

**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
_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2 ск

_____ Васильєв Нікіта Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ Сергій Грибков
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

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

Ярослав Смітюх

«31» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Васильєву Никіті Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива

керівник роботи професор Ельперін Ігор Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. №163-кв

2. Строк подання здобувачем роботи «8» червня 2022 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. 2. Система автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмно логічного контролера. 4. Монтажна схема засобу автоматизації 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера

(алгоритм та програма для ПЛК). 5.1 Опис спеціального програмного забезпечення. 5.2. Опис програми керування для ПЛК 6. Розробка мнемосхеми технологічного процесу. 6.1. Опис SCADA системи 6.2. Опис зони режимів. 6.3. Опис зони інформації з вимірювальних приладів. 6.4. Опис зони керування клапанами. 6.5. Опис зони керування насосами. 6.6. Опис зони спрощеної схеми. 6.7. Таблиця змінних.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Принципова схема. 3. Структурна схема.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Васильєв Н.О.

_____ (підпис)

Керівник роботи Ельперін І.В.

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

У цій кваліфікаційній роботі буде описана система автоматизації процесу пастеризації пива. Робота буде виконана на основі ПЛК Schneider Electric Modicon M340. Буде розроблена та описана система автоматизації процесу пастеризації пива, функціональна схема автоматизації, схема підключення приладів та виконавчих механізмів та мнемосхема оператора для роботи з апаратом. Також будуть підібрані вимірювальні прилади та виконавчі механізми які будуть забезпечувати стабільну роботу апарату та якість протікання процесу пастеризації пива. Велику увагу в цій роботі приділено до характеристик процесу таких як його призначення, обрахунки необхідні для його реалізації, особливості реалізації установки пастеризації пива в умовах виробництва. Також у цій кваліфікаційній роботі буде приділено велику увагу до розробки програми керування ПЛК Schneider Electric Modicon M340. Буде розкрито способи та особливості роботи у спеціалізованому програмному забезпеченні для програмування ПЛК Schneider Electric Modicon M340 та мнемосхемі розробленій для керування ним.

Ключові слова: пиво, програмований логічний контролер, виконавчий механізм, Schneider Electric

					Кваліфікаційна робота	Арк
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANOTATION

This qualification will describe the beer pasteurization process system. The work will be done on the basis of PLC Schneider Electric Modicon M340. Beer pasteurization process, functional automation scheme, device connection scheme and actuators, and operator mnemo scheme will be developed and described. Measuring devices and actuators will also be selected that will ensure the stable operation of the device and the quality of the pasteurization process. Much attention in this work is paid to the characteristics of the process such as its purpose, calculations are necessary for its implementation, peculiarities of implementation of the installation of pasteurization of beer in production conditions. This qualification will also pay great attention to the development of Schneider Electric Modicon M340 Schneider Electric Modicon M340. The ways and features of the specialized software will be revealed for Schneider Electric Modicon M340 Schneider Electric Modicon M340 and Mnemotors developed to control it.

Keywords: beer, programmable logic controller, actuator, Schneider Electric

					Кваліфікаційна робота	Арк
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації.....	9
2. Система автоматизації.....	11
3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.	14
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).	14
3.2. Схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмно логічного контролера.	18
4. Монтажна схема засобу автоматизації.....	24
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	25
5.1 Опис спеціального програмного забезпечення.....	25
5.2. Опис програми керування для ПЛК	27
6. Розробка мнемосхеми технологічного процесу.....	41
6.1. Опис SCADA системи.....	41
6.2. Опис зони режимів.	45
6.3. Опис зони інформації з вимірювальних приладів.	46
6.4. Опис зони керування клапанами.	47
6.5. Опис зони керування насосами.	48
6.6. Опис зони спрощеної схеми.....	49
6.7. Таблиця змінних.	50
Висновок.....	51
Список використаної літератури	52

					Кваліфікаційна робота	Арк
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

У наші часи строк життя людини став рекордно великим і рекордну роль у цьому досягненні зробило значне підвищення якості продуктів харчування. Різноманітні процеси обробки продукту під час його виготовлення дозволяють не тільки зробити його безпечніше для кінцевого споживача а і підвищити його строк зберігання та зменшити кількість факторів його псування. Одним з таких процесів є процес пастеризації. Суть процесу пастеризації полягає у нагріванні рідкого продукту для знищення шкідливих мікроорганізмів у цьому продукті. Цей процес вимагає від виробництва кілька ключових елементів:

- Пастеризаційна установка
- Персонал для обслуговування пастеризаційної установки такий як оператори, КІПовці та механіки
- Високоякісне устаткування для безпечнішого протікання процесу

Давайте розглянемо варіанти конструкцій пастеризаторів:

Найпростіший пастеризатор – ємкісний, в спеціальних ваннах із захисним покриттям (емаль, нержавіюча сталь і ін.). На ванні є сорочки для гарячої води або водяної пари і крижаної води. У ванну завантажують сире пиво і нагрівають його для тривалої пастеризації до температури 65 °С і витримують 30-40 хвилин. Потім охолоджують водопровідною і крижаною водою до температури зберігання. Після кожного циклу пастеризації ванну миють. Енерговитрати і трудовитрати високі, ціна пастеризації в ємкісному пастеризаторі – максимальна в порівнянні з іншими конструкціями пастеризаторів.

Інша конструкція пастеризаторів – трубчасті. Їх площа поверхні теплообміну виготовлена з труб. Труби – з нержавіючої сталі з товщиною стінки 2-3 мм. Такий пастеризатор складається з окремих апаратів. Свіже молоко подається насосом в перший апарат-рекуператор теплоти,

					Кваліфікаційна робота	Арк
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де воно нагрівається в закритому потоці гарячим пивом, виходить через витримувач. Рекуперація теплоти до 55% і закритий в апаратах потік продукту забезпечують енергоефективність установки. Після нагрівача йде витримувач продукту з заданим часом і температурою пастеризації. З витримувача продукт знову надходить в рекуператор, де віддає тепло свіжому продукту. Далі слідує в установці охолоджувач пива, охолоджуючий продукт спочатку технічною водою і на виході, через охолоджувач «крижаною водою» (+ 2°C) або хладоносієм (розсолем). Установка трубчастого пастеризатора громіздка і трудомістка, так як за вимогами гігієни апарати треба часто розбирати і мити труби, які стикаються з продуктом.

Для виконання цієї роботи було обрано саме трубчастий пастеризатор приступимо до його реалізації

					Кваліфікаційна робота	Арк
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

За поняттям процесу пастеризації пива стоїть нагрівання пива в пластичному теплообміннику і підтримання певної температури визначений час. Підвищення температури призводить до пришвидшення самого процесу.

На цій основі була умовно прийнята величина, що виражає інтенсивність теплової обробки пива (пастеризації) в пастеризаційних одиницях (PU). Під пастеризаційною одиницею розуміють біологічний ефект від теплової обробки пива при 60° С протягом 1 хв. Розраховується вона за формулою

$$PU = \tau \cdot 1,393^{(T-60)}, \quad (1.1)$$

Необхідна величина PU залежить, в першу чергу, від ступеня інфікування пива. Чим більше мікроорганізмів містить пиво, тим вищими стають необхідні PU (Найчастіше 22-27 PU).

На рисунку 1.1 наведені необхідні рівні PU для знищення різних видів мікроорганізмів.

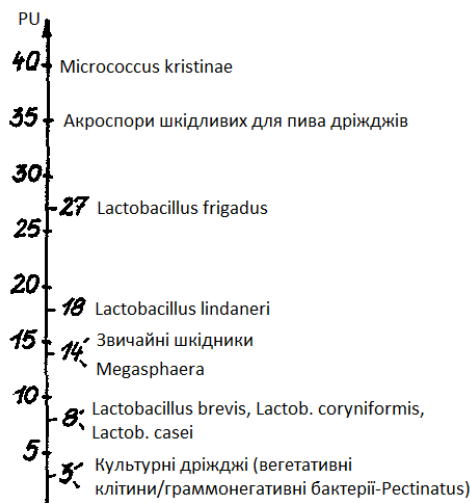


Рисунок 1.1 – Значення пастеризаційних одиниць потрібних для знищення різних мікроорганізмів

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Васильєв Н.О.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Ельперін І.В.					9	2
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Більш високі температури дозволяють пастеризувати пиво за більш короткі терміни, однак це вимагає точного регулювання температури. Щоб уникнути погіршення якості пива, температурний режим пастеризації повинен ретельно контролюватися і регулюватися.

Пастеризація в потоці гарантує біологічну чистоту пива. За сучасними даними, 50% чужорідних мікроорганізмів потрапляють в пиво в якості вторинної інфекції, тобто «на шляху до пляшки», так що потокова пастеризація не дає гарантії, що пиво буде мати необмежену біологічну стійкість.

Таким чином, пастеризація в потоці пред'являє серйозні вимоги до чистоти пляшок і машин лінії розливу. Незважаючи на це, в даний час пастеризація в потоці – найпоширеніша форма біологічної стабілізації пива, що розливається як в пляшки, так і в кеги.

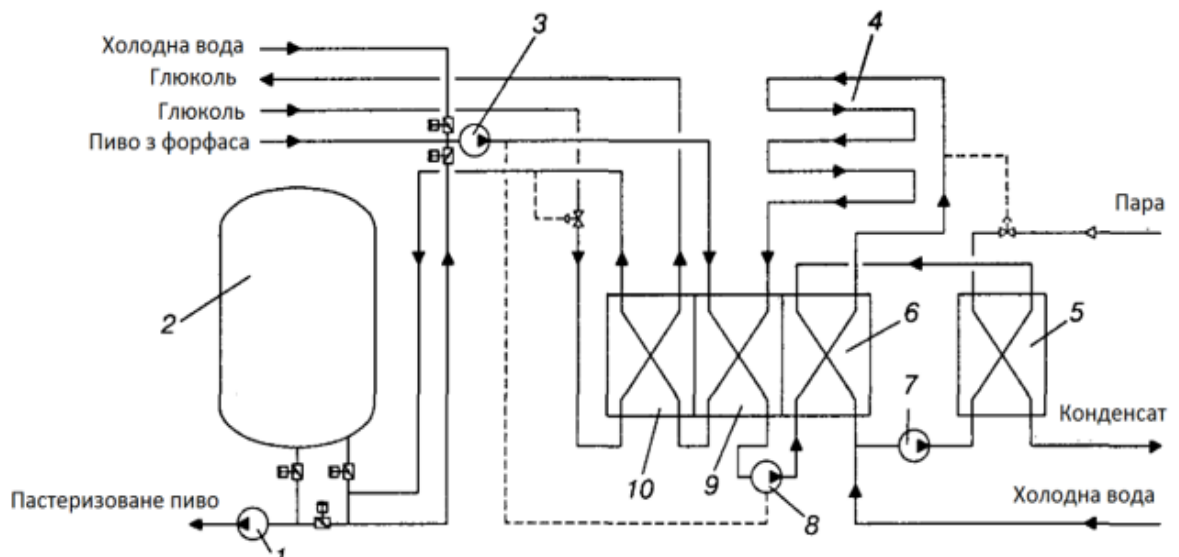
Принцип пастеризації напоїв в потоці базується в їх нагріванні при прокачуванні через теплообмінник, найчастіше пластинчатий.

Основною частиною поточного пастеризатора є трьохсекційний пластинчатий теплообмінник, який містить водяну, рекуперативну і найчастіше глюколеву секції, кожна з яких складається з пакетів пластин, через які послідовно проходять теплообмінні рідини.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Машинно-апаратна схема зображена на рисунку 1.2. Холодне вхідне пиво з температурою близько 1°C під тиском подають з форфаса насосом 3 в рекуперативну секцію 9, в якій воно нагрівається до 61-63 °C гарячим пастеризованим пивом, протікаючим протитоком з іншої сторони пластин. В наступній водяній секції 6 пиво з температурою 61-63 °C, що подається проміжним насосом 8, нагрівається до 72 °C гарячою водою, нагрітою парою в теплообміннику 5, що циркулює в замкнутому контурі за допомогою насоса 4. Втрати води в циркуляційному контурі компенсуються підживленням холодної води.



1 і 3 – насоси пастеризованого і непастеризованого пива; 2 – буферний збірник;
4 – витримка; 5 – теплообмінник; 6 – водяна секція; 7 – насос циркуляційний для
води; 8 – насос проміжний; 9 і 10 – рекуперативна і глюколева секції

Рисунок 1.2 – Схема поточного пастеризатора

					<i>Кваліфікаційна робота</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива					
Розроб.		Васильєв Н.О.						Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Ельперін І.В.							11	3
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.								

Далі нагріте пиво подається в зону витримки 4, в якій воно протягом 30-50 секунд знаходиться при температурі пастеризації. Потім пастеризоване пиво повертають в суміжну систему каналів рекуперативної секції 9, де воно попередньо охолоджується холодним вхідним пивом до температури від +10°C до +12 °C, а потім – в глюколеву секцію 10 для більш глибокого охолодження до температури від 0 °C до +1 °C холодоагентом.

Охолоджене пастеризоване пиво збирається в буферному збірнику 2, з якого подається на розлив. Вміст буферного збірника розраховують з умови, що об'єм пастеризованого пива в ньому повинен забезпечити 20-30 хв. роботи розливного апарату.

Щоб здійснити пастеризацію пива, необхідно нагріти суміш до температури +72 °C. Кількість пари $D_{п}$, котру треба при цьому підвести до теплообмінника, визначається з розрахунку теплової схеми. В розрахунку поруч з рівняннями теплового балансу всіх підігрівників необхідно використовувати рівняння теплового і матеріального балансу. Ці рівняння можуть бути складені для повних потоків пари і суміші, або з розрахунком на 1 кг суміші, підведеного до теплообмінника. Тепловий баланс пастеризатора розраховується за формулою

$$(D_{п} \cdot i_{п} + \sum_1^n D_{j.в.} \cdot i_{j.в.} + D_{o.к.} \cdot i_{o.к.}) \cdot \eta_{д} = D_{п.в.} \cdot i_{п.в.} + \sum_1^n D_{j.п.} \cdot i_{j.п.}, \quad (1.2)$$

де $D_{п}$ і $i_{п}$ – відповідно витрата і ентальпія пари яка поступає в теплообмінник пастеризатора;

$D_{j.в.}$ і $i_{j.в.}$ – витрата і ентальпія поступаючого в пастеризатор потоку суміші;

n – число потоків суміші;

$D_{o.к.}$ і $i_{o.к.}$ – витрата і ентальпія основного конденсату;

$D_{j.п.}$ і $i_{j.п.}$ – витрата і ентальпія потоків пари, які відводяться від пастеризатора;

k – число потоків пари;

					Кваліфікаційна робота	Арк
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_d – коефіцієнт, що враховує втрати тепла в навколишнє середовище ($\eta_d \approx 0.99$).

