

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

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Андрій Форсюк  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ярослав Смітюх  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

технології»

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу бродіння тіста

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

\_\_\_\_\_ Крещенко Павло Анатолійович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Полупан Володимир 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) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2023 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 «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

\_\_\_\_\_ Я.В.Смітюх

«03» квітня 2023р

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Крещенку Павлу Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу бродіння тіста

керівник роботи кандидат технічних наук, старший викладач Полупан Володимир Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» квітня 2023 р. № 204-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «05» червня 2023 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.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Крещенко П.А.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Полупан В.В.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## АНОТАЦІЯ

У даній кваліфікаційній роботі досліджується розробка системи, яка забезпечує автоматизацію процесу бродіння тіста.

Кваліфікаційна робота містить опис технологічного процесу, завдання для системи автоматизації, схему автоматизації, специфікацію технічних засобів автоматизації, монтажну схему технічного засобу автоматизації – термоперетворювача опору ДТС064-РТ100, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера (ПЛК), а також опис схем підключень і живлення.

У даній кваліфікаційній роботі реалізована система автоматизації, яка базується на сучасних технічних засобах автоматизації. Програма розроблена для програмованого логічного контролера (ПЛК) Schneider Electric M340. Крім того, розроблено алгоритм роботи для контуру регулювання температури, який входить до складу системи.

**Ключові слова:** бродіння, замішування тіста, тістомісильна машина, заварочна машина, бродильне корито, тісто, підігрівач.

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

## ANNOTATION

This qualification work investigates the development of a system that provides automation of the dough fermentation process.

Qualification work contains a description of the technological process, job for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, wiring diagram of the technical means of automation - RTD064-RT100, connection diagrams of sensors and actuators to a programmable logic controller (PLC), as well as a description of wiring and power supply schemes.

In this qualification work automation system is implemented, which is based on modern technical means of automation. A program has been developed for a Schneider Electric M340 Programmable Logic Controller (PLC). Moreover, the work algorithm for the temperature control loop, which is a part of the system, was developed.

**Key words:** fermentation, dough kneading, dough mixer, fermentation trough, dough, preheater.

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

## Зміст

ВСТУП.....	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації .....	13
Розділ 2. Система автоматизації.....	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	14
2.2. Схема автоматизації .....	34
2.3. Специфікація засобів автоматизації .....	35
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення .....	37
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) .....	37
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК .....	39
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	39
Контур регулювання температури води у підігрівачі. ....	39
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.....	44
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) .....	47
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога .....	54
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	54
ВИСНОВОК.....	57
Список використаної літератури.....	58

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

## ВСТУП

Хлібобулочні вироби займають важливе місце в харчуванні населення нашої країни. В умовах сучасного ринку, розширення асортименту цієї продукції стає важливим народно-господарським завданням. Для покращення результатів у цьому напрямку необхідно впроваджувати найновіші технології, які дозволятимуть знижувати вартість, покращувати якість та розширяти асортимент продукції.

Процес виробництва хліба займає декілька етапів, які проходять у наступній послідовності: Підготовка сировини, Заміс тіста, Бродіння, Поділ, Округлення (за необхідності), Відлежування, Формування, Вистійка, Випічка, Охолодження, Пакування.

Сировина після перевірки її якості, та зважування потрапляє до тістомісильної машини, яка змішує всі компоненти у однорідну масу. Процес замісу грає вирішальну роль у якості кінцевого продукту, оскільки на цьому етапі відбувається не тільки перемішування інгредієнтів, але й розвивається клейковинний каркас, що призводить до утворення пружно-еластичного тіста. Водночас відбувається захоплення мікробульбашок повітря, які пізніше формують структуру м'якушки. Вже на етапі замісу починаються ферментативні реакції, які становлять початок процесу бродіння напівфабрикату.

Після цього тісто для набуття необхідних фізичних властивостей тісто проходить етап бродіння. На цьому етапі по-перше тісто набуває еластичного опору та формостійкості, відбувається формування клейковинного каркаса. По-друге, під час бродіння в тісті активно працюють дріжджі: вони виділяють діоксид вуглецю, спирт і смако-ароматичні сполуки.

Автоматизація процесів замісу та бродіння є однією з найскладніших, та найважливіших задач про розробці системи автоматизованого виготовлення тіста.

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

## Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

### 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

На підприємствах хлібопекарської промисловості для замісу тіста використовуються спеціалізовані тістомісильні машини. Процес замісу передбачає поєднання та змішування різних компонентів, таких як борошно, вода, дріжджі, сіль, цукор, олія та інших, до консистенції однорідної маси. Важливо надати цій масі необхідні фізичні та механічні властивості, а також наситити її повітрям, створюючи таким чином оптимальні умови для подальшого бродіння.

У процесі приготування тіста існують два основних підходи - порційний та безперервний. При порційному методі використовуються машини періодичної дії з фіксованими або рухомими ємностями для замісу. В цих машинах тісто замішується партіями з певними інтервалами часу. За безперервного методу використовуються машини безперервної дії, в яких заміс тіста відбувається одночасно на всіх етапах і ділянках, через які проходить тісто. В результаті, тісто виходить з машини у формі безперервного потоку. На Рис. 1.1 зображено апарати порційної та безперервної дії.

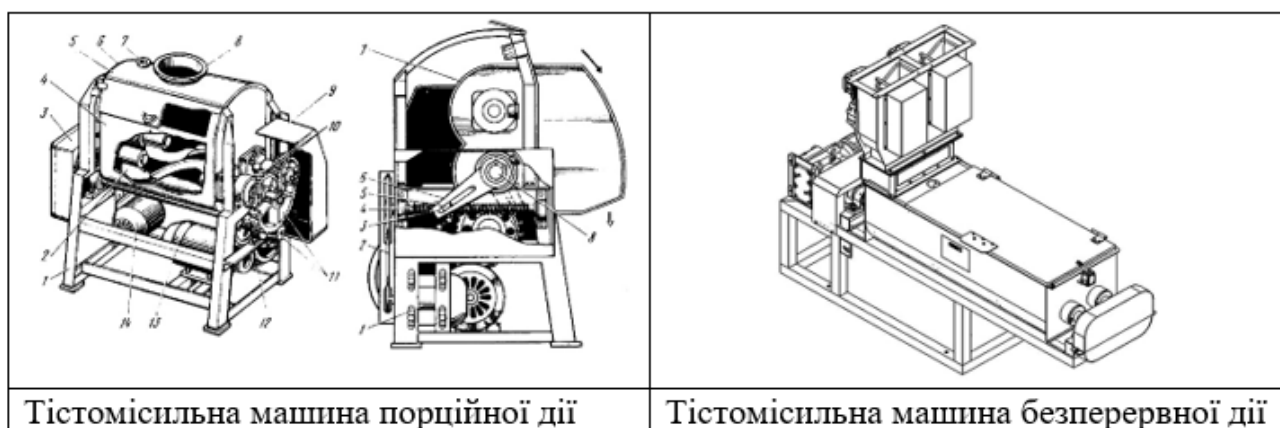


Рисунок 1.1 апарати порційної та безперервної дії

					<b>Кваліфікаційна робота</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Крещенко П.А.			Розробка системи автоматизації бродіння тіста		
		Полупан В.В.					
		Смітюх Я.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
		Проскурка Є.С.				8	6
					<b>НУХТ АК-4-1</b>		

Крім того, дріжджове тісто можна приготувати двома способами - з використанням опари - опарним або без неї - безопарним.

Використання опари в хлібопекарстві включає наступні аспекти:

1. Активізація та розмноження дріжджів: Опара створює сприятливі умови для життєдіяльності дріжджів, сприяючи їх активному розмноженню.
2. Гідратація та пептизація білкових речовин: Опарний метод дозволяє взаємодіяти з білками борошна, забезпечуючи їх гідратацію та пептизацію, що поліпшує структуру тіста і впливає на якість готового виробу.
3. Накопичення кислот, ароматоутворювальних та водорозчинних речовин: Під час опари відбувається ферментація тіста, що сприяє накопиченню кислот, ароматичних сполук та розчинних речовин. Це додає особливий смак і аромат хлібу.
4. Більш гнучкий технологічний процес: Використання опари додає гнучкості до хлібопекарського процесу, оскільки опару можна приготувати заздалегідь та зберігати, використовуючи її в потрібний момент.

Технологія приготування опари залежить від різних факторів, таких як сорт борошна, його властивості, рецептура та інші параметри. Наприклад, вологість опари змінюється залежно від типу виробу - для пшеничного хліба вона має бути 47-50%, для булочних виробів - 44-46%, це пояснюється різним показником вологи тіста, що необхідний для цих виробів. При переробці слабкого борошна знижують вологість опари, щоб уникнути розпаду клейковини. Якщо клейковина борошна має коротку структуру, вологість опари підвищується на 2-3%. Кількість дріжджів, які додаються для приготування опари, становить 0,5-4% за рецептурою.

Дріжджове тісто завжди тепліше за опару. Оптимальна температура опари для розмноження дріжджових клітин становить 28-29°C. У спекотну пору року, особливо в південних районах, температуру знижують на 2-4°C, а взимку - підвищують. При обробці слабкого борошна або борошна з підвищеною активністю автолітичних ферментів, температуру опари (і тіста) знижують на 2-3°C, щоб уповільнити гідролітичні процеси.

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

За рецептом дріжджове тісто включає сіль. Сіль знижує активність ферментів і сприяє зміцненню клейковини. Якщо необхідно підвищити кислотність опари, до неї додають молочну сироватку, порцію стиглої опари або тіста. У випадку приготування дріжджового тіста для виробів здобного типу, до опари додають молоко і яйця відповідно до рецепту.

