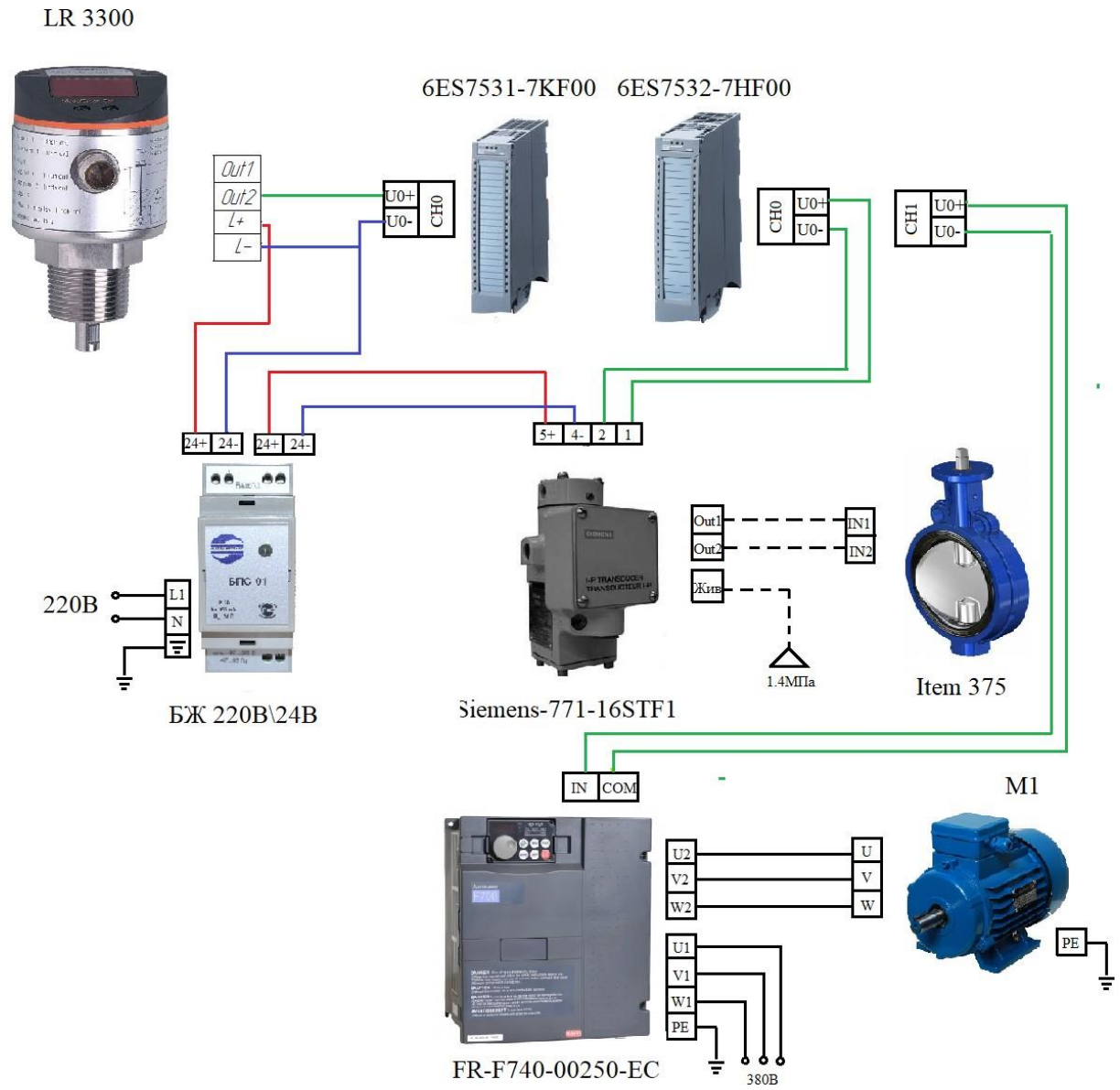


Рис.3.17. Графічне зображення підключення засобів автоматизації контуру контролю та регулювання рівня

Опис схеми з'єднання:

Датчик рівня LT (56) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH4 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика рівня, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH6 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (5г), які керують

пневматичним клапаном (5д), що регулює подачу суслу у бродильний апарат 1 та злив дріжжевого залишку у каналізацію. А також керуючий сигнал надходить частотний перетворювач (5в) , що підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М2 для зливу дріжжевого залишку у каналізацію.

Датчик рівня LT (6б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH5 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика рівня, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-5HF00-0AB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH7 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (6г), які керують пневматичним клапаном (6д), що регулює подачу сусла у бродильний апарат 2. А також керуючий сигнал надходить частотний перетворювач (6в) , що підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М1 для зливу дріжжевого залишку у каналізацію.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчик тиску IFM PA3020:



Рис.4.1. Зовнішній вигляд датчика тиску PA3020

Датчик тиску IFM Electronic PA3020 з аналоговим виходом 4-20 мА призначений для контролю тиску в діапазоні від 0 до 400 бар. Підходить для застосування на рухомій техніці. Підвищена стійкість до зовнішніх впливів. Керамічна мембрана. Датчик тиску PA3020 підключається через стандартний роз'єм M12 4 pin.

Підключення до процесу: G ¼ (внутрішня). Діапазон вимірювання: 0 ... 400 bar. Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА. Температура середовища: -25 ... + 90 ° С. Харчування: 9,6 ... 32 V DC. Застосування: відносний тиск, рідини і газу. Підвищена ударостійкість, вибропрочність і стійкість перед перешкодами.

Інструкції з безпечної експлуатації:

- Описаний прилад є субкомпонентом для інтеграції в систему;
- Виробник системи несе відповідальність за безпеку системи;
- Виробник системи зобов'язується виконати оцінку ризику і створити документацію відповідно до правових та нормативних вимог, які повинні бути надані оператору і користувачеві системи. Ця документація повинна містити всю необхідну інформацію та інструкції з техніки безпеки для оператора, користувача і, у разі необхідності, для будь-якого обслуговуючого персоналу,

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Шаповал Я.П.			Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу		
Перевір.		Ельперін І.В.				55151	78
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-3ск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

уповноваженого виробником системи.

- Прочитайте цю інструкцію перед налаштуванням приладу і зберігайте її протягом усього терміну експлуатації;
- Прилад повинен бути придатним для відповідного застосування і умов навколишнього середовища без будь-яких обмежень;
- Використовуйте датчик тільки за призначенням;
- Використовуйте датчик тільки в допустимій середовищі;
- Якщо не дотримуються інструкції по експлуатації або технічні параметри, то можливі травми обслуговуючого персоналу або пошкодження обладнання;
- Виробник не несе відповідальності або гарантії за будь-які виниклі наслідки в разі недотримання інструкцій, неправильного використання приладу або втручання в прилад;
- Всі роботи по установці, налаштуванні, підключенню, введення в експлуатацію і технічного обслуговування повинні проводитися кваліфікованим персоналом, який отримав допуск до роботи на даному технологічному обладнанні;
- Захистіть прилади та кабелі від пошкодження.

Установка:

Перед установкою або демонтажем датчика переконайтеся, що в системі відсутній тиск.

- ▶ Вставити прилад у робочий з'єднання G¹/₄.
- ▶ Щільно затягніть.

Якщо пристрій демпфірування необхідно видалити, то переконаєтеся, що воно не пошкоджено. Не використовуйте повторно пошкоджене демпфуючий пристрій. За усіма технічними питаннями звертайтеся, будь ласка, в офіс відділу продажів ifm electronic.

