

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
_____ Форсюк А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червень 2021 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ельперін І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червень 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації виробництва пивного сусла та його виброджування

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-Зск

_____ Шапошніков Максиу Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Міркевич Роман Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Риженко Є.С.
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

«29» квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шапошнікову Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації виробництва пивного суслу та його виброджування*

керівник роботи *к.т.н., ст. викл. Міркевич Роман Миколайович*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи «2» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	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 Шапошніков М.С.

_____ (підпис)

Керівник роботи Міркевич Р.М.

_____ (підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячений розробці системи автоматизації сушварильного апарату.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора. В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: Unity PRO, Schneider Electric, сушварильний котел, об'єкт управління.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						4
		№ докум.	Підпис			

Abstract

This qualification work is devoted to the development of the automation system of the wort welding machine.

The project has developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, automation scheme, configuration scheme, basic schemes of control and signaling.

Developed software for this department. The program is developed in the Unity PRO software from Schneider Electric. The program's performance was tested on a real controller.

The project considers in detail the options of technological solutions for the implementation of the automation system, as well as an analysis of the existing and developed system. A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters. In the course of work the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

Keywords: Unity PRO, Schneider Electric, wort boiler, control facility.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						5
		№ докум.	Підпис			

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	15
2. Система автоматизації.....	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	16
2.2. Схема автоматизації.....	15
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	27
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	30
3.1. Загальна схема підключення.....	30
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	34
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру.....	34
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	35
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	35
3.2.4 Опис схеми підключення.....	35
3.3. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	36
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	55
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).	59
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	68
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	68
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	72
7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	74
Висновки.....	80
Бібліографічний список.....	81

					Кваліфікаційна робота	Лист
						6
		№ докум.	Підпис			

Вступ

Пивоваріння – це галузь харчової промисловості, що виробляє пиво методом ферментації. Пиво – це слабоалкогольний пінистий напій, одержаний із пророслих і непророслих зернових культур спиртовим зброджуванням охмеленого сусла пивними дріжджами. виготовлений шляхом звичайного бродіння.

Галузь пивоваріння є складовою харчової промисловості ,і хоча вона не виробляє продукти першої необхідності ,але попит на її продукцію завжди був високим. Підприємства пивоварної промисловості забезпечують значні надходження до державного бюджету.

На сьогодні в Україні існує 51 пивоварне підприємство - майже вдвічі менше, ніж на початку 1991 року, коли їх було 115. Певною мірою це пояснюється припиненням діяльності дрібних підприємств із невеликими обсягами виробництва, які не витримали конкуренції з потужними компаніями.

Водночас пивоварна галузь виявилась досить привабливою для іноземних інвесторів, які методично скуповують всі великі пивоварені заводи України.

Технологічний процес виробництва пива складається з наступних основних операцій : прийому, зберігання, очищення і подріблення солоду, виготовлення пивного сусла, отримання чистої культури дріжджів, бродіння пивного сусла, освітлення і розлив пива в пляшки, бочки, автоцистерни. В свою чергу отримання пивного сусла з процесів приготування затора, кип'ятіння сусла з хмелем, освітлення і охолодження сусла.

Об'єктом дослідження даного курсового проекту є розроблення системи автоматизації суслотварильної машини, як одного з основних процесів виробництва пива.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						7
		№ докум.	Підпис			

1. Опис об'єкта автоматизації

Кип'ятіння сусла з хмелем є невід'ємним і дуже важливим технологічним процесом. При цьому відбувається екстрагування і перетворення гірких і ароматичних речовин хмелю (охмелювання сусла), осаджування (коагуляція) високомолекулярних білків, інактивація ферментів, стерилізація сусла, утворення редуцувальних речовин, випаровування частини води, яка впливає на якість пива. Тому важливо правильно і розумно проводити даний процес, так як від нього залежить кінцевий вихід продукту, економіка і конкурентоспроможність підприємства в цілому.

Отримане в процесі фільтрування сусло кип'ятять протягом 1-2 год із додаванням хмелю. При кип'ятінні сусла в нього переходять гіркі й ароматичні речовини хмелю, одночасно коагулюють білки.

Кип'ятіння сусла ведуть у сусловарочних казанах, у яких створюються всі умови для інтенсивного кип'ятіння сусла. Кінцевим продуктом після стадії кип'ятіння є гаряче охмелене сусло.

Сусловарильний котел. У сусловарильному котлі сусло інтенсивно кип'ятять протягом 60-70 хв, і тому котел повинен бути обладнаний потужним обігрівом. Із часом відбувалася зміна способів обігріву котла, що змінило і його форму. По типу обігріву сусловарильних котлів розрізняють:

1. сусловарильні котли із прямим обігрівом;
2. сусловарильні котли з паровим обігрівом;
3. сусловарильні котли з обігрівом гарячою водою.

У цей час частіше використовується обігрів сусловарильного котла за допомогою пари.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Шапошніков М.С.			Розробка системи автоматизації виробництва пивного сусла та його виброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Міркевич Р.М.				8	8	
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Останнім часом здобувають популярність сусловарильні котли з кип'ятінням при низькому надлишковому тиску. Основна ідея кип'ятіння при низькому надлишковому тиску полягає в тому, що ряд біохімічних процесів перетворення речовин протікає швидше, якщо тиск, а з ним і температура кип'ятіння вище 100°C.

Сусловарильні котли з кип'ятінням при низькому надлишковому тиску виготовляються як герметичні котли, розраховані на максимальний надлишковий тиск 0,5 бар, і оснащуються необхідною для цього запобіжною арматурою на випадок перевищення тиску й утворення вакууму. Обігрів сусла відбувається за допомогою винесеного або внутрішнього кип'ятильника. Конденсатор вторинної пари розраховується відповідно на рівень тиску в котлі, так що може використовуватися більш висока температура вторинної пари.

Сусло кип'ятять 60-70 хвилин при 103-106°C. Ступінь випару при кип'ятінні з використанням низького надлишкового тиску становить близько 6%. Пара, що утворюється конденсується у конденсаторі, що дає змогу економити енергію.

Кип'ятіння виконують або в розташованому поза межею казана виносному кип'ятильнику, через який прокачують сусло, або у внутрішньому кип'ятильнику, при використанні якого сусло нагрівається в сусловарильному котлі.

Хміль та хмелепродукти

Хміль - багаторічна рослина з сімейства конопляних, наземна частина рослини щорічно розвивається від кореня. Культуру хмелю розводять шляхом висадки обрізаних підземних пагонів з бруньками.

Хміль надає пиву приємний гіркий смак та специфічний аромат, сприяє видаленню з пивного сусла деяких білків, як антисептик подавляє розвиток мікроорганізмів, утворюючи нормальні умови для життєдіяльності дріжджів, збільшує піностійкість та біологічну стійкість пива. Найбільшу цінність для

					Кваліфікаційна робота	Лист
						9
		№ докум.	Підпис			

пивоваріння являють специфічні складові частини хмелю - гіркі речовини, хмелеве масло та дубильні речовини.

Гіркі речовини хмелю являються найбільш цінними складовими частинами його, які не зустрічаються в інших рослинах. В групу гірких речовин входять власне хмелеві смоли (м'яка α -смола, м'яка β -смола, γ -смола) та гіркі хмелеві α - та β -кислоти. Хмелеві смоли - амфорні речовини, а гіркі α - та β -кислоти - кристалічні речовини.

Гіркі речовини хмелю мають велику молекулярну масу, погано розчиняються у воді, при кипінні в солодовому суслі дають високодисперсні розчини та лише частково справжні розчини солей гірких кислот, розчинність гірких речовин залежить від рН середовища; вона збільшується також у випадку значного вмісту карбонатних солей та наявності в рідині стійко розчинних білкових речовин. Розчинність гірких речовин хмелю зростає при збільшенні лужного середовища та знижується із збільшенням кислотності.

Гіркі речовини хмелю являються найбільш цінними складовими частинами його, які не зустрічаються в інших рослинах. В групу гірких речовин входять власне хмелеві смоли (м'яка α -смола, м'яка β -смола, γ -смола) та гіркі хмелеві α - та β -кислоти. Хмелеві смоли - аморфні речовини, а гіркі α - та β -кислоти - кристалічні речовини.

Гіркі речовини хмелю знаходяться головним чином в лупуліні. В повітряно-сухому хмелі середній склад гірких речовин складає 16%, в тому числі α -кислоти - 6%; β -кислоти - 3%; м'які β -смоли та α -смоли - 5%; тверді смоли - 2%.

При кипінні сусла з хмелем дубильні речовини хмелю покращують процес коагуляції білків та сприяють осадженню їх з розчину при охолодженні сусла.

В хмелі міститься значна кількість целюлози, яка в процесі виготовлення сусла не змінюється та повністю переходить в хмелеву дробину.

В хмелі виявлено 12 - 14% пектину, який частково переходить в готове пиво, збільшуючи стійкість піни. В числі інших вуглеводів в хмелі міститься

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						10
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

глюкоза (1,55%) та фруктоза (2,1%), гумі подібні речовини та пектозани, що являють собою основну частину оболонки лупілінових зерен. В хмелі також знайдено віск, холін, аспарагін, триметиламін, гістидин, аргінін, бетаїн, аденін, гіпоксантин, альбумози та пептони, сірка, сліди миш'яку та міді.

Гіркі речовини хмелю являють собою без азотні зв'язки важкого хімічного складу. В них розрізняють п'ять основних складових частин: гіркі α - та β -кислоти; м'які α - та β -смоли та тверді γ -смоли. Найбільш вивчені α -кислота (C₂₁H₃₀O₅) - гумулон та β -кислота (C₂₆H₃₈O₄) - лупулон.

Гіркі речовини хмелю мають велику молекулярну масу, погано розчиняються в воді, при кипінні в солодовому суслі дають високодисперсні розчини та лише частково справжні розчини солей гірких кислот, розчинність гірких речовин залежить від рН середовища; вона збільшується також у випадку значного вмісту карбонатних солей та наявності в рідині стійко розчинних білкових речовин.

Розчинність гірких речовин хмелю зростає при збільшенні лужного середовища та знижується із збільшенням кислотності. Встановлена висока антибіотична активність гірких речовин хмелю по відношенню до ряду мікроорганізмів, сприяючих пивоварному виробництву, особливо молочно кислих бактерій та сарцинів. Найбільшу антибіотичну активність мають α -кислота та α -смола, меншу - β -кислота та β -смола. Тверді γ -смоли антибіотичними властивостями не володіють. β -кислота знешкоджує розвиток грампозитивних бактерій, але не виявляє антибіотичної дії на дріжджі.

Дубильні речовини містяться в шишках хмелю в кількості 2-5%. Розподіляються вони по окремим частинам шишки таким чином: в листочках їх 74%, в лупуліні 22%, в стеблах 4%.

Застосування хмелепродуктів дає істотні переваги, а саме:

– завдяки застосуванню гомогенних хмелепродуктів можна одержати рівномірну гіркоту пива;

– хмелепродукти можна зберігати практично необмежений час; підвищується вихід гірких речовин;

– стають непотрібними хмелевідбірники;

– хмелепродукти можна дозувати автоматично.

Найпоширеніші хмелепродукти - це гранульований хміль і екстракти хмелю.

Гранули в порівнянні із шишковим хмелем збільшують вихід гірких речовин приблизно на 10%. Як розчинник при виробництві хмельових екстрактів сьогодні використовують переважно рідкий CO₂ або етанол. Отриманий за допомогою CO₂ екстракт хмелю в цей час знаходить широке застосування.

Способи додавання і норми витрат хмелю. Витрати хмелю залежать від сортових особливостей пива, але світлі сорти завжди охмелюються сильніше, ніж темні. При охмелінні сусла, виготовленого на м'якій воді, потрібні більші втрати хмелю, ніж при використанні жорсткої води. Хмелеві речовини не повністю розчиняються в суслі: частина їх залишається в хмелевій дробині, частина зв'язується зі звернутими білками сусла, а частина окислюється та руйнується.

В готове сусло переходить лише 30% всіх гірких речовин використаного хмелю. Втрати гірких речовин хмелю проходять також при бродінні та доброджуванні. На величину втрат впливають способи внесення та тривалість кипіння його з суслom.

Способи внесення його в сусло різноманітні та залежать від якості і кількості хмелю, а також від потрібної степені охмеління сусла. Задають хміль в один, два, три та навіть чотири способи.

Процеси, що відбуваються при кип'ятінні сусла

Фільтроване перше сусло й промивні води направляють у сусловарильний апарат і піддають кип'ятінню й охмелінню протягом 1-2 годин. Метою кип'ятіння є стабілізація складу сусла й ароматизація його хмелем. Кип'ятінням

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						12
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

досягається упарювання сусла до встановленої для кожного сорту пива концентрації, екстрагування із хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків і стерилізація сусла, а також підвищення кислотності та кольоровості сусла.

Білки утворюють великі хлоп'я, а сусло освітлюється. Великий вплив на цей процес оказують дубильні речовини солоду та хмелю, а також рН сусла. Дубильні речовини хмелю, добре розчинні в воді, володіють здатністю осаджувати білки, в тому числі й неосаджувані дубильні речовини солоду.

Основним джерелом спеціальної хмелевої гіркоти при охмелінні сусла є α -кислота (гумулон), яка при кипінні ізомеризується перетворюючись в ізогумулон; добре розчинний в суслі, в той час як α - і β -кислоти в воді та в суслі слабо розчиняються. Гіркі, ароматичні та дубильні речовини хмелю, перейшовши при кипінні сусла в розчин, надають суслу своєрідний гіркий смак та аромат, характерний для даного сорту пива.

Дубильні речовини хмелю й солоду повністю розчиняються в суслі й зв'язуються з його білками. З пилом із солоду в затор попадає велика кількість різних мікроорганізмів, які якщо їх не знищити, можуть швидко викликати псування пива. При кип'ятінні сусла всі мікроорганізми, що втримуються в суслі, гинуть.

Невелика частина різних фракцій хмільового масла при кип'ятінні сусла видаляється з водяними парами. Але частина фракції хмільового масла перетворюється в нелетку речовину, що залишається в суслі в якості ароматоносія.

При кип'ятінні сусла повністю знищуються ще збережені в ньому в невеликій кількості ферменти. Кислотність сусла трохи підвищується, тому що меланоїдини, що утворюються при кип'ятінні дають кислу реакцію, і, крім того, деяку частину кислотності вносить хміль. Величина рН при повному наборі в суслотоварильному котлі без підкислення затору становить близько 5,5-5,6, а рН гарячого охмеленого - близько 5,4-5,5.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						13
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Охмеління сусла відбувається CO₂-екстрактом хмелю (4%) та ізомеризованим гранульованим хмелем (96%). Для охмеління сусла гранульованим хмелем встановлена установка ізомеризації, що складається з ємності для ізомеризації, теплообмінника для підігріву води та насоса для циркуляції та перекачки суспензії у сусловарильний апарат.

Для кип'ятіння пивного сусла з хмелем і випарювання частини води для отримання сусла з визначеною густиною призначені сусловарильні апарати. За конструкцією ці апарати представляють собою заварений циліндричний резервуар з паровим патрубком, сферичним дном і кришкою, що забезпечує інтенсивну кругову циркуляцію киплячого сусла. В апаратах відкритого типу ВСЦ-1 і ВСК-5(на 1000 чи 5000 кг затору) інтенсивність випарювання складає 5...6% при часі кипіння 1,5...2 год. При кип'ятінні сусла під тиском 0,3...0,5 МПа в котлах ВСЦ-1,5 і ВСК-3 (на 1500 і 3000 кг затора) досягається більш повна коагуляція білка, підвищується біологічна стійкість пива і коефіцієнт теплопередачі.

Інтенсивна циркуляція сусла забезпечується роботою мішалки і нерівномірністю нагріву біля стінок і всередині котла. Так як сусло біля стінок нагрівається сильніше за рахунок більшої поверхні теплопередачі, ніж всередині, то біля стінок утворюються бульбашки пари, що витісняються більш густішою і холодною рідиною в середині котла. Таким чином забезпечується безперервне переміщення сусла.