У процесі безперервного замісу можна виділити три джерела помилок, які можуть призвести до відхилень у якісних показниках тіста: помилки в роботі дозуючого обладнання, коливання якості борошна, що поступає на виробництво, невідповідність умов проведення замісу. Компоненти, які вводяться в змішувач, дозуються безперервними дозаторами. Помилки в дозуванні можуть змінювати співвідношення компонентів, визначене рецептурою, і призводити до змін у якісних характеристиках тіста.

Умови проведення замісу тіста включають такі фактори, як коливання температури та вологості навколишнього середовища, концентрація та вологість компонентів тіста, частота обертання робочих органів, тривалість замісу та ступінь механічної обробки тіста в машині, а також інші характеристики тістомісильного обладнання.

Вхідними (керованими) змінними процесу замісу тіста є витрати компонентів, таких як борошно, опара, сіль, цукор, жир. Ці компоненти подаються відповідними дозаторами. Вихідними (керованими) змінними можуть бути вихід тіста, вологість, в'язкість, температура, кислотність тіста та інші показники, які є важливими з точки зору технології і рекомендовані технологічними інструкціями.

Безперервний процес приготування тіста полягає у подачі борошна, рідкого напівфабрикату (опари) і добавок в місильну машину за допомогою дозаторів. Компоненти перемішуються в машині до утворення однорідного тіста, яке потім надходить на транспортер для тіста. Процес безперервного приготування тіста має деякі особливості, які впливають на якісні показники тіста.

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

Однією з особливостей є жорстко фіксована послідовність технологічних операцій, що виключає повторне виконання операторів для виправлення дефектів напівфабрикатів або кінцевого продукту. У процесі безперервного замісу не можна виправити тісто, яке вийшло з місильної машини з відхиленнями за будь-якими параметрами. Тому регулювання подачі одного з компонентів, наприклад опари, може використовуватись для приготування тіста з необхідними властивостями.

Використання рідкої опари як першої фази приготування тіста (на яку використовується 30-35% рецептурної кількості борошна) має кілька переваг. Воно спрощує транспортування опари, підвищує стабільність роботи обладнання, полегшує управління процесом тістоприготування і знижує витрати борошна на бродіння. Об'єм і консистенція продукту, що перебуває у виробничому процесі на різних стадіях готовності, впливають на місткість і тип апаратури, а, отже, на габаритні розміри і масу всього комплексу тістоприготувального агрегату. Більші розміри продукту і вища в'язкість вимагають більшої енергії для переміщення його по технологічному ланцюгу машин і апаратів. З цього погляду, двофазне приготування тіста на рідкій опарі з вологістю 65-67% має перевагу над схемою з використанням густої опари з вологістю 42-45%. При однаковій продуктивності, робоча ємність для бродіння рідкої опари значно менша, ніж для густої опари.

З урахуванням цих факторів рекомендується використовувати схему двофазного приготування тіста з різних сортів на рідкій опарі з можливістю використання рідкої закваски під час замісу тіста з житнього або житньо-пшеничного борошна.

Схема автоматизації безперервного процесу приготування тіста, передбачає контроль температури борошна й опари, сигналізацію рівня борошна, контроль і регулювання вологості тіста в місильній машині, а також місцеве та дистанційне керування роботою електроприводів обладнання та виконавчих механізмів залежно від зміни вологості тіста.

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

Температура опари і тіста є одним з основних параметрів, що впливають на їхню якість, і на початку процесу їхнього приготування підтримується зазвичай шляхом стабілізації температури інгредієнтів, що надходять на заміс. Оскільки основну масу опари і тіста складають борошно і вода, а кількість інших компонентів - дріжджів, солі тощо. - порівняно невелика і, крім цього, температуру останніх регулюють у процесі їхнього приготування, то регулювання температури опари й тіста зводиться до регулювання температури води, що подається на заміс, з урахуванням температури борошна, що заміщується. Температура повітря в тістоприготувальних відділеннях зазвичай порівнянна з температурою опари і тіста, величина температури в процесі бродіння змінюється незначно і не виходить за межі, що допускаються технологічними вимогами. Тому у виробничих умовах обмежуються лише вимірюванням температури борошна, опари і тіста, намагаючись не допускати відхилення її від заданих меж.

Для контролю температури використовуються термометри опору, які дозволяють виміряти температуру борошна, опари і тіста. Також використовують ультразвукові рівнеміри для контролю рівня борошна в бункері дозатора. Надвисокочастотний вологомір дозволяє виміряти вологість тіста, що є найбільш важливим технологічним параметром для забезпечення якості продукту.

Після приготування тісто подається на стрічку транспортера, яка транспортує його на подальші стадії виробництва. Технологічний режим приготування тіста налаштовується таким чином, щоб продуктивність тістомісильної машини була синхронізована з продуктивністю печі, що дозволяє уникнути частих зупинок тістомісильної машини і забезпечити безперервну роботу процесу.

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

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машин а, агрегат, апарат	Парамет р, місце відбору сигналу	Допуст имі значен ня параме тра	Вид автоматиз ації	Характер контрол ю чи регулюва ння	Засоби управлін ня та контрол ю, реалізаці ї управля ючої дії	Додатк ові умови
1	Підігрі вач	Температ ура води	0-50 °С	Контроль Регулюва ння	Покази Підтрима ння заданої температ ури	Дія на клапан подачі пари	-
2	Завароч на машина	Температ ура тіста	28-33 °С	Контроль , Регулюва ння, Сигналіза ция	Покази Підтрима ння в заданому діапазоні	Дія на клапани подачі води та пару	-
		Вологіст ь тіста	42-43%	Контроль	Покази	Дія на клапан подачі води	-
		Рівень тіста	-	Контроль , Регулюва ння	Підтрима ння в заданих межах	Дія на двигуни та клапани	-
3	Бродил ьне корито	Рівень тіста	-	Контроль , Регулюва ння	Підтрима ння в заданих межах	Дія на двигуни та клапани	-
4	Шнеко вий дозатор	Кислотні сть муки	2-12 рН	Контроль	-	-	-

## Розділ 2. Система автоматизації

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

#### Вимірювання температури

Для виміру температури води та тіста під час бродіння задіяно термоперетворювач опору ДТС064-РТ100 (рис. 2.1)



Рис. 2.1 ДТС064-РТ100

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Крещенко П.А.			Розробка системи автоматизації бродіння тіста	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Полупан В.В.					14	23
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

### Технічні характеристики датчика температури:

- Робочий діапазон температури: від -60 до +250 °С.
- Робочий тиск становить до 63 бар
- Тип монтажу: занурювальний
- Матеріал: Pt 100
- Ступінь захисту: IP5
- Кріплення: Різьбове

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

### Принцип вимірювання температури:

Принцип дії термоперетворювача опору заснований на властивості провідника змінювати електричний опір зі зміною температури навколишнього середовища.

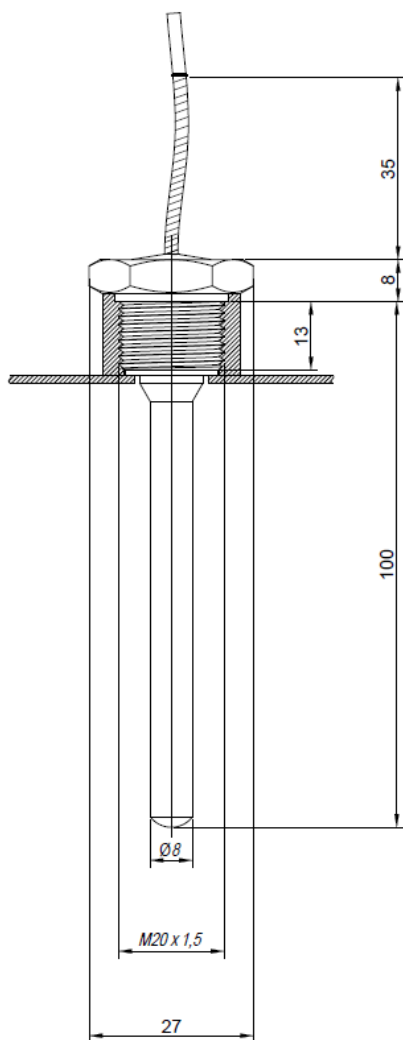


Рис. 2.2 Монтажна схема ДТС064-РТ100

### Вимірювання рівня

Для вимірювання рівня сиропу в апараті будемо використовувати магнітопровідний рівнемір Kobold NMT (рис. 2.3).

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

## Сигналізація заповнення

Для сигналізації заповнення ємностей використовуватимемо датчики Saranivo CN 4020 (рис. 2.3)



Рис. 2.3 Магнітострикційний рівнемір Kobold NMT

- **Технічні характеристики ємнісного датчика рівня:**
- Корпус: Алюміній або пластик PA6, IP66
- Температура процесу: від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+120^{\circ}\text{C}$
- Діапазон тиску: від -1Бар до +25Бар
- Матеріал технологічного підключення, та матеріал зонду: PPS пластик (армований скловолокном), харчовий

**Принцип дії:**

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

Датчик вимірює електричну ємність у навколишньому середовищі чутливого елемента. За рахунок вбудованої активної компенсації відкладень датчик не чутливий до налипання матеріалу на зонді.

Вимірювання практично не залежать від впливу стінок ємності.

Це дає змогу використовувати датчик без додаткового налаштування за місцем.

Датчик зазвичай монтується на висоті реєстрованого рівня заповнення збоку на стінці ємності.

Для плавного встановлення необхідної точки спрацьовування на ємності, пропонується використання втулки переміщення (регулювання за висотою).