Матеріальний баланс розраховується за формулою

$$(D_{\text{п}} + \sum_1^n D_{j.\text{в.}} + D_{\text{о.к.}}) \cdot \eta_d = D_{\text{п.в.}} + \sum_1^n D_{j.\text{п.}}, \quad (1.3)$$

де $D_{\text{п}}$ – витрата пари яка поступає в теплообмінник пастеризатора;

$D_{j.\text{в.}}$ – витрата поступаючого в пастеризатор потоку суміші;

n – число потоків суміші;

$D_{\text{о.к.}}$ – витрата основного конденсату;

η_d – коефіцієнт, що враховує втрати тепла в навколишнє середовище ($\eta_d \approx 0.99$)

$D_{j.\text{п.}}$ – витрата потоків пари, які відводяться від пастеризатора;

Зміни масового і теплового потоків на вході і виході впливають на тиск системи. Знаючи ці рівняння ми можемо вибрати раціональну структуру керування процесом.

Якість процесу пастеризації є важливим технологічним чинником, тому він підлягає контролю, оскільки впливає на якість вихідного продукту.

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

3 ПРОЕКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПЛК ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера

Для виконання роботи обрано ПЛК Schneider Electric Modicon M340 і нам потрібно: вісім аналогових входів, три дискретних входи, три аналогових виходів і одинадцять дискретних виходів.

ПЛК Schneider Electric M340 зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Контролер Schneider Electric Modicon M340

Програмований логічний контролер Schneider Electric M340 успадкував традиції і ноу-хау компанії Modicon, яка винайшла і представила світу перший

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Васильєв Н.О.			<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива</i>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Ельперін І.В.					14	10
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
Секретар		Проскурка Є.С.						

промисловий програмований контролер. Поява на світ компактного M340 стало дійсністю завдяки новизні вирішень, які максимально відповідають вимогам сучасного машинобудування. В ряді з TSX Premium і TSX Quantum цей «молодший брат» в сімействі SE закликаний допомагати у вирішенні задач автоматизації в промисловості.

На дивлячись на невеликі габарити, новий ПЛК може «оживити» машину завдяки внутрішньому об'єму пам'яті і високій продуктивності. Незалежно від особливостей використовують обладнання, які накладають на нього певні обмеження і стиля програмування M340 підійде для вирішення задач любой важкості. Висока швидкість обробки двійкових інструкцій у ньому поєднується зі здатністю виконувати цілочисельні обрахунки і операції з плаваючою комою.

З M340 можна не оберігатися від зниження продуктивності – його робота деякого сповільнення циклу програми у випадку використання любых можливостей потужних і розвинутих мов, відповідно стандартам МЕК.

Використовуючи операційну систему M340, користувач може адаптувати контролер до наявного в нього обладнання, а не навпаки.

Завдяки великому об'єму пам'яті у M340 відпадає необхідність оптимізації розробок, тому що процесор на борту має 8 Мб пам'яті, де можна зберігати понад 70 тисяч інструкцій програми. В комплекті з процесором поставляється флеш-картка типу SD, яка готова для зберігання архіву програми. Таким чином, необхідності в розширенні пам'яті, як правило не виникає.

M340 дозволяє реалізувати будь яке ноу-хау з врахуванням індивідуальних потреб замовника, оскільки відмінними особливостями обладнання у кожного клієнта являються наступні функції:

- функції рахунку імпульсів, які реалізуються за допомогою двох модулів: 2 канали до 60 кГц або 8 каналів до 10 кГц;
- 32-бітовий рахунок;
- час циклу 1 мс;

					Кваліфікаційна робота	Арк
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2 реєстри захоплення і рефлексивні функції з реакцією менше 200 мкс
- розширені функції конфігурації: фільтрація по кожному входу, широкий вибір рефлексивних функцій, генератор імпульсів, обмежувач вільного ходу;

- функції конфігурації рахунку і вимірювання.

M340 пропонує інтегровані, гнучкі і економічні вирішення по позиціонуванні для незалежних і зв'язаних осей. Спеціальний модуль для цього не потрібний. Вирішення засноване на вбудованій програмній бібліотеці позиціонування, яка відповідає стандарту PLCopen.

Керування сервоприводом або частотним приводом виконується командами MFB, які видаються на привід через шину CANopen і керуючими приводами Altivar для асинхронних електродвигунів або Lexium, або IcIA для без щіткових або крокових синхронних електродвигунів з ціллю управління позиціонуванням.

Розроблений спеціально для виробників компактних, модульних або складних машин M340 особливо добре підходить для обладнання зв'язаного з переміщенням матеріалів, конвеєрного транспортування і вторинної упаковки, а також для спеціальних і деревообробних машин.

Бібліотека функцій регулювання являється стандартною в пакеті Unity. Мова функціональних блок-схем забезпечує глибоке програмування з сучасним графічним інтерфейсом. Існує також можливість оптимізації і контролю алгоритму керування. Крім традиційних регуляторів типу ПД або ПІ, бібліотека включає в себе багато додаткових функцій і елементів, а саме:

- автоналаштування регулятора;
- двох- або трьох позиційний регулятор, ПІ-регулятор типу «гарячий/холодний», каскадний ПД-регулятор;
- генератор функцій зміни алгоритму керування;
- переключення структури ПД/ПІ;
- модуляцію продовження імпульсу;
- масштабування величин і ряд інших можливостей.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До персонального комп'ютера можна підключитися з допомогою простого високошвидкісного інтерфейсу USB, яким обладнаний любий сучасний процесорний модуль від Schneider Electric. Підключення можливе і через Ethernet, в режимі «точка-точка» або через локальну мережу.

M340 дозволяє завжди «тримати» об'єкти замовника в межах досяжності. До установок можна підключитися за допомогою модема (RTC, GSM/GPRS, Radio) або ADSL. В залежності від технології підключення доступні:

- загрузка або вигризка програми;
- віддалена діагностика через WEB-сервер;
- запис і читання файлів даних.

Для виконання БКР було обрано CPU P34 2020.

На лицевій панелі вдосконалених процесорних модулів BMX P34 2020 передбачені наступні засоби індикації і гнізда:

- гвинт для надійного кріплення модуля в слоті монтажного шасі;
- блок індикацій, який в залежності від моделі може мати 8 або 10 світлових індикаторів;
- гніздо USB mini-B для підключення програмного терміналу;
- відсік під картку пам'яті для зберігання резервної копії програми;
- гніздо RJ45 для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX;
- гніздо RJ45 для підключення кабелю інтерфейса Modbus або кабеля сигнального режиму. [8]

На задній панелі розміщені два поворотних перемикачі присвоєння IP адреси. Адресу можна присвоїти одним з трьох способів:

- адрес присвоюється двома перемикачами;
- адрес присвоюється в параметрах налаштування програмами;
- адрес присвоюється сервером Ethernet TCP/IP BOOTP.

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

Для реалізації системи автоматичного регулювання процесу пастеризації та охолодження пива, згідно з функціональної схеми автоматизації, необхідно використати:

- 8 аналогових входів;
- 3 аналогових виходи;
- 3 дискретних входи;
- 11 дискретних виходів.

Враховуючи, вище наведену кількість входів-виходів вибрано наступну конфігурацію мікропроцесорного засобу автоматизації[9]:

- BMX ART 0414 – модуль вводу аналогових сигналів для термоперетворювачів опору (4 аналогових входи);
- BMX AMM 0600 – модуль вводу/виводу аналогових сигналів (4 аналогових входи і 2 аналогових виходи);
- BMX AMO 0410 – модуль виводу аналогових сигналів (4 аналогових виходи);
- BMX DDM 3202K – модуль вводу/виводу дискретних сигналів (16 – дискретних входів, 16 – дискретних виходів).

3.2. Схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмно логічного контролера

Схема підключення термометра опору TCM 9203 зображена на рисунку 3.2.

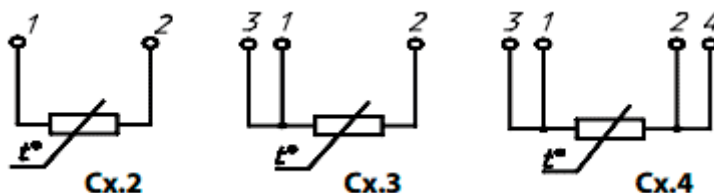


Рисунок 3.2 – Схема підключення термометра опору TCM 9203

Схема підключення витратоміру Endress+Hauser proline promag 50L зображена на рисунку 3.3

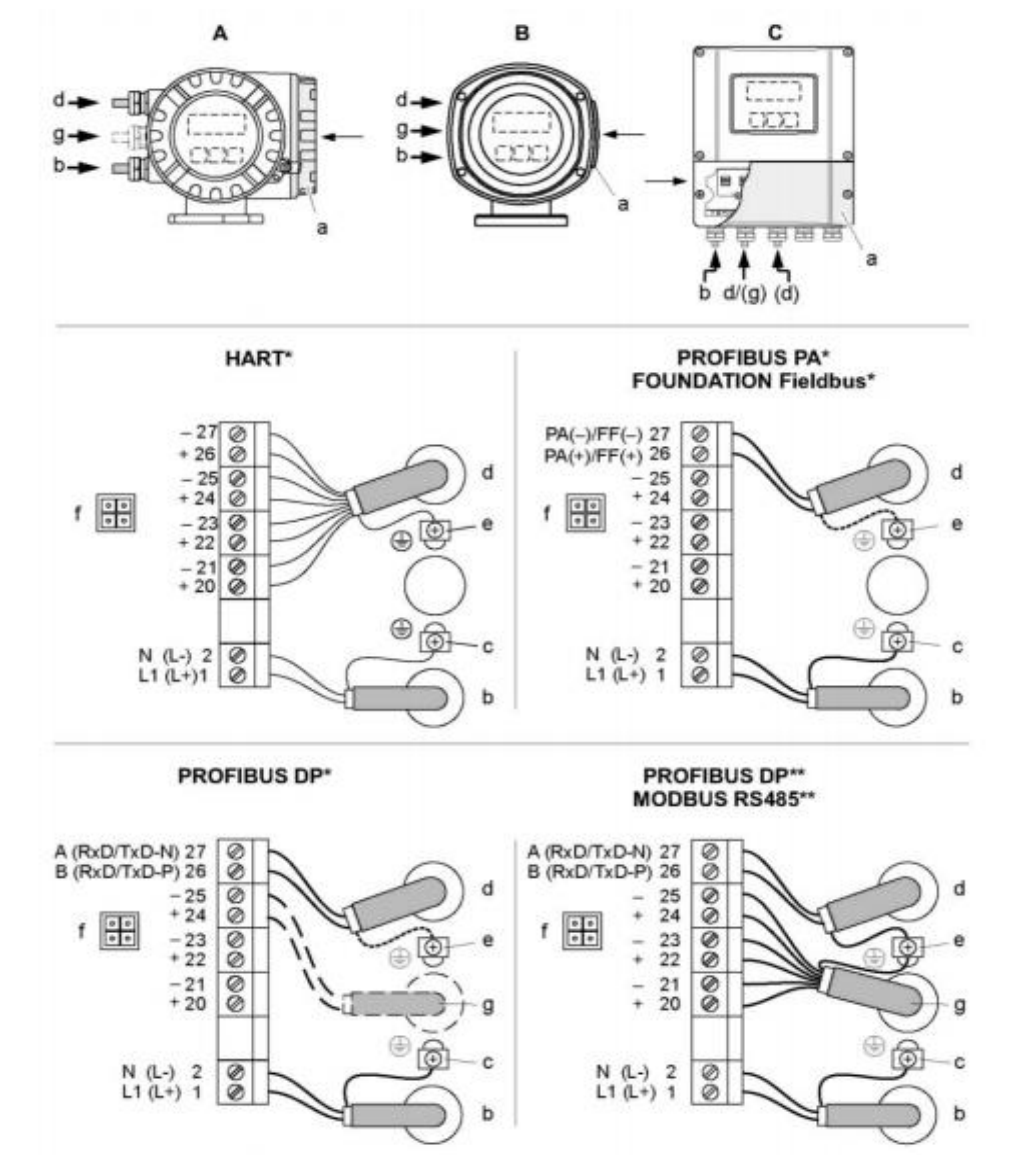


Рисунок 3.3 – Схема підключення витратоміру Endress+Hauser proline promag 50L

Схема підключення витратоміру Endress+Hauser proline promag 50L зображена на рисунку 3.4