Для обігріву сусловарильних апаратів, що працюють під тиском, можна використувати вторинну пару, що знижує витрату грючої пари. Найбільш простий спосіб використання вторинної пари – випарка з термокомпресією.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						14
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Апарат, агрегат	Параметри, що підлягають контролю і сигналізації	Оптимальні значення параметрів	Допустимі технологічні відхилення параметрів	Аварійні відхилення параметра	Функції системи контролю і сигналізації			
					Вид контролю	Вид інформації	Сигна лізація	
							Сві тлова	Зву кова
Сушварильний апарат	час ип'ятіння, хв	75	+5 -5	+25 -25	Неперервний	П	-	-
	pH	5,4	+0,1 -0,1	+0,3 -0,3	Перервний	П	-	-
	Витрата сусла, л/год	10	+0,5 - 0,5	+2 -2	Перервний	П	-	-
	Температура сусла, °С	100	+1 -1	+2 -2	Неперервний	П	+	-
	Рівень в апараті, %	75	+5 -5	+10 -30	Неперервний	П	-	-
	Тиск граючої пари, МПа	0,3	+0,02 -0,02	+0,05 -0,05	Неперервний	П	-	-
	Температура гарячої води, °С	90	+10 -10	+15 -15	Неперервний	П	-	-
	Витрата хмелевої дробини, л/год	1:2-2,5 до гарячої води на порцію	-	-	Неперервний	П	-	-
	Витрата промивної води, л /год	5	+3 -3	+5 -5	Перервний	П	-	-
	Тиск в апараті, МПа	0,02	+0,01 -0,01	+0,05 -0,05	Неперервний	П	+	-
	Густина сусла на виході, кг/м3	1200	+10 -10	+15 -15	Неперервний	П	+	-

Кваліфікаційна робота

Лист

15

№ докум.

Підпис

2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Температура

В даному курсовому проекті для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Danfoss MBT9110. Даний перетворювач стійкий до даних умов експлуатації, має нижчу ціну в порівнянні з іншими перетворювачами, та простота в експлуатації виділяють його серед інших.

Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t .

Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля $\pm 0,1$ °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Шапошніков М.С.			Розробка системи автоматизації виробництва пивного сусла та його виброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Міркевич Р.М.					16	14
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-ЗСК		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури Rosemount 148.

Вимірювальний перетворювач температури Rosemount 148 з вихідним сигналом 4-20 мА

Rosemount 148 - це недорогий перетворювач температури, який використовується в поєднанні з первинними перетворювачами різних типів для будь-яких застосувань. Rosemount 148 скорочує витрати на кабель і монтаж і забезпечує чудову точність і надійність вимірювань.

Переваги:

- Збільшення експлуатаційні характеристики в порівнянні з дротяними датчиками
- Сигнал 4 - 20 мА менш чутливий до перешкод
- Компенсація температури навколишнього середовища покращує експлуатаційні характеристики і якість обробки даних
- Безпосередній монтаж датчика
- Широкий асортимент захисних корпусів
- Простий у використанні комп'ютерний інтерфейс
- Універсальний вхід: 2,3,4-х провідні термометри опору і термопари, Ом, мВ

Тиск

В дипломному проекті використовуються перетворювачі тиску Danfoss MBS3000. Їхня перевага полягає в тому, що вони є простими в монтажу та установці, і є відносно недорогими засобами вимірювання тиску.

Компактний перетворювач тиску MBS 3000, призначений для використання майже у всіх промислових областях застосування, забезпечує

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						17
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

надійне вимірювання тиску навіть в жорстких умовах навколишнього середовища.

Широка номенклатура перетворювачів передбачає вихідні сигнали 4-20 мА, 0-5 В, 1-5 В, 1-6 В і 0-10 В, вимір абсолютного і надлишкового тиску, діапазони вимірювання від 0-1 до 0-600 бар, а також використання найрізноманітніших штуцерів і електричних штекерів.

Відмінна виброустойчивість, міцна конструкція, а також високий ступінь електромагнітної сумісності та захисту від радіоперешкод забезпечують відповідність перетворювача тиску найбільш суворим вимогам, що пред'являються до промислових установок.

Вихідний сигнал: 4-20 мА (стандартно)

Робоча температура: від -40 до 85 °С

Діапазон вимірювань: 0-1 ... 0-600 бар

Для використання в промисловості при жорстких умовах зовнішнього середовища, наприклад, в насосах, компресорах, пневматичних системах і водоочисних установках.

Вимірюваного середовища Рідини, газу

Робочий діапазон температур Від -40 °С до 85 °С

Діапазон температур при транспортуванні Від -50 °С до 85 °С

Діапазон компенсованих температур Від 0 °С до 85 °С

Матеріал, що контактує із середовищем кислотостійку нержав. сталь AISI 316L (DIN17440-1.4404)

Клас захисту корпусу IP65 / IP67 / IP69K

Точність вимірювання $\pm 0,5\%$ діапазону вимірювань (тип.), $\pm 1,0\%$ FS (макс.)

Тиск перевантаження 6 кратний верхня межа вимірювань (в залежності від

					Кваліфікаційна робота	Лист
						18
		№ докум.	Підпис			

діапазону вимірювань), max. - 1500 бар

Тиск розриву 2000 бар

Електричне з'єднання Штепсельний роз'єм DIN 43650 (Pg9), екранований кабель (2м.), роз'єм AMP 173065 (Econoseal), IEC 947-5-2 (M12x1), ISO 15170-A1-3.2-Sn, AMP Superseal

Вихідний сигнал 4 -20 мА, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 В, 0 - 10 В

Час реакції <4 мс

4 -20 мА 9 - 32 В, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У 9 - 30 В

Напруга живлення 0 - 10 В 15 - 30 В

Вплив напруга живлення $\leq 0.05\%$ FS / 10В

Рівень

В дипломному проекті використовується хвилеподібний рівнемір Danfoss AKS 4100. Його перевагою є беззаперечна точність вимірювання рівня рідини.

Рівнемір- це інтелектуальний, двохпровідний рівнемір рівня, що забезпечує безперервний вимір рівня, принцип роботи якого заснований на рефлектометрії. Малопотужні наносекундні імпульси поширюються уздовж зануреного зонда. Коли імпульс досягає поверхні, частина енергії імпульсу відбивається назад до рівнемірів, при цьому різниця в часі між моментом виникнення і моментом відображення імпульсу перетворюється в відстань, з якого розраховується рівень рідини або рівень кордону розділу двох середовищ (див. рис.1.1).

					Кваліфікаційна робота	Лист
						19
		№ докум.	Підпис			

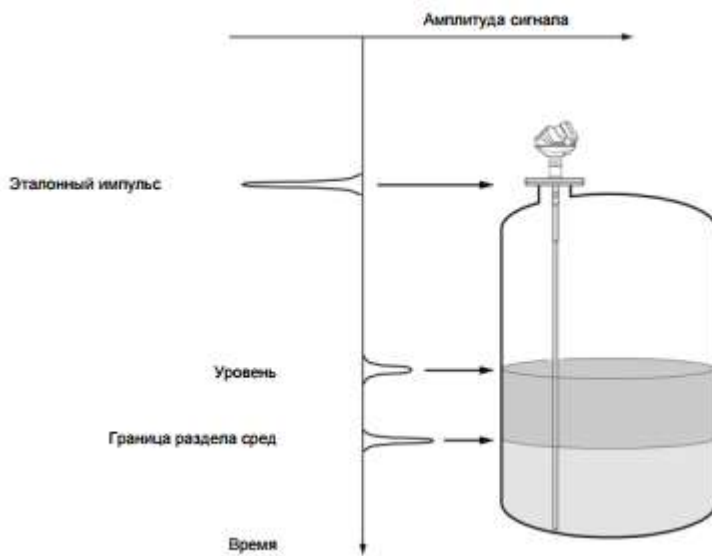


Рис.1.1 Принцип вимірювання рівня

Відбивна здатність продукту є ключовим параметром, що дозволяє проводити вимірювання. Інтенсивність відображення залежить від діелектричної проникності речовини. Середі речовин з високою діелектричної проникністю забезпечує більш інтенсивне відображення (амплітуду сигналу) і розширений діапазон вимірювань. Для фільтрації вимірювальних сигналів від луна-перешкод і шумів використовуються порогові значення амплітуди сигналу. Діелектрична проникність речовини використовується для автоматичного розрахунку порогових значень амплітуди.

Рівнемір призначений для комплексних (загальних) вимірювань рівня більшості рідин, напіврідких і твердих речовин і рівня кордону розділу рідин. Хвилеподібна надвисокочастотна технологія забезпечує найвищий рівень надійності і точності вимірювань, які практично не піддаються впливам температури, тиску, парогазових продуктів, щільності рідини, турбулентності, бурління, кипіння, низькорівневих сигналів, різних діелектричних середовищ, рН, в'язкості.

Електронний перетворювач сигналів рівнеміра AKS 4100 / 4100U випромінює високочастотні електромагнітні імпульси малої інтенсивності з періодом, що дорівнює одній наносекунді, які рухаються уздовж вимірюючої частини рівнеміра (Троса або коаксіального кабелю) вниз до поверхні рідини.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						20
		№ докум.	Підпис			

Імпульси, відбиті поверхнею рідини, прямують назад уздовж вимірює частини рівнеміра до електронного перетворювача AKS 4100 / 4100U. Ці імпульси приймаються електронним перетворювачем, аналізуються і перетворюються в свої рівні рідини. Цей метод називається рефлектометром з тимчасовим дозволом (Time Domain Reflectometry (TDR)) або метод, який використовує спрямовані мікрохвилі. Діелектрична проникність (ϵ_r) рідини є ключовим параметром і безпосередньо вплив на ступінь відображення високочастотних електромагнітних імпульсів. Рідини, що мають високу діелектричну проникність (ϵ_r), такі ж як аміак, добре відображають електромагнітні імпульси. Рідко сти, що мають низьку діелектричну проникність (ϵ_r), такі як CO₂, відображають ці імпульси погано. При величині діелектричної проникності (ϵ_r) холодоагенту більше 1,2 рівнемір AKS 4100 / 4100U зможе визначати рівень рідини, і точність його вимірів не буде піддаватися зовнішнім.

Основні технічні характеристики:

Напруга живлення: 14-30 В постійного струму (хв. / Макс. Величина) для струму 22 мА на виході.

Обмеження для величини напруги, що подається

по температурі навколишнього середовища:

- Для температури від -40 ° С до + 80 ° С (від -40 ° F до + 176 ° F):

16-30 В постійного струму;

- Для температури від -20 ° С до + 80 ° С (від -4 ° F до + 176 ° F):

14-30 В постійного струму;

навантаження

$RL [\Omega] \leq ((U_{\text{внеш.}} - 14 \text{ В}) / 20 \text{ мА})$.

- За замовчуванням (значення вихідного сигналу, при

якому видається повідомлення про помилку, встановлено

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						21
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

на 3,6 мА)

$RL [\Omega] \leq ((U_{\text{внеш.}} - 14 \text{ В}) / 22 \text{ мА}).$

- (Значення вихідного сигналу, при якому видається повідомлення про помилку, встановлено на 22 мА)

Кабельний ввід:

- Для рівнеміра AKS 4100: PG 13, M20 × 1.5;

(Діаметр кабелю: 6-8 мм (0.24-0.31 ")

- Для рівнеміра AKS 4100U: ½ "NPT

Температура холодоагенту:

-60 ° C / 100 ° C (-76 ° F / 212 ° F)

Температура навколишнього середовища:

-40 ° C / + 80 ° C (-40 ° F / + 176 ° F)

Для інтерфейсу «людина - машина»:

-20 ° C / + 60 ° C (-4 ° F / + 140 ° F)

Робочий тиск:

від -1 хат. до 100 хат. (Від -14.5 фунт / дюйм² до 1450 фунт / дюйм²)

Клеми (з пружними затискачами) 0.5-1.5 мм² (~ 20-15 AWG)

Ступінь захисту:

IP 66/67 (~ NEMA тип 4X) механічне з'єднання Версія з тросом / Коаксиальна версія:

- Для рівнеміра AKS 4100: різьбове з'єднання з трубної різьбленням G 1 ".

У комплект поставки входить алюмінієва прокладка.

- Для рівнеміра AKS 4100U: різьбове з'єднання з трубним різьбленням ¾ "NPT.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						22
		№ докум.	Підпис			

Густина

В дипломному проєкті в якості ПВП вимірювання густини сула був використаний проточний густиномір Emerson 7845.

Проточні густиноміри Solartron 7845 і Solartron 7847 з удосконаленою електронікою вимірюють лінійну щільність і лінійну температуру і розраховує базову щільність (використовуючи аналітичну залежність за стандартом API або матрицю приведення) і такі параметри, як ° API, ° Brix, % твердих домішок, масові%, об'ємні % і питома вага, можна навіть виконувати розрахунки по визначається користувачем квадратного рівняння.

Будь-який з цих параметрів може виводитися у вигляді аналогового сигналу (4-20 мА), що дозволяє використовувати його в якості змінного параметра в керованих процесах. При цьому немає потреби в додатковій обробній електроніці. Всі результати вимірювань для використання в промислових системах збору даних можна також отримувати в цифровому вигляді за допомогою вбудованого інтерфейсу зв'язку RS485 (Modbus) або по протоколу HART.

Модифікації проточних плотномеров 7845 і 7847 для застосувань з наявністю вільного газу. Модифікації плотномеров Solartron 7845 і Solartron 7847 спільно з широким набором шкільного приладдя забезпечують також точні і надійні результати з вимірювання щільності рідин з вмістом вільного газу.

Основні характеристики: параметр Тип 7845/47

Основна похибка перетворення щільності До 0.0001 г / см³ *

0.00035 г / см³ в діапазоні 0.6 - 1.2 г / см³

0.0005 г / см³ в діапазоні 0.6 - 1.6 г / см³

Діапазон перетворення щільності 0 - 3 г / см³

					Кваліфікаційна робота	Лист
						23
		№ докум.	Підпис			

Повторюваність 0.00005 г / см³

Додаткова, скоригована похибка перетворення щільності від температури
 $\pm 0.00005 \text{ г / см}^3 / ^\circ \text{C}$

Додаткова, скоригована похибка перетворення щільності від тиску \pm
0.000006 г / см³ / бар

Макс. Робочий тиск 7845 - 100 бар або по класу тиску для фланців

7847 - 20 бар або по класу тиску для фланців

Тиск випробування 1.5 x клас тиску для фланців

Температурний діапазон від -50 до 110 ° C

(До 160 ° C з високотемпературним комплектом)

Механічні характеристики:

Елементи, що контактують з робочим середовищем 7845/7847 -
Нержавіюча сталь 316L

Корпус Нержавіюча сталь 316

Матеріал фланців 7845/7847 - Нержавіюча сталь 316L

Вага 22 кг

Електричні характеристики:

Вимірювання температури Pt100 Ом, 4-провід., Клас А

Харчування 18-28 У пост.тока при 80мА

Вихідні сигнали:

Аналогові вихідні сигнали 2 (+1 з HART-платою, за вибором)

Точність $\pm 0.1\%$ від значення плюс 0.05% від всієї шкали

Повторюваність ± 0.025

Допустимий межа зашкалювання 2-22 мА при 4-20 мА (програмований
стан тривоги)

					Кваліфікаційна робота	Лист
						24
		№ докум.	Підпис			

Імпульсний вихідний сигнал Тип - відкритий колектор. Стан тривоги або частотний, накладений в лінії живлення

Зв'язок RS485, Modbus (стандарт); HART (опція)

Безпека Ex ia IIC T4

Class 1, Division 1, Groups B, C, D

2.2. Схема автоматизації.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів.

Система регулювання процесами в сушварильному апараті є досить складною через завдання регулювання і підтримування на заданому рівні параметрів, що забезпечують достатню кінцеву якість вихідного продукту, та безпеці експлуатації даних засобів автоматизації.

Схема автоматизації сушварильного апарату складається з контурів вимірювання, сигналізації, регулювання витрати, тиску, температури, рівня, густини.

Витрата

Контур регулювання витрати промивної води в апарат складається з первинного перетворювача конструктивно з'єднаного з передавальним перетворювачем у вигляді ультразвукового витратоміра типу Sono 1500 СТ (7а), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмоперетворювач Samson 5111 (7б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (7в), встановлений на трубопроводі подачі води, який змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Також аналогічним чином здійснюється регулювання подачі дробленого солоду в апарат (9-й контур). Проводиться індикація витрати суслу в апарат (8-й контур).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						25
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Тиск

Проводиться індикація тиску в трубопроводі подачі пари в апарат, та тиску в сусло варильному апараті. Вимірювання тиску здійснюється за допомогою манометра Danfoss MBS 3000 (4а,5а) вихідний сигнал з яких в межах 4-20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає екран оператору.

Температура

Індикацію температури пари здійснюємо термометром опору рt100 через перетворювач температури danfoss MBT9110 (1а), значення витрати надходить на екран оператору. Регулювання температури гарячої води після змішувача здійснюється за допомогою термометром опору MBT9110 (2а), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (2б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (2в), встановлений на трубопроводі подачі води, який змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Регулювання температури в апараті здійснюється шляхом подачі в апарат гріючої пари (контур 3).