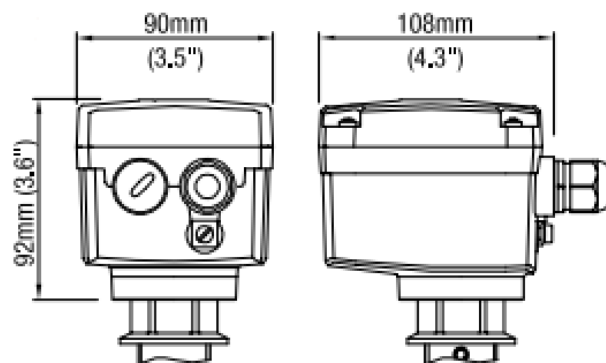


Рис. 2.4 Розміри корпусу у пластиковому виконанні

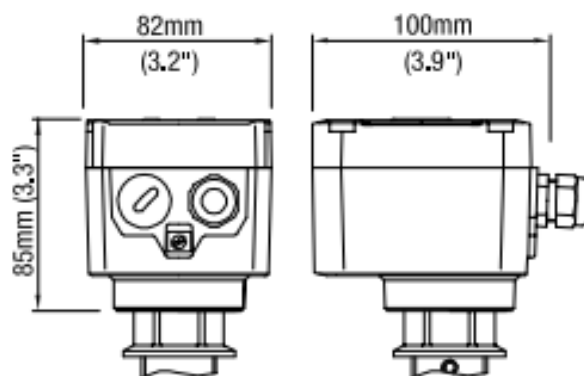


Рис. 2.5. Розміри корпусу у алюмінієвому виконанні

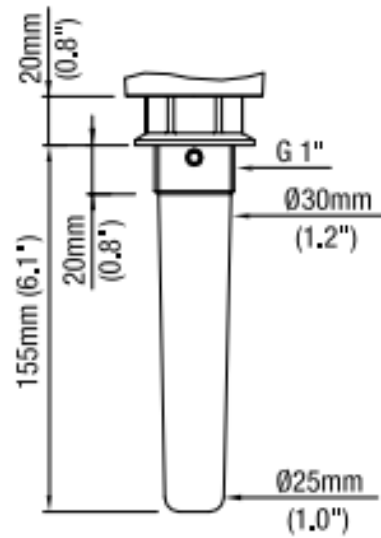


Рис. 2.6 розміри занурювального елемента

### Клапани

Для керування подачі водита пари використовуються клапани з пневмоприводом ODE 211A4T15GC2. (рис. 2.6)



Рис. 2.6 211A4T15GC2

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

### Технічні характеристики клапану:

- Виконання: НЗ (нормально закритий)
- Тип клапана: з пневмоприводом
- Діаметр отвору: 15 мм
- Пропускна здатність: 80 л/хв
- Температура робочого середовища: від -10 до +180°C
- Температура навколишнього середовища: від -10 до +60°C
- Робоче середовище: вода (в т.ч. питна), повітря, пара до 180°C, рідкі харчові продукти, жири, органічні та мінеральні оливи, дизпаливо, бензин та ін. нафтопродукти, кислоти, луги та ін. агресивні середовища
- Керуюче середовище: повітря, вода та ін. нейтральні середовища
- Тиск керуючого середовища: 4-10 бар
- Температура керуючого середовища: max. +60°C
- Максимальний перепад тиску між входом і виходом: 16 бар
- Максимально допустимий тиск на вході: 40 бар
- Максимальна в'язкість 600 сСт

### Технічні особливості:

- Прямоточна конструкція забезпечує високу пропускну здатність
- Захист від гідроудару при вході середовища під золотник
- Оптичний покажчик положення
- Можливість використання для дуже агресивних і високов'язких середовищ
- Пневмопривід, що обертається на 360° С, для зручності монтажу й обслуговування
- Можливість установлення в будь-якому положенні

Дана модель клапану з пневмоприводом, нормально закрита, застосовується у харчовій, хімічній та ін. галузях промисловості для автоматичного перекриття

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

потоків повітря, води, пари, мастил, продуктів перероблення нафти, кислот та ін. агресивних рідких і газоподібних середовищ.

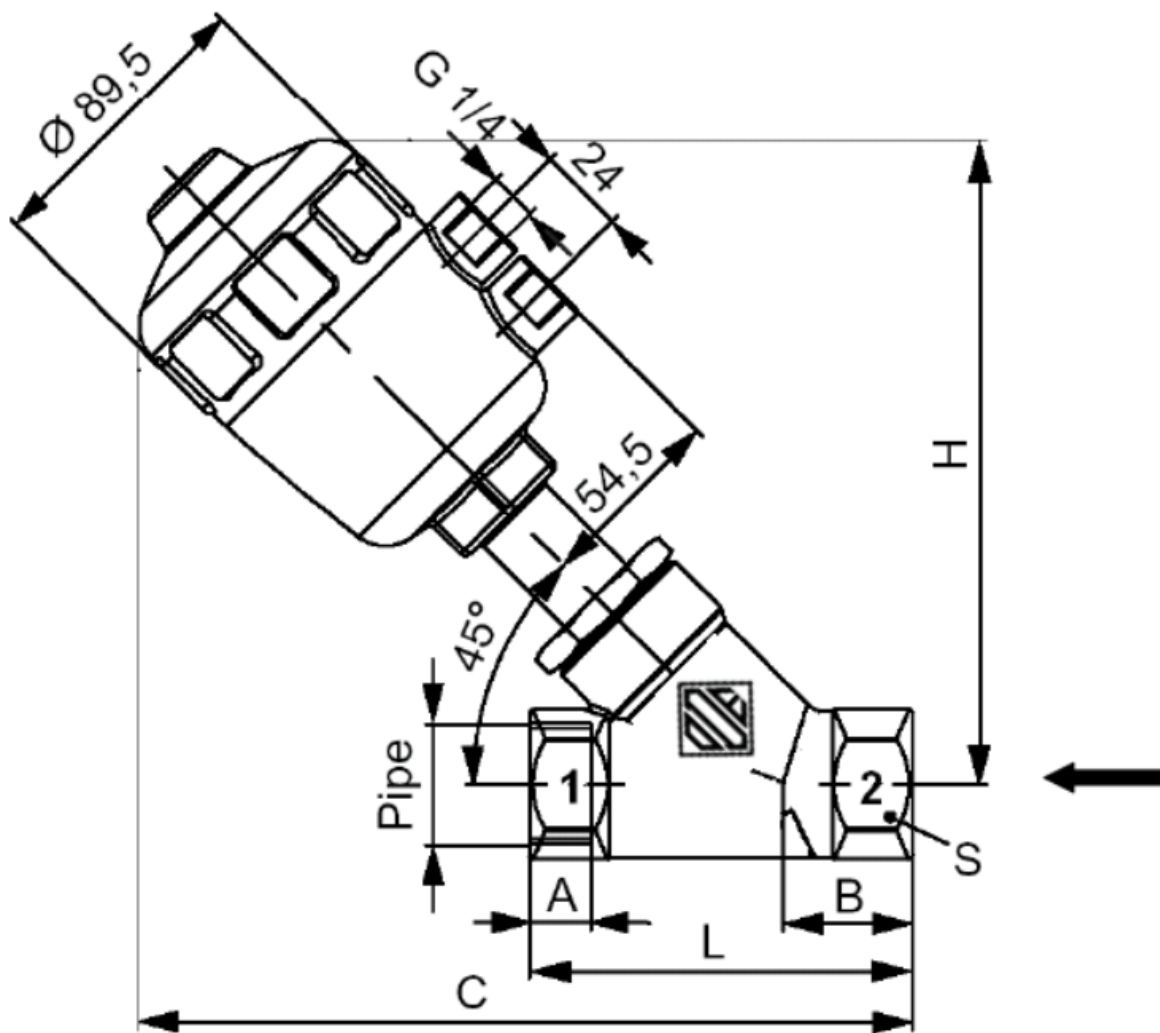


Рис. 2.7 габаритне креслення 21IA4T15GC2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

21

## Електропневматичні перетворювачі

Для керування пневматичними клапанами, що задіяні у даній схемі автоматизації використовуються електропневматичні перетворювачі AVENTICS G617A40001A0010 Sentronic LP.(Рис 2.8)



Рис 2.8 G617A40001A0010

### Технічні характеристики:

- Діапазон температури навколишнього середовища: від 0 до +50 °С
- Діапазон робочого тиску: від 0 до 10 бар
- Діапазон температури робочого середовища: від 0 до +60 °С
- Виконання: НЗ (нормально закритий)