Підключення до електромережі:

До робіт по установці і введенню в експлуатацію допускаються тільки кваліфіковані фахівці - електрики. При установці електричного обладнання необхідно дотримуватися вимоги державних і міжнародних нормативних актів.

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

Напруга живлення відповідає EN50178, SELV, PELV.

- ▶ Вимкніть електроживлення.
- ▶ Підключити прилад відповідно до даної схеми:

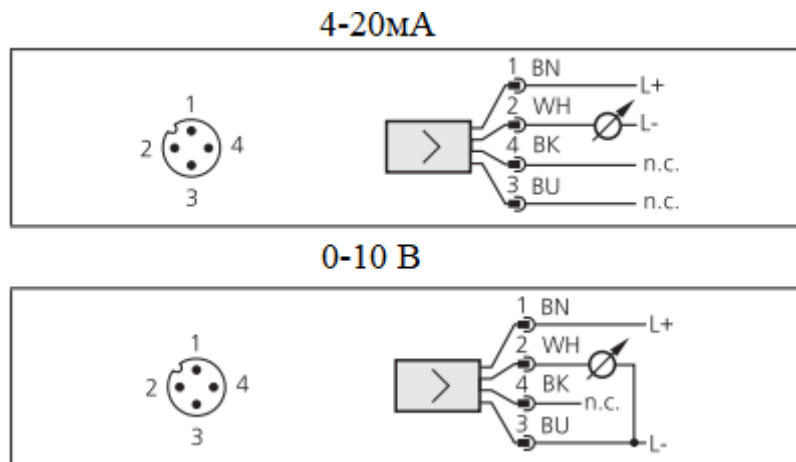


Рис.4.2. Варіанти підключення датчика

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

В нашому дипломному проекті програма для функціонування системи автоматизації була розроблена за допомогою програмного середовища SIMATIC STEP 7 Professional V13 (TIA Portal V13) від фірми Siemens.

SIMATIC STEP 7 Professional V13 - це система проектування для програмованих контролерів SIMATIC серій S7-1200, S7-300, S7-400, WinAC, VIPA, та забезпечує оптимальну підтримку нових програмованих контролерів серії SIMATIC S7-1500.

STEP 7 V13 базується на функціональних можливостях єдиної робочої середовища проектування Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal), яка дозволяє виконувати однорідну, ефективну і інтуїтивно зрозумілу розробку рішень для всіх завдань автоматизації.[9]

Функції:

- Чудова інтеграція нових контролерів SIMATIC S7-1500;
- Безліч нововведень, використовуваних в програмованих контролерах S7-1500, встановлює нові стандарти продуктивності систем автоматизації. Ідеальна інтеграція в STEP 7 Professional V13 забезпечує отримання максимальної ефективності при виконанні проектних робіт. Подальше розширення функціональних можливостей забезпечує використання PROFINET в якості стандартного інтерфейсу всіх центральних процесорів.
- Ефективне проектування з використанням потужних редакторів програм STEP 7 V13 підтримує роботу потужних редакторів програм контролерів S7, оснащених оптимізованими компіляторами.

Захист доступу:

Парольний захист від несанкціонованого читання і зміни вмісту програмних блоків.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Акрушів
		Шаповал Я.П.			Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу			
		Ельперін І.В.					56	78
		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
		Ельперін І.В.						

Захист від несанкціонованого копіювання програмних блоків. Програмні блоки можуть бути прив'язані до номера карти пам'яті і запускатися тільки при наявності цієї карти в центральному процесорі.

Використання до чотирьох рівнів ідентифікації користувачів з різними правами на виконання робіт в системі автоматизації.

Захист від несанкціонованого зміни даних, що передаються між STEP 7 і контролером.

Особливості:

- Ефективне проектування з використанням потужних редакторів програм.
- Наскрізне нарощування функціональних можливостей з використанням всіх лінійок контролерів.
- Організація ефективної взаємодії між контролерами, приладами та системами людино-машинного інтерфейсу і приводами в рамках єдиної робочої середовища.
- Загальний менеджер управління даними і однорідна система символічних імен.
- Системна діагностика як вбудований компонент.
- Трасування змінних для ефективного виконання пуско-налагоджувальних робіт.
- Гнучкий масштабований набір функцій управління переміщенням.
- Вичерпна концепція використання бібліотек.
- Захист доступу до виробничих і проектних даних.
- Підтримка функцій міграції для існуючих програмних і апаратних продуктів.
- Сумісність з іншими продуктами SIMATIC та VIPA.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Зовнішній вид компоновки модулів контролера на монтажній рейці:



Для процесу управління бродильним відділенням був розроблений алгоритм роботи системи автоматизації та розроблена програма у середовищі TIA Portal з використанням мов програмування ST(Structured Text) та FBD(Function Block Diagram).