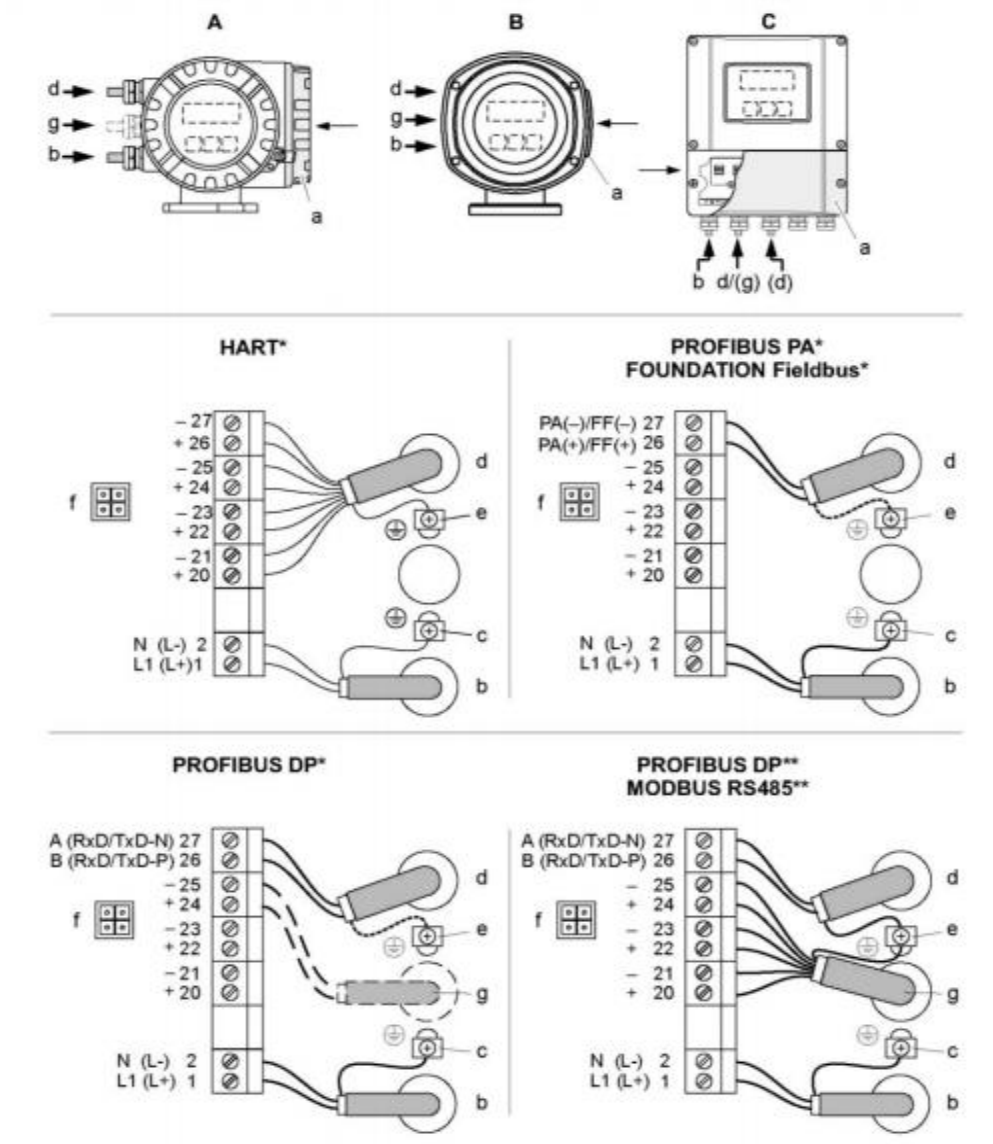
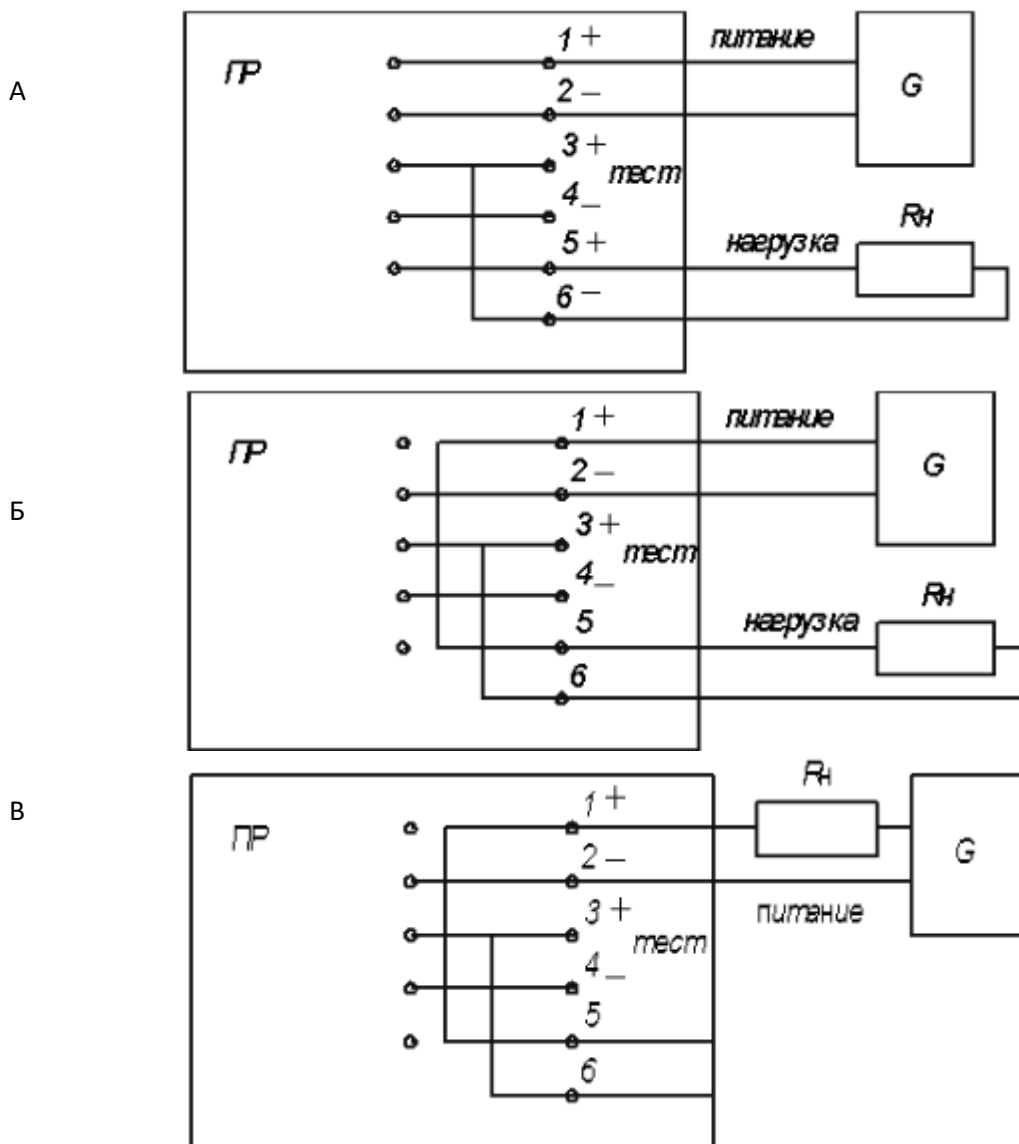


Рисунок 3.4 – Схема підключення витратоміру Endress+Hauser proline promag 50L

Схему підключення перетворювачу тиску Сапфір-22-Вн-2140 зображено на рисунку 3.5



А – схема підключення по чотири дротовій лінії зв'язку з граничним значенням вихідного сигналу 0-5 мА, Б – схема підключення по чотири дротовій лінії зв'язку з граничними значеннями вихідного сигналу 4-20 мА, В – схема підключення по дводротовій лінії зв'язку з граничними значеннями вихідного сигналу 4-20 мА

Рисунок 2.13 – Схема підключення перетворювачу тиску Сапфір-22-Вн-2140

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Схема підключення позиціонера зображена на рисунку 3.5

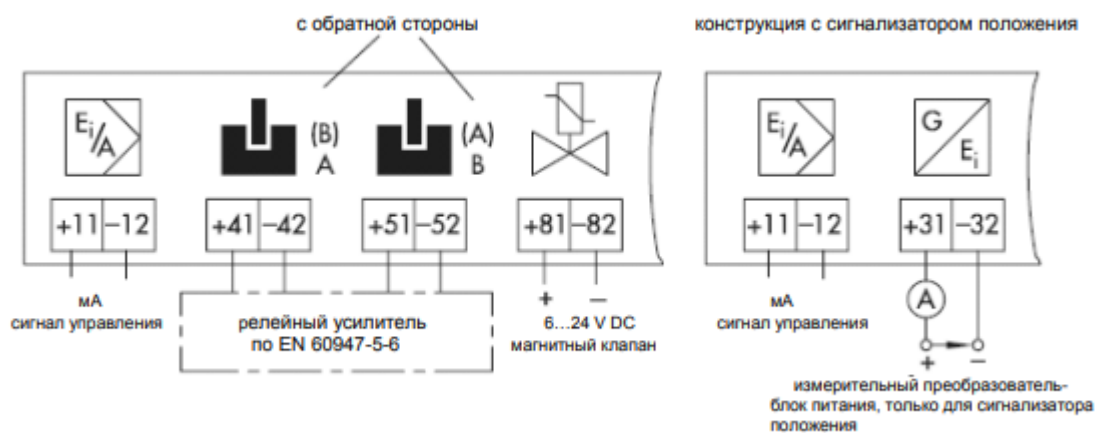


Рисунок 3.5 – Схема підключення позиціонера

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Схема підключення частотного перетворювача DANFOSS VLT MICRO DRIVE FC 51 зображена на рисунку 3.6

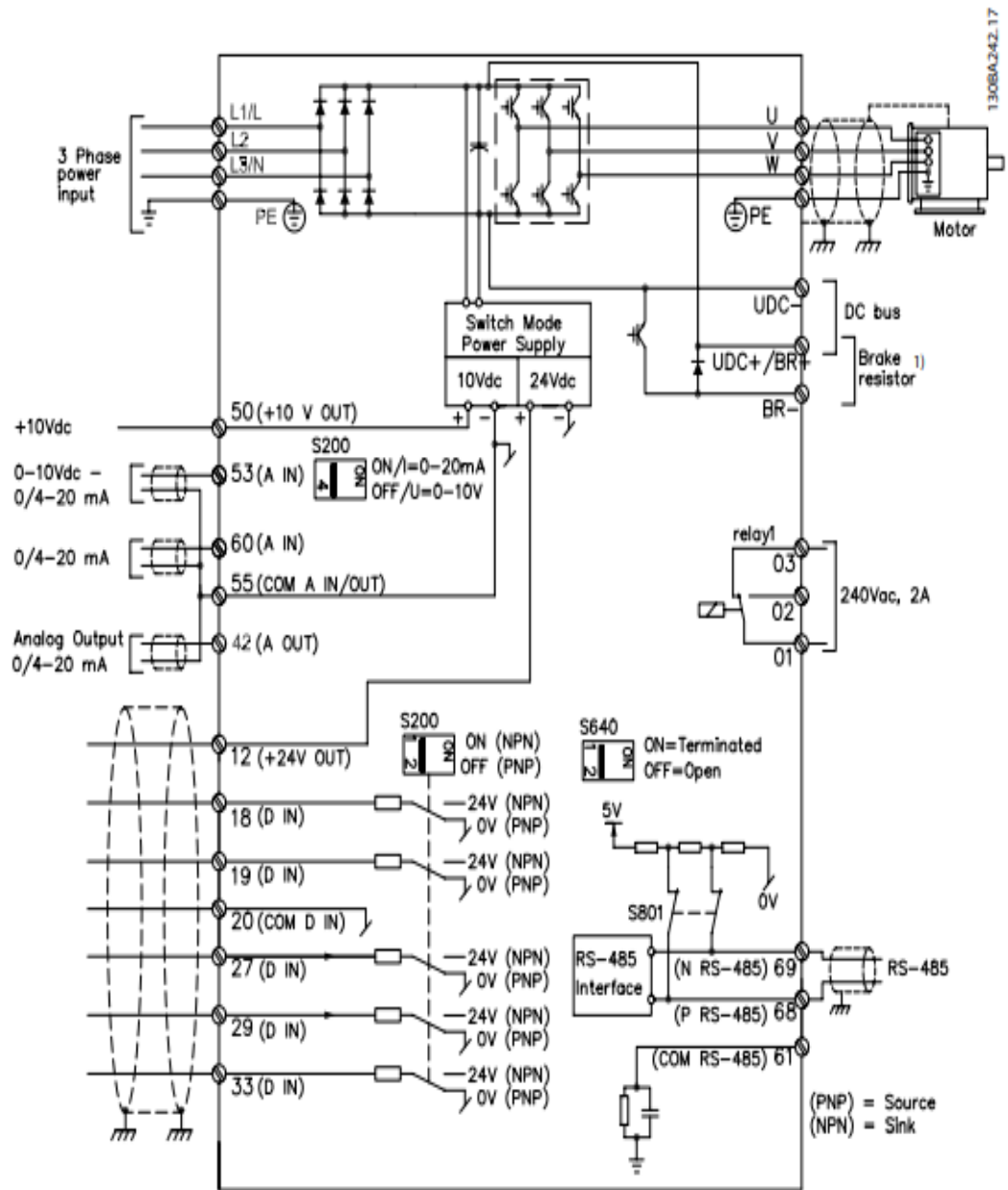


Рисунок 3.6 – Схема підключення частотного перетворювача DANFOSS VLT MICRO DRIVE FC 51

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4. Монтажна схема засобу автоматизації

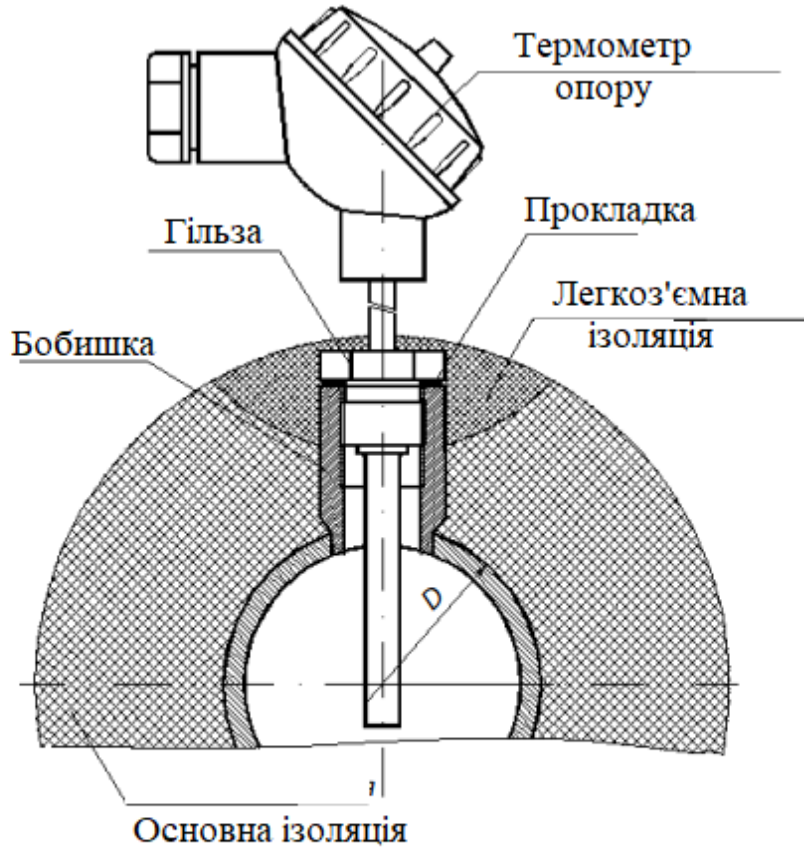


Рисунок 4.1 – Монтажна схема засобу автоматизації

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Васильєв Н.О.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				24	1
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			НУХТ АК-4-2ск		
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					
					<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива</i>		

5 ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛК (АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА)

5.1 Опис спеціального програмного забезпечення

Сучасні персональні комп'ютери здатні сприймати і зберігати інформацію, обчислювати, приймати рішення, видавати кінцеві розв'язки задач і передавати результати користувачеві. Але персональний комп'ютер не в змозі це робити без вказівок людини, кожен її крок має бути підготовлений користувачем.