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

## Електричне підключення:

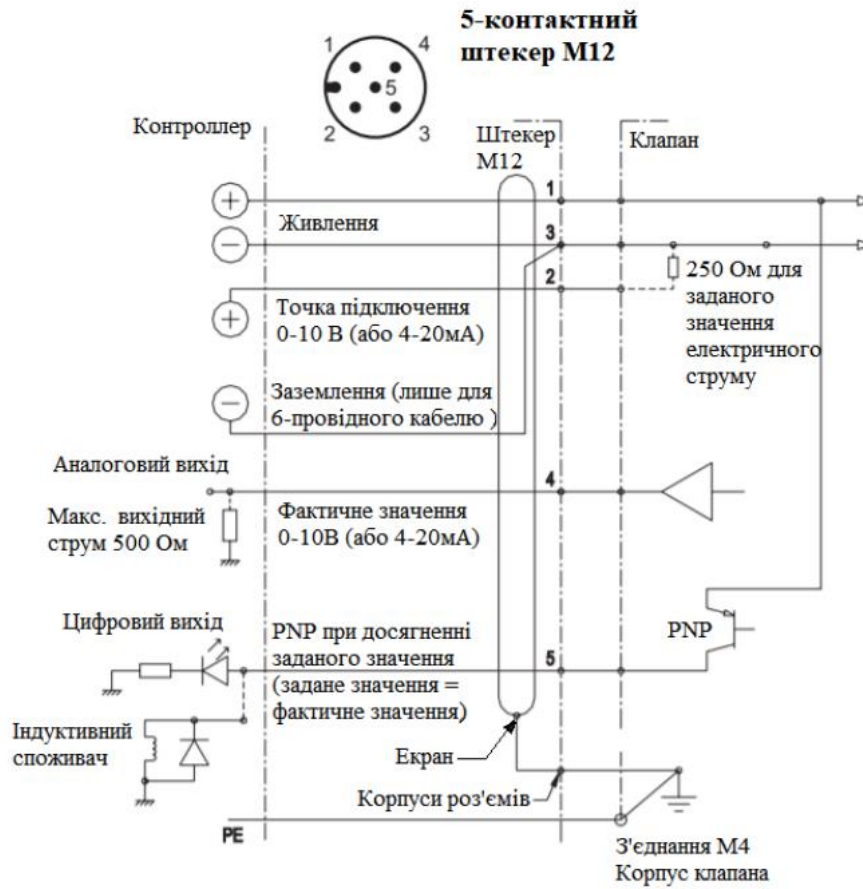


Рис 2.9 Схема електричного підключення G617A40001A0010

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

23

## Вимірювання вологості:

Для вимірювання вологості муки, що поступає до заварочної машини використовуватимемо вологомір FIZEPR-SW100.10

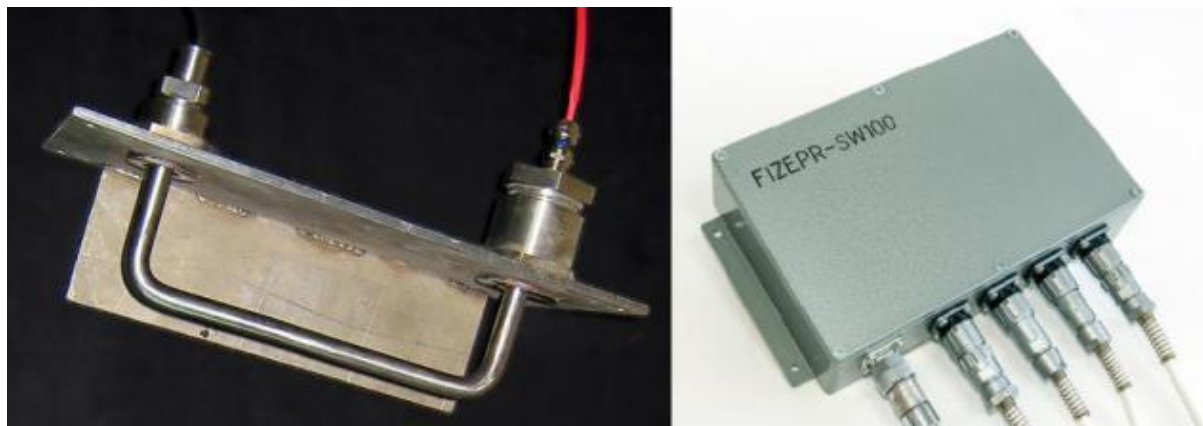


Рис 2.10 Вологомір FIZEPR-SW100.10

### Принцип роботи:

Вологомір FIZEPR-SW100.10 призначений для вимірювання вологості сипучих матеріалів у бункерах, дозаторах і на конвеєрах. Цей прилад здатний контролювати такі матеріали, як гравій, пісок, тирса, комбікорм, зерно, борошно, насіння та інші продукти сільського господарства.

Робочий принцип вологоміра базується на використанні радіохвиль метрового діапазону для зондування середовища. Цей діапазон дозволяє уникнути послаблення і розсіювання зондувального сигналу на неоднорідностях матеріалу, забезпечуючи високу точність вимірювань.

Прилад складається з електронного блоку та датчика. Датчик вологоміра - зонд, який закріплений на пластині. Зонд датчика виконаний у вигляді П-подібної скоби з діаметром 14 мм. Матеріал, використаний для датчика, - нержавіюча сталь 12Х18Н10Т. Такий конструкційний варіант датчика відрізняється винятковою міцністю, довговічністю і стійкістю до механічних навантажень, ударів і абразивного зносу.

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

Зазначений датчик кріпиться до стінки бункера або лотка.

Другий варіант вологомірів для сипучих матеріалів має датчик, який виконаний у вигляді прямого стержня, кінці якого фіксуються на протилежних стінках ємності за допомогою спеціальних муфт. Датчик забезпечує контроль над більшим обсягом матеріалу і надає точну оцінку вологості при неоднорідному розподілі вологи в матеріалі.

#### **Технічні характеристики:**

- Діапазон вимірювання вологості (відношення маси води, що міститься в суміші, до маси суміші): 0 - 100%
- Абсолютна похибка вимірювання вологості:
  - у діапазоні вологості 0,5 - 20% - 0,5%
  - у діапазоні вологості 20 - 50% - 1%
  - у діапазоні вологості 50 - 100% - 5%
- Діапазон робочих температур експлуатації датчика: від 0 до – 125 °С
- Діапазон робочих температур експлуатації електронного блока: -40 - 70°С
- Період вимірювання: 1сек
- Струм споживання, не більше: 200мА

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

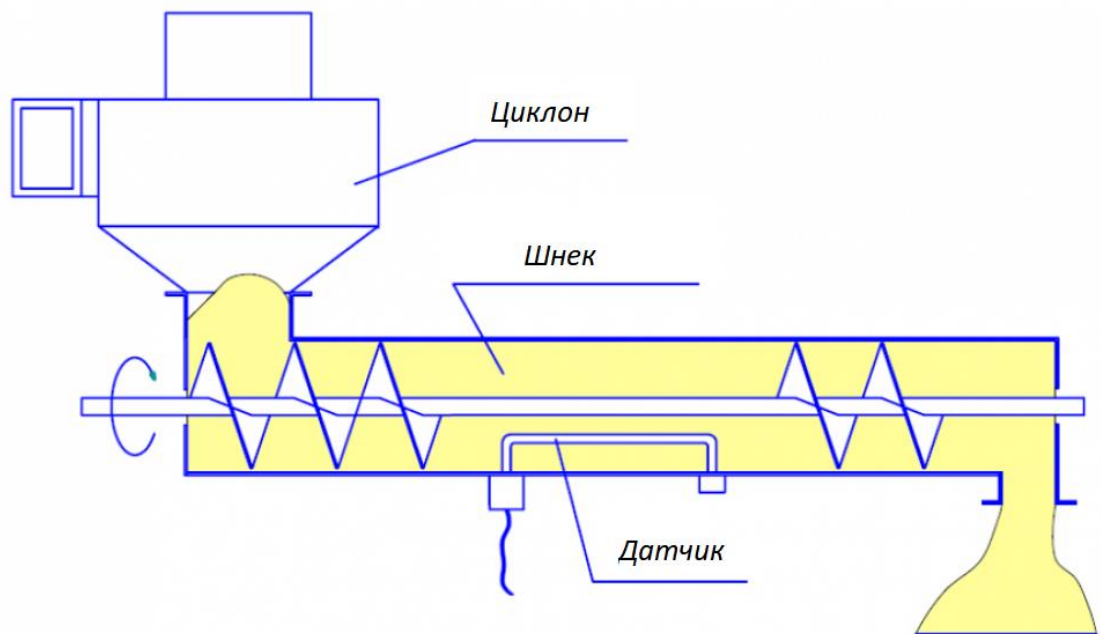


Рис 2.11 Схема монтажу датчика у дозаторі

### Магнітні пускачі

У даному проєкті було використано магнітні пускачі Tesys D - LC1D09F  
(Рис 2.12)

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



Рис 2.12 Магнітний пускач TeSys D - LC1D09F

**Опис:**

Контактор TeSys D, 3 полюси (3 NO), для керування двигуном до 9A/690V AC-3/3e (4kW при 400V). Котушка змінного струму 110 В 50/60 Гц, вбудовані допоміжні контакти 1NO + 1NC (дзеркально сертифіковані NC), підключення здійснюється за допомогою гвинтових клем. Для робочої швидкості до 3600 циклів/год і навколишнього середовища до 60°C, він забезпечує високу надійність і довговічність для вимогливих застосувань. Компактний (ширина 45 мм), монтаж здійснюється на DIN-рейку або кріплення гвинтами. Сертифіковано за кількома стандартами (IEC, UL, CSA, CCC, EAC, Marine), відповідає вимогам Green Premium (RoHS/REACH).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Технічні характеристики:

номінальна робоча напруга:

- Коло подачі живлення  $\leq 690$  В Змінний струм 25...400 Hz
- Коло подачі живлення  $\leq 300$  В Постійний струм

номінальний робочий струм:

- 9 А 60 °С) на  $\leq 440$  В Змінний струм АС-3 для коло подачі живлення
- 25 А 60 °С) на  $\leq 440$  В Змінний струм АС-1 для коло подачі живлення
- 9 А 60 °С) на  $\leq 440$  В Змінний струм АС-3е для коло подачі живлення

Потужність двигуна [кВт]

- 2,2 кВт на 220...230 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3)
- 4 кВт на 380...400 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3)
- 4 кВт на 415...440 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3)
- 5,5 кВт на 500 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3)
- 5,5 кВт на 660...690 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3)
- 2,2 кВт на 400 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-4)
- 2,2 кВт на 220...230 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3е)
- 4 кВт на 380...400 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3е)
- 4 кВт на 415...440 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3е)
- 5,5 кВт на 500 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3е)
- 5,5 кВт на 660...690 В Змінний струм 50/60 Гц (АС-3е)

Потужність двигуна [к.с.]