Рівень

Від контуру регулювання рівня в апараті напряду залежить якість вихідного продукту, ступінь його готовності. Хвилевий рівнемір Danfoss AKS 4100 (6а) виробляє вихідний сигнал 4...20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (6б,6в), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (6г,6д), встановлений на трубопроводі подачі сусла, який змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Густина

Контур регулювання густини впливає на кінцевий стан сусла. Для вимірювання густини був вибраний проточний густиномір Emerson 7845 (10а).

					Кваліфікаційна робота	Лист
						26
		№ докум.	Підпис			

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ Позиц ії за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
1а-3а	Перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	МВТ9 110	Шт.	3	Danfoss
	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	Ом	5	ОАО Тэра
4а,5а	Перетворювач тиску Верхня межа вимірювання – 1.6 Мпа. Клас точності -0,25. Вихідний сигнал: 4...20 мА	MBS 3000	Мпа	2	Danfoss
6а	Рівнемір хвильовий Напруга живлення: 14-30 В постійного струму (хв. / Макс. Величина) для струму 22 мА на виході. Обмеження для величини напруги, що подається Температура навколишнього середовища: - 40 °С / + 80 °С (-40 °F / + 176	AKS 4100	%	1	Danfoss

№ Позиц ії за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
7а-9а	Ультразвуковий витратомір Діапазон вимірюваних витрат: $G = 0,048-120 \text{ м}^3 / \text{год.}$ Номінальний діаметр трубопроводу: $D_u = 15-100 \text{ мм.}$	Sono1 500 СТ	М3/г од	3	Danfoss
10а	Густиномір проточний Основна похибка перетворення щільності До $0.0001 \text{ г} / \text{см}^3 *$ Додаткова, скоригована похибка перетворення щільності від тиску ± 0.000006 $\text{г} / \text{см}^3 / \text{бар}$ Макс. Робочий тиск 7845 - 100 бар або по класу тиску для фланців Температурний діапазон від -50 до 110 ° C Вихідні сигнали: Аналогові вихідні сигнали 2 (+1 з HART- платою, за вибором) Точність $\pm 0.1\%$ від значення плюс 0.05% від всієї шкали Повторюваність ± 0.025 Допустимий межа зашкалювання 2-22 мА при 4-20 мА (програмований стан тривоги) Імпульсний вихідний сигнал Тип - відкритий колектор. Стан тривоги або частотний, накладений в лінії живлення Зв'язок RS485, Modbus (стандарт); HART (опція)	Тип 7845	г/см 3	1	Emerson

№ Позиц її за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
2б,4б, 6б,6в, 7б,9в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 кПа	6111	Шт.	6	Samson
2в,4в, 6г,6д, 7в,9д	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 180 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	3310	Шт.	6	Samson
11а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	s500	Шт.	1	Mitsubis hi

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1. Загальна схема підключення

В даному дипломному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon M340” (креслення 3).

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
- 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуючими механізмами.

					<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>Шапошніков М.С.</i>			<i>Розробка системи автоматизації виробництва пивного суслу та його виброджування</i>			
<i>Перевір.</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					<i>30</i>	<i>25</i>
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»).

При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						31
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			32

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

В дипломному проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 8 каналів кожний ВМХ АМІ 800, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

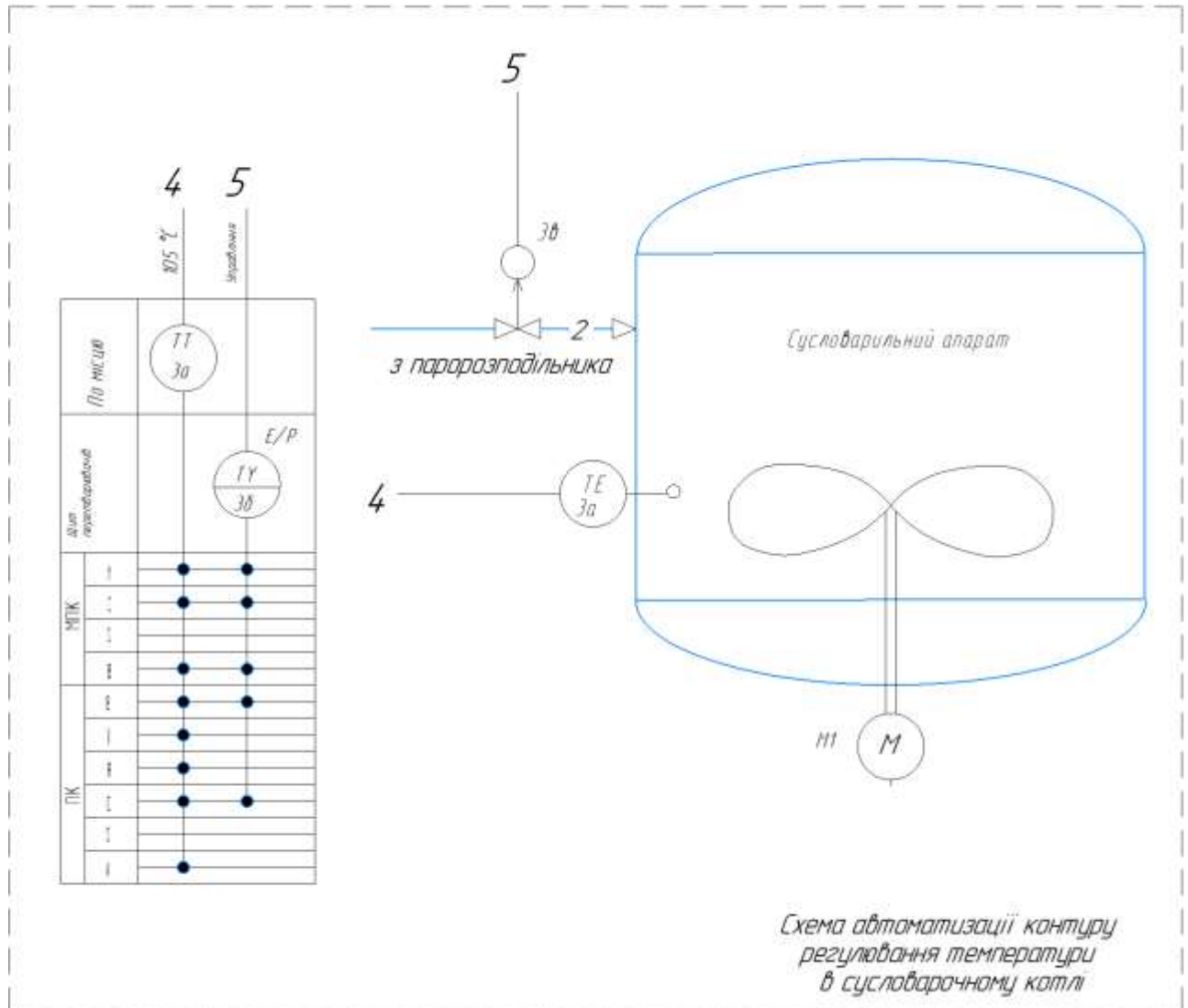
Вихідні ПЗО – ВМХ АМО 0410 – модуль аналогових виходів на 4 канали.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Schneider M340, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

					Кваліфікаційна робота	Лист
						33
		№ докум.	Підпис			

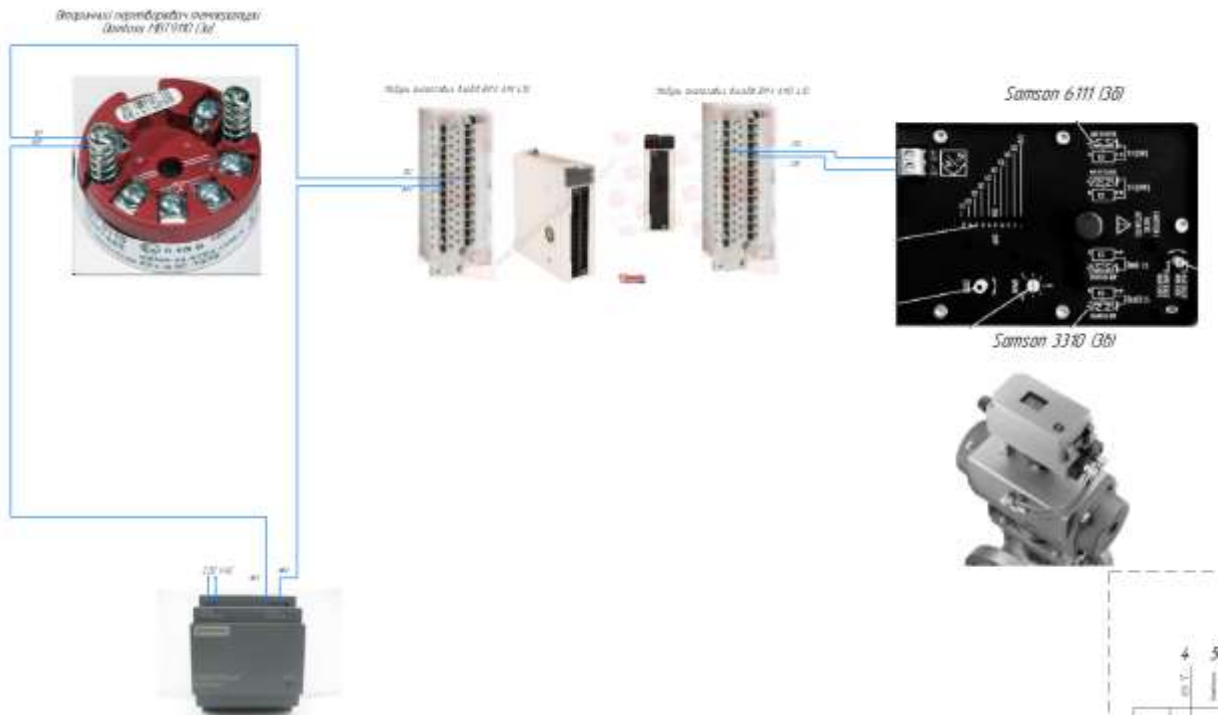
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

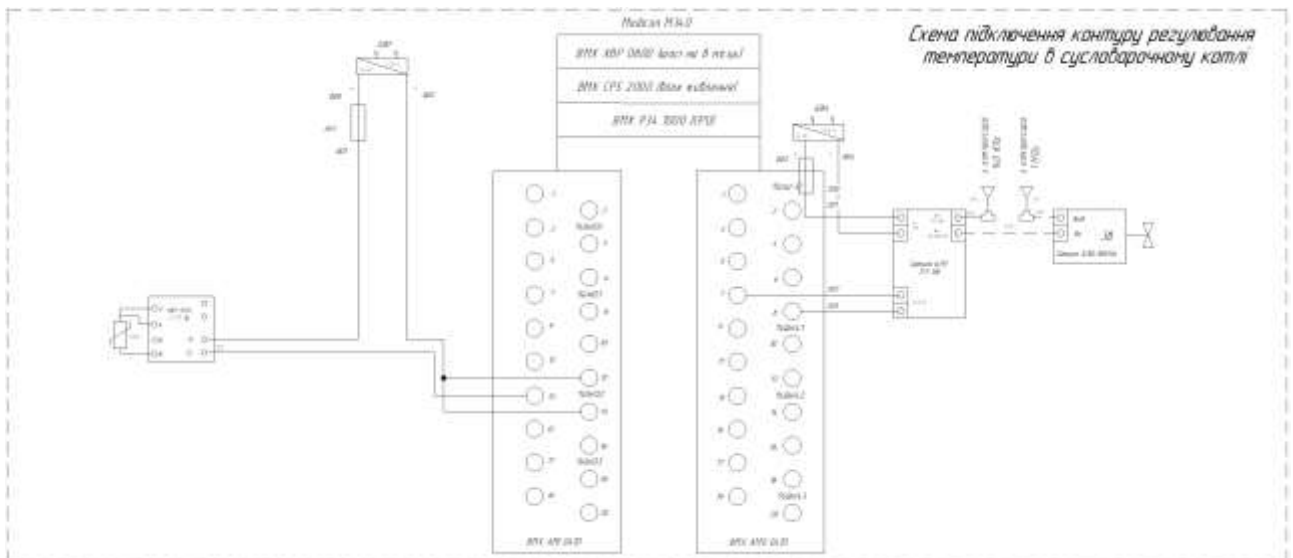


		№ докум.	Підпис	

3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.2.4 Опис схеми підключення

Регулювання температури в котлі здійснюється за допомогою термометром опору МВТ9110 (3а), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (3б), а з

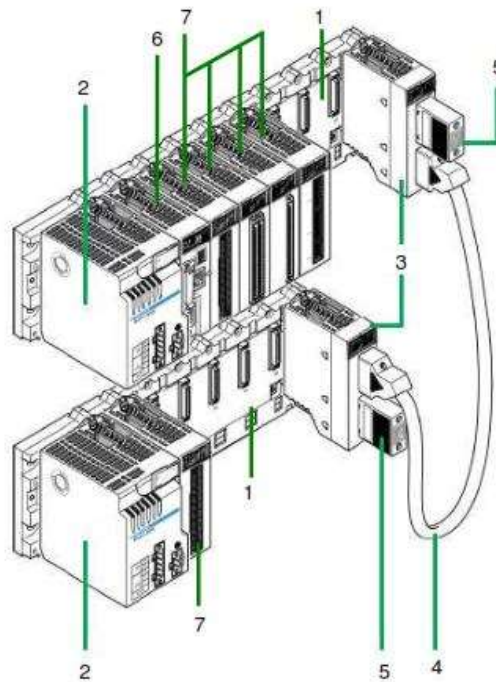
нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (Зв), встановлений на трубопроводі подачі пари в апарат.

3.3. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon M340*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

Modicon M340 – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon M340* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *M340* може включати від 1-го до 4-х *шасі* з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						36
		№ докум.	Підпис			



Конструктивно M340 може складатись з таких основних елементів (рис.3.3):

Рис.1. Архітектура Modicon M340

1. Шасі, на яких встановлюються модулі. 2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі. 3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі. 4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі. 5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури M340. 6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0. 7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь якому посадочному місці.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі (рис.3.). З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину BusX, по якій відбувається як живлення модулів, установлених в шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями

контролера. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку так і з допомогою гвинтів.

Шасі відрізняються за кількістю місць для встановлення модулів, відповідно на 4 (ВМХ ХВР 0400), 6 (ВМХ ХВР 0600), 8 (ВМХ ХВР 0800) та 12 (ВМХ ХВР 1200) позицій. У разі необхідності використовувати велику кількість модулів контролер може складатись з декількох шасі (рис.2.). У цьому випадку в роз'єм ХВЕ кожного шасі встановлюються модулі розширення ХВЕ 1000, які з'єднуються BusX кабелем (кутовим ВМХ ХВС •••К або прямим ТSХ СВУ •••К, де ••• - довжина в дециметрах). Кожен модуль розширення має перемикач за допомогою якого виставляється адреса шасі в діапазоні від 0 до 3 (рис.3.). Послідовність адресації шасі може не співпадати з їх фізичним розміщенням, однак процесорний модуль завжди повинен знаходитись в шасі за номером 0. В кінцевих модулях розширення встановлюють термінатори шини ТSХ ТLY ЕХ типу А та В, відповідно у вхідний роз'єм – для першого модуля розширення та вихідний – для останнього.

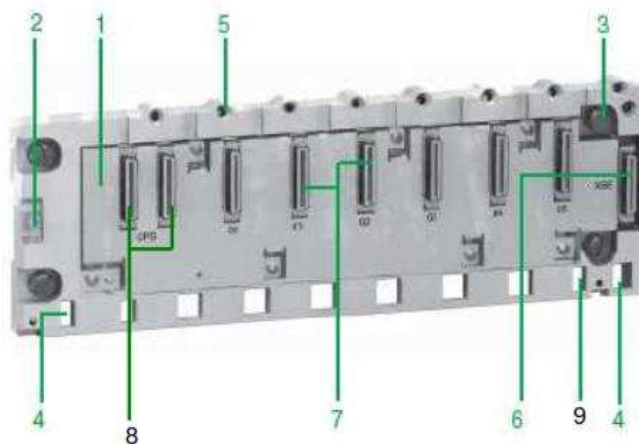


Рис.3.4 Шасі Modicon M340

1. Металева рама. 2. Клема заземлення. 3. Отвори для кріплення шасі. 4. Кріплення для заземлення екранів кабелів. 5. Різьбові отвори під гвинт для закріплення кожного модуля. 6. Роз'єм для модуля розширення (маркований як ХВЕ). 7. Роз'єми для процесорного модуля, модулі вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призна- чення. 8. Роз'єми для

модуля живлення (маркований як CPS). 9. Отвори для установочних штирів модулів.