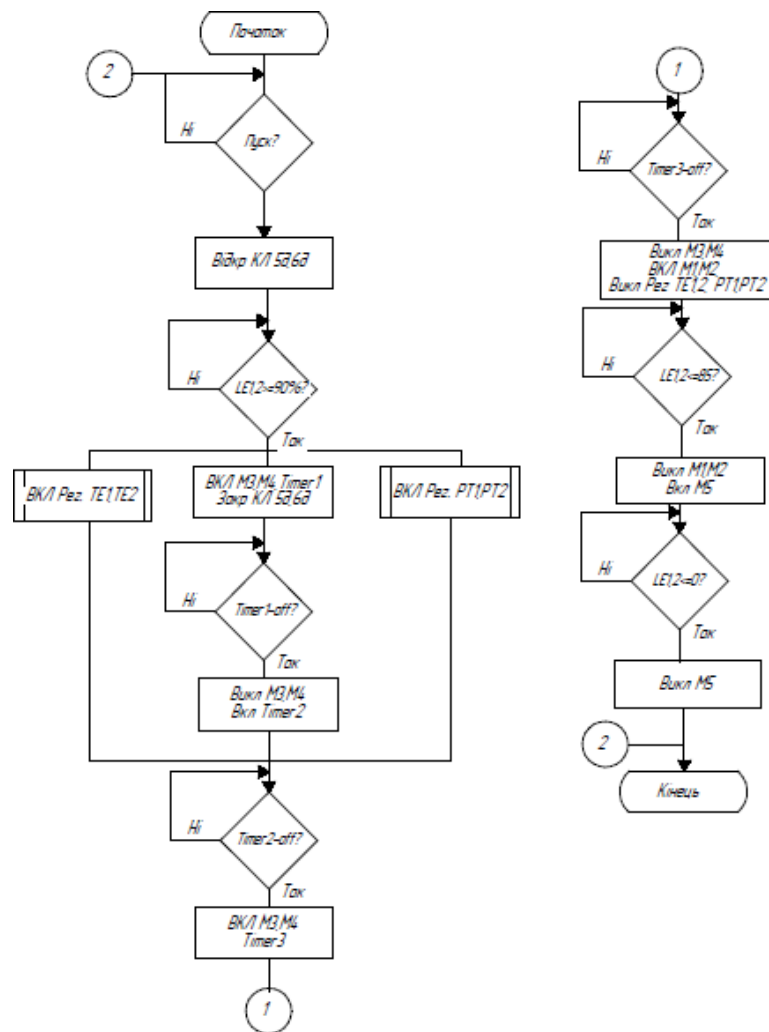


Рис.5.1. Алгоритм програми

Фрагменти тексту програми на мові ST:

```
1 IF "Pusk" OR "Restart" THEN
2     "Restart" := FALSE;
3     "Step1" := TRUE;
4     "KL_5g" := 100.0;
5     "KL_6g" := 100.0;
6 END_IF;
7 IF "Step1" AND "Level2">=90.0 AND "Level1">=90.0 THEN
8     "Step1" := FALSE;
9     "Step2" := TRUE;
10    "M3" := TRUE;
11    "M4" := TRUE;
12    "Reg_TE1" := TRUE;
13    "Reg_TE2" := TRUE;
14    "Reg_PT1" := TRUE;
15    "Reg_PT2" := TRUE;
16    "KL_5g" := 0.0;
17    "KL_6g" := 0.0;
18    "Timer1" := TRUE;
19    IEC_Timer_0_DB.TON(IN := "Timer1",
20                      PT := t#100s);
21 END_IF;

23 IF "IEC_Timer_0_DB".Q AND "Step2" THEN
24     "Step2" := FALSE;
25     "Step3" := TRUE;
26     "M3" := FALSE;
27     "M4" := FALSE;
28     "Timer2" := TRUE;
29    IEC_Timer_0_DB_1.TON(IN := "Timer2",
30                      PT := t#200s);
31 END_IF;
32 IF "IEC_Timer_0_DB_1".Q AND "Step3" THEN
33     "Step3" := FALSE;
34     "Step4" := TRUE;
35     "M3" := TRUE;
36     "M4" := TRUE;
37     "Timer3" := TRUE;
38    IEC_Timer_0_DB_3.TON(IN:="Timer3",
39                      PT:=t#100s);
40 END_IF;

41 IF "IEC_Timer_0_DB_3".Q AND "Step4" THEN
42     "Step4" := FALSE;
43     "Step5" := TRUE;
44     "M4" := FALSE;
45     "M3" := TRUE;
46     "M1" := 100.0;
47     "M2" := 100.0;
48     "Reg_TE1" := FALSE;
49     "Reg_TE2" := FALSE;
50     "Reg_PT1" := FALSE;
51     "Reg_PT2" := FALSE;
52 END_IF;
53
54 IF "Level1"<=85.0 AND "Level2"<=85.0 AND "Step5" THEN
55     "Step5" := FALSE;
56     "Step6" := TRUE;
57     "M1" := 0.0;
58     "M2" := 0.0;
59     "M5" := 100.0;
60 END_IF;
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

59