- к.с на 230/240 В Змінний струм 50/60 Гц для 1 фази
- 2 к.с на 200/208 В Змінний струм 50/60 Гц для 3 фази

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

- 2 к.с на 230/240 В Змінний струм 50/60 Гц для 3 фази
- 5 к.с на 460/480 В Змінний струм 50/60 Гц для 3 фази
- 7,5 к.с на 575/600 В Змінний струм 50/60 Гц для 3 фази
- 0,33 к.с на 115 В Змінний струм 50/60 Гц для 1 фази

Висота: 77 мм

Ширина: 45 мм

Глибина: 86 мм

Категорія застосування

- АС-1
- АС-3
- АС-4
- АС-3е

### **Заслінка**

Було використано заслінку CLEAR ACTION GATE (рис 2.13)

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



Рис 2.13 Шиберна заслінка

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

Заслінка має лезо з квадратними краями для механічного видалення матеріалів з ущільнювальних поверхонь клапана під час кожного ходу закриття. Самоочищення зводить до мінімуму накопичення матеріалу на ущільненнях клапана.

Засувка Clear Action також не має внутрішніх порожнин. Подібні шибєрні затвори часто мають внутрішні порожнини та "мертві зони", в яких накопичуються матеріали, що спричиняють проблеми зі спрацьовуванням. Заслінка Clear Action Gate оснащена ущільнювачами з твердого полімеру, які постійно притискаються один до одного стиснутою гумовою основою.

Це дозволяє заслінці мати щільне закривання, навіть коли полімер починає зношуватися. Затвор також не має точок защемлення або відкритих рухомих частин, що забезпечує безпечну експлуатацію.

Затвор Vortex Clear Action може бути сертифікований за стандартом АТЕХ, що робить його придатним для використання практично в будь-якому потенційно небезпечному середовищі. Доступні в широкому діапазоні розмірів і модифікацій, шибєрні затвори Clear Action Gate є ідеальним рішенням для транспортування сипучих речовин, порошків, гранул в системах де вони рухаються під своєю вагою, або в системах пневмотранспортування.

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

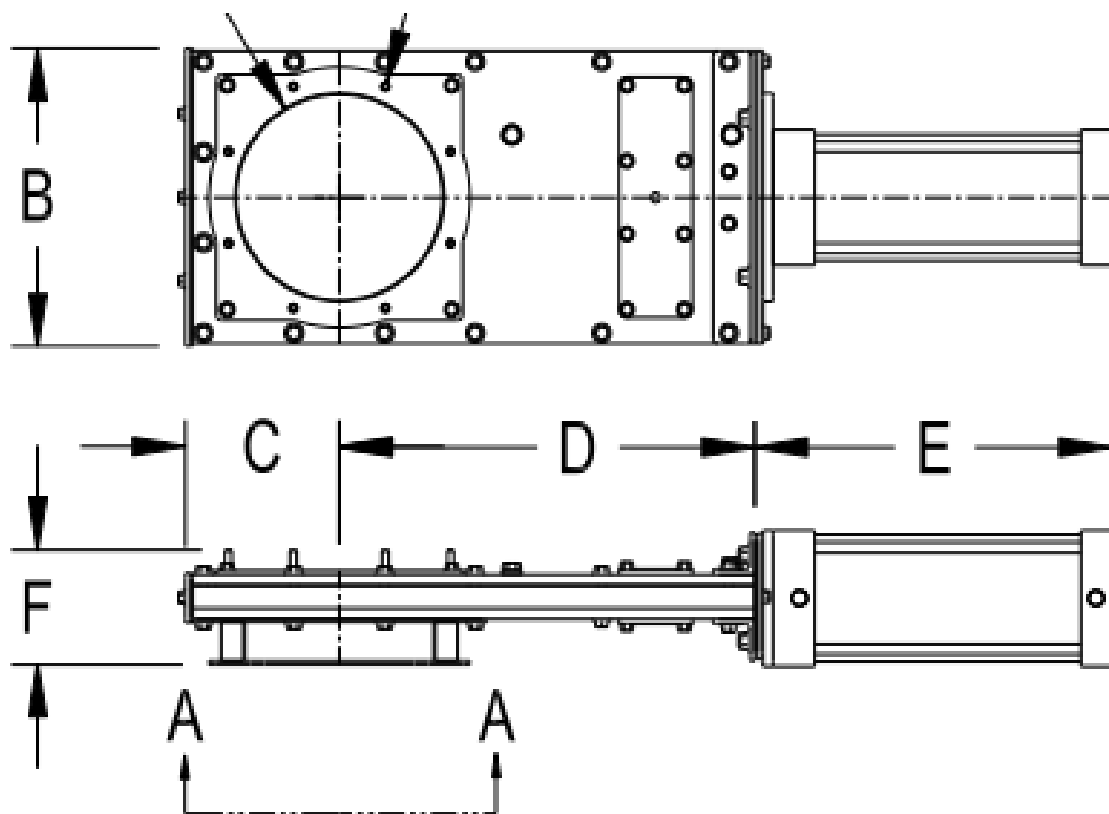


Рис 2.14 Креслення шиберної заслінки

**Технічні характеристики:**

Розмірів отвору в діаметрі: від 150 мм до 400 мм

Варіанти з'єднань: стандартна шпилька SVC, ANSI, DIN, JIS,

Температура середовища: до 50 °С безперервно чи до 65 °С з перервами на обслуговування

Тиск середовища: До 15 фунтів на кв. дюйм, -0,1 МПа +0,1 МПа

Матеріал ущільнення: На вибір Нейлон, ПЕТ, натуральний каучук

Привід/приведення в дію: На вибір

- Пневмоциліндр подвійної дії та електромагніт
- Керований повітряний регулювальний клапан, електричний привід,

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

- Ручний кривошип
- Магнітний герконовий перемикач з підтвердженням положення, безконтактний перемикач або
- Механічний вимикач

Галузь використання: Пластмаси, нафтохімія, хімія, харчова промисловість, Мінерали, текстиль, сільське господарство

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

## 2.2. Схема автоматизації

В системі автоматизації процесу бродіння тіста вимірюються та регулюються наступні параметри:

- Температура суміші в заварочній машині
- Рівень суміші в заварочній машині та бродильному кориті
- Вологість борошна, що поступає до заварочної машини
- Температура води, що поступає до заварочної машини

Температура в заварочній машині вимірюється за допомогою термоперетворювача опору ДТС064-РТ100 (поз. 1а). Від нього інформація за допомогою уніфікованого сигналу 4-20 мА надходить до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0410, який підключений до ПЛК М340. Регулювання виконується клапаном з пневмоприводом 211А4Т15GC2 (позиція 1в). При відкриванні клапану, вода, підігріта до заданної температури поступає до заварочної машини, змінюючи в ній температуру суміші. Керуючий сигнал поступає на клапан з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0210, й регламентується програмою, внесеною до ПЛК.

Про рівень суміші в ємностях сигналізують ємнісні датчики рівня Caparivo CN 4020, з уніфікованим електричним сигналом 4-20 мА, який від них потрапляє до модуля дискретних входів ВМХ DDI 1602, який підключений до ПЛК М340. В залежності від цих даних, відправляються керуючі сигнали від модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 до дискретного електромагнітного клапану (позиція 2д), та магнітних пускачів КМ1, КМ2, КМ3, за допомогою яких відбувається регулювання рівнів у заварочній машині та бродильному кориті.

Вологість борошна, яке поступає зі шнекового дозатору до заварочної машини вимірюється вологоміром FIZEPR-SW100.10, що встановлено у дозаторі (поз. 4а), від якого до модуля аналогових входів ПЛК М340 ВМХ АМІ 0410 надходить уніфікований електричний сигнал 4 – 20. В залежності

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

від вологи борошна розраховуються массова частка опари та води, які мають поступити до заварочної машини, для забезпечення рецептурного рівня вологи при замісі тіста.

Температура води, що поступає до заварочної машини регулюється контуром, що складається з термоперетворювача опору ДТС064-РТ100 (позиція 5а), та клапану з пневмоприводом 21ІА4Т15GC2 (позиція 5в). Від ДТС064-РТ100 до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0410, що під'єднаний до ПЛК М340 поступає уніфікований електричний сигнал 4 – 20 мА. Регулювання температури здійснюється регулюванням положення клапану з пневмоприводом 21ІА4Т15GC2, який регулює подачу пари до підігрівача. Клапан керується уніфікованим сигналом 4 – 20 мА, який поступає з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0210, приєднаного до ПЛК М340.

### 2.3. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-ть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 5а	по місцю	термоперетворювач опору з діапазоном робочої температури від -60 до +250 °С, та вихідним сигналом 4 – 20 мА	ДТС064-РТ100	2	ОВЕН, Україна
2	1в, 5в	по місцю	клапан з пневмоприводом, з пропускною здатність 80 л/хв, та тиском керуючого середовища 4-10 бар	21ІА4Т15GC2	2	ODE, Італія
3	1б, 5б	на щиті	Електропневматичний перетворювач, що перетворює аналоговий сигнал постійного струму 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал діапазону робочого тиску від 0 до 10 бар. З напругою живлення 24 В	Sentronic LP G617A400 01A0010	2	ASCO Numatics, Ірландія

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

4	2а, 2б, 3а	по місцю	Ємнісний датчик рівня з активною компенсацією відкладень, та робочою температурою від -40°C до +120°C	CN 4020	3	Sarpanivo , Німеччи на
5	2д	по місцю	Шиберна заслінка. Витримує перепад тиску до 15 psig   1 бар   0,1 МПа, залежно від розміру затвора. Може використовуватися в системах тиску або вакууму.	CLEAR ACTION GATE	1	Vortex Global, США
6	КМ1, КМ2, КМ3	по місцю	Магнітний пускач з типом кола управління – змінний струм 50/60 Гц, та напругою кола управління 110 В	Tesys D - LC1D09F	3	Schneider Electric, Німеччи на
7	4а	по місцю	Вологомір, призначений для вимірювання вологості сипучих матеріалів у бункерах, дозаторах, з робочою температурою датчика від 0 до - 125°C	FIZEPR- SW100.10	1	FIZEPR, Україна

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

### Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

#### 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Система автоматизації процесу бродіння тіста побудована на ПЛК М340 від компанії Schneider Electric.