Всі модулі шасі, включно процесорний, живляться по внутрішній шині від модуля живлення BMX CPS... (рис.4.). Модуль живлення підбирається по типу живлення (постійний або змінний струм) та споживаної потужності і вставляється у кожне шасі в роз'єми з маркуванням CPS (рис.2.). Розрахунок споживаної потужності залежить від кількості і типу модулів, які встановлюються у шасі. Цей розрахунок можна також виконати у програмування UNITY PRO в процесі конфігурування апаратної частини ПЛК. Будь який модуль живлення M340 має аварійне реле, яке відключається при зупинці контролера, або коли система само діагностики виявить некоректне значення вихідної напруги модуля живлення.

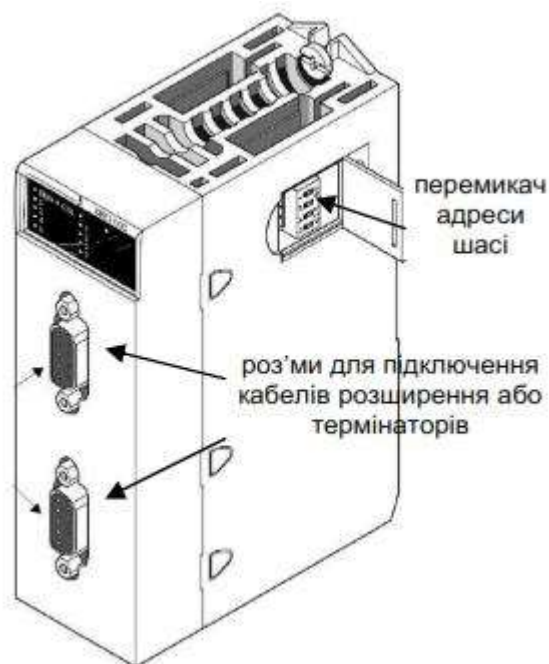


Рис.3,5. Модуль розширення XBE 1000

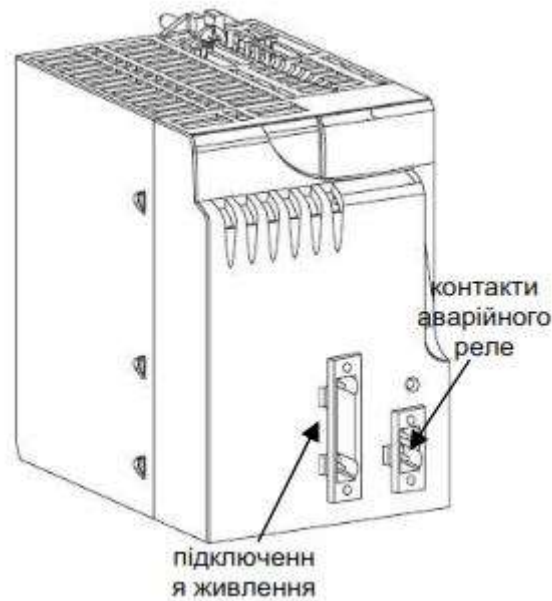


Рис.3.6. Модуль живлення BMX CPS•••

Процесорні модулі М340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

Таблиця 3.1. Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		BMX P34 1000	BMX P34 2000	BMX P34 2010	BMX P34 2020	BMX P34 2030
Макс. кількість	шасі	2				4
	дискретних вх+вих.	512				1024
	аналогових вх+вих	128				256
	лічильних каналів	20				36
Об'єм RAM	загальний розмір	2048 Кб				4096 Кб
	для програм, констант, символів	1792 Кб				3584
	для даних	128 Кб				256 Кб
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250				32464
	локалізовані внутр. слова %MWI					32464
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб				256 Кб
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі М340 є вбудований USB-інтерфейс(рис.5., поз 3), який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього

можна використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем М340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м/



Рис.3.7. Процесорні модулі Modicon M340

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.
3. Роз'єм USB mini B для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI;
4. Відсік для карти пам'яті;
5. Роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, по Modbus RTU/ASCII або символного режиму (маркування чорним кольором);
6. Роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

У спеціальному слоті (рис.5., поз 4) розміщується SD-карта пам'яті.

На карті, що входить у комплект стандартної поставки М340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається загрузочний проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці.

Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації (рис .5.): послідовний Modbus Serial RS-232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім функцій обміну з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

Дискретні модулі.

Загальна характеристика. Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

Таблиця 3.2. Основні технічні характеристики дискретних модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Підключення
Модулі дискретних входів			
BMX DDI1602	16	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI1603	16	48 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1602	16	24 VDC негативна логіка або 24 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1603	16	48 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1604	16	100..120 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI3202K	32	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
BMX DDI6402K	64	24 VDC, позитивна логіка	два 40-конт. роз'єми
Модулі дискретних входів та виходів (змішані)			
BMX DDM16022	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	
BMX DDM16025	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	
BMX DDM3202K	16 Вх	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
	16 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	
Модулі дискретних виходів			
BMX DDO3202K	32	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	40-конт. роз'єм
BMX DDO6402K	64	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	два 40-конт. роз'єми
BMX DDO1602	16	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1612	16	24 VDC, захищені, негативна логіка, 0.1 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAO1605	16	тиристорні 100...240VAC, незахищені, 0.6 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA0805	8	релейні VDC/VAC, незахищені, 3 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA1605	16	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	20-конт. з'ємна кол.

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізольовані від внутрішньої шини. У таблиці 3 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.6. варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.6. варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20-контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTB 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодкою, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням (рис.8., а).



Рис.3.8. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів; 4 – роз'єм для підключення з'ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка ВМХ FTV 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами ВМХ FTV 2010;
- пружинна клемна колодка ВМХ FTV 2020;

З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.7.). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

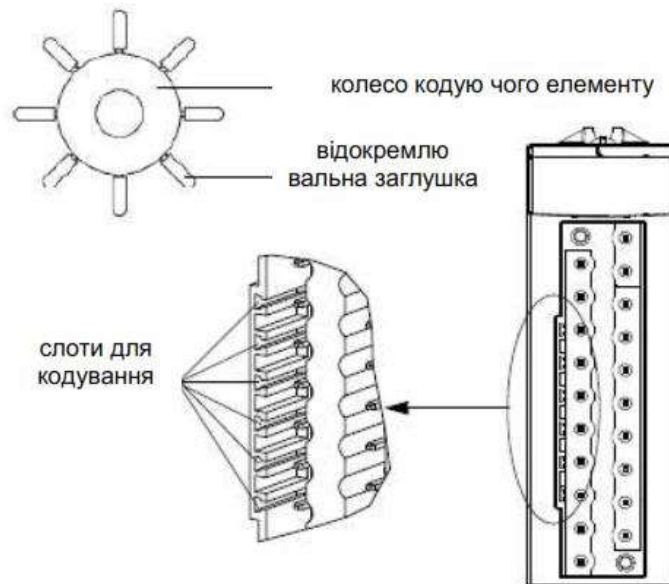


Рис.3.9 Механічне кодування модулів.

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників (рис.8. б);
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast ABE (рис.8.в).

Підключення з використанням кабелів з розпушеним кінцем проводиться через додаткову клемну колодку довільного виробника.

Підключення модулів через кабелі з HE10 з'єднувачами проводиться тільки з використанням спеціальних виносних блоків з клемними колодками системи швидкого монтажу Telefast ABE. Schneider Electric пропонує дуже велику гаму блоків Telefast для дискретних модулів, які відрізняються:

- кількістю та типом каналів, які обслуговує даний блок;
- типом клем (гвинтові, пружинні);
- наявністю розподілення живлення;
- наявністю гальванічних розв'язок між каналами, між блоком та дискретним модулем;

- вбудованими додатковими функціями перетворення сигналу (вбудовані або з'ємні твердотільні або електромеханічні реле на різні потужності);

- наявністю додаткових функцій захисту;
- наявністю світлових індикаторів;
- наявністю можливості ручного включення/відключення сигналу;
- іншими додатковими опціями.

Усі блоки Telefast мають змінний плавкий запобіжник, який захищає входи/виходи модуля від перевантаження.

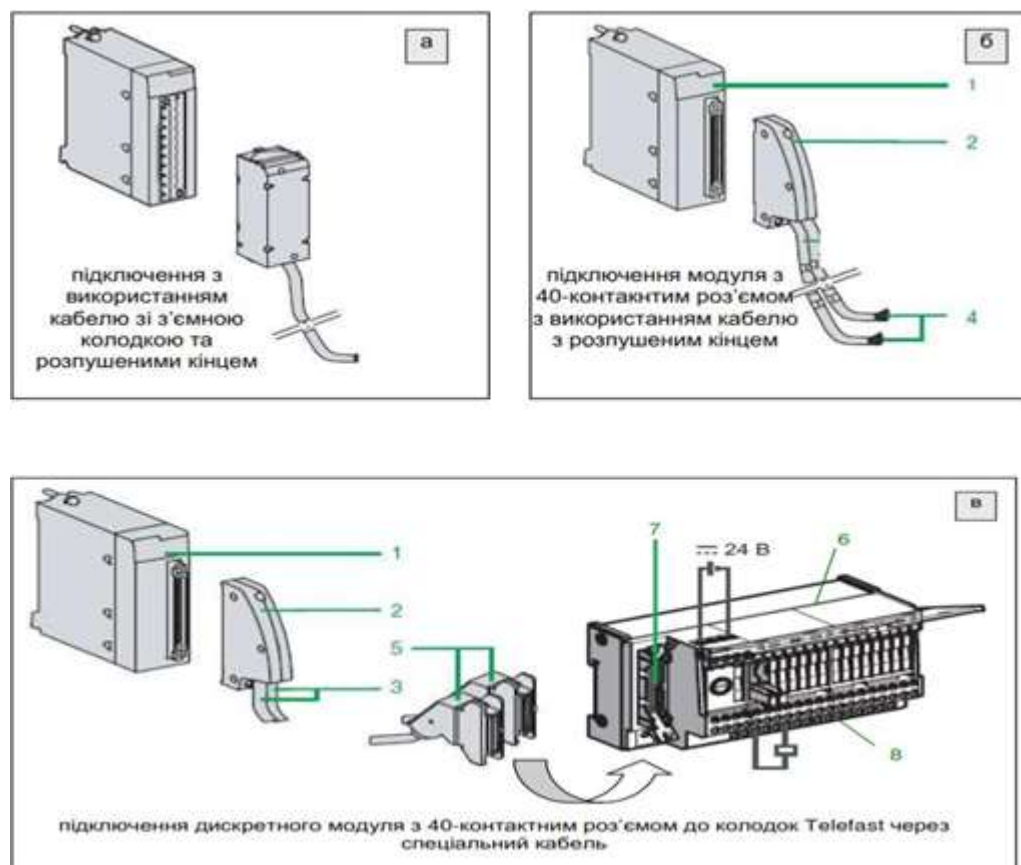


Рис.3.10. Способи підключення технічних засобів до дискретних модулів

1 - дискретний модуль; 2 - 40-контактний роз'єм; 3 – кабель FCC••3; 4 – розпушений кінець кабелю; 5 – з'єднувачі типу HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast; 6 – виносна клемна колодка типу Telefast; 7 – роз'єм типу HE10; 8 – клеми для підключення зовнішніх сигналів;

Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з

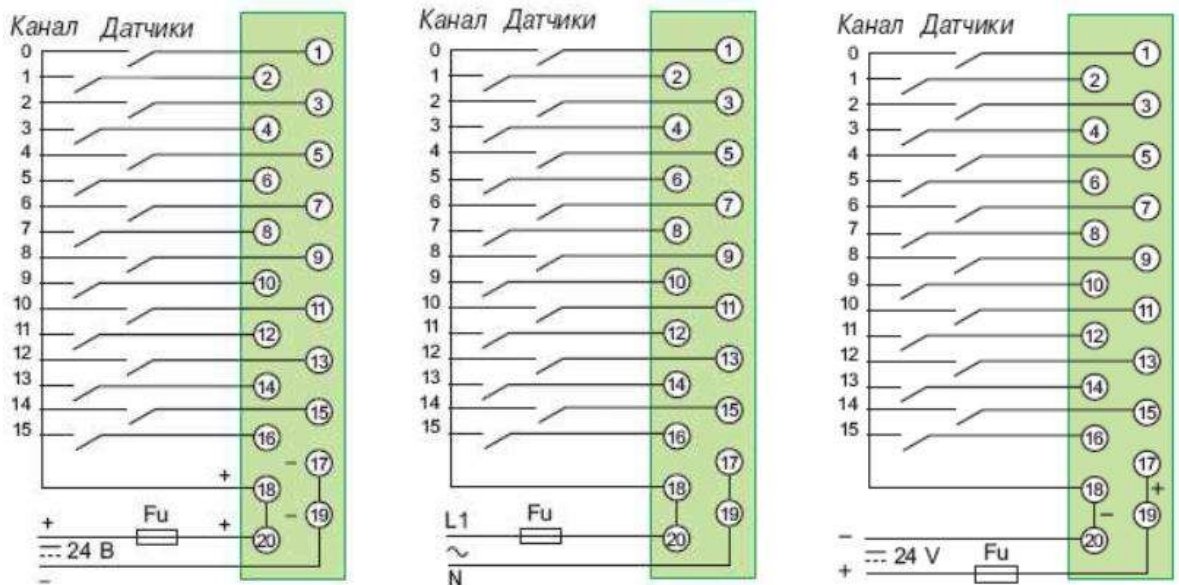
40-контактним з'єднувачем з використанням кабеля FCC••3 (•• - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 4. У таблиці 4 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 4 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 3.3. Монтажні аксесуари для підключення кретних модулів

Позначення модуля	Тип підключення	Спосіб підключення
Модулі дискретних входів		
BMX DD11602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DD11603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DA11602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DA11603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DA11604	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DD13202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DD16402K	40-контактний роз'єм	(кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
Модулі дискретних входів та виходів (змішані)		
BMX DDM16022	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DDM16025	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DDM3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC••3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0

Схеми підключення. На рис. 3.9 – 3.11 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.12. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.



а) BMX DDI 1602 (DC)

б) BMX DAI 1602/1603/1604 (AC)

с) BMX DAI 1602 (DC негат. логіка)

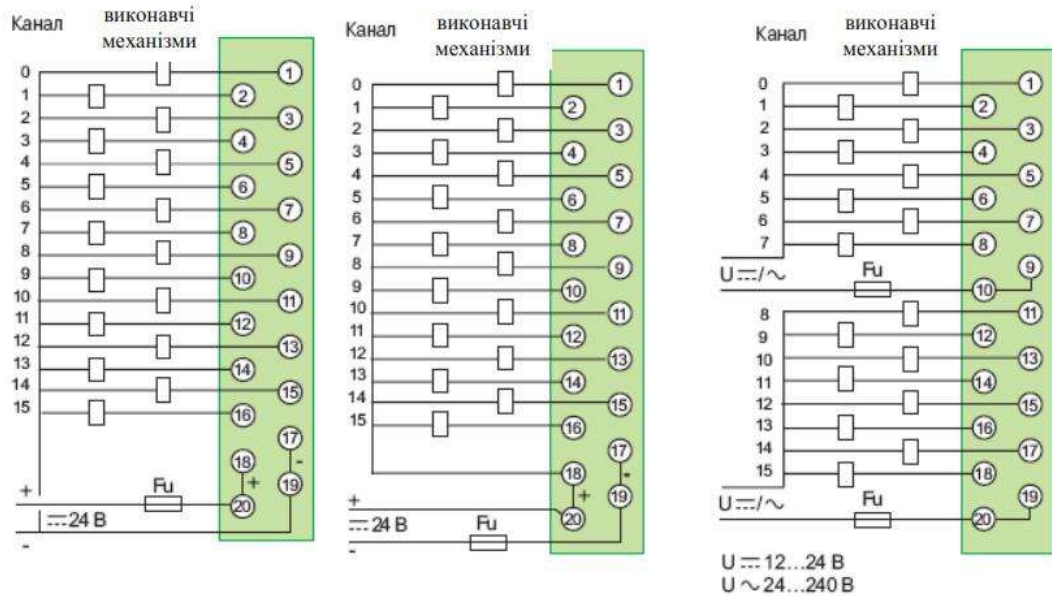
Рис.3.11 Підключення модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

BMX DDO 1602 (DC)

BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)