```

61 IF "Step6" AND "Level1"<=0 AND "Level2"<=0 THEN
62     "M5" := 0.0;
63     "Step6" := FALSE;
64     "Restart" := TRUE;
65     "Timer1" := FALSE;
66     "Timer2" := FALSE;
67     "Timer3" := FALSE;
68 END_IF;

```

Блоки регуляторів температури та тиску на мові FBD:

На вхід EN подається змінна яка запускає у роботу блок регулятора, на вхід IN сигнал із датчку , на вхід Setpoint змінна у якій установлене задане значення параметру , На виході Output VM, яким здійснюється керування регулятором

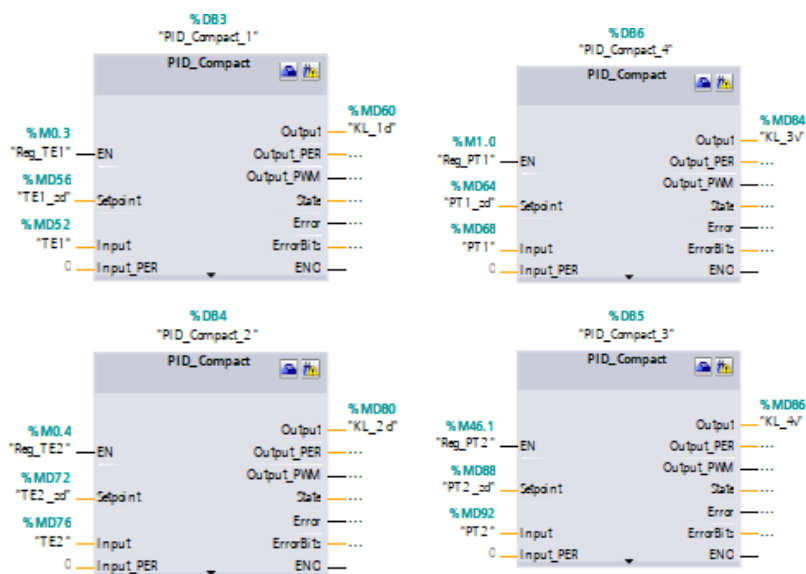


Рис. 5.2. Блоки регуляторів

Перелік змінних, що використовуються у програмі:

	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	KL_1d	Real	%MD60		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 1д
2	KL_2d	Real	%MD80		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 2д
3	KL_3v	Real	%MD84		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 3в
4	KL_4v	Real	%MD86		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 4в
5	KL_5g	Real	%MD6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 6г
6	KL_6g	Real	%MD10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 5г
7	Level1	Real	%MD26		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення рівня 4а
8	Level1_zd	Real	%MD30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення рівня 4а
9	Level2	Real	%MD34		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення рівня 3а
10	Level2_zd	Real	%MD38		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення рівня 3а
11	M1	Real	%MD2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M1
12	M2	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M2
13	M3	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M3
14	M4	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M4
15	M5	Real	%MD18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M5
16	M6	Real	%MD48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M6
17	PT1	Real	%MD68		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення тиску з датчика
18	PT1_zd	Real	%MD64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення тиску
19	PT2	Real	%MD92		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення тиску з датчика
20	PT2_zd	Real	%MD88		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення тиску
21	Pusk	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Кнопка ПУСК
22	Reg_PT1	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску регулятора тиску 1
23	Reg_PT2	Bool	%M46.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску регулятора тиску 2
24	Reg_TE1	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску регулятора температур...
25	Reg_TE2	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску регулятора температур...

26	Restart	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна перезапуску циклу
27	Step1	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
28	Step2	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
29	Step3	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
30	Step4	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
31	Step5	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
32	Step6	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна-крок
33	Stop	Bool	%M46.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Кнопка СТОП
34	TE1	Real	%MD52	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення температури датчика 1
35	TE1_zd	Real	%MD56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення температури 1 для рег...
36	TE2	Real	%MD76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення температури датчика 2