Використані модулі для промислового логічного контролера М340 приведено у таблиці 3.1, компонування цих модулів приведено на Рис. 3.1.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
ВМХ Р34 2000	1	Процесор
ВМХ СPS 2000	1	Блок живлення
ВМХ АМІ 0410	1	4 аналогових входа
ВМХ АМО 0210	1	2 аналогових вихода
ВМХ DDI 1602	1	16 дискретних входів
ВМХ DDO 1602	1	16 дискретних виходів

Табл. 3.1. Використані модулі для ПЛК М340

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Крещенко П.А.			<i>Розробка системи автоматизації бродіння тіста</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Полупан В.В.					37	7
<i>Зав. Каф.</i>		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		Проскурка Є.С.						

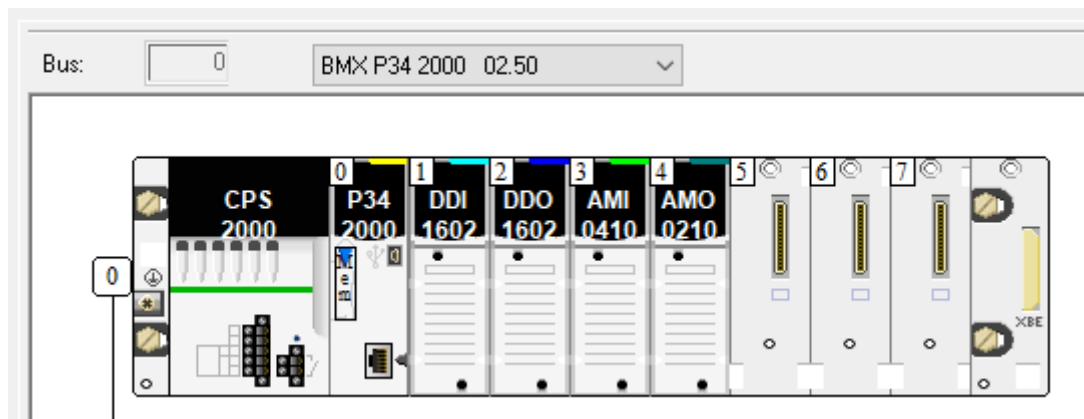


Рис. 3.1 Компонування модулів ПЛК М340.

***Аналогові входи.***

В даному проекті використовуються датчики та перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля BMX AMI 0410. За допомогою написаної програми виробляється управління в залежності від значення сигналу, що надійшов до модуля BMX AMI

***Аналогові виходи.***

В даному проекті використовуються електричні регулюючі клапани та частотні перетворювачі. Уніфіковані аналогові сигнали 4-20 мА від модуля BMX AMO 0210 подаються на електричні регулюючі клапани та частотні перетворювачі для управління ними.

***Дискретні входи.***

В даному проекті використовуються кнопка та датчики, які відправляють дискретний сигнал до модуля. Сигнали від датчиків та кнопки надходить до модуля BMX DDI 1602 0В чи 24В постійної напруги в залежності від написаної програми запускає або вимикає увесь процес.

***Дискретні виходи.***

В даному проекті використовуються магнітні пускачі KM1, KM2, KM3 для управління електричними дискретними клапанами. Сигнал від модуля BMX DDO 1602 0В чи 24В постійної напруги в залежності від

написаної програми послідовно проходить клемну колодку та поступає на магнітні пускачі клапанів, що в свою чергу відкривають чи закривають клапан.

### 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

При розробці принципової електричної схеми живлення були використані наступні компоненти:

- пакетні вимикачі QF1-QF3 –3 шт., для вмикання та вимикання певних гілок з технічними засобами в системі автоматизації;
- перетворювач напруги або блок живлення (БЖ1-БЖ2) для перетворення змінної напруги 220 В в постійну напругу 24 В для живлення датчиків та електропневматичних перетворювачів.

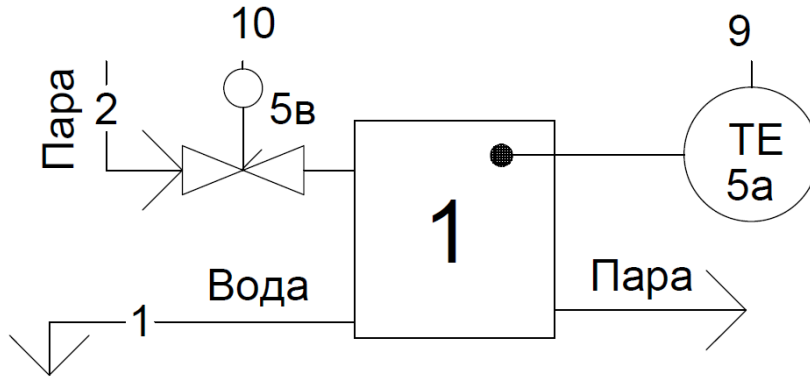
В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК застосовувалася наступна нумерація провідників:

- нумерація провідників в яких протікає змінний струм починалася з 800 (800-809);
- нумерація провідників в яких протікає постійний струм починалася з 900 (900-903);
- нумерація провідників в яких проходить вимірювальний сигнал від датчиків до ПЛК починалася з 100 (100-107);
- нумерація провідників в яких проходить сигнал управління від ПЛК до електропневматичних перетворювачів, та до пускачів починається з 200 (200-205).

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

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур регулювання температури води у підігрівачі.



Умовні позначення:  
 1 - Підігрівач — 1 — Вода  
 — 2 — Пара

Рис. 3.2 Контур регулювання температури води у підігрівачі

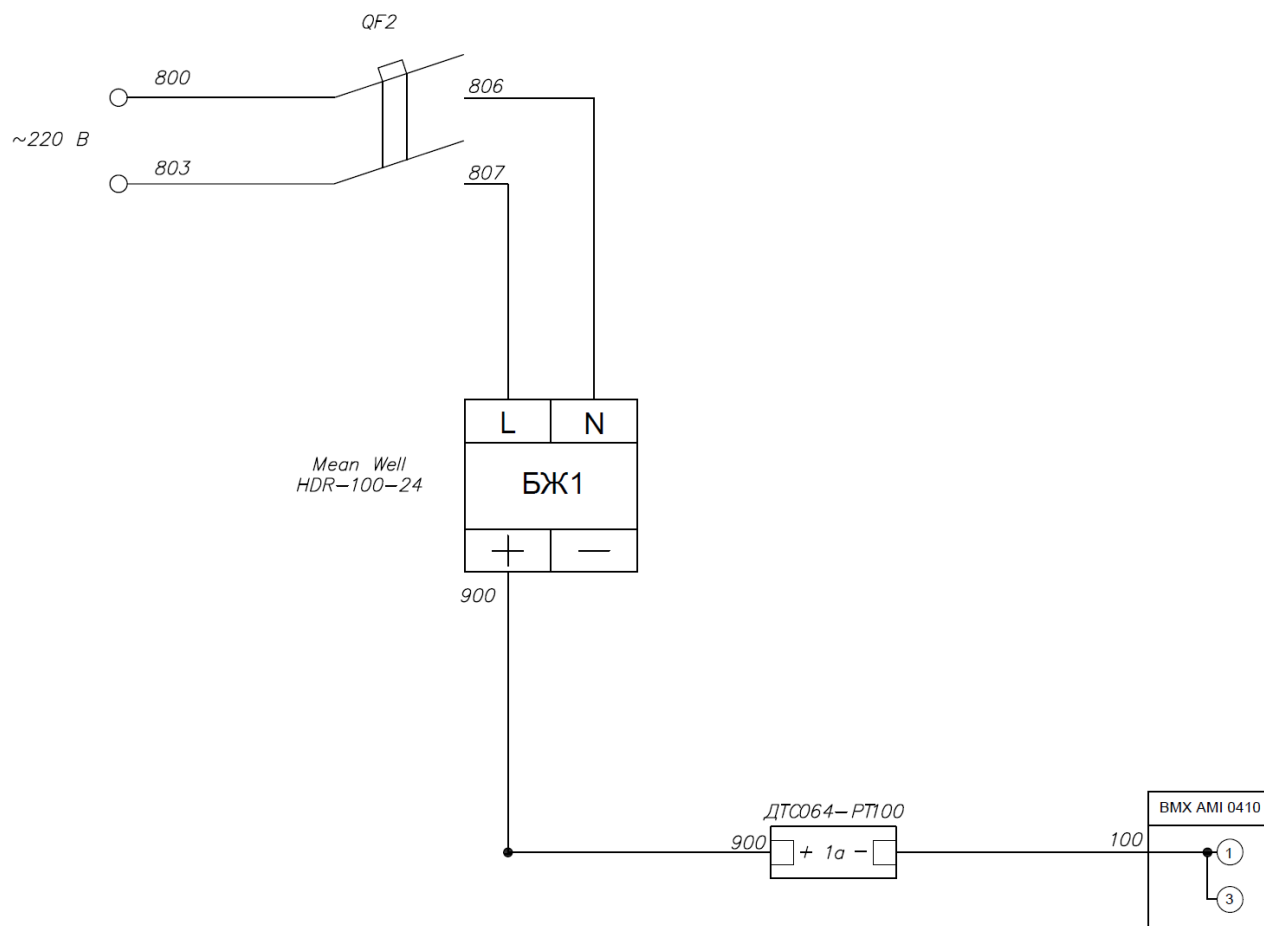


Рис. 3.3 Розширена принципова схема підключення термоперетворювача опору ДТС064-РТ100 до модуля ВМХ АМІ 0410