Для цього необхідно написати програму – послідовність команд, відповідно до яких буде функціонувати персональний комп'ютер. Створення такої програми опирається на алгоритм розв'язку задачі, відповідно до якої створюється послідовність команд, яка в подальшому розміщується в пам'ять і виконується. Під алгоритмом розуміють кінцевий набір правил для виконання деякої процедури, який задовольняє трьом основним вимогам: масовість, детермінованість, результативність.

Кожну задачу можна вирішити по різному. Тому при розробці програми управління технологічним процесом слід розробити такий алгоритм, який матиме якомога менше операцій, а отже простішу структуру. Це дасть змогу підвищити швидкодію та надійність програми. При розробці алгоритму треба вказати всі операції в тій послідовності, в якій буде здійснюватися регулювання. Якщо якась операція буде пропущена то програма буде працювати з помилками або взагалі не запуститься.

Найзручнішим способом, за допомогою якого можна представити алгоритм будь-якої складності є структурна блок-схема. Графічне зображення алгоритму розв'язку задачі у вигляді блок-схеми – важливий етап підготовки задачі до розв'язку на персональному комп'ютері.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Васильєв Н.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					25	16
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Схема дозволяє адекватно уявити роботу алгоритмів та програми, для якої він розроблений. Аналізуючи блок-схему, можна з'ясувати, як різні вхідні дані впливатимуть на кінцевий результат та яким чином буде здійснюватися процес регулювання.

програми контролерів SE M340 виконується за допомогою програмного середовища Unity pro але для зручності розробки SCADA систем було створено програму Vijeo Designer яка спрощує розробку SCADA спеціально під панелі керування Unity pro:

- єдине програмне середовище – "все в одному";
- підтримка мов стандарту MEK61131-3;
- вбудована адаптується Бібліотека Функціональних блоків (DFB);
- симулятор ПЛК в персональному комп'ютері для налагодження програм;
- вбудована діагностика;
- повний набір он-лайн сервісів.

Vijeo Designer

Розроблене для конфігурації інтерфейсу «людина-машина» Magelis, додаток Vijeo Designer є видатним в своєму класі. Просте у використанні дозволяє створити іменно таке відображення SCADA як потрібно у виробництві. Має широку підтримку різних панелей оператора та гнучке у підборі засобів автоматизації. Підтримує можливості створення декількох профілів користувача для максимальної безпеки та продуктивності виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

5.2 Опис програми керування для ПЛК

САР витрати:

Сигнал з витратоміра перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабується в блоці SCALE, після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі опрацьований сигнал поступає на блок ПІД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на частотний перетворювач, який змінює витрату пива в трубопроводі. Також реалізована система блокування насоса по верхньому рівні в буферній ємності. САР витрати зображено на рисунку 5.1

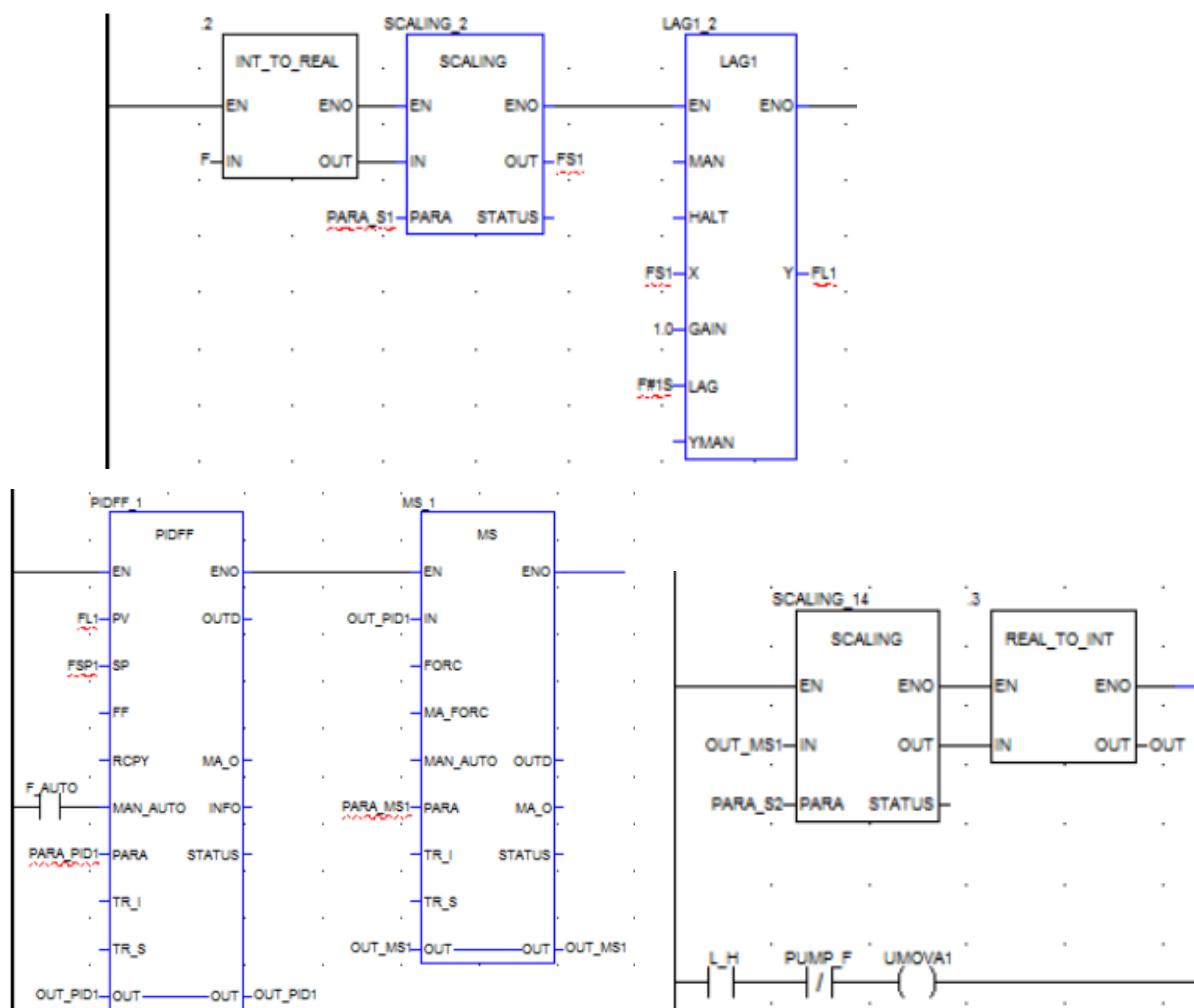


Рисунок 5.1 САР витрати

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

САР тиску в зоні витримки

Сигнал з реле тиску перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабується в блоці SCALE, після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі опрацьований сигнал поступає на блок ПД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на частотний перетворювач, який змінює тиск в трубопроводі. САР тиску в зоні витримки зображено на рисунку 5.2.

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

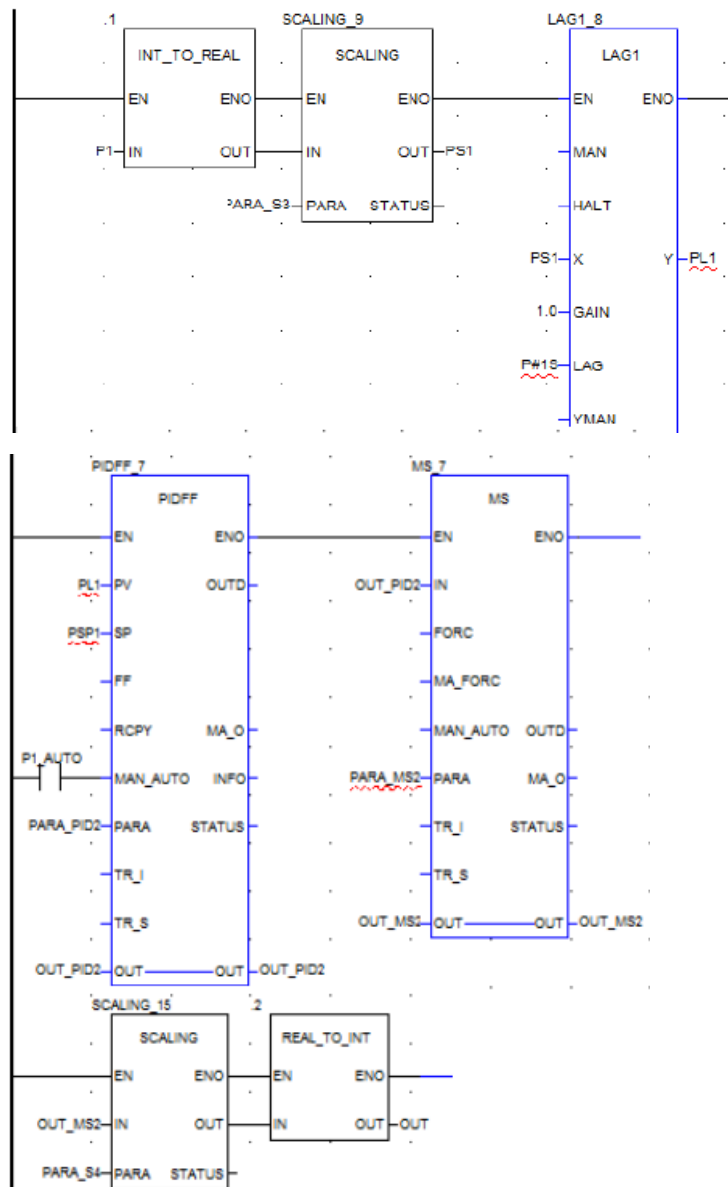


Рисунок 5.2 САР тиску в зоні витримки

САР температури нагрівання продукту

Сигнал з термометрів опору перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабуються в блоці SCALE, після чого сигнали фільтруються в блоці LAG1. Далі опрацьовані сигнали поступають на блок ПІД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP на розрахованим PU. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на пневматичний виконавчий механізм, який керує подачею пари для нагріву води. САР температури нагрівання продукту зображено на рисунку 5.3