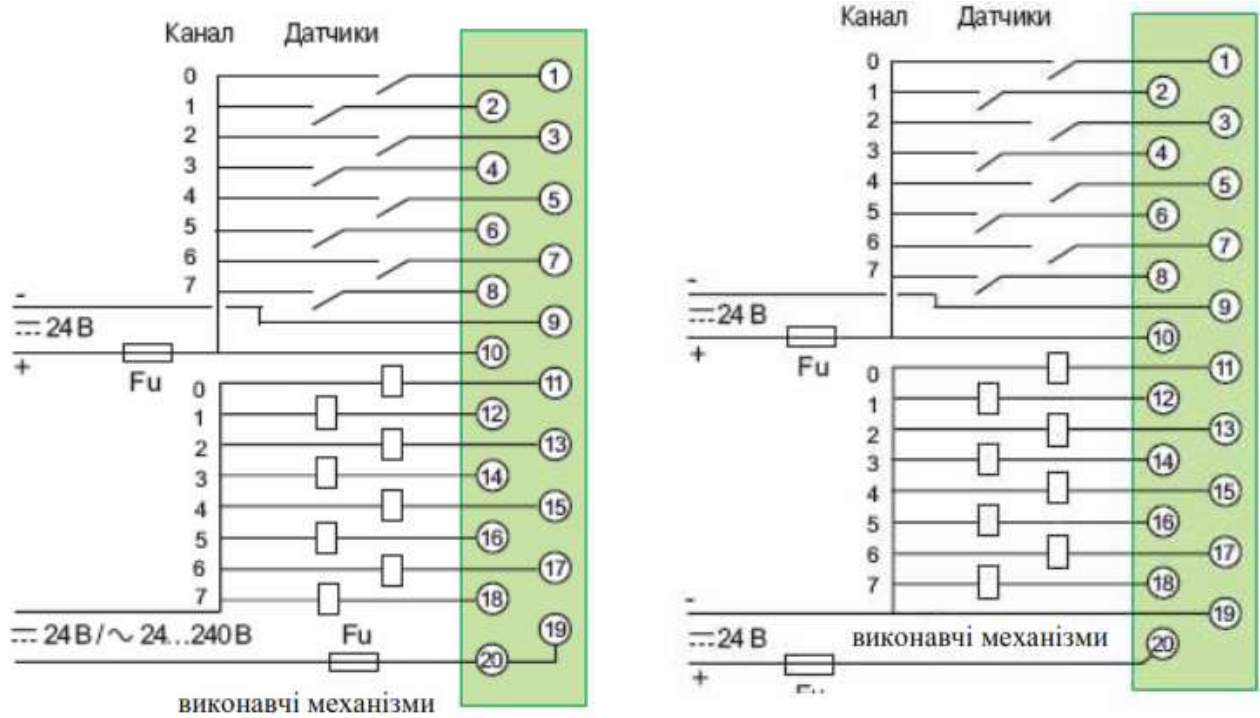
BMX

DRA 1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC)

б) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)



с) BMX DRA 1605 (реле) а) BMX DDM 16025 б) BMX DDM 16022

Рис.3.13. Підключення змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

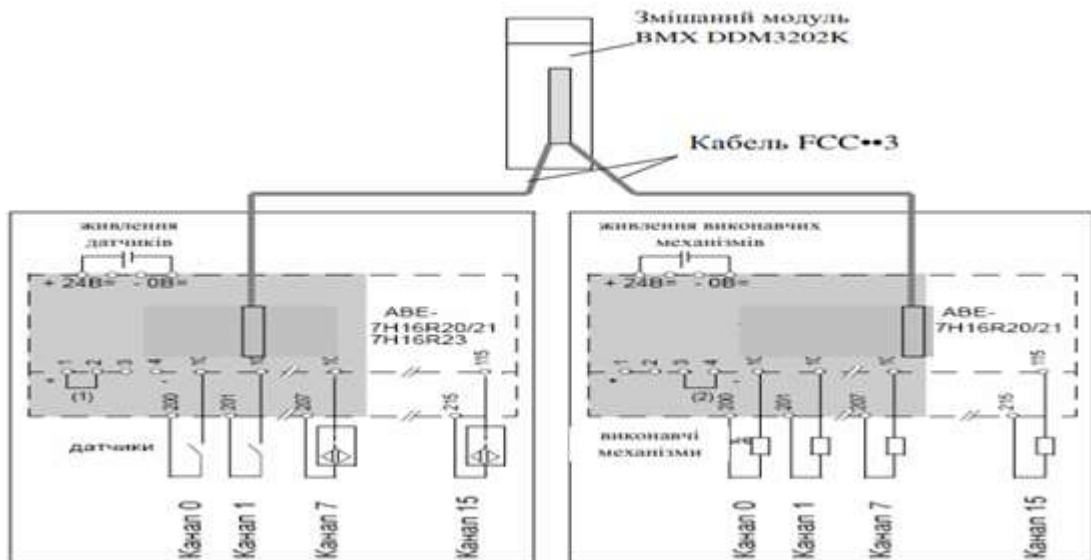


Рис.3.14. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до Telefast ABE 7H16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202K

Аналогові модулі

Загальна характеристика. Модулі аналогових входів/виходів М340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів М340 наведений в таб.3.4.

Таблиця 3.4 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
Модулі аналогових входів та виходів (змішані)				
BMX AMM 0600	4 Вх	$\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	14-бітні для U, 12-бітні для I, загальна точка, час опитування модуля - 5 мс	20-конт. з'ємна кол.
	2 Вих	$\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	12-бітні для U, 11-бітні для I, загальна точка	
Модулі аналогових виходів				
BMX AMO 0210	2	$\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові вхідні модулі М340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка.

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана з завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки в щитових конструкціях розміщується, як сам МПК, так і його блоки живлення.

Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, кількість модулів та їх опис.

Конфігурування МПК MODICON M340

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

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	7

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів : 19. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль VMX P34 1000.

Вибір модулів вводу/виводу

4 VA 4-20 mA – VMX AMI 0410

4 AV 4-20 mA – VMX AMO 0410

16 DV 24 VDC - VMX DDO 1602

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 3AI + 2 AO++1DO+1БЖ = 8. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (VMX XBP 1200)

Таблиця 2.5. Специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
VMX XBP 1200 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення

BMX CPS 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 1000 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX AMI 0410 Модуль аналогових входів	3	Діапазон сигналу ±10В, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0410 Модуль аналогових виходів	2	Діапазон сигналу ±10В, 0...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO 1602 Модуль дискретних виходів	1	Сигнал 24 VDC Кількість виходів: 16 Підключення 20-контактна з'ємна колодка
BMX FTB 2010	5	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами



Рис.3.15. Розміщення модулів у шасі

4. Креслення встановлення технічних засобів

В даному дипломному проєкті використовується ультразвуковий витратомір Sono 1500 СТ. Через його точність та зручність монтажу його і використовуємо для вимірювання витрати.

Витратоміри SONO 1500 СТ призначені для вимірювання витрати води в системах тепло- (холодо-) і водопостачання на об'єктах комунального господарства та інших галузях промисловості при виконанні технологічних і обліково-розрахункових операцій. Регулятор потоку SONO 1500 СТ є єдиний блок, що складається з вимірювальної ділянки з ультразвуковими перетворювачами, перетворювача сигналів, закріпленого на корпусі вимірювальної ділянки, і кабелю для підключення до теплотічильника.

Регулятор потоку SONO 1500 СТ виробляє імпульсний сигнал, пропорційний об'ємній витраті. Загальні характеристики:

- Діапазон вимірюваних витрат:

$$G = 0,048-120 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

- Номінальний діаметр трубопроводу:

$$D_u = 15-100 \text{ мм.}$$

- Висока точність вимірювання витрати.
- Може працювати на забрудненій мережевій воді.

(Наявність в мережевій воді магнетиту, дрібних частинок бруду і хімічних субстанцій не впливає на точність вимірювання витрати, що вигідно відрізняє його від витратомірів, використовують електромагнітний або механічний принцип вимірювання.)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шапошніков М.С.			Розробка системи автоматизації виробництва пивного суслу та його виброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Міркевич Р.М.					55	4
Зав.кафедри		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

- Відсутність рухомих (оберткових)

частин в конструкції.

(В конструкції витратоміра немає оберткових частин, а значить, він має підвищеної зносостійкості (в порівнянні з витратомірами, які використовують механічний принцип вимірювання витрати.)

- Можливість монтажу на горизонтальних і вертикальних ділянках трубопроводу.

- Низькі втрати тиску.

Принцип дії:

Для визначення витрати використовується ультразвукової принцип вимірювання часу проходження сигналу, заснований на тому, що швидкість звуку, що поширюється в рушійною середовищі, дорівнює швидкості щодо цього середовища плюс швидкість руху самого середовища. Конструктивно всередині корпусу витратоміра по краях встановлені два перетворювача, по черзі виконують функції випромінювача і приймача ультразвукового сигналу. Короткі ультразвукові імпульси, поперемінно посилаються в напрямку потоку і проти нього, для того щоб отримати різницю часу проходження сигналу. Величина різниці часу пропорційна швидкості руху рідини. Перетворювач, вбудований в витратомір, перетворює цю різницю в імпульсний сигнал.

Харчування ультразвукового витратоміра-лічильника SONO-1500-СТ

Стандартно, витратоміри-лічильники SONO-1500-СТ випускаються в модифікації, розрахованої на зовнішнє харчування (від теплообчислювача). По окремому замовленню можливе постачання витратомірів з живленням від вбудованої літійової батареї (максимальна температура 90 °) з терміном служби 12 років.

Характеристики при використанні зовнішнього живлення:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						56
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

- напруга живлення 3,0 - 5,5 В постійного струму;
- споживана потужність <130 мАг в рік;
- миттєве споживання <10 мА.

Імпульсний вихід ультразвукового витратоміра SONO-1500СТ

Регулятор потоку SONO-1500-СТ має 2 імпульсних виходу:

- основний імпульсний вихід обсягу;
- вихід для повірки (імпульсний вихід підвищеного дозволу для проведення повірки) і для зв'язку.

Вихід для повірки - це комбінований імпульсний вихід. Це означає, що витратомір може випускати тестові імпульси підвищеного дозволу (стандартно) або витратомір може з'єднуватися з комп'ютером за допомогою цього ж виходу. Регулятор потоку автоматично розпізнає режим встановлення зв'язку з комп'ютером. Підключення витратоміра до комп'ютера може здійснюватися через спеціальний адаптер, а зчитування даних через встановлену на комп'ютері програму HYDRO-SET.

Основний імпульсний вихід обсягу за замовчуванням не має гальванічної розв'язки.

Гальванічно розв'язаний імпульсний вихід можливий при спеціальному замовленні.

Регулятор потоку за замовчуванням має чотирьохпровідний кабель імпульсних виходів довжиною 2,5 м. Кабель імпульсного виходу може бути нарощений по довжині, але загальна довжина кабелю не повинна перевищувати 10 м



Рис.4.1 Варіанту монтажу датчика

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

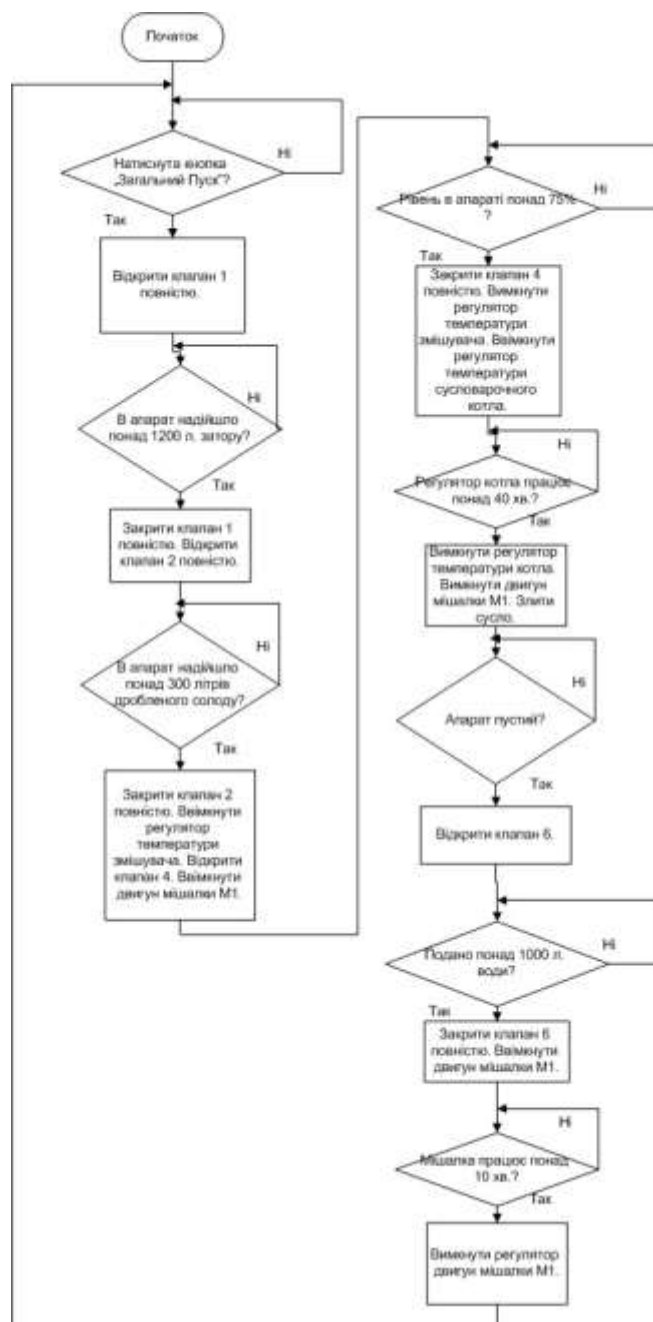
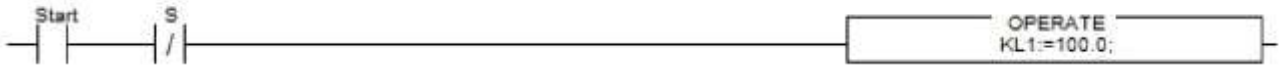


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

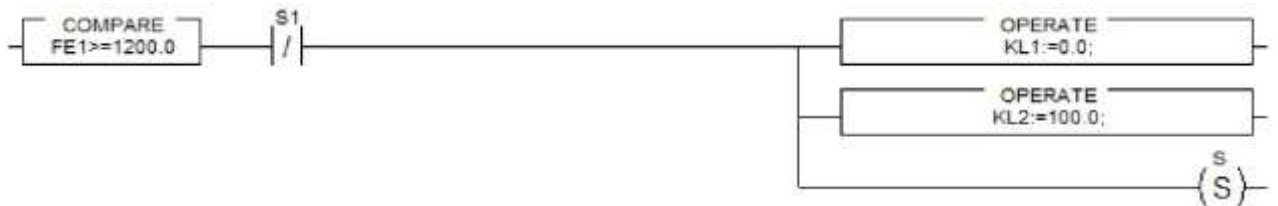
					Кваліфікаційна робота					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації виробництва пивного сусла та його виброджування					
Розроб.		Шапошніков М.С.						Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Міркевич Р.М.							59	9
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						НУХТ АК-4-Зск		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.								

Алгоритм функціонування із посиланням на програмне забезпечення, розроблене Unity Pro

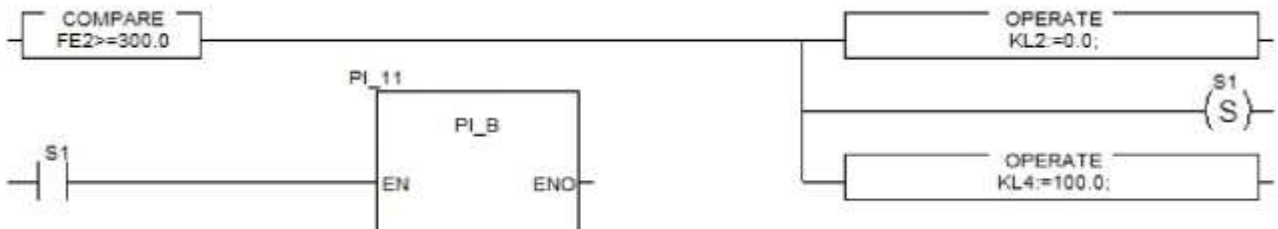
1. Натиснена ПУСК відкрити клапан 1 подачі затору в апарат



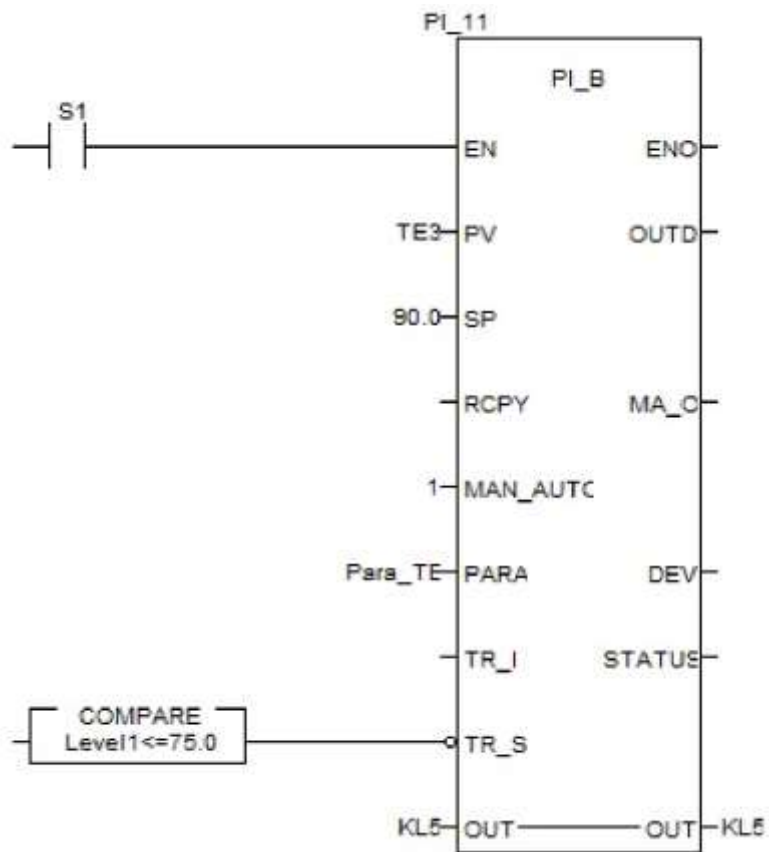
2. Подано понад 1200 літрів - закрити клапан 1, відкрити клапан 2 подачі дробленого солоду, ввімкнути допоміжну змінну, щоб не спрацювало 2 умови.