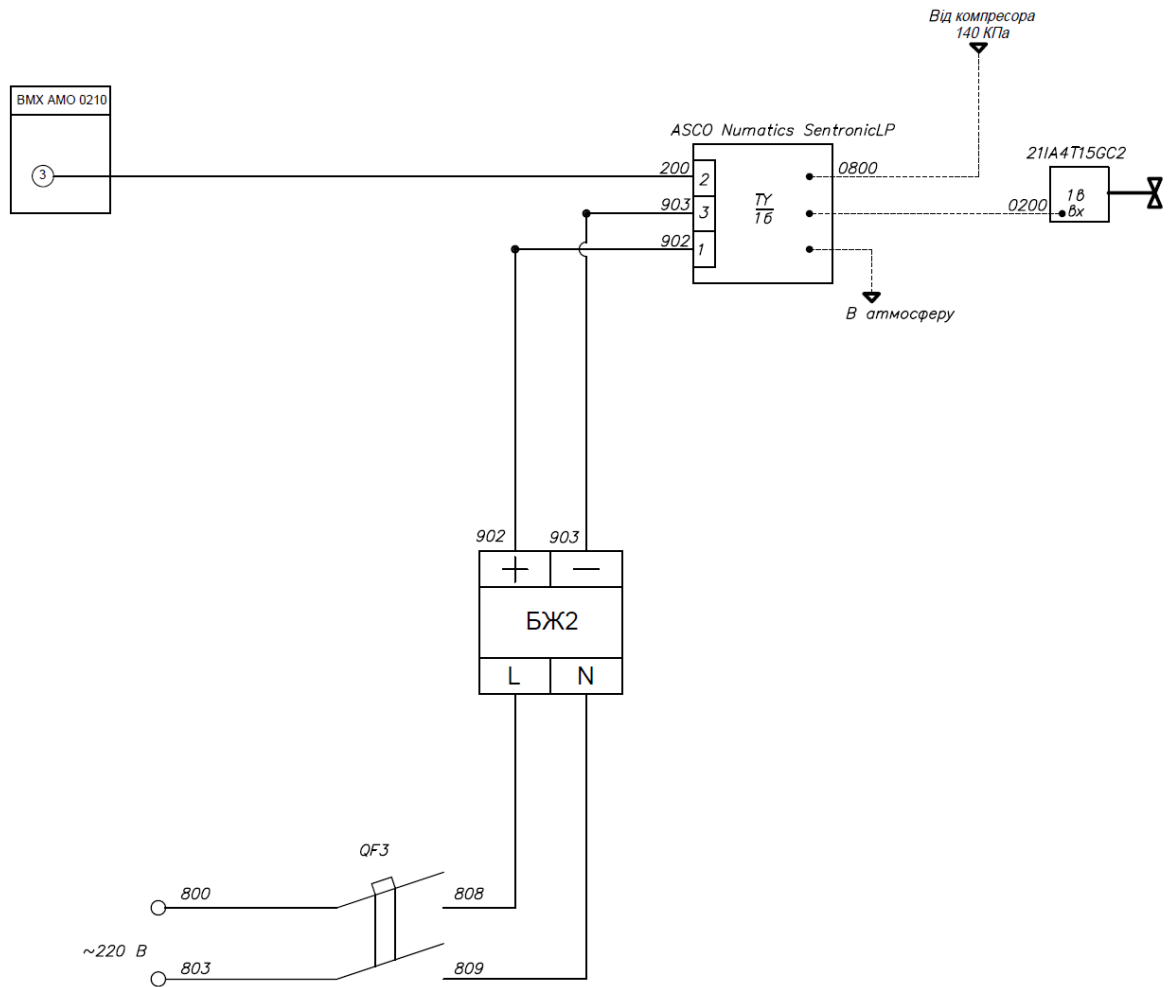


Рис. 3.4. Розширена принципова схема підключення електропневматичного перетворювача Setronic LP G617A40001A0010 до модуля BMX AMO 0210.

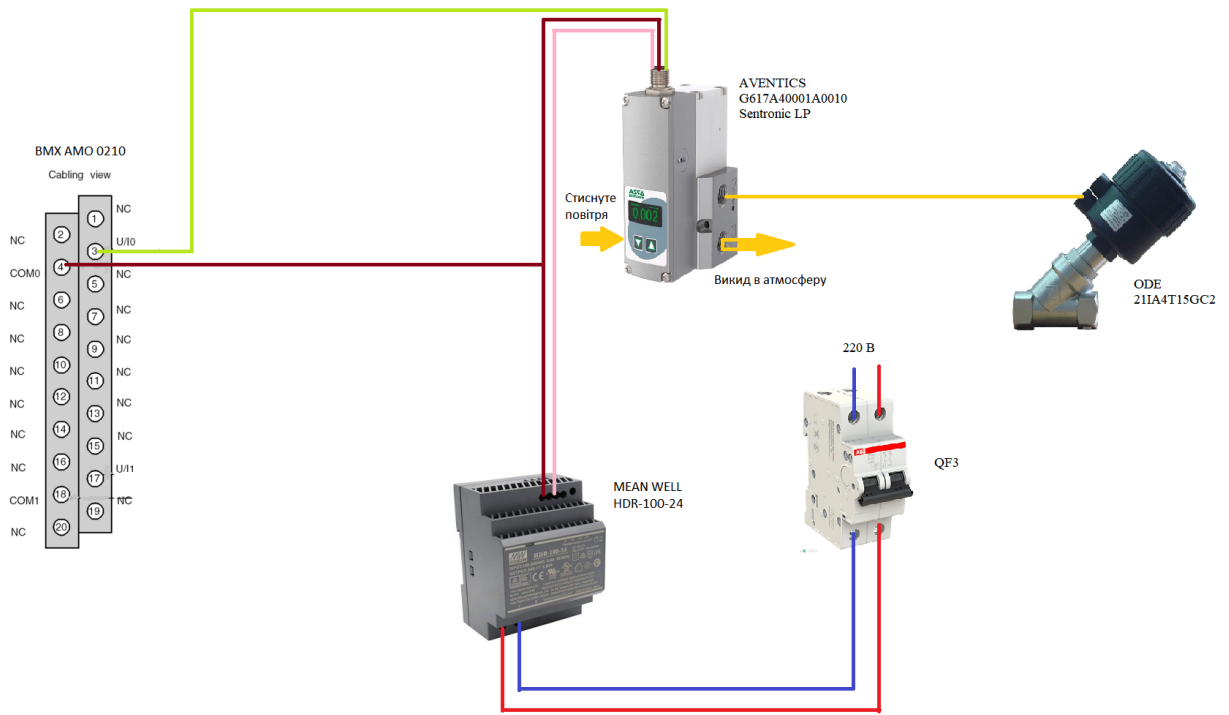


Рис. 3.5. Графічна схема підключення електропневматичного перетворювача Setronic LP G617A40001A0010 до модуля BMX AMO 0210.

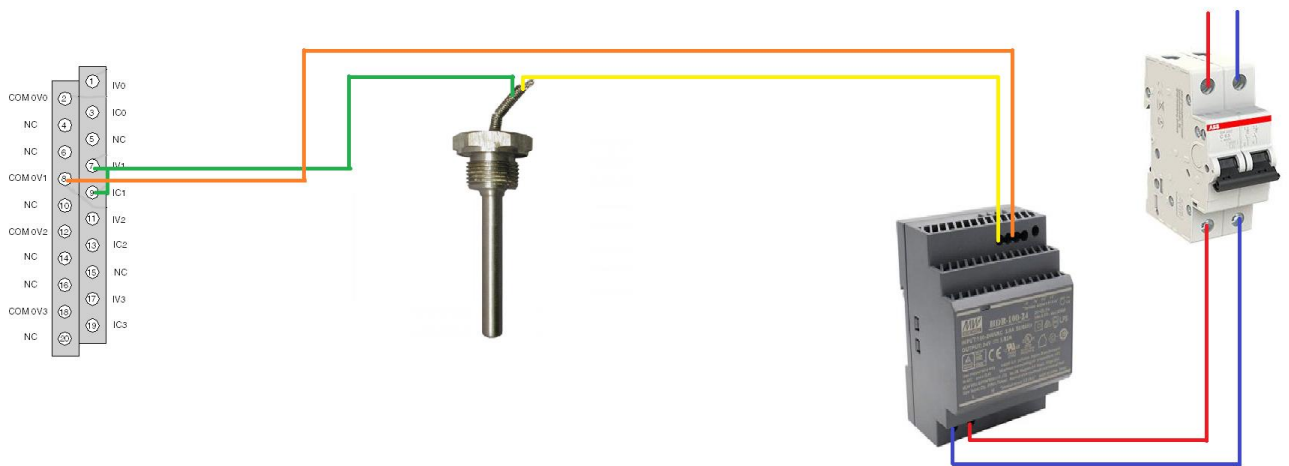


Рис. 3.6 Графічна схема підключення термперетворювача опору ДТС064-PT100 до модуля BMX AMI 0410