37	TE2_zd	Real	%MD72	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення температури 2 для рег...
38	Timer1	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску таймера 1
39	Timer2	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску таймера 1
40	Timer3	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Змінна запуску таймеру 3

Рис. 5.3. Перелік змінних у середовищі TIA Portal

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

ЛМІ інтерфейс для нашої системи автоматизації був розроблений за 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.[10]

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.

					<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>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Шаповал Я.П.</i>			<i>Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				62	78
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>	
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

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.

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

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

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Температура в бродильному апараті 1	TE 1a	%MW0
Температура в бродильному апараті 2	TE 2a	%MW2
Тиск в бродильному апараті 1	PT 3б	%MW4
Тиск в бродильному апараті 2	PT 4б	%MW6
Рівень в бродильному апараті 1	LE 5a	%MW8
Рівень в бродильному апараті 2	LE 6a	%MW10
Витрата зброженого сусла	FE 7a	%MW12
Мутність пива у бродильному апараті 1	QE 8a	%MW14
Мутність пива у бродильному апараті 1	QE 9a	%MW16

Таблиця аналогових виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Клапан регулювання витрати холодної води	1e	%MW20
Клапан регулювання витрати гарячої води	1д	%MW22
Клапан регулювання витрати холодної води	2e	%MW24

Клапан регулювання витрати гарячої води	2д	%MW26
Клапан стравлювання надлишкового тиску в атмосферу	3в	%MW28
Клапан стравлювання надлишкового тиску в атмосферу	4в	%MW30
Клапан регулювання подачі не броженого сусла у бродильний апарат 1	5д	%MW32
Клапан регулювання подачі не броженого сусла у бродильний апарат 2	6д	%MW34
Керування двигуном насосу 1	M1	%MW36
Керування двигуном насосу 2	M2	%MW38
Керування двигуном насосу 2	M3	%MW40

Таблиця даних SCADA/HMI:

Name ▲	Measur...	Identi...
Filter text	Filter...	Filt...
FE 7a	м3/год	
LE 5a	%	
LE 6a	%	
PT 3a	КПа	
PT 4a	КПа	
QE 8a	%	
QE 9a	%	
TE 1a	*С	
TE 2a	*С	
Клапан 1д	%	
Клапан 1д А-Р		
Клапан 1е	%	
Клапан 1е А-Р		
Клапан 2д	%	
Клапан 2д А-Р		
Клапан 2е	%	
Клапан 2е А-Р		
Клапан 3в	%	
Клапан 3в А-Р		
Клапан 4в	%	
Клапан 4в А-Р		
Клапан 5д	%	
Клапан 5д А-Р		
Клапан 6д	%	
Клапан 6д А-Р		
M1	об/хв	
M1 А-Р		
M2	об/хв	
M2 А-Р		
M3 А-Р		
M4 А-Р		
M5	об/хв	
M5 А-Р		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми.

Робочий вид для оператора

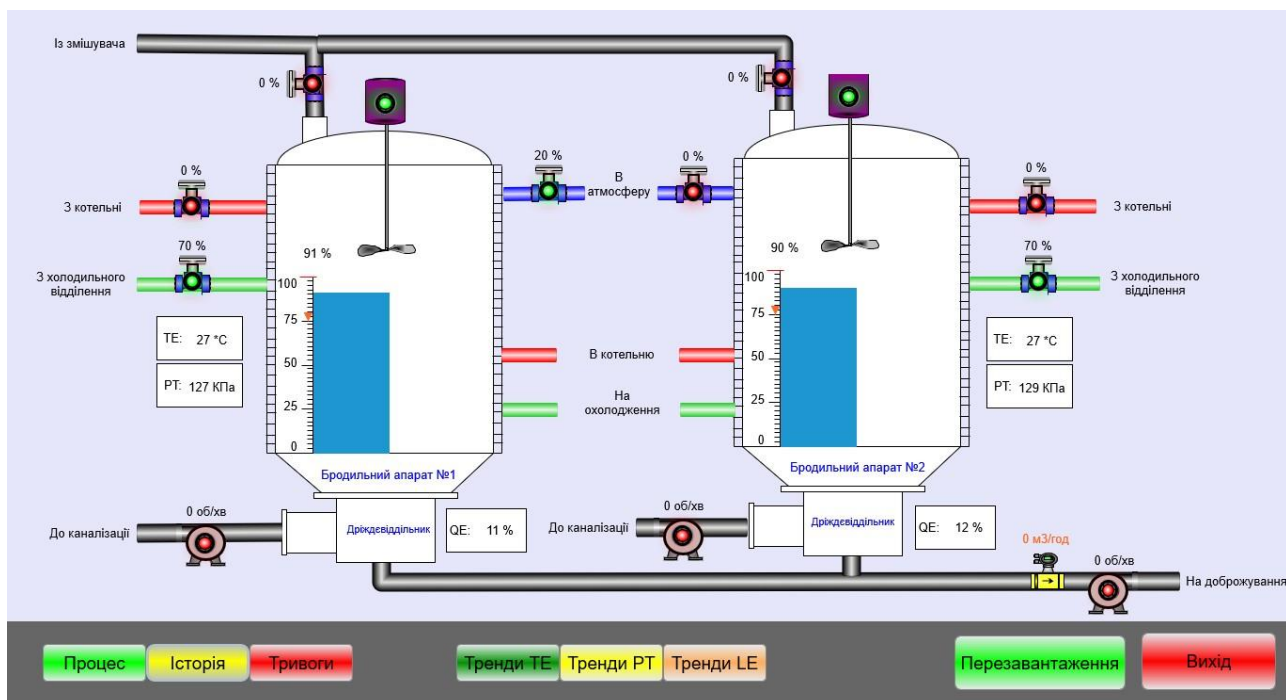


Рис.6.1. Головний екран контролю процесу

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

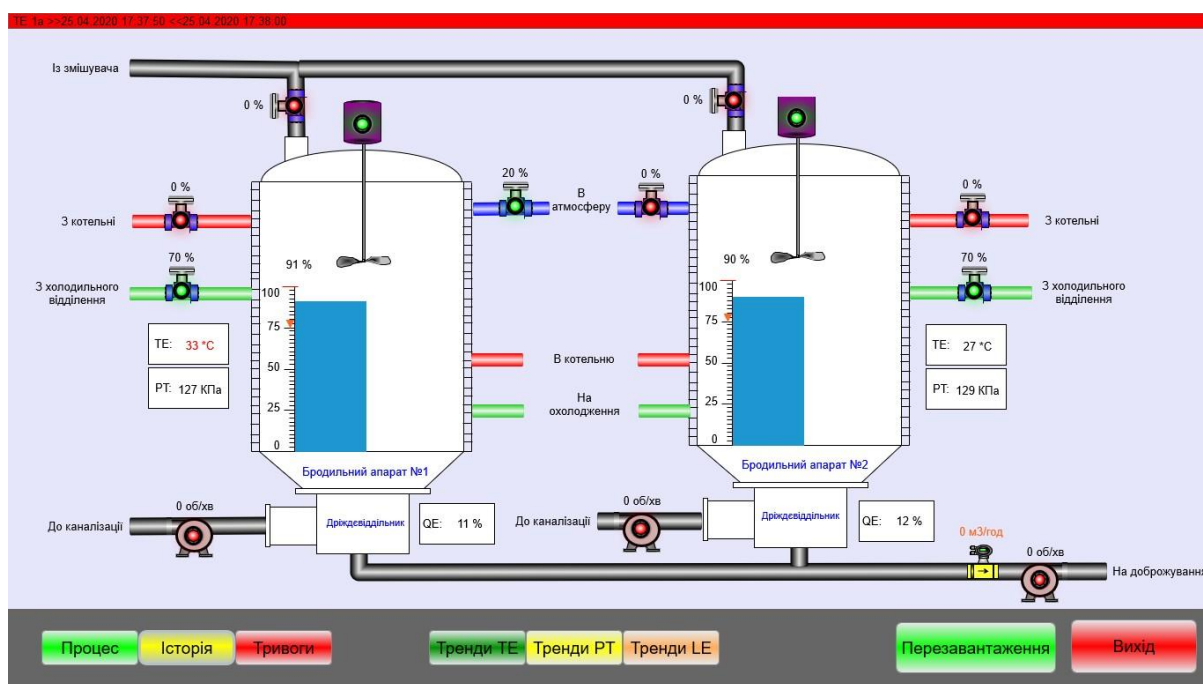


Рис.6.2. Головний екран контролю процесу (виникла похибка)

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

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

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

Time received	Text	Variable name	Value	Mea...	User - full name	Computer name	Comment