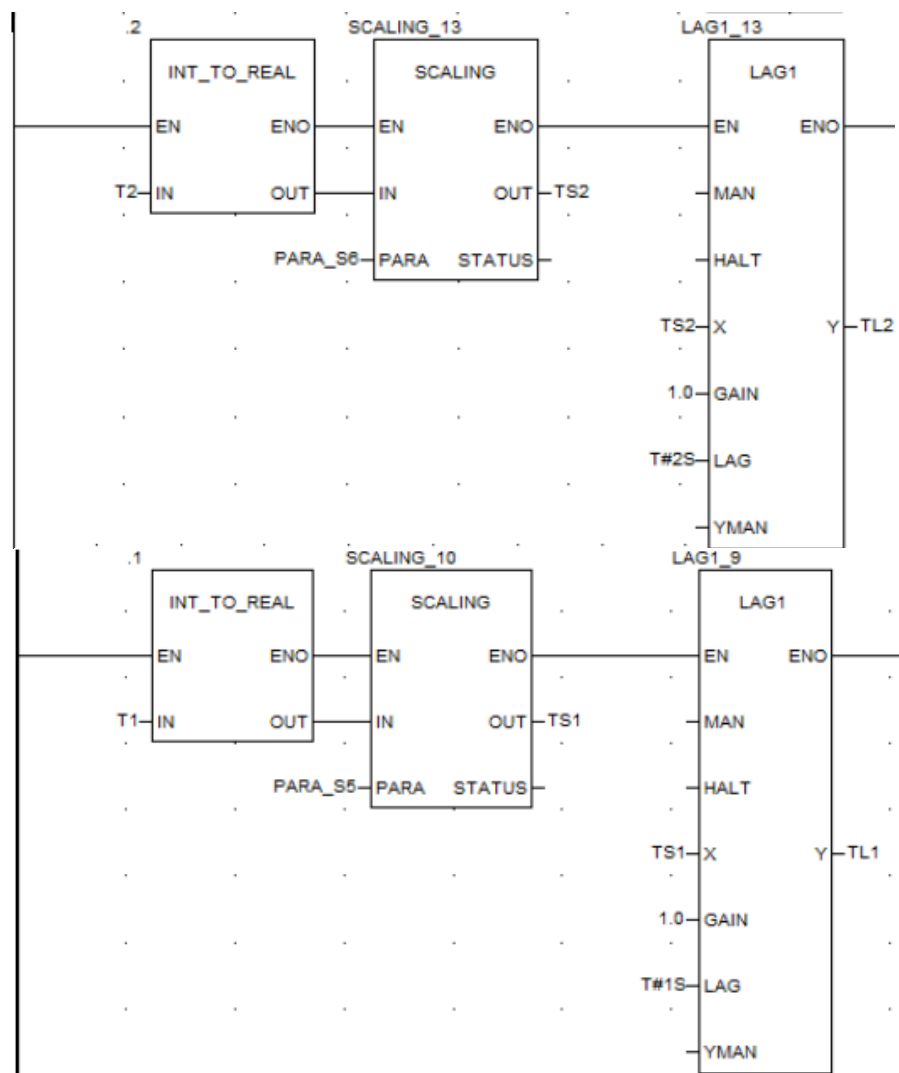


Рисунок 5.3 – САР температури нагрівання продукту аркуш 1

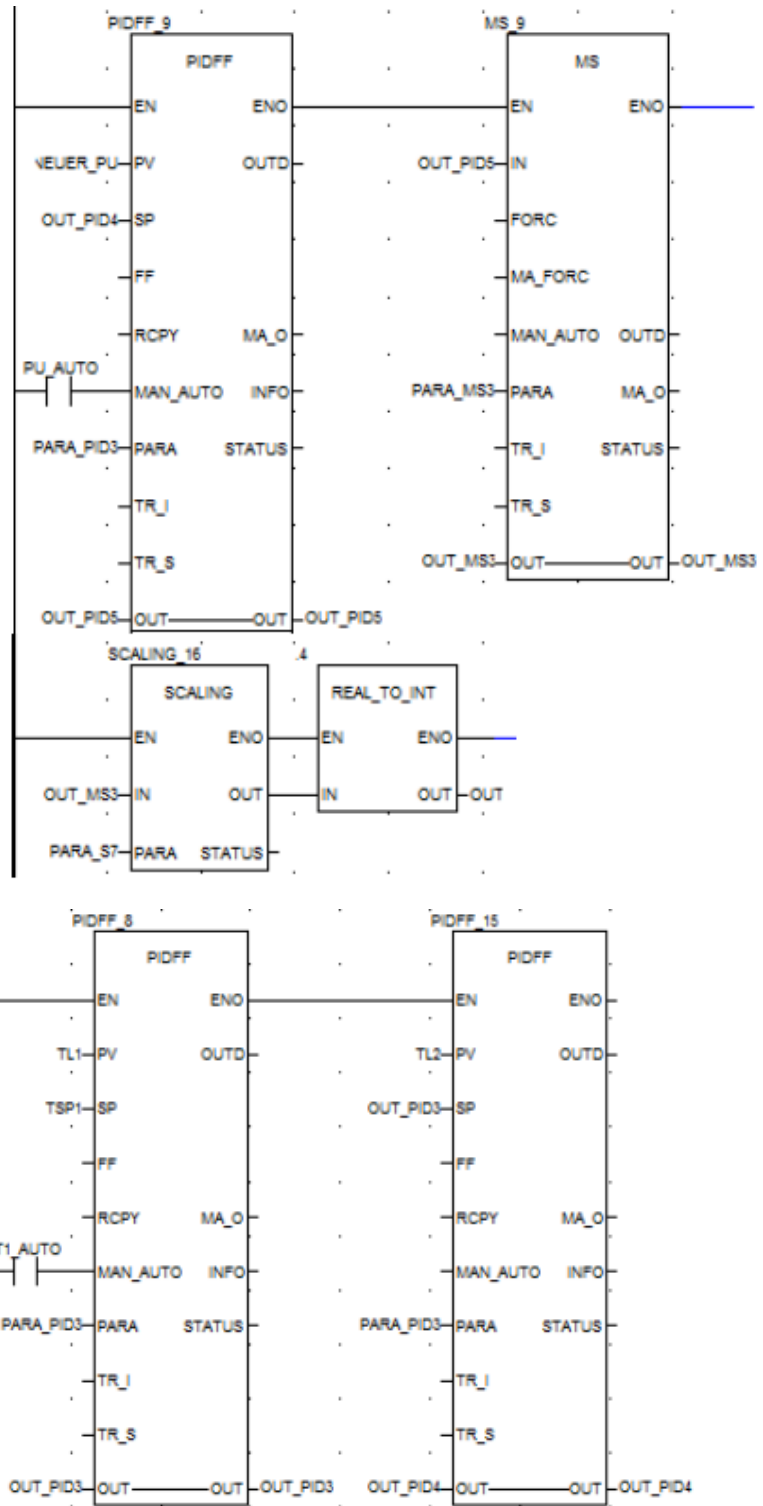


Рисунок 5.4 – аркуш 2

САР одиниці пастеризації (PU):

Одиниці пастеризації обчислюються за формулою

$$PU = \tau \cdot 1,393^{(T-60)},$$

де τ – час пастеризації;

T – температура пастеризації.

Значення параметру τ вираховується з витрати, а T – за значенням з термометра опору. САР одиниці пастеризації зображено на рисунку 5.5

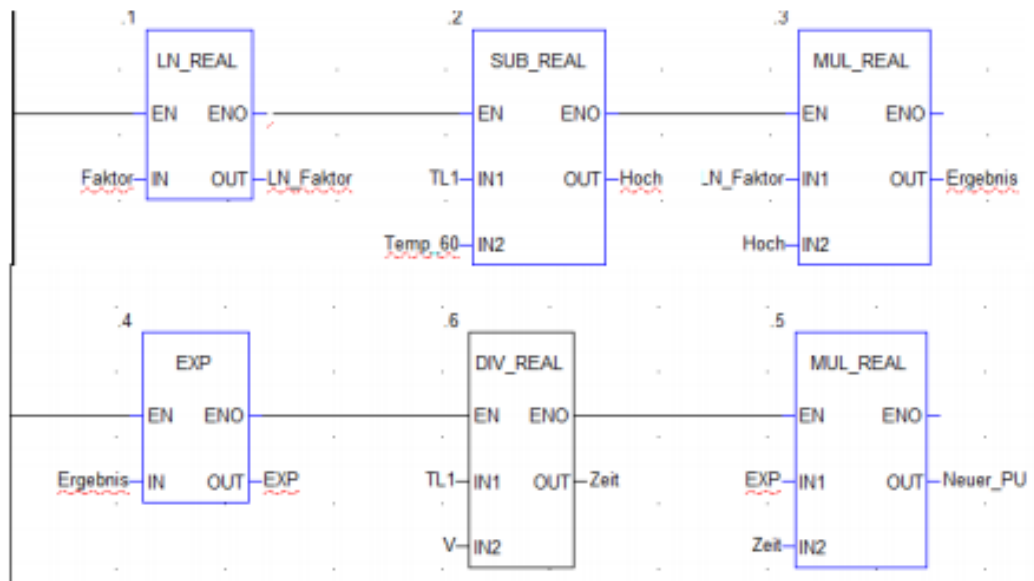


Рисунок 5.5 – САР одиниці пастеризації

САР тиску гарячої води

Сигнал з реле тиску перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабується в блоці SCALE, після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі опрацьований сигнал поступає на блок ПІД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL

у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на пневматичний виконавчий механізм та комбінований пускач, які керують подачею води для підживлення. САР тиску гарячої води зображено на рисунку 5.6

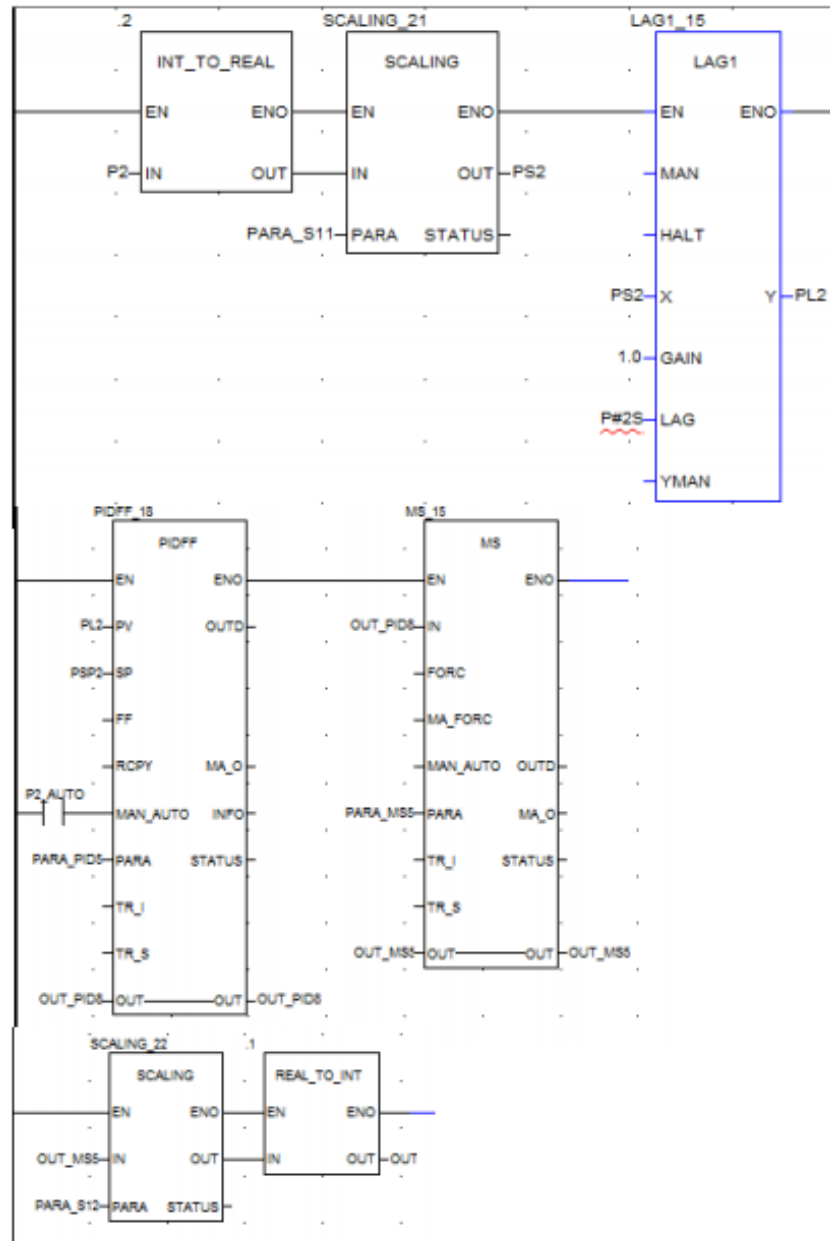


Рисунок 5.6 – САР регулювання тиску гарячої води

САР температури охолодження продукту

Сигнал з термометрів опору перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабуються в блоці SCALE, після чого сигнали фільтруються в блоці LAG1. Далі опрацьовані сигнали поступають на блок ПІД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP на розрахованим PU. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на пневматичний виконавчий механізм, який керує подачею пари для нагріву води. САР температури охолодження продукту зображено на рисунку 5.7

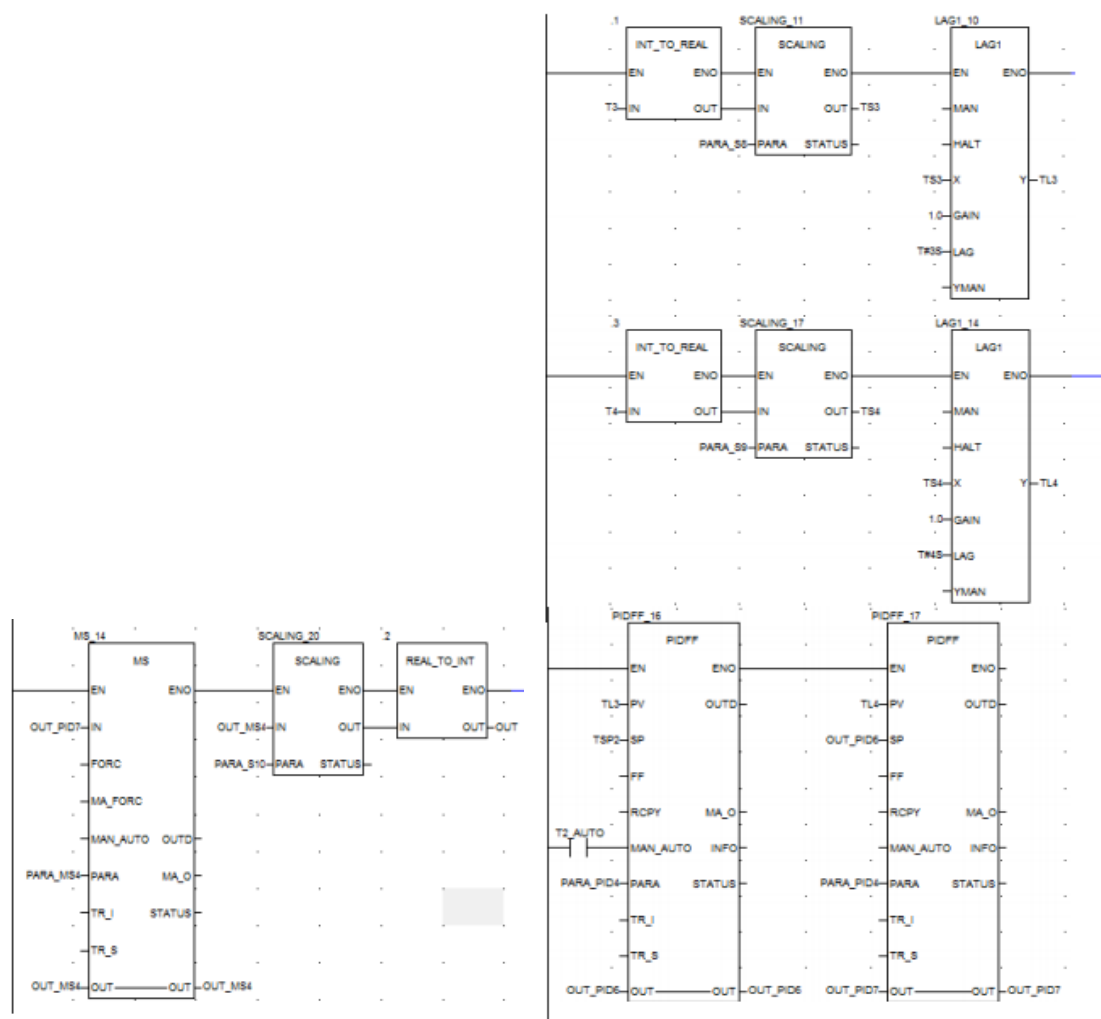


Рисунок 5.7 САР регулювання температури охолодження продукту

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

САР рівня в буферній ємності

Сигнал з перетворювачів тиску перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабуються в блоці SCALE, після чого сигнали фільтруються в блоці LAG1. Далі з опрацьованих сигналів обраховується рівень. Після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі сигнал поступає на блок ПІД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на частотний перетворювач, який керує подачею пастеризованого пива.