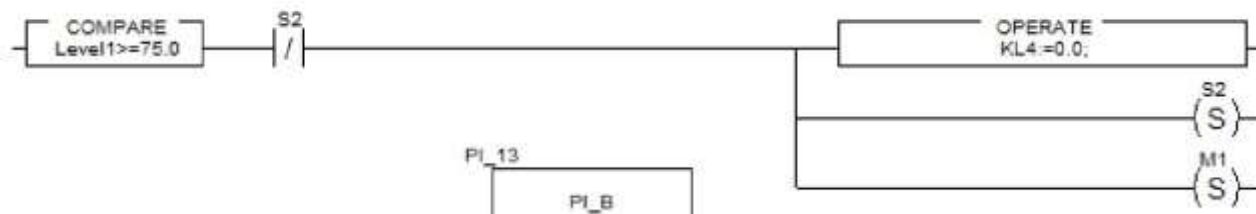
3. Подан понад 300 літрів дробл. солоду - закрити клапан 2, ввімкнути допоміжну змінну, щоб ввімкнути регулятор, відкрити клапан подачі підготовленої води



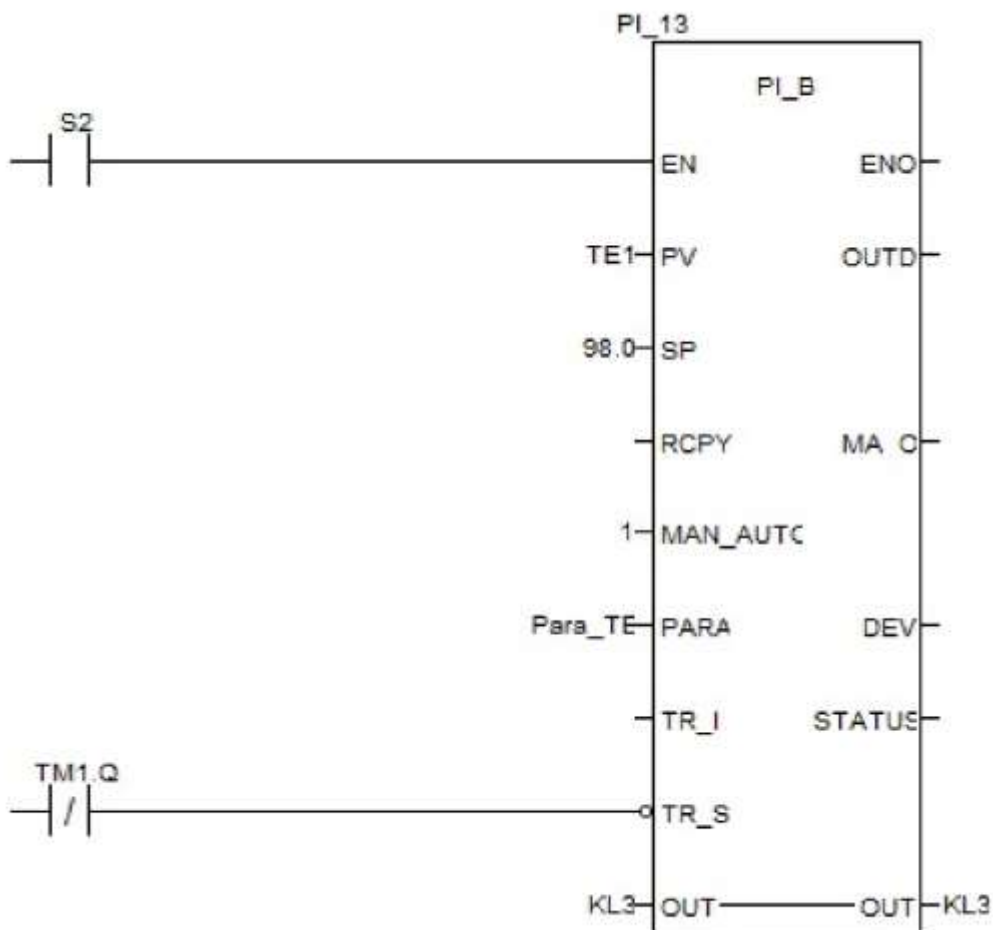
4. Ввімкнути регулятор температури води в змішувачі



5. Якщо рівень понад 75% - закрити клапан 4, ввімкнути 2й регулятор, ввімкнути двигун мішалки



6. Ввімкнути регулятор температури в сушварочному котлі



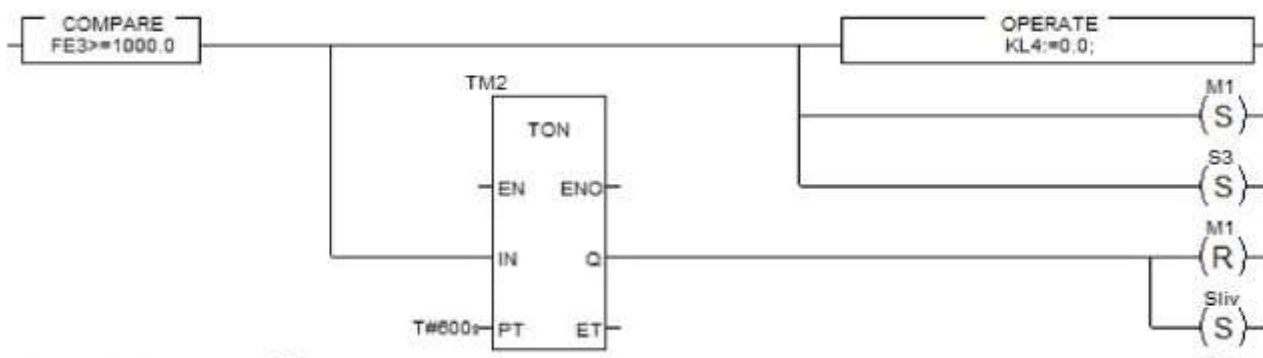
7. Якщо пройшло понад 30 хв, то вимикається регулятор та двигун мішалки, відкрити клапан зливу.



8. Якщо пройшло понад 30 хв, то відкрити клапан подачі промивної води, закрити клапан зливу.



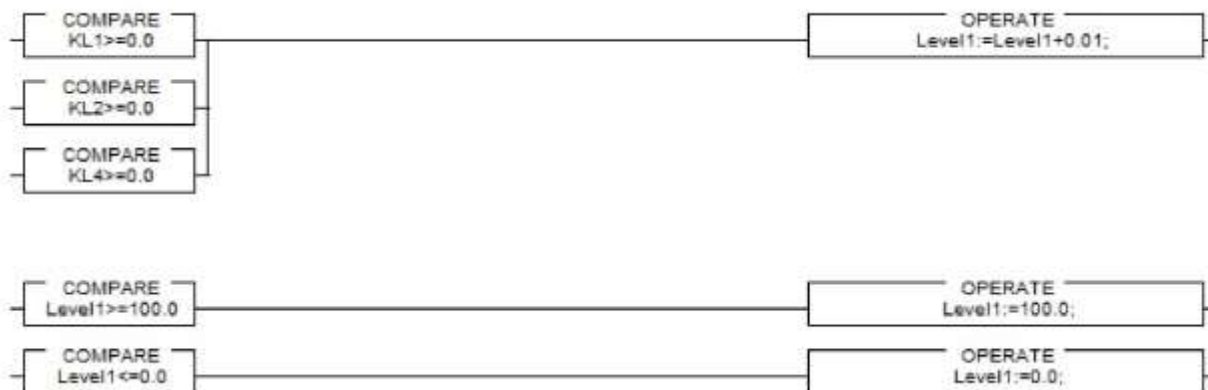
9. Якщо подано понад 1000 літрів, то закрити клапан подачі промивної води, ввімкнути двигун мішалки. Після проходження 10 хв. - вимкнути двигун мішалки, відкрити клапан зливу.



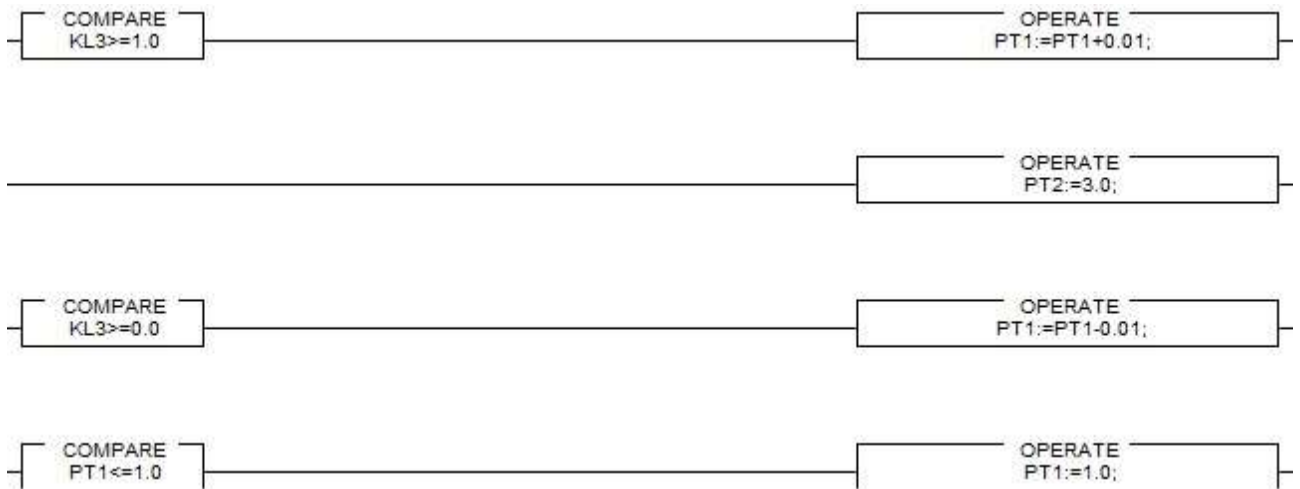
10. Закрити клапан зливу



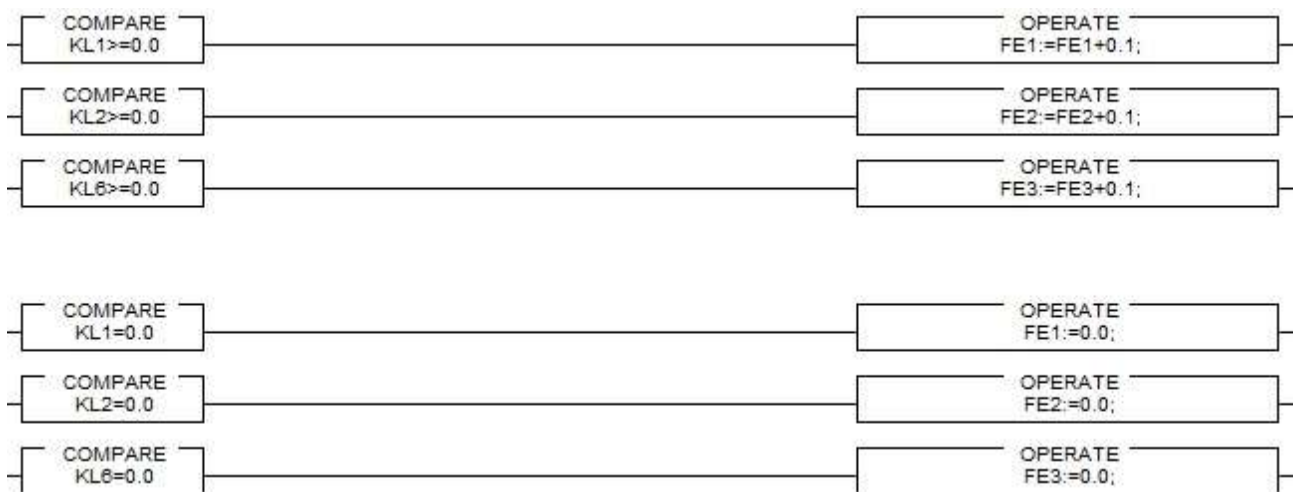
Програма імітації рівня на мові LD



Програма імітації тиску на мові LD



Програма імітації витрати на мові LD



Програма імітації температури на мові ST

```

% M100 := % S5;

IF % M100 THEN

TE1 := TE1 * 0.98 + KL3 * 0.02;

END_IF;

% M100 := % S5;

IF % M100 THEN

TE3 := TE3 * 0.98 + KL5 * 0.02;

END_IF;

```

Name	Type	Address	Value	Comment
DE1	REAL			Датчик густини
FE1	REAL			Витатомір затору в сушварочний апарат
FE2	REAL			Витратомір дробленого солоду
FE3	REAL			Витратомір промивної води
KL1	REAL			Клапан подачі затору в апарат
KL2	REAL			Клапан подачі дробленого солоду в апарат
KL3	REAL			Клапан подачі пари в апарат
KL4	REAL			Клапан подачі підготовленої води в апарат
KL5	REAL			Клапан подачі гарячої води в змішувач
KL6	REAL			Клапан подачі промивної води в апарат
LE1	REAL			Рівнемір збірника дробини
Level1	REAL			Імітація рівня котлазбірника сироватки
M1	EBOOL			Двигун мішалки
Moika	BOOL			
PT1	REAL			Датчик тиску в апараті
PT2	REAL			Датчик тиску в трубопроводі подачі пари
PE1	REAL			Датчик кислотності
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
Start	EBOOL			Кнопка СТАРТ
Stop	EBOOL			Кнопка СТОП
TE1	REAL			Датчик температури в апараті
TE2	REAL			Датчик температури пари в трубопроводі

Рис 5.2. Аналогові та дискретні змінні програми Unity pro

Табл.5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні		
PV	REAL	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму
MAN_A	BOOL	Режим роботи ПІ-регулятора:
UTO		1 : Автоматичний режим
PARA	Para PI	Параметри регулятора (див. таб.2.7)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити)
Вхідні/вихідні		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з
Вихідні		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора
		1: Автоматичний режим
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATU	WORD	Слово статусу (використовується для контролю за

Табл. 6 Опис структурного типу Para_PI_V

id	UINT	Використовується для алгоритму автопідстройки
pv_inf	REAL	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	BOOL	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	TIME	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування

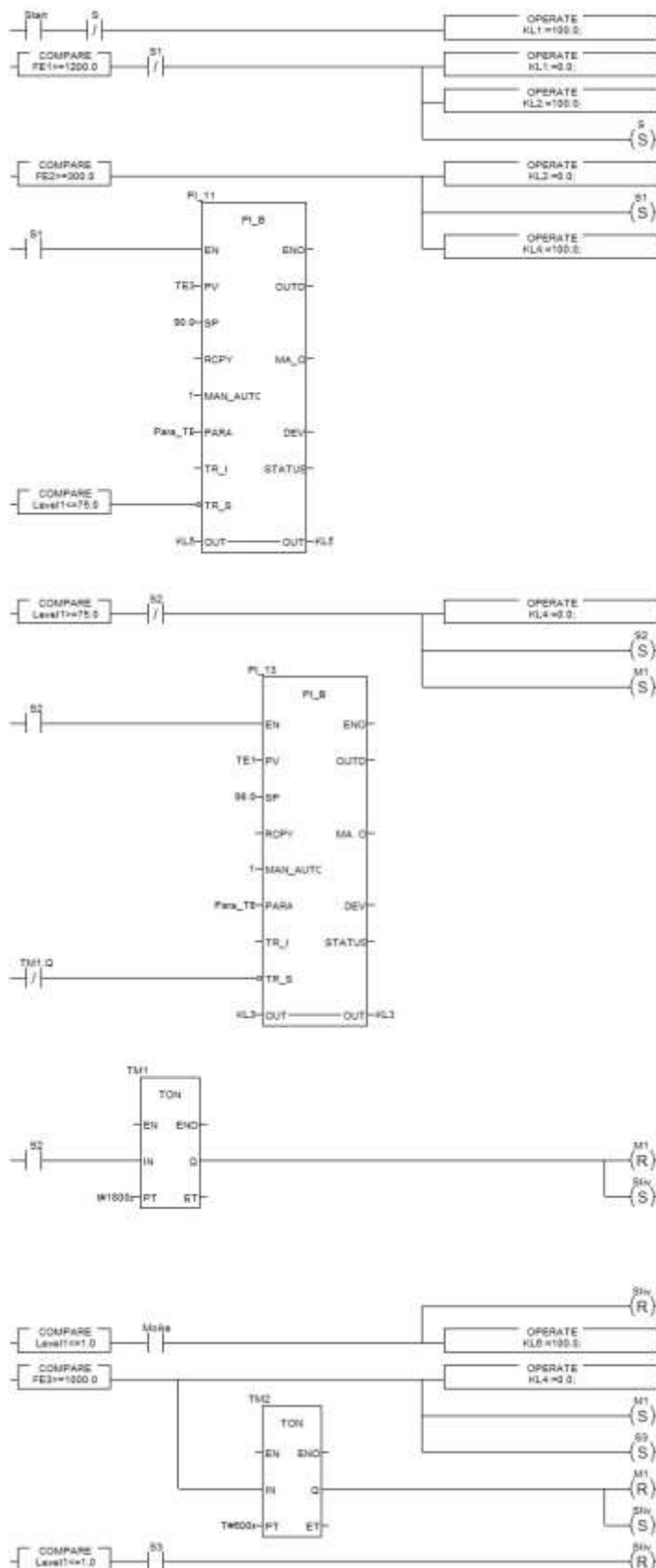


Рис.5.3. Програма ПЛК на мові LD

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, лярмів та описуємо настройки до них. *Таблиця 7. Змінні та їх настройки*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Шапошніков М.С.			Розробка системи автоматизації виробництва пивного сусла та його віброджування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Міркевич Р.М.					68	6
Зав.кафедри		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.1.0	0	10000	0	100	INT
TE2	%IW0.1.1	0	10000	0	100	INT
TE3	%IW0.1.2	0	10000	0	100	INT
PT1	%IW0.1.3	0	10000	0	100	INT
PT2	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
LE1	%IW0.2.1	0	10000	0	10	INT
FE1	%IW0.2.2	0	10000	0	1000	INT
FE2	%IW0.2.3	0	10000	0	1000	INT
FE3	%IW0.3.0	0	10000	0	1000	INT
DE1	%IW0.3.1	0	10000	0	1000	INT
KL1	%QW0.4.0	0	10000	0	1000	INT
KL2	%QW0.4.1	-	-	-	-	BOOL
KL3	%QW0.4.2	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.4.3	0	10000	0	100	INT
KL5	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL6	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
SIC1	%QW0.8.0	0	10000	0	100	INT

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Рис.6.1. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.2. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
Temper_1	Температура пари в трубопроводі	TE1	110	150
Temper_2	Температура підготовленої води	TE2	30	60
Temper_3	Температура суміші в апараті	TE3	30	60
Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за цей чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.

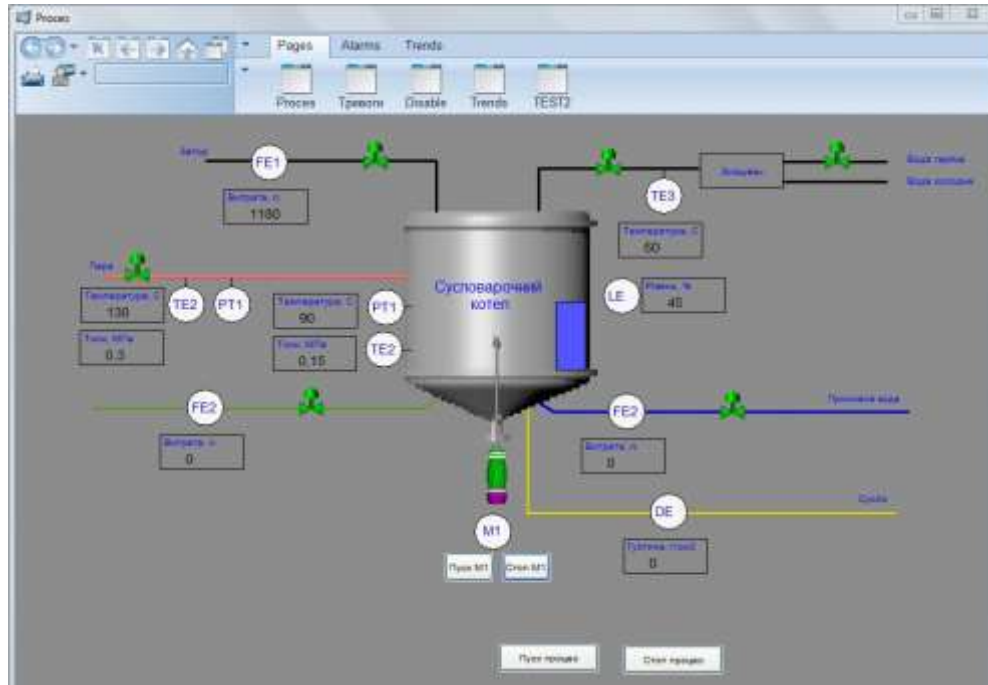


Рис.6.4. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

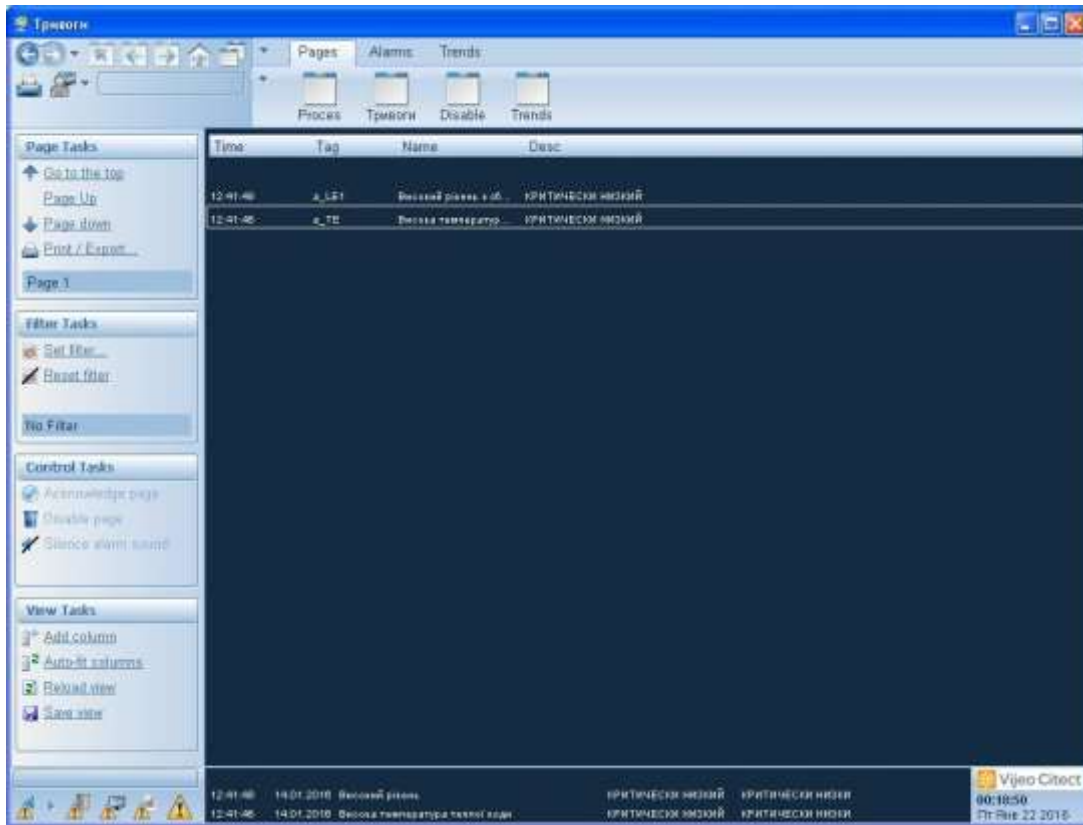


Рис.6.5. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

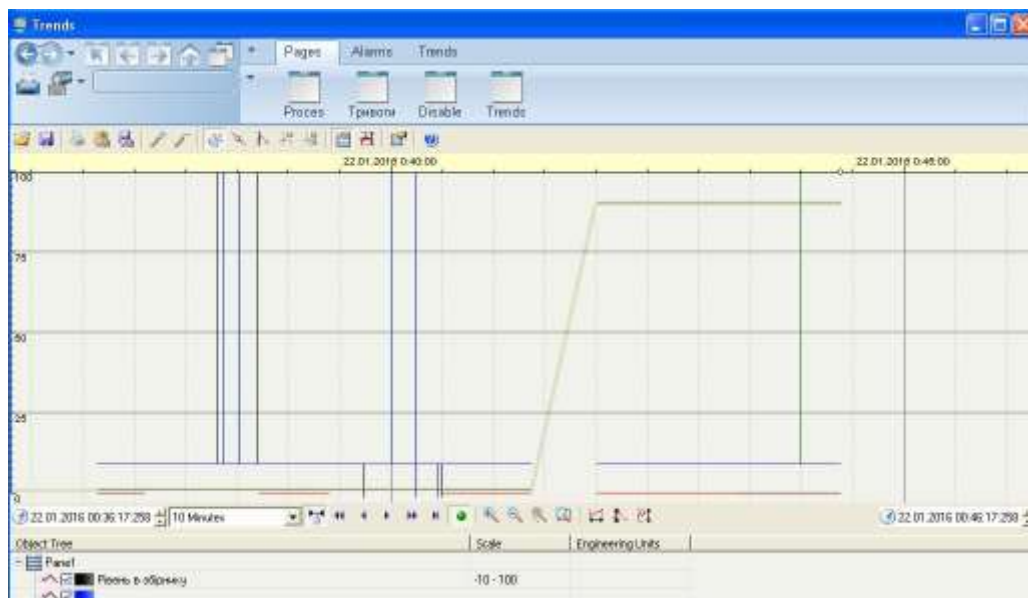


Рис.6.6. Вікно трендів

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

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 натурного дослідження.

В бакалаврському проекті комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної (рідше групи змінних) 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 нестационарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Результатом комп'ютерного моделювання є обґрунтовані висновки та/або рекомендації, що базуються на результатах моделювання та відповідають постановці задачі та направлені на реалізацію частини бакалавського проекту.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink. Однак можливо використання інших середовищ моделювання для індивідуальної постановки задачі, що узгоджується з керівником. Запуск графічного інтерфейсу SISO-Design Tool здійснюється командою Sisotool або вибором відповідного пункту в вікні "Launch Pad".

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Шапошніков М.С.</i>			<i>Розробка системи автоматизації виробництва пивного суслу та його вироджування</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					74	6
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				НУХТ АК-4-Зск		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Для завантаження даних з робочого простору MatLab необхідно використовувати меню "File / Import", в результаті чого з'являється діалог Import System Data. Необхідно, щоб в результаті імпортування даних вийшла розглянута схема САУ (рис.7.1). Зміна динамічних і частотних характеристик замкнутої системи при зміні До можна простежити використовуючи меню "Tools / Loop Responses".

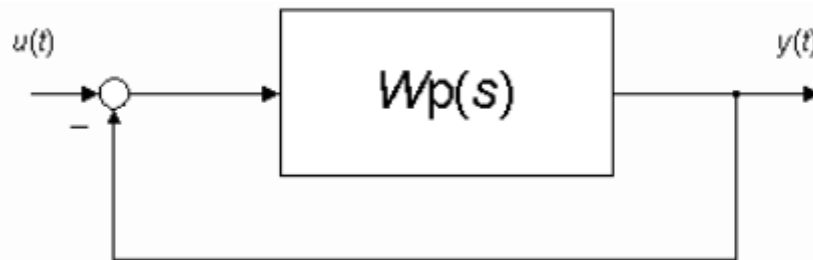


Рис.7.1 Структурна схема САУ

Необхідно досліджувати САУ суловарочного котла з функцією передачі розімкнутої системи:

$$W(s) = \frac{(0.2s + 1)}{s(0.1s + 1)(0.04s^2 + 2 \cdot 0.2 \cdot 0.3s + 1)}$$

1. Створимо ZPK-об'єкт, знайдемо полюса і нулі розімкнутої системи:

```
>> s = zpk('s'); W = (0.2*s+1)/(s*(0.1*s+1)*(0.2^2*s^2+2*0.2*0.3*s+1))

Zero/pole/gain:
      50 (s+5)
-----
s (s+10) (s^2 + 3s + 25)

>> pole(W)

ans =

      0
-10.0000
-1.5000 + 4.7697i
-1.5000 - 4.7697i

>> zero(W)

ans =

      -5
```

2. Запустимо SISO-Design Tool, налаштуємо параметри і імпортуємо ZPK-об'єкт з робочого простору MatLab (рис.2). У вікні Root Locus Editor інтерфейсу SISO-Design Tool побудується кореневої годограф (рис.7.3).