25.04.2020 17:38:28	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 2а	0	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:31	Modify spontaneous value: (70 %)	Клапан 2а	70	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:33	Modify spontaneous value: (70 %)	Клапан 1е	70	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:35	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 1д А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:38	Modify spontaneous value: (0)	Клапан 1д А-Р	0		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:42	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 2д	0	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:38:46	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 1д А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:17	Project 'SHAPOVAL' reloaded				SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:24	Modify spontaneous value: (0)	Клапан 1д А-Р	0		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:26	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 1е А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:30	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 5д	0	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:31	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 6д	0	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:32	Modify spontaneous value: (1)	M3 А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:33	Modify spontaneous value: (1)	M4 А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:37	Modify spontaneous value: (20 %)	Клапан 3а	20	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:39	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 3а А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:42	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 4а	0	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:45	Modify spontaneous value: (22 %)	QE 8а	22	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:47	Modify spontaneous value: (11 %)	QE 8а	11	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:49	Modify spontaneous value: (12 %)	QE 9а	12	%	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:52		FE 7а	0	м3/год			
25.04.2020 17:39:52	Modify spontaneous value: (0 м3/год)	FE 7а	0	м3/год	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:55	Modify spontaneous value: (0 об/хв)	M5	0	об/хв	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:57	Modify spontaneous value: (0 об/хв)	M1	0	об/хв	SYSTEM	RURYK	
25.04.2020 17:39:58	Modify spontaneous value: (0 об/хв)	M2	0	об/хв	SYSTEM	RURYK	

Процес Історія Тривоги Тренди ТЕ Тренди РТ Тренди LE Перезавантаження Вихід

Рис.6.3. Вікно вкладки хронологія

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

TE 1a >>25.04.2020 17:37:50 <<25.04.2020 17:38:00 Filter [T]-[T].Rel:0d,1h,0m,0s Filter profiles Save Import Export Delete

Alar...	Time received	Time cleared	Time acknowledged	Variable name	Value	Mea...	Text	User - full name	Computer name	Com...
●	>>25.04.2020 17:37:50	<<25.04.2020 17:38:00		TE 1a	100	°C				
●	>>25.04.2020 17:37:50	<<25.04.2020 17:38:16		LE 5a	50	%				
●	>>25.04.2020 17:39:52		-25.04.2020 17:41:50	FE 7a	0	м3/год		SYSTEM	RURYK	
●	>>25.04.2020 17:41:42			TE 1a	33	°C				
●	>>25.04.2020 17:42:27			LE 6a	55	%				
●	>>25.04.2020 17:42:30			QE 9a	33	%				

Процес Історія Тривоги Тренди ТЕ Тренди РТ Тренди LE Перезавантаження Вихід

Рис.6.4. Вікно вкладки алармів

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.

Вікна вкладок трендів системи автоматизації. Тут представленні у вигляді графіків всі зміни котролюючих параметрів (можна побачити навіть миттєві зміни)

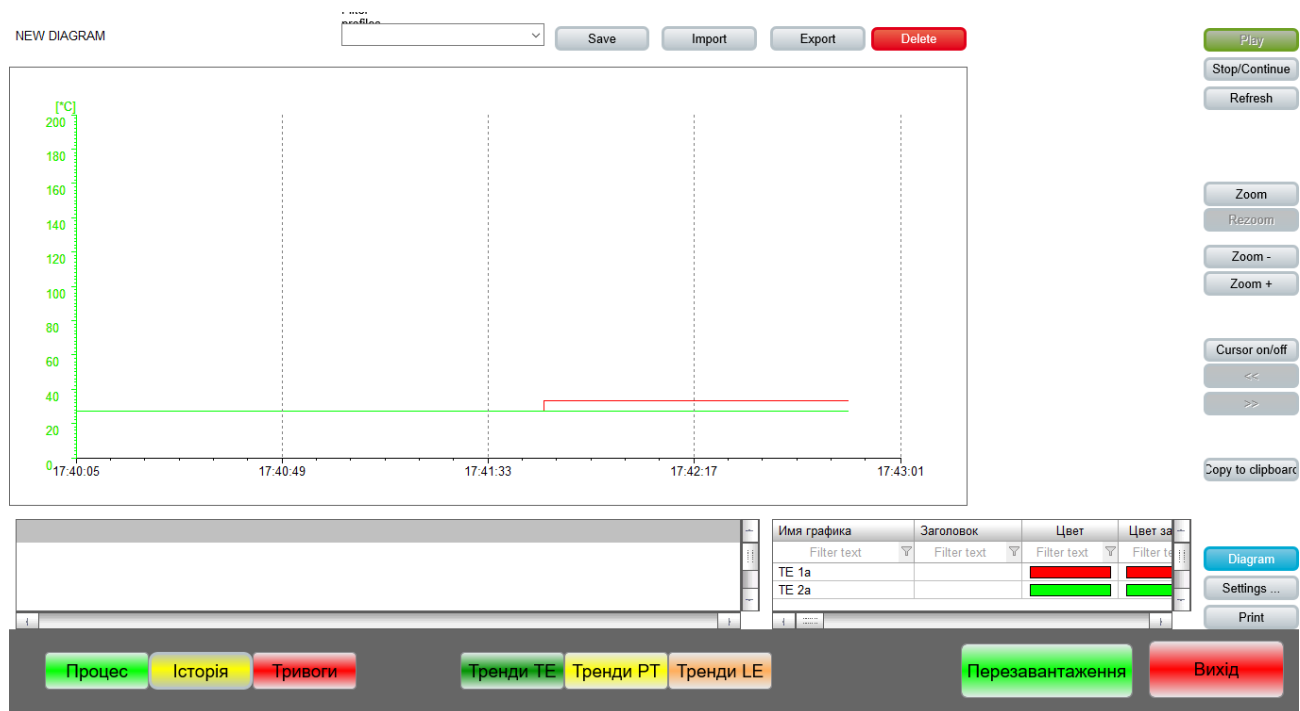


Рис.6.5. Вікно вкладки трендів температури



Рис.6.6. Вікно вкладки трендів тиску

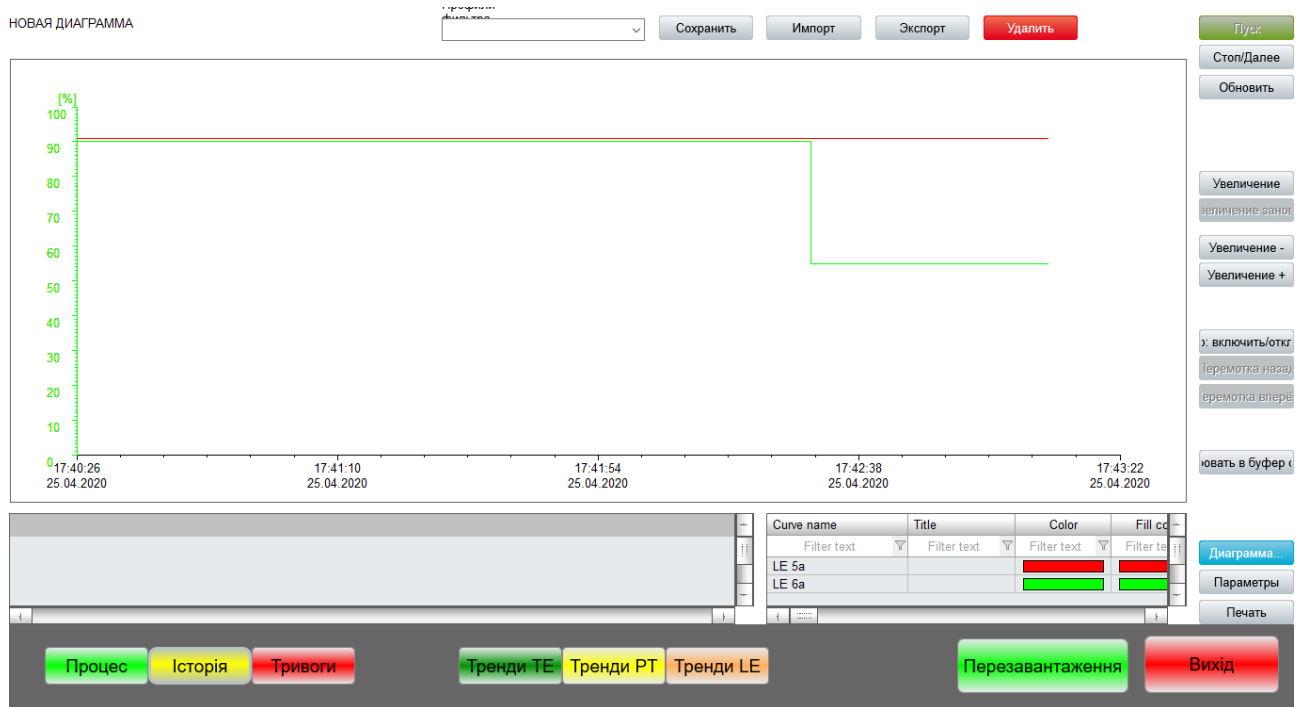