Також реалізована система блокування насоса по нижньому рівні в буферній ємності. САР регулювання рівня в буферній ємності зображено на рисунку 5.8.

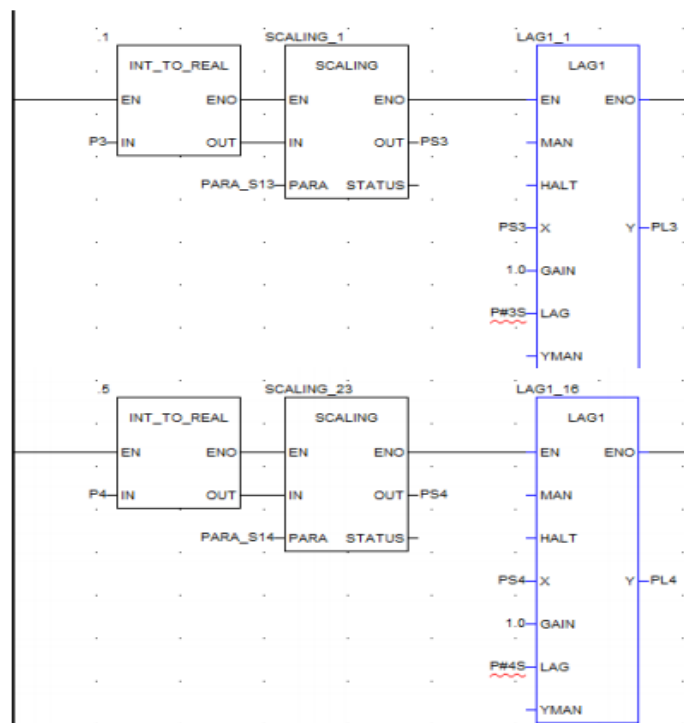


Рисунок 5.8 – САР регулювання рівня в буферній ємності аркуш 1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

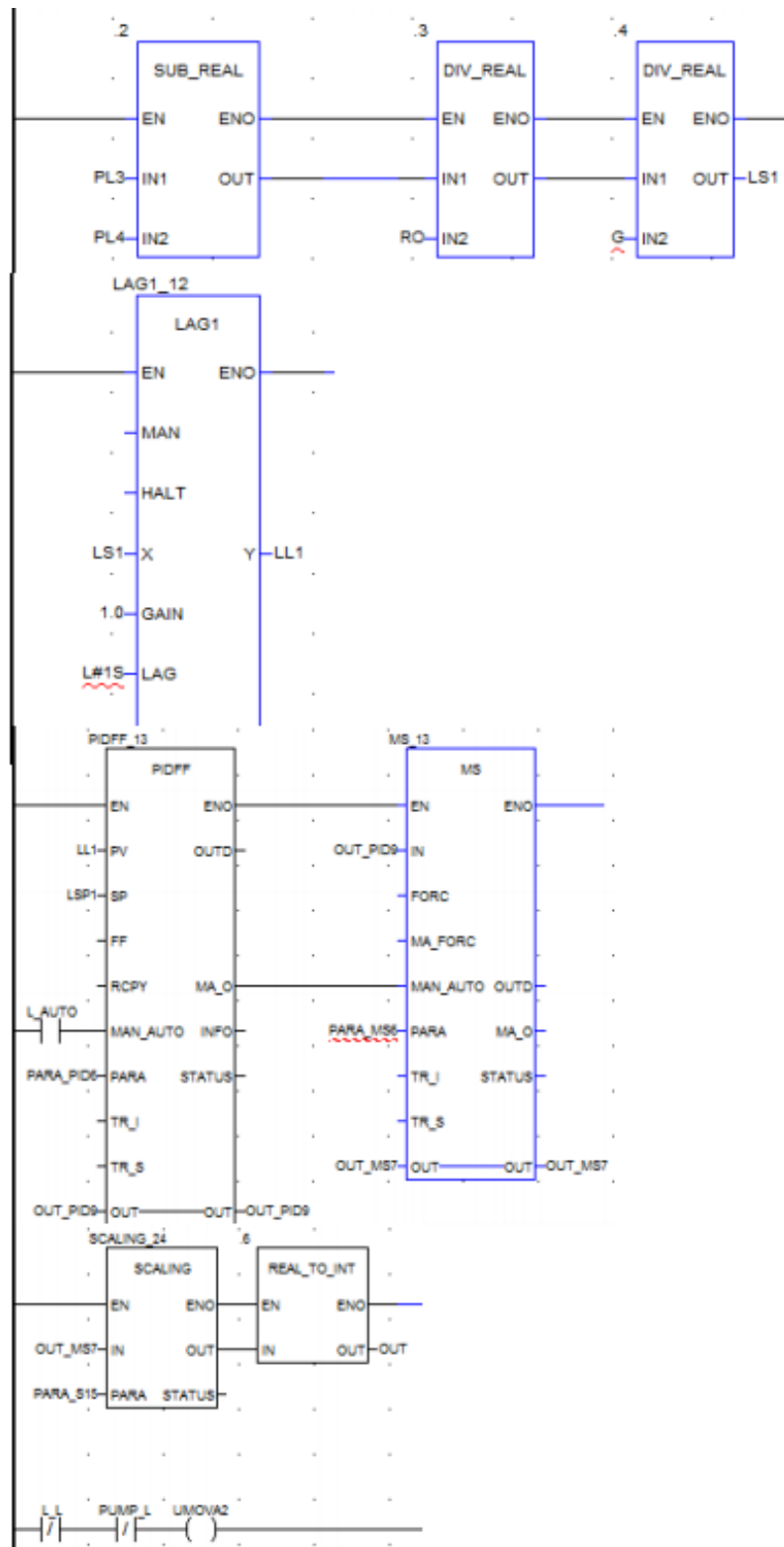


Рисунок 5.8 – аркуш 2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

САР тиску в буферній ємності

Сигнал з реле тиску перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабується в блоці SCALE, після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі опрацьований сигнал поступає на блок ПД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на пневматичний виконавчий механізм, які керують подачею або стравленням CO₂.

Також за допомогою блоків COMPARE реалізована система аварійного спрацювання(для покращення надійності системи). САР регулювання тиску буферної ємності зображено на рисунку 5.9.

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

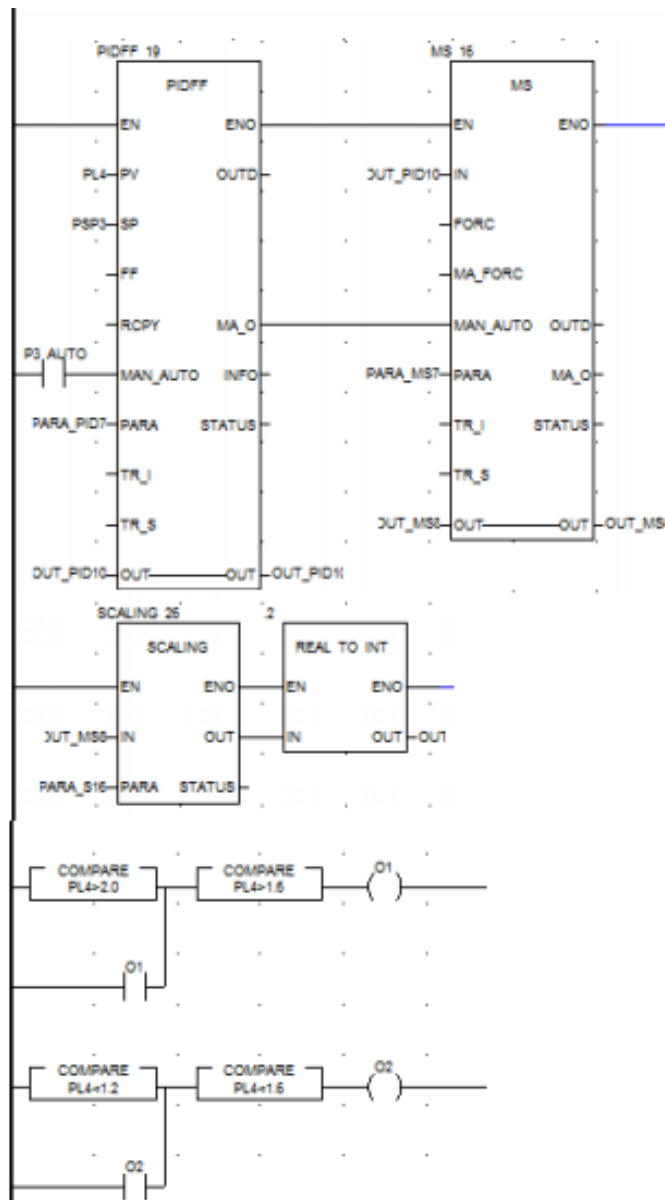


Рисунок 5.9 –САР регулювання тиску буферної ємності

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

САР циркуляційними насосами гарячої води та гліколю

При запуску процесу пастеризації насоси включаються, при виключенні, насоси виключаються. САР циркуляційними насосами гарячої води та гліколю зображено на рисунку 5.10

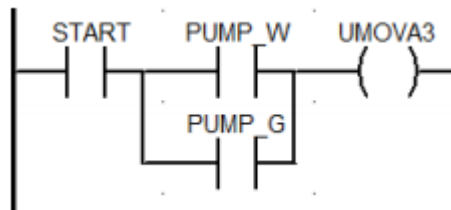


Рисунок 5.10 – САР циркуляційними насосами гарячої води та гліколю

САР концентрації

Сигнал з кондуктометричного концентратоміра перетворюється з формату Integer в формат Real за допомогою блока INT_TO_REAL, потім масштабується в блоці SCALE, після чого сигнал фільтрується в блоці LAG1. Далі опрацьований сигнал поступає на блок ПД-регулювання, де порівнюється із внутрішнім завданням SP. Далі сигнал регулюючої дії поступає на блок ручного керування MS. Цей сигнал масштабується за допомогою SCALE і перетворюється з формату REAL у формат INTEGER за допомогою блоку REAL_TO_INT. Вихідний сигнал поступає на пневматичний виконавчий механізм(згідно завдання), які керують подачею води або пива та зливом. САР концентрації зображено на рисунку 5.11.

					Кваліфікаційна робота	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

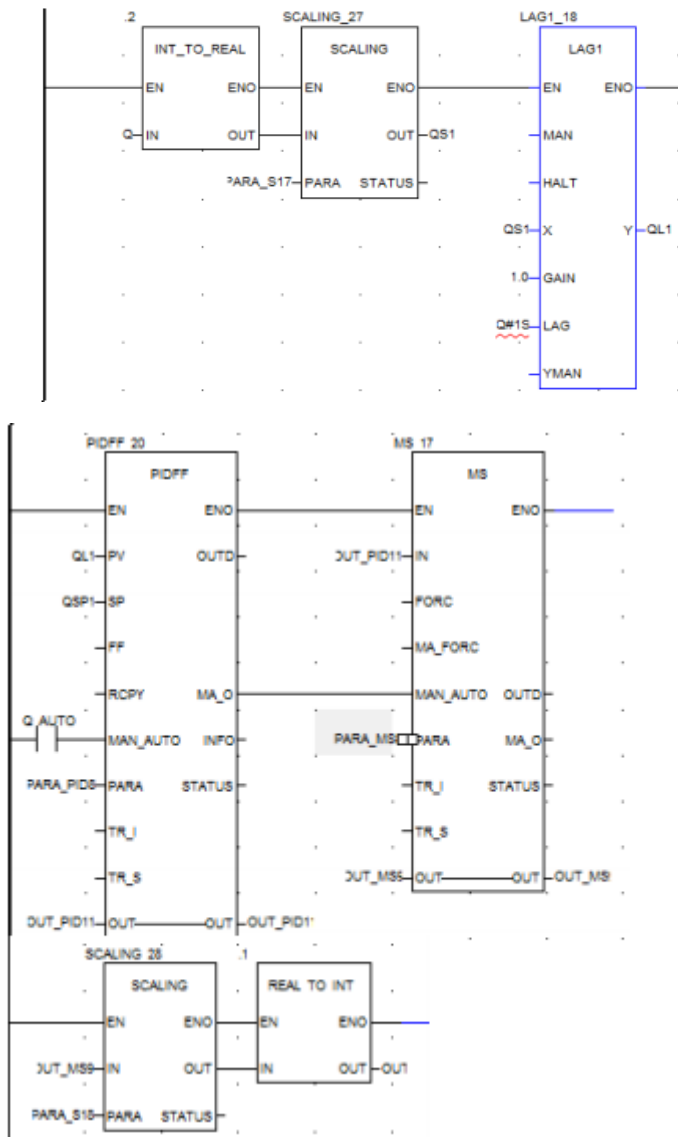


Рисунок 5.11 – SAP концентрації

6 РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Опис SCADA системи

Компанія Schneider Electric представила свою програму Vijeo Designer яка призначена спеціально для розробки SKADA систем вона дозволяє зручно проектувати свою систему спеціально під потрібну вам панель оператора що має великі переваги перед програмами які представлені іншими виробниками. Вона підтримує роботу з різними графічними елементами та одразу має бібліотеку готових графічних елементів з елементами анімації. Також можливе створення своїх об'єктів для подальшого їх використання у якості графічного елемента. У роботі подання елементів на панелі змінюється залежно від значень змінних.