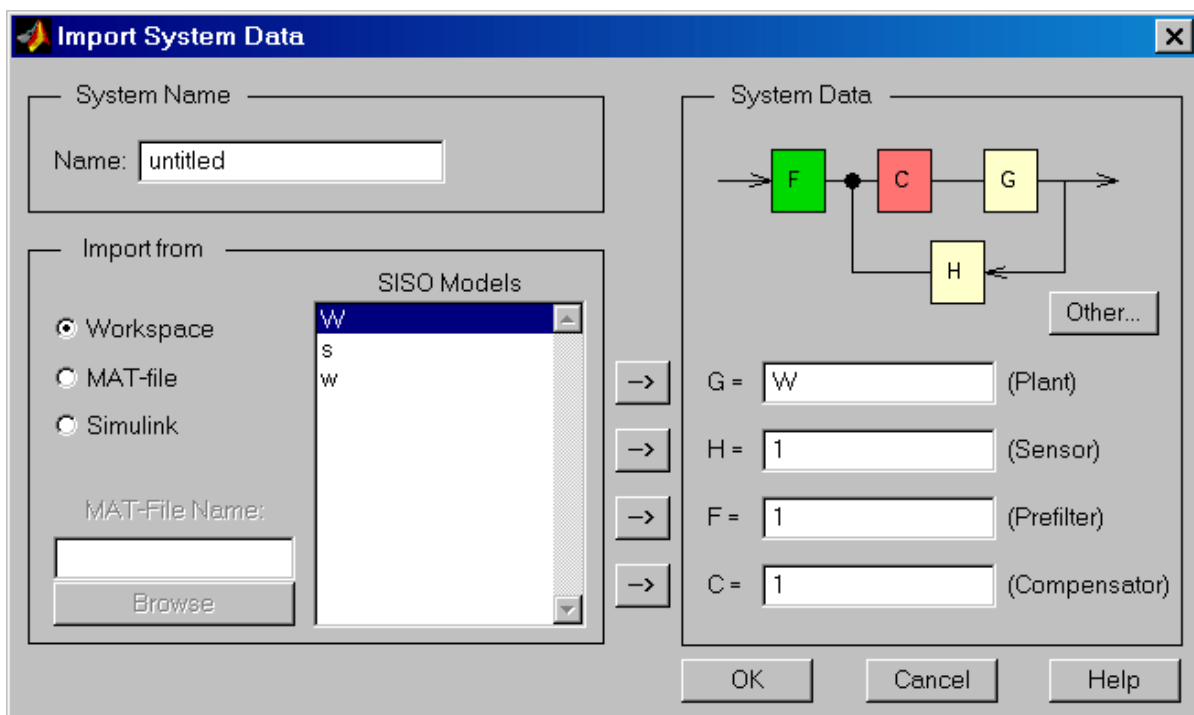


Рис. 7.2. Діалог імпортування даних в SISO-Design Tool

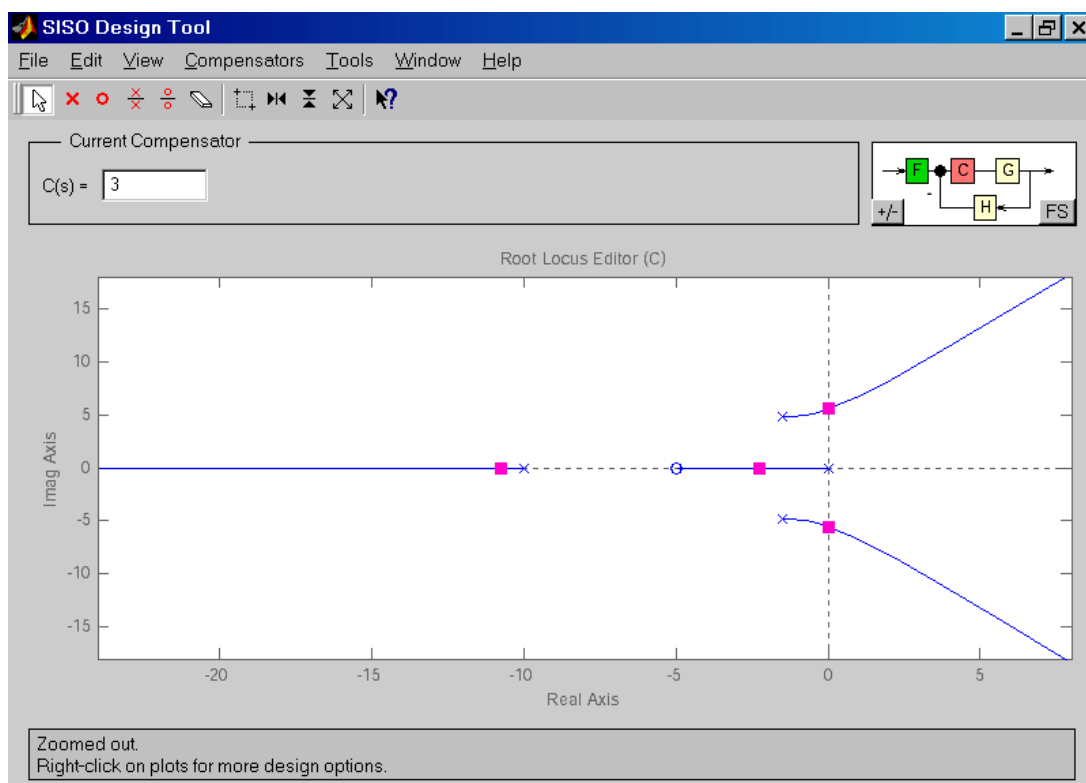


Рис 7.3. SISO-Design Tool

3. Рухаючи червоним курсором по кореневого годографа до перетину гілок з уявною віссю, визначити значення $K_{кр}$ (рис. 7.4). В даному випадку $K_{кр} \gg 3$. Значення $\omega_{кр}$ відповідає уявної координаті перетину КГ уявної осі. Переглянути це значення можна в нижній частині інтерфейсу або вибравши меню "View / Closed-Loop Poles" (рис. 7.5).

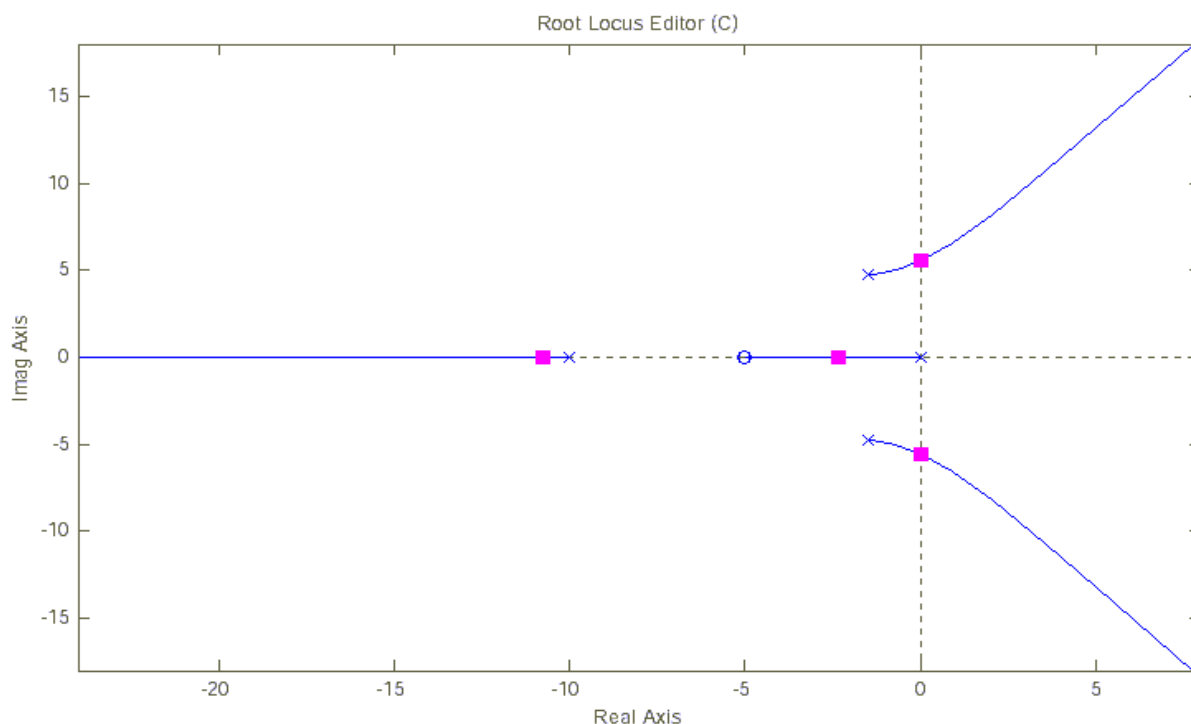


Рис. 7.4. Корневий годограф с нанесеним значенням $K_{кр}$

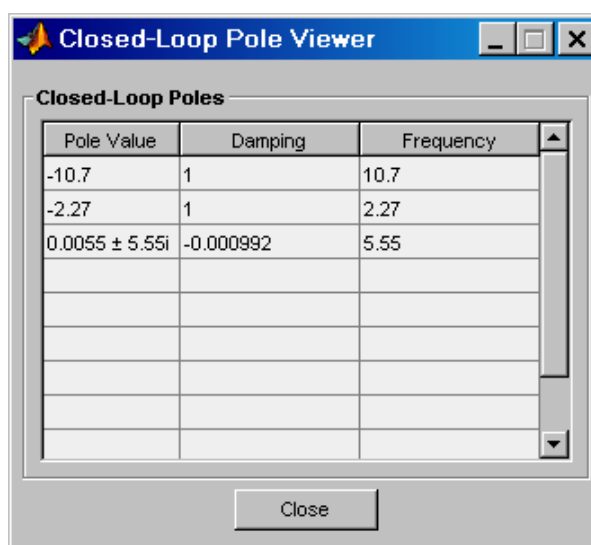


Рис. 7.5. Closed-Loop Poles Viewer

У Control System Toolbox існує функції, що реалізують неперервного фільтр Калмана:

```
[Kest, L, P, M, Z] = kalman (sys, Qn, Rn, Nn)
```

і дискретний фільтр Калмана

```
[Kest, L, P] = kalman (sys, Qn, Rn, Nn, sensors, known)
```

Наведемо приклад розрахунку фільтра Калмана для системи з передавальної функцією $W(s) = 50 \cdot (s + 5) / s \cdot (s + 10) \cdot (s^2 + 3s + 25)$, $Q = 1$, $R = 0.01$. Текст програми:

```
sys = ss (tf ([50 250], [1 13 55 250 0]));  
[A, B, C, D] = ssdata (sys);  
P = ss (A, [B B], C, [D D]);  
Kest = kalman (P, 1, 0.01);  
t = 0: 0.001: 5;  
u = ones (size (t));  
w = rand (size (t)) * 1000 ^ 0.5;  
v = randn (size (t)) * 10 ^ 0.5;  
A1 = [- 1 -6.25 0 0; 16 0 0 0; 0 54 1 -60.2; 0 41.5 16 -41.5]  
B1 = [2 2 0; 0 0 0; 2 0 17.3; 0 0 13.3];  
C1 = [0 3.125 0 0; 0 0 0 3.125];  
S = ss (A1, B1, C1, 0);  
u1 = [u; w; v]  
[Y1 y4] = lsim (S, u1 ', t);  
plot (t, y1 (:, 1), '- b', t, y1 (:, 2), ': b')
```

Результати застосування фільтра Калмана показані на рис. 7.6 і 7.7. Малюнок 7.6 ілюструє вимірний і точні сигнали, малюнок 7.7 - графік виміряного (зашумленого) і точного значення виходу системи.

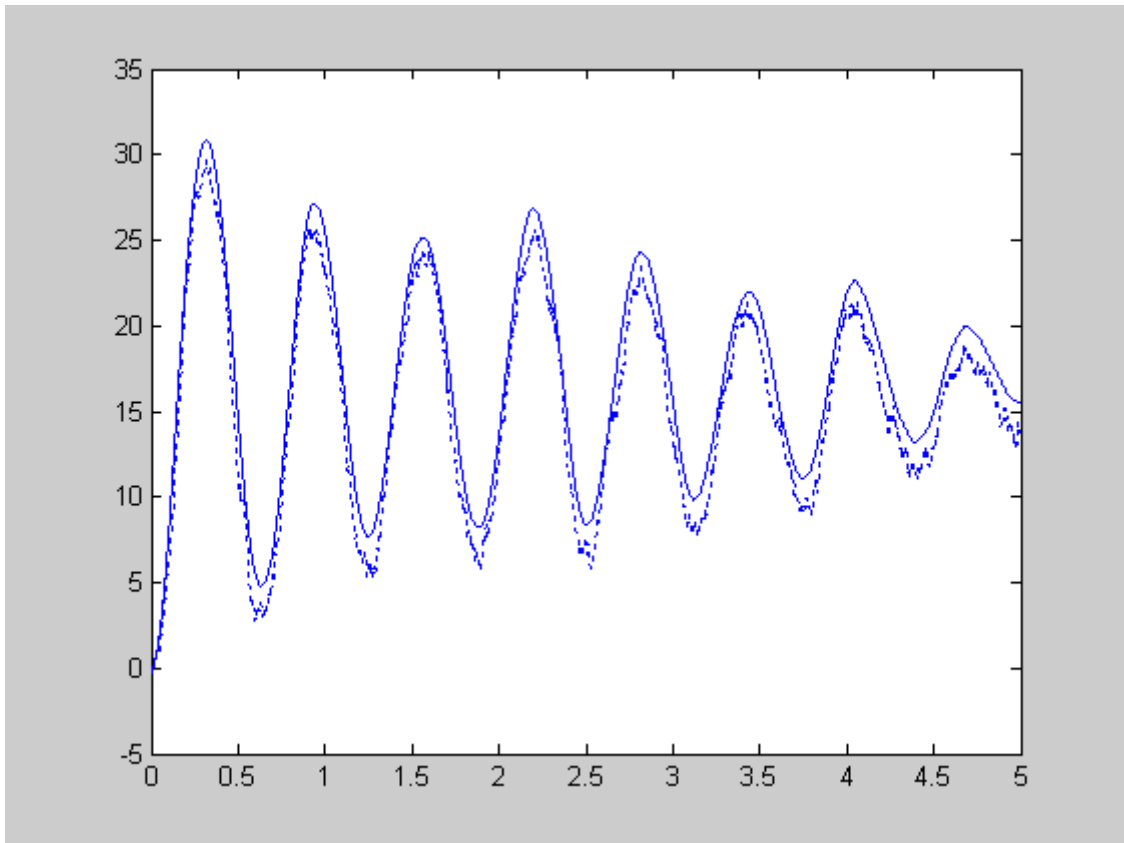


Рис. 7.6. Графік виміряного і точного сигналів

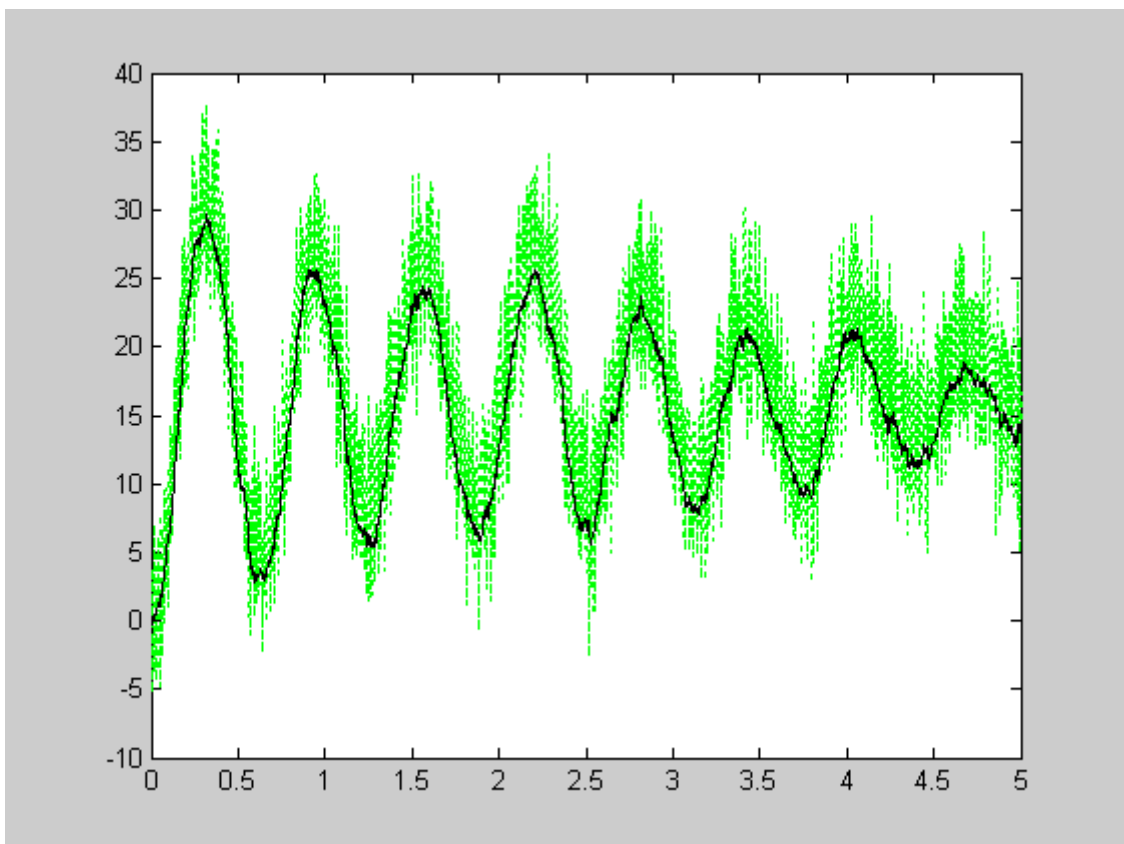


Рис. 7.7. Графік виміряного (зашумленого) і точного значення виходу системи.

Висновки

Розвиток пивоваріння досяг немалих успіхів у розвитку як одна з галузі харчової промисловості. З вдосконаленням технічних засобів продуктивність випуску продукції збільшилася в небачені рази. Для того щоб разом з тим не погіршувалась якість хмільного напою потрібно постійно вдосконалювати існуючу технологію. З цією метою відбувається розвиток технічних засобів автоматизації, та модернізація систем автоматизації.

В даному дипломному проекті досліджується система автоматизації сусловарильного апарату - невід'ємної частини виробництва пива. Були визначені основні технологічні параметри процесу та розроблена відповідно цього функціональна схема автоматизації з послідуочим вибором технічних засобів. Для оптимальних параметрів регулювання був здійснений розрахунок регулюючого органу з відповідним вибором щодо умов експлуатації трубопроводів та самого технологічного обладнання.

Після вибору технічних засобів автоматизації відбувається узгодження нормативної документації та введення її в експлуатацію з розробленням подальших схем щодо введення в роботу системи. Розробляється проектна документація по монтажу і налагоджуванні системи, вводяться норми щодо цього виду виробництва та економічний розрахунок щодо розроблення і введення в експлуатацію.

Необхідність такого зводить систему автоматизації до покращення в роботі та підвищення продуктивності обладнання в харчовій промисловості взагалом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						80
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						81
		№ докум.	Підпис			

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			82

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshетиuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentр Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						83
		№ докум.	Підпис			

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.