Рис.6.7. Вікно вкладки трендів рівня

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

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 дипломному проекті 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. [11]

Постановка задачі: Для бродильного апарату №1 у системі автоматизації визначити оптимальні налаштування ПД-регулятора.

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

В кваліфікаційній роботі було взято математичну модель бродильного апарату №1, як об'єкта регулювання температури сусла. Температура в апараті повинна триматися на рівні 25 градусів. Диф. рівняння апарату для регулювання температури:

$$30 [d(\Delta t)/dt] + \Delta t = 1,8 * \Delta Q_{\Gamma} + 0,3 * \Delta W1$$

де Δt – зміна температури всередині барабана, °С; ΔQ_{Γ} – зміна витати гарячої води, л/год; ΔQ_{X} – зміна витрати холодної води при охолодженні, л/год; $\Delta W1$ – кількість сусла, що випаровується за одиницю часу.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шаповал Я.П.			Розробка системи автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ельперін І.В.					71	78
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-3ск		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Керувальним впливом у нас буде зміна витрати холодоагенту, збуренням буде кількість сула, що випаровується за одиницю часу.

Запишемо рівняння в операторному вигляді:

$$(30p+1) \Delta X_1(p) = 1,8 \Delta U_1(p) + 0,3 \Delta Z_1(p);$$

Визначимо передаточні функції для різних ємностей:

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{1,8}{30p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{0,3}{30p+1}; W_{2U}(p)$$

Складаємо структурну схему об'єкта

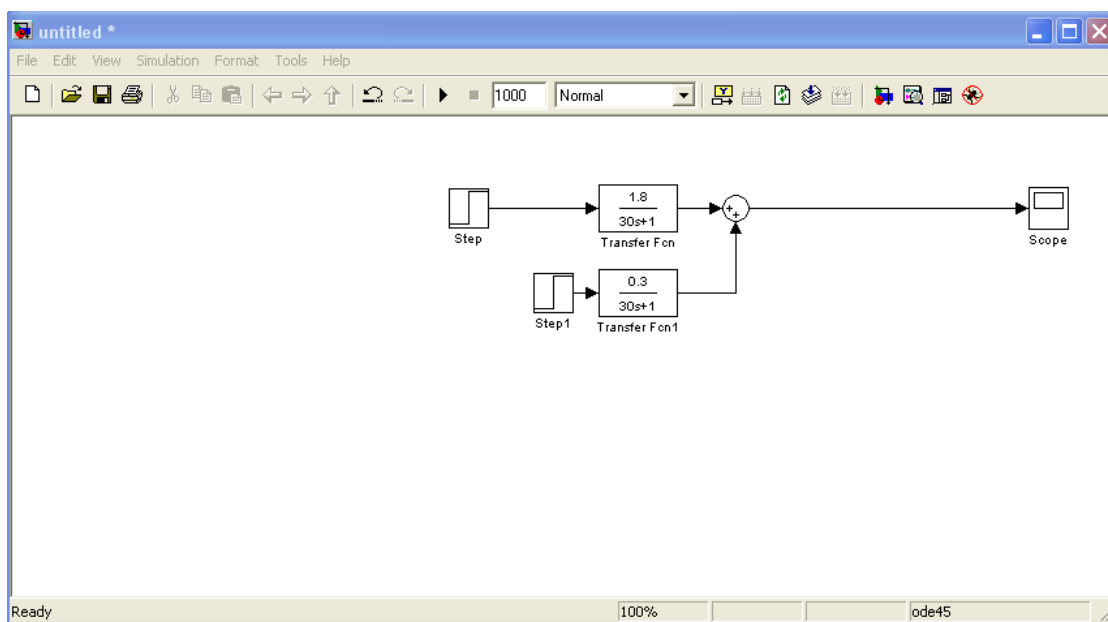


Рис.7.1. Структурна схема АСР

7.3. Моделювання САР

Настройка ПД- регулятора

Настройки ПД-регулятора визначаємо за допомогою Циглера –Ніколса. Для цього знаходимо K_p критичне, при якому система (рис. 1) знаходиться на межі стійкості(рис.17).

$K_{p \text{ крит}}=1,8$. $T_p=80$ (с).

Наближеним методом розрахунку параметрів настройок регуляторів є метод *незагасаючих* коливань (в технічній літературі його називають методом Ціглера-Нікольса). Замкнену систему автоматичного регулювання з П-регулятором переводять в режим автоколивань за допомогою збільшення $K_{\text{рег}}$. Якщо в системі працює ПІ-регулятор, то $T_i \rightarrow \infty$, при ПД-регуляторі $T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Для отримання автоколивань визначають критичні значення $K_{рег}^{крит}$ і період $T_{п}^{крит}$. Тоді наближеними параметрами настройки ПІД-регулятора будуть :

$$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,6$$

$$K_{і} = (1,2 * (крит)) / T_{п}$$

$$K_{д} = 0,075 * K_{п(крит)} * T_{п}$$

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

$$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,6 = 0,6 * 1,8 = 1,08;$$

$$K_{і} = (1,2 * K_{п(крит)}) / T_{п} = (1,2 * 1,8) / 80 = 0,027;$$

$$K_{д} = 0,075 * K_{п(крит)} * T_{п} = 0,075 * 1,8 * 80 = 10,8;$$

Встановлюємо коеф. Настройки ПІД-регулятора в структурну схему (рис.18) і отримуємо перехідний процес (рис.19), який має такі якісні показники: $\phi = 0,83$, $A_1 = 2,3$. Порівнюючий його з перех. Процесом з ПІ-регулятором можна сказати, що час регулювання у ПІД-регулятора менший, але не набагато, ступінь затухання більший, і динамічна похибка також менша. Тобто робимо висновок, що використання ПІД- регулятора в даному випадку доцільне.

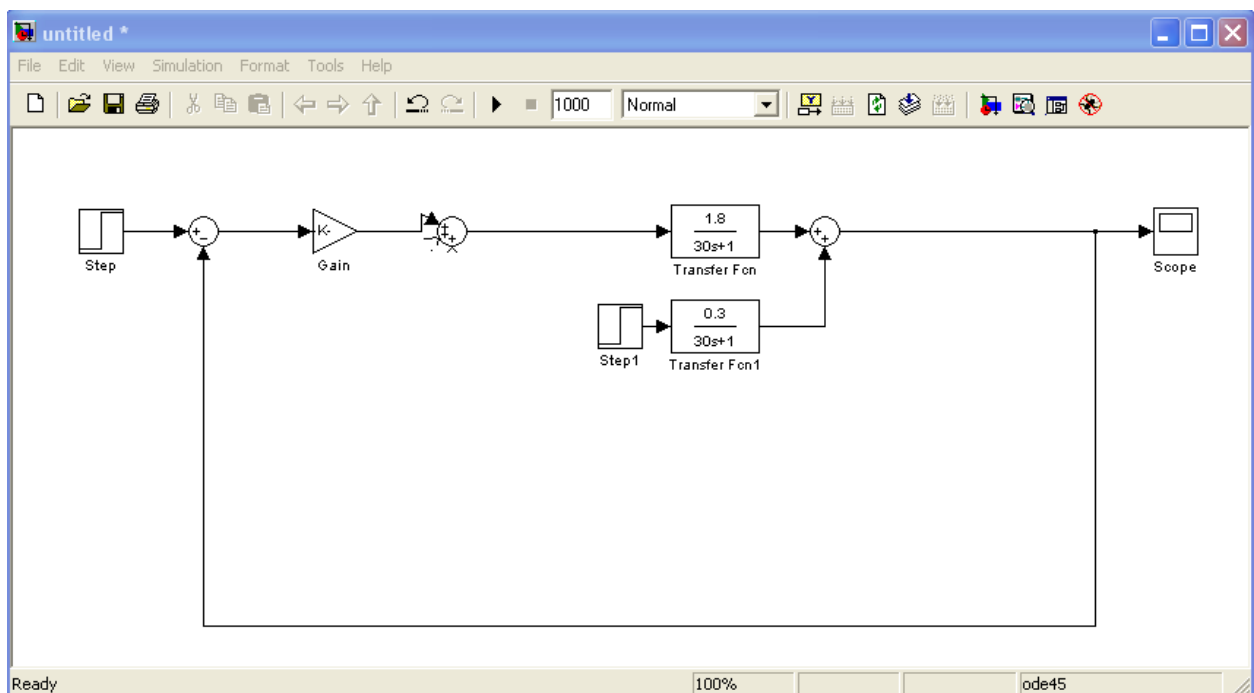


Рис.7.2. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