Для виконання проекту було обрано сенсорну панель керування ХВТГТ 340 з роздільною здатністю екрану 1024x768 пікселів що забезпечує зручність та швидкість роботи з мнемосхемою. Зовнішній вигляд панелі ХВТГТ 340 зображено на рисунку 5.1



Рисунок 5.1 Зовнішній вигляд панелі ХВТГТ 340

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Васильєв Н.О.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				41	10
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					
					<i>Розробка системи автоматизації процесу пастеризації пива</i>		

Вигляд робочого процесу створення мнемосхеми у середовищі зображено на рисунку 5.2

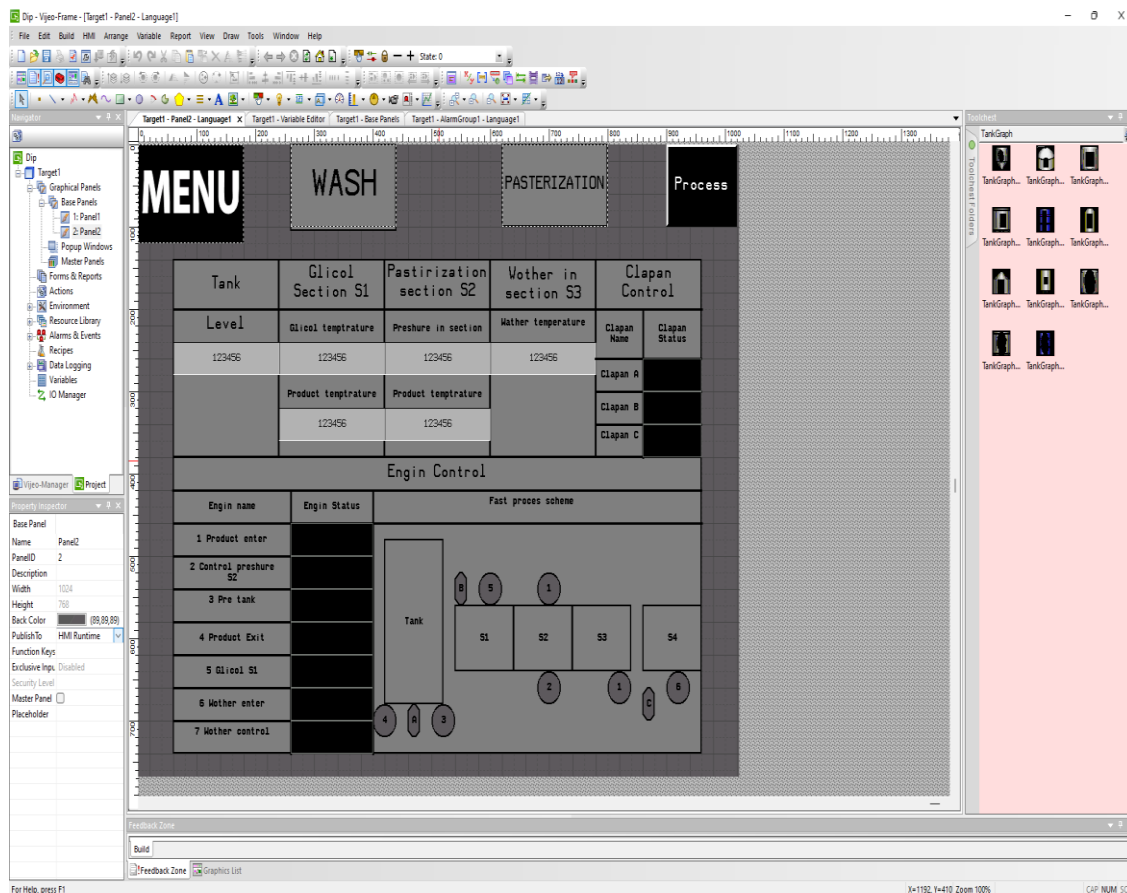


Рисунок 5.2 Вигляд робочого процесу створення мнемосхеми у середовищі

За допомогою графічного редактора візуалізації Vijeo Designer, створено людино-машинний інтерфейс обміном між технологічним процесом пастеризації пива та оператором.

Мнемосхема складається з двох дисплеїв переключення між якими виконується за допомогою кнопки «MENU»

- Дисплей зі схемою процесу
- Дисплей для контролювання процесу

Дисплей зі схемою процесу показано на рисунку 5.3, дисплей для контролю процесу показано на рисунку 5.4, меню конфігурування кнопки «MENU» показано на рисунку 5.5

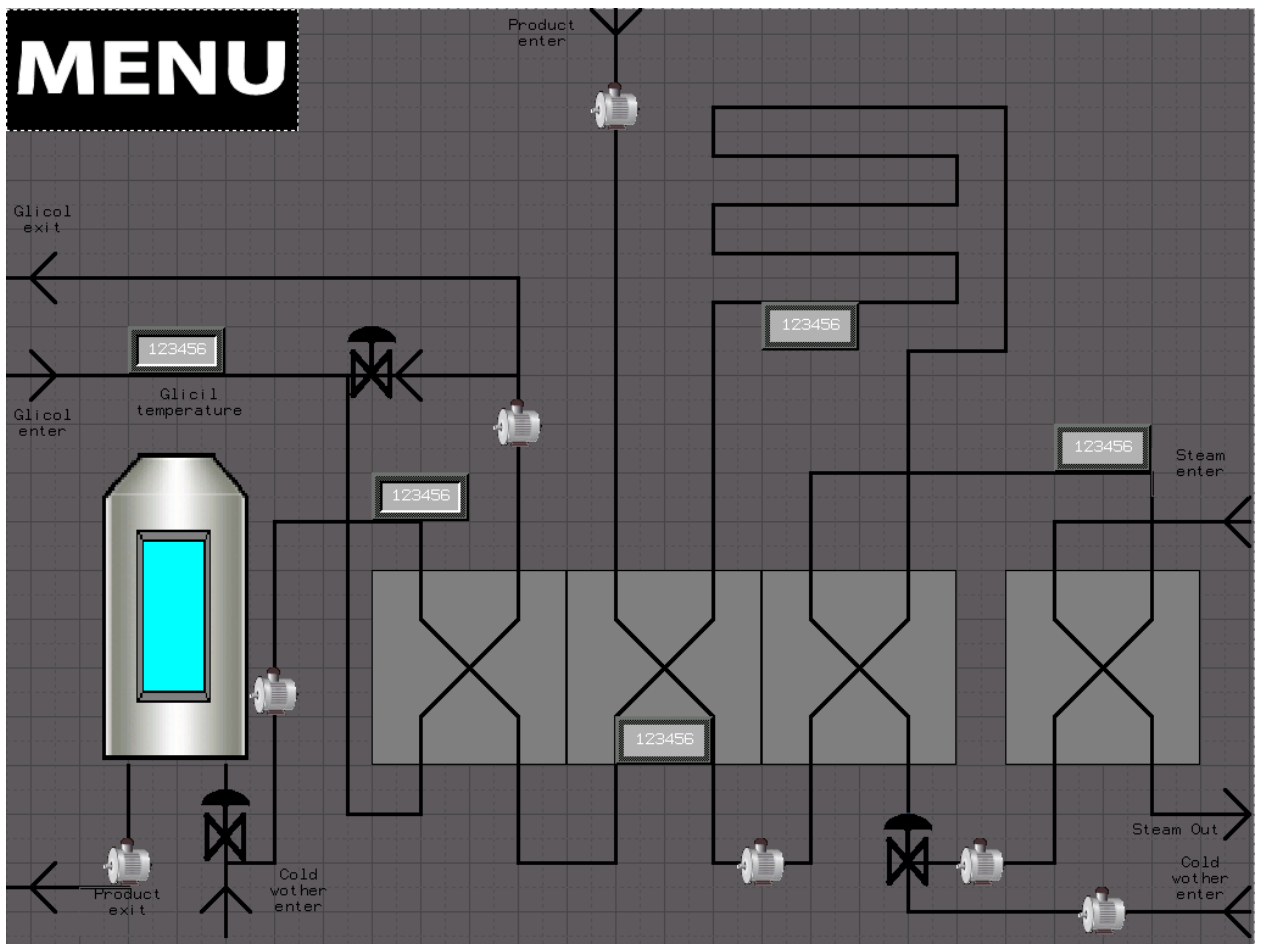


Рисунок 5.3 Дисплей зі схемою процесуЦей дисплей призначено для нагальності встановлення виконавчих механізмів та насосів у схемі і не несе прямого функціонального призначення.

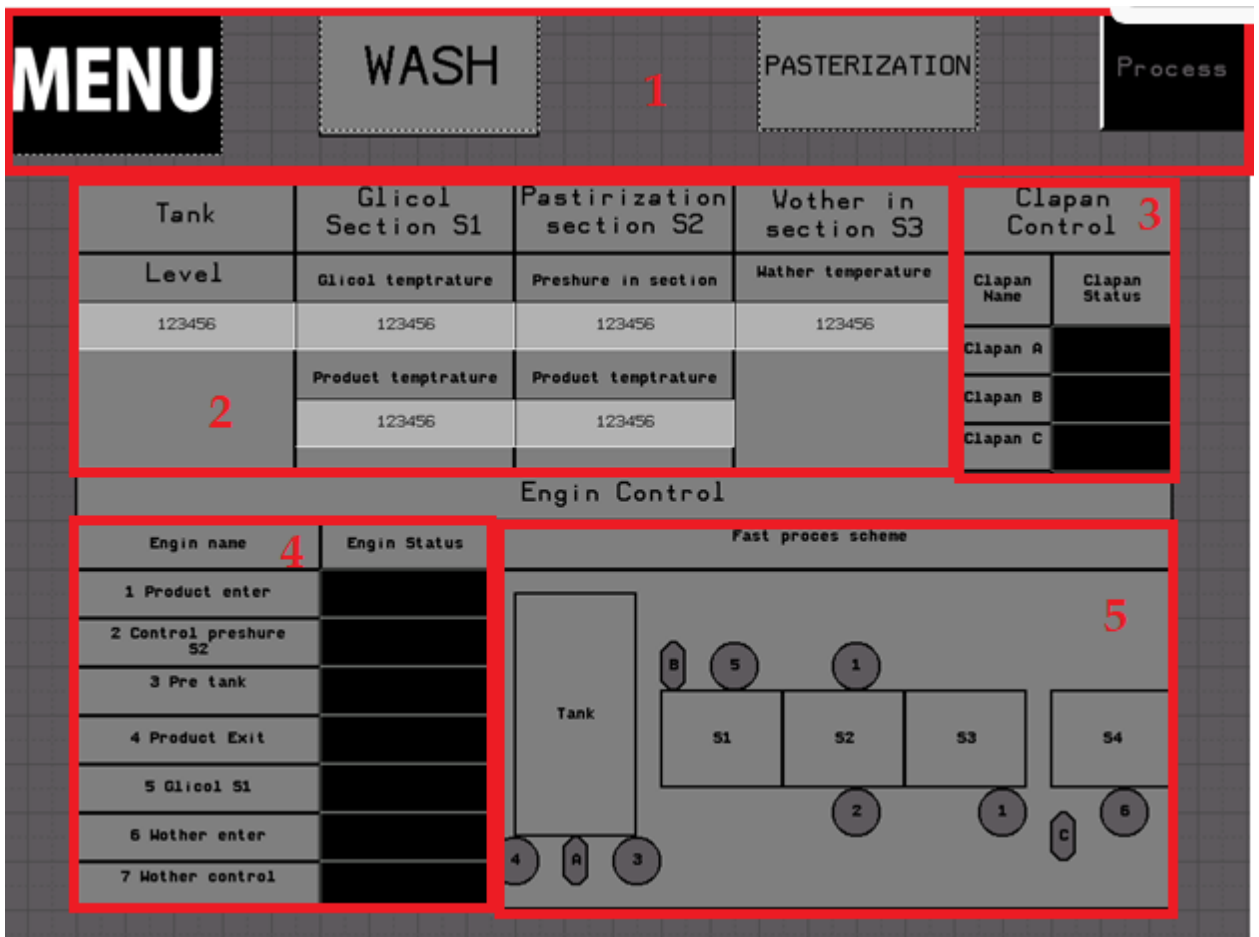


Рисунок 5.4 Дисплей для контролю процесу 1. Зона режимів 2. Інформація з вимірювальних приладів 3. Контроль клапанів 4. Контроль насосів 5.