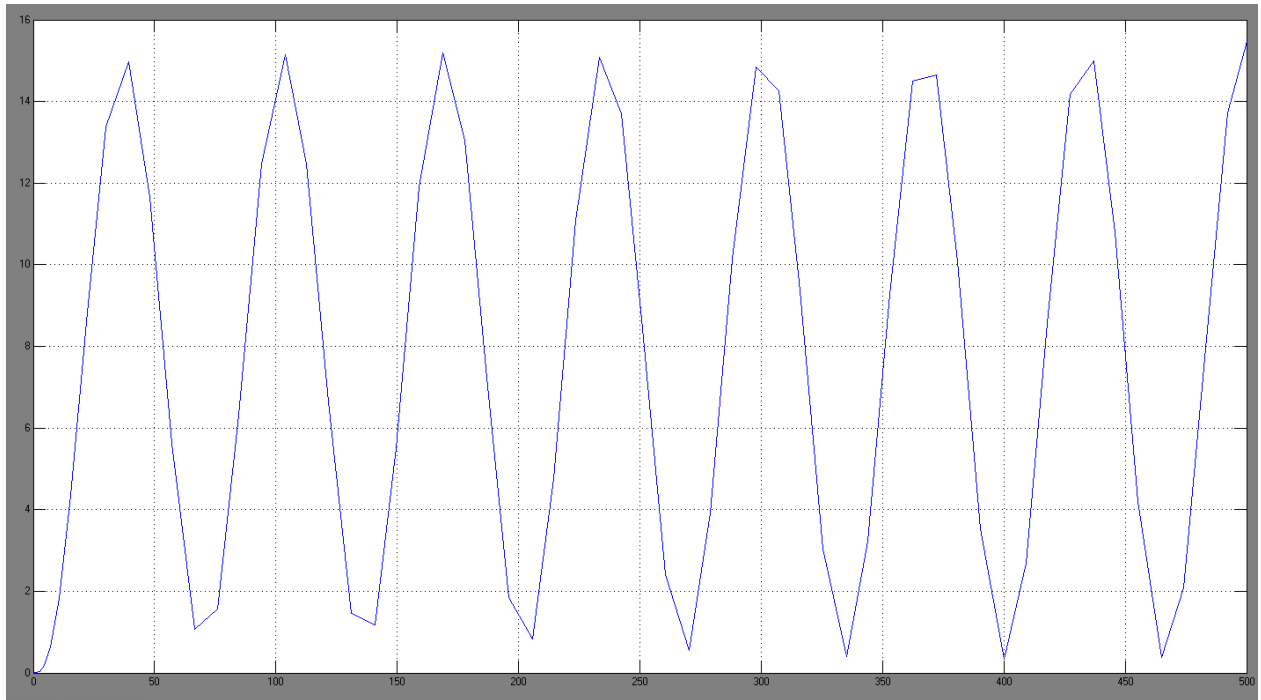


Рис.7.3. Перехідний процес АСР з ПІ-регулятором на межі стійкості
($K_p(\text{крит.})=1,8$)

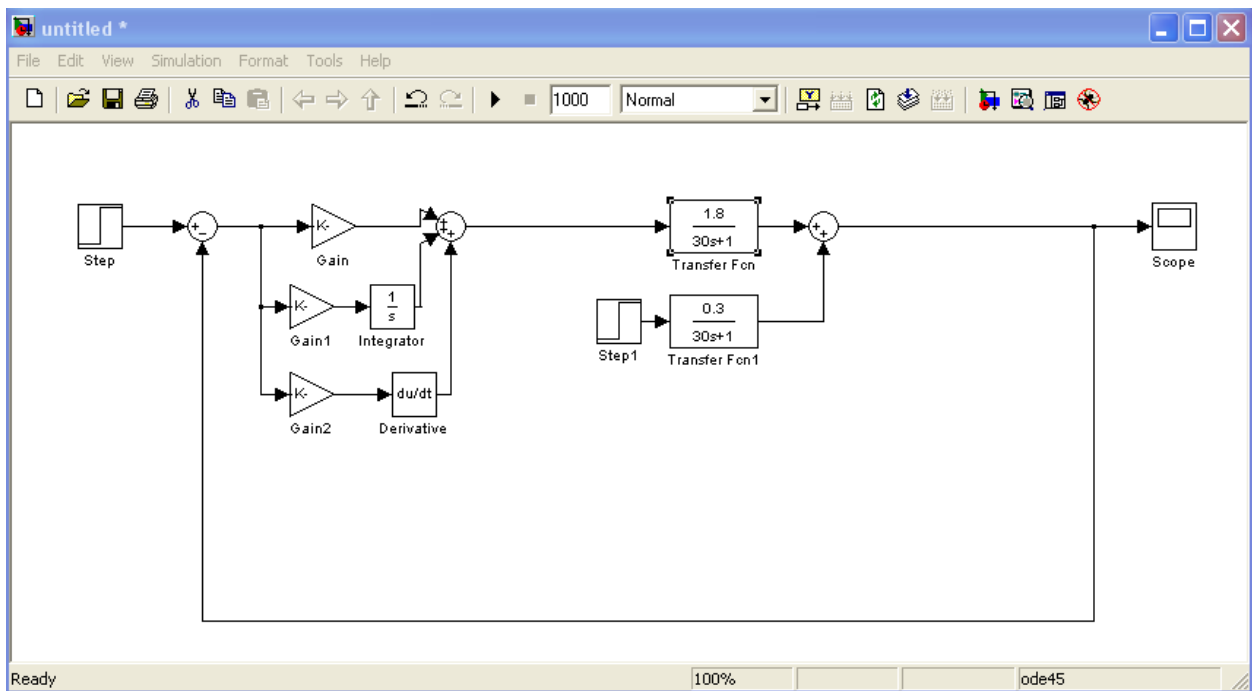


Рис.7.4. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

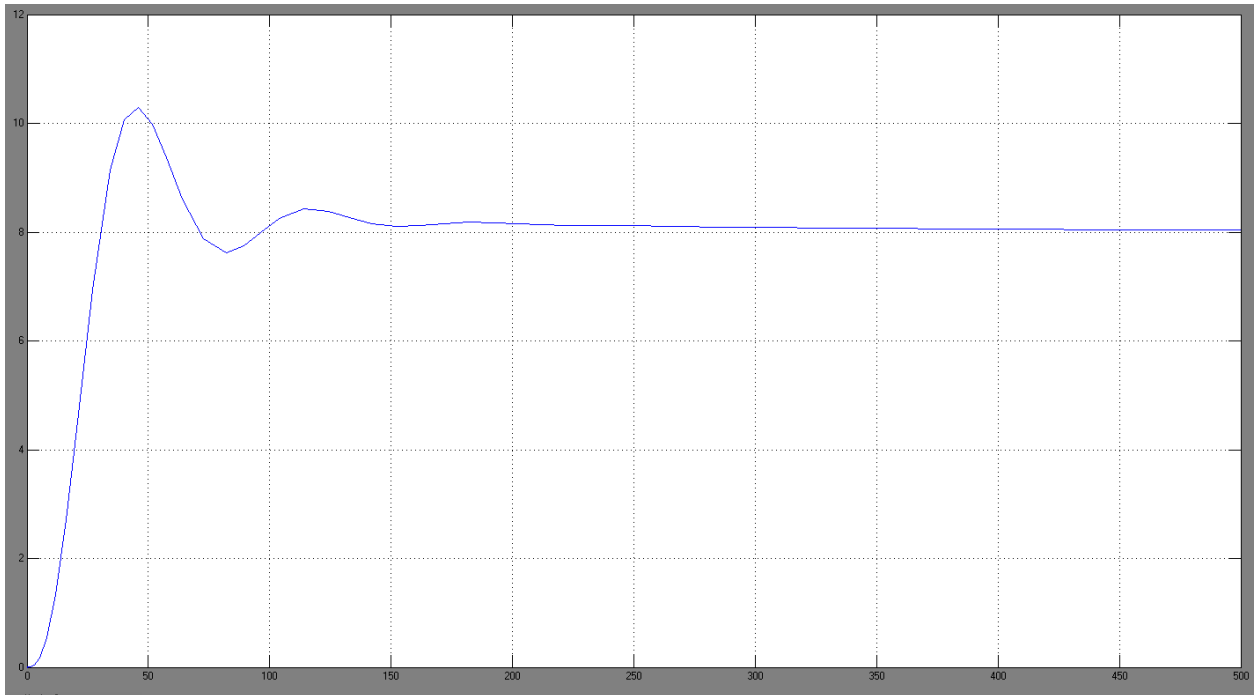


Рис.7.5. Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (2,3 - 0,4) / 2,3 = 0,83; \quad A1 = X1_{\max} = 2,3^{\circ}\text{C}; \quad \Delta X_{\text{ст}} = 0^{\circ}\text{C};$$

Висновок: В даному розділі була складена структурна схема АСР, та розраховані оптимальні настройки ПІД-регулятора методом Циглера-Ніколсона. Ступінь затухання $\phi=0,83$, що характеризує систему з кращої сторони.

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі була розглянута система автоматизації управління бродильним відділенням пивзаводу. Мною була розроблена АСУ на базі контролера Siemens S7-1500 від Siemens, для даного об'єкта, тут були застосовані пристрої для виміру температури, пристрою для вимірювання рівня, засоби обліку 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, реалізував програму та імітацію роботи об'єкта, підібрав пристрої для підключення до контролера, навів схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

В подальшому використанні цієї апаратури, воно буде застарілим та нестиме втрати в прибутку підприємству якщо порівнювати з новітніми технологіями, що буде розроблено, тому рекомендовано модернізувати АСУ після досягнення певного прибутку після окупності за для підвищення ККД об'єкта та збільшенню прибутку підприємству.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Трегуб, В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. — Київ: Ліра-К, 2014. — 344 с.
3. Ельперін, І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі UnityPro: навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. — Київ: Ліра-К, 2013. — 340 с.
4. Сідлецький, В.М. Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок: навч. посібник / О.І. Левченко, В.М. Сідлецький. — Київ: НУХТ, 2014. — 227 с.
5. Ладанюк, А.П. Системний аналіз складних систем управління: навч. посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко. — Київ: НУХТ, 2013. — 274 с.
6. Трегуб, В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навч. посібник / В.Г. Трегуб. — Київ: НУХТ, 2006 — 139 с.
7. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. — Київ: Ліра-К, 2011. — 552 с.

[1] – Бродильне відділення пивзаводу. URL:

<https://www.czechminibreweries.com/uk/production/technology-fermentation-maturation-process/>

[2] – TA2812. URL: <https://www.ifm.com/ru/ru/product/TA2812>

[3] – PA3020. URL: <https://www.ifm.com/ru/ru/product/PA3020>

[4] – LR3300. URL: <https://www.ifm.com/ua/ru/product/LR3300>

[5] – SM0510. URL: <https://www.ifm.com/ru/ru/product/SM0510>

[6] – Kemtrak TC007. URL: <https://www.kemtrak.com/product/tc007/>

[7] - FR-F740-00250-EC. URL: <https://www.rivkora.ru/fr-f740-00250-ec.html>

[8] – Siemens S7-1500. URL: [https://www.siemens-pro.ru/components/s7-](https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1500.htm)

[1500.htm](https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1500.htm)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

[9] – TIA Portal. URL:

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>

[10] – Zenon Scada. URL: <https://www.copa-data.com.ua/zenon-v-ukraine/znakomstvo-s-zenon>

[11] - МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» - НУХТ, 2020 , Укладачі: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78