Спрощена схема

1. У цій зоні розміщені основні керівні елементи апарату
2. У цій зоні приведена інформація з вимірювальних приладів які встановлені у різних зонах апарату
3. У цій зоні відбувається контроль виконавчих механізмів зліва ім'я клапану справа перемикач
4. У цій зоні відбувається контроль насосів зліва ім'я насосу справа перемикач
5. Зона призначена для швидкої орієнтації по умовному місцю знаходження об'єкту без необхідності перемикання на дисплей схеми.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

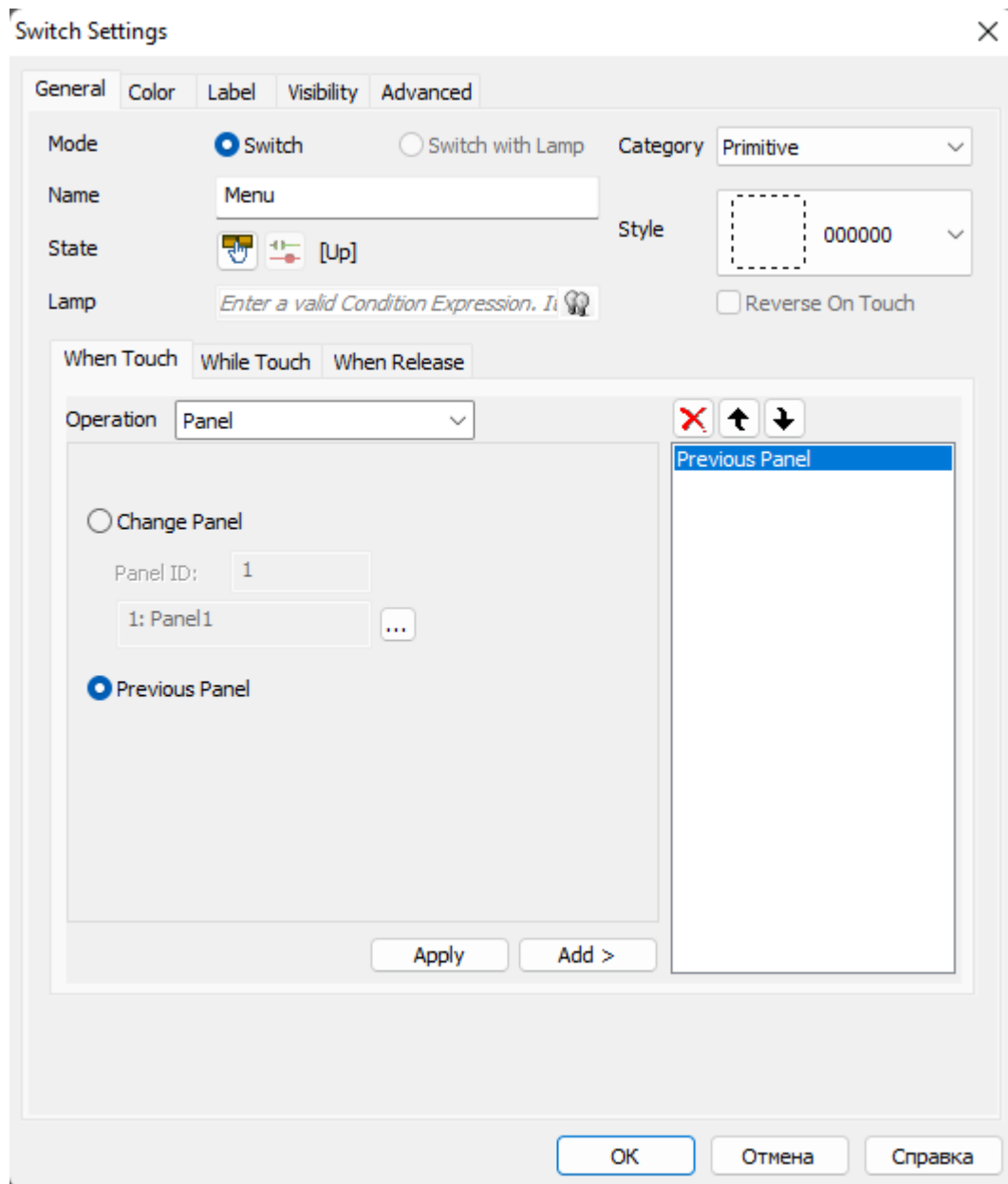


Рисунок 5.5 Меню конфігурування кнопки«MENU»

6.2 Опис зони режимів

Оскільки апарат підтримує 2 режими роботи:

- Основний процес
- СІП мийка

У керівній зоні знаходяться кнопки перемикання режиму роботи апарату.

Також у цій зоні знаходиться кнопка пуску/зупинки процесу. Зовнішній вигляд зони режимів зображено на рисунку 5.6

					Кваліфікаційна робота	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

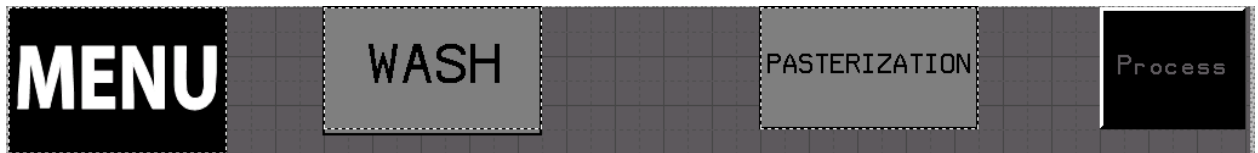


Рисунок 5.6 Зовнішній вигляд зони режимів

6.3 Опис зони інформації з вимірювальних приладів

У цій зоні умовно поділений на 4 частини (по місцю встановлення вимірювальних приладів) Відображуються чисельні показники інформації вимірювання температури або тиску відповідно. Зовнішній вигляд зони інформації зображено на рисунку 5.7. Меню конфігурування вікна з показниками приведено на рисунку 5.8 а його вигляд на рисунку 5.9

Tank	Glicol Section S1	Pastirization section S2	Wother in section S3
Level	Glicol temptrature	Preshure in section	Wather temperature
123456	123456	123456	123456
	Product temptrature	Product temptrature	
	123456	123456	

Рисунок 5.7 Зовнішній вигляд зони інформації

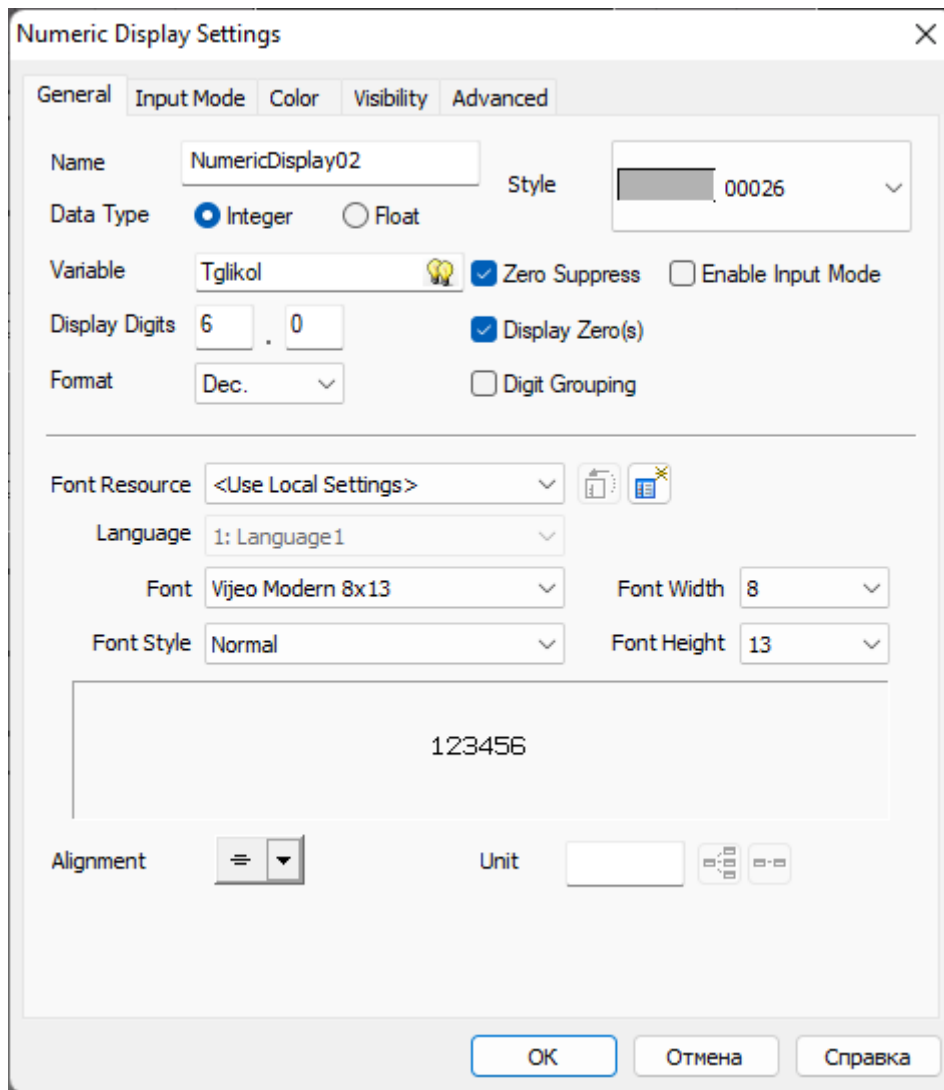


Рисунок 5.7 Меню конфігурування вікна з показниками



Рисунок 5.8 Зовнішній вигляд вікна з показниками,

6.4 Опис зони керування клапанами

У цій зоні відбувається процес керування клапанами. Вона поділена на 2 половини у лівій відображені назви клапанів у правій встановлені кнопки керування станом клапанів. Зовнішній вигляд зони керування клапанами зображено на рисунку 5.10. Зовнішній вигляд кнопки зображено на рисунку 5.11 а її меню конфігурування на рисунку 5.12

Clapan Control	
Clapan Name	Clapan Status
Clapan A	
Clapan B	
Clapan C	

Рисунок 5.10 Зовнішній вигляд зони керування клапанами



Рисунок 5.11 Зовнішній вигляд кнопки

Рисунок 5.12 Зовнішній вигляд меню конфігурування кнопки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.5 Опис зони керування насосами

Зона керування насосами побудована подібно до зони керування клапанами описаній у пункті 5.3. Її зовнішній вигляд наведено на рисунку 5.13

Engin name	Engin Status
1 Product enter	
2 Control preshure S2	
3 Pre tank	
4 Product Exit	
5 Glicol S1	
6 Wother enter	
7 Wother control	

Рисунок 5.13 Зовнішній вигляд зони керування насосами

6.6 Опис зони спрощеної схеми

У робочому процесі не завжди є час перемикатись на схему і шукати певний елемент по ній тому була зображена спрощена схема встановлення приладів. На ній зображено танк для готового продукту та графічні позначення насосів та клапанів розташованих приблизно до їх фактичного розташування на схемі. Зовнішній вигляд зони спрощеної схеми зображено на рисунку 5.14

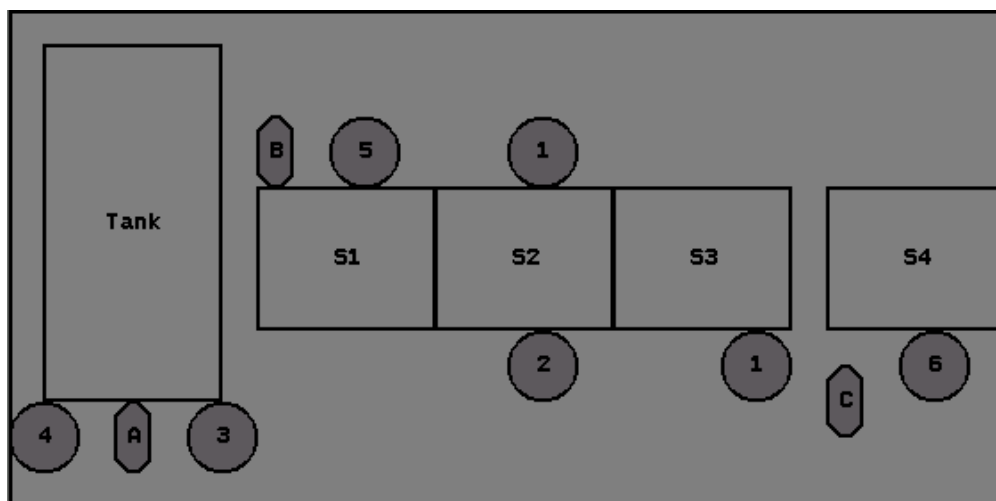


Рисунок 5.14 Зовнішній вигляд зони спрощеної схеми

6.7 Таблиця змінних

У цьому пункті приведено таблицю 5.1 змінних що були використані у різних елементах мнемосхеми.

Назва змінної	Опис змінної
WotherEnterControll	Стан насосу на вході води
WotherControlProcess	Стан насосу обігу води у колі
ProductExitControll	Стан насосу на виході з танку
ProductEnter	Стан насосу на вході в установку
ProcessWash	Режим роботи мийка
ProcessPasterization	Режим роботи пастеризація
PreTunckControl	Стан насосу на вході в танк
PrashureControll	Стан насосу контролю тиску у секції 2
GlicolControl	Стан насосу обігу гліколю у колі
ClapanCControll	Стан клапану у колі води
ClapanBControll	Стан клапану у колі гліколю
ClapanAControll	Стан клапану на вході у танк
TWotherIn4thSection	Температура води у секції 4
TRekupSecktin	Температура продукту у рекупераційній секції
Tglikol	Температура гліколю у скції 2
TAfterProcess	Температура продукту після рекупераційної секції
PInSection2	Тиск продукту у секції 2
LevelInTunck	Рівень продукту у танку

Таблиця 5.1 - Змінні

Висновок

У цій кваліфікаційній роботі було описано систему автоматизації процесу пастеризації пива. Робота була виконана на основі ПЛК Schneider Electric Modicon M340. Була розроблена та описана система автоматизації процесу пастеризації пива, функціональна схема автоматизації, схема підключення приладів та виконавчих механізмів та мнемосхема оператора для роботи з апаратом. Також були підібрані вимірювальні прилади та виконавчі механізми які будуть забезпечувати стабільну роботу апарату та якість протікання процесу пастеризації пива. Велику увагу в цій роботі було приділено до характеристик процесу таких як його призначення, обрахунки необхідні для його реалізації, особливості реалізації установки пастеризації пива в умовах виробництва. Також у цій кваліфікаційній роботі було приділено велику увагу до розробки програми керування ПЛК Schneider Electric Modicon M340. Було розкрито способи та особливості роботи у спеціалізованому програмному забезпеченні для програмування ПЛК Schneider Electric Modicon M340 та мнемосхемі розробленій для керування ним.

					Кваліфікаційна робота	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
2. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
5. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
13. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
14. 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.
15. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
16. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
17. 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.
18. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
19. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20.Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 160 с.

21.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.

22.Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об’єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво ЛіраК, 2015. – 288 с. 67 Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. Кваліфікаційна робота

23.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.

24.Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с. 25.Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

26.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.

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

					Кваліфікаційна робота	Арк
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28.Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

29.Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

30.Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskiyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - К.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p. 68 Змн. Арк. № докум.

31.Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: 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.

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

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

34.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. – 274 с.

35.Системний аналіз складних систем управління. Практикум: 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)

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

					Кваліфікаційна робота	Арк
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

39.Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів: 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 69 Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. Кваліфікаційна робота

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

41.Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації: 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.

42.Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: 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.

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

44.Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні

					Кваліфікаційна робота	Арк
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

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

46.Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		