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Температура у заварочній машині та підігрівачі вимірюється за допомогою термоперетворювача опору ДТС064-РТ100



Рис. 4.1 термоперетворювач опору ДТС064-РТ100

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Крещенко П.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації бродіння тіста</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Полупан В.В.</i>					44	3
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секр ЕК.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

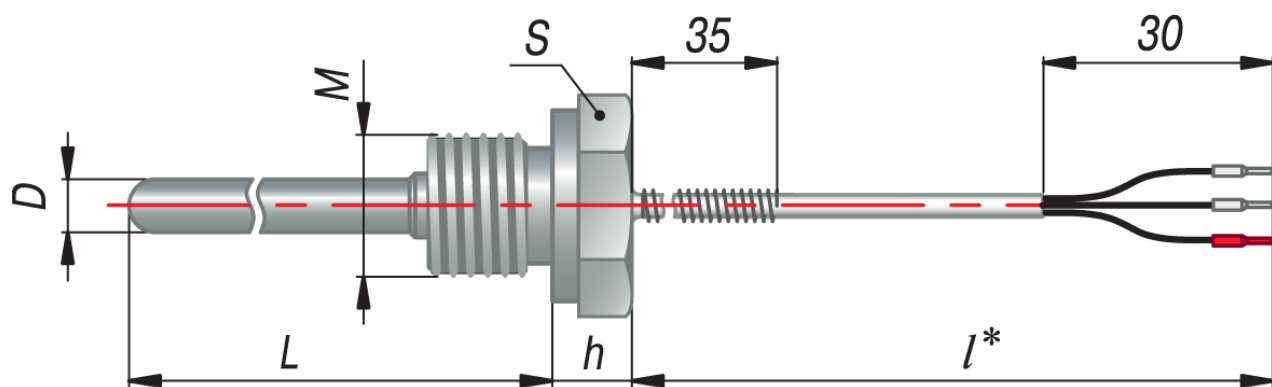


Рис. 4.2 габаритне креслення ДТС064-РТ100



Рис. 4.3 Двопровідна схема підключення проводів до клем пластмасової комутаційної головки ДТС064-РТ100

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

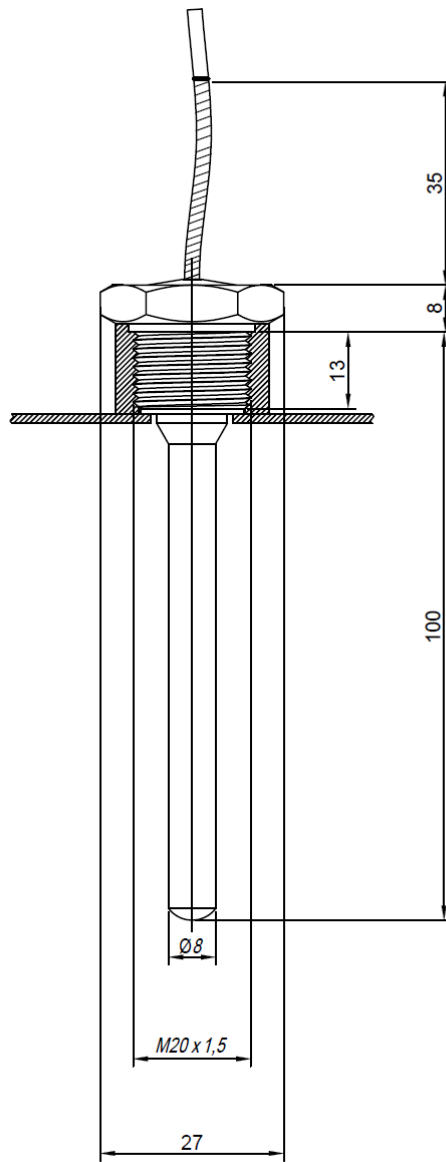


Рис. 4.4 Монтажна схема встановлення термоперетворювача опору ДТС064-PT100

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

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

На рисунку 5.1 представлено блок-схему алгоритму процесу автоматизованого замісу тіста. Уся програма розроблена з використанням контролера М340 та програмного забезпечення Unity Pro. За допомогою цього програмного забезпечення ми можемо налаштувати модулі, датчики, виконавчі механізми та регулюючі органи відповідно до наших потреб.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Крещенко П.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації бродіння тіста</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Полупан В.В.</i>					47	7
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

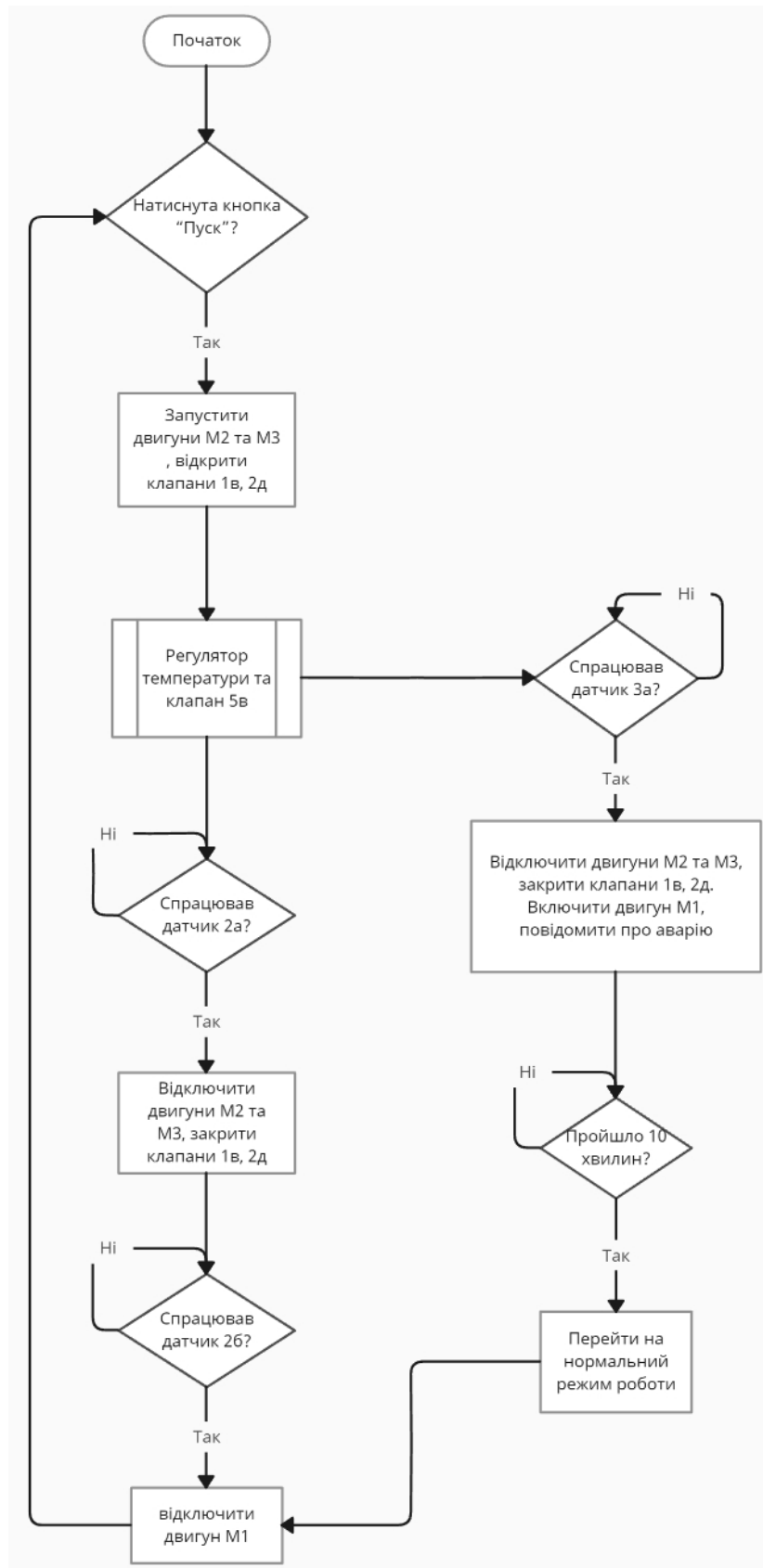


Рис. 5.1 Блок схема алгоритму процесу замісу тіста.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

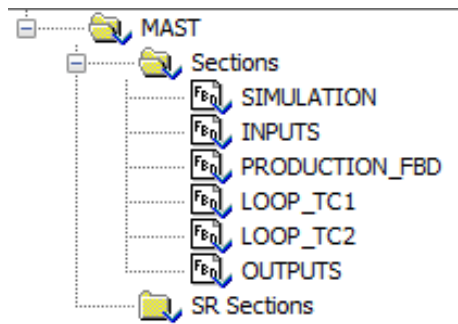


Рис. 5.2 Розділи програми

Name	Type	Value	Comment	Alias	Alias of	Address
TC2_MAN_AUTO	BOOL	1				%MW80
TC2_par_man	REAL					%MW76
TC2_SP	REAL					%MW78
TC2_TRON	BOOL					%MW81.0
SB_Start	EBOOL		Кнопка Старт			%IO.1.0
LE1_verh	EBOOL		1 Сигналізатор ...			%IO.1.1
LE2_verh	EBOOL		2 Сигналізатор ...			%IO.1.2
LE2_nyz	EBOOL		2 Сигналізатор ...			%IO.1.3
TE1_Tank	INT		Дитчик темпера...			%IW0.3.0
TE2_TANK	INT					%IW0.3.1
ME_TANK	INT					%IW0.3.2
VR_par_MAN	REAL					%MW0
VA_AN_KM6_R	REAL					%MW2
VA_AN_KM2_R	REAL		Відмасштабован...			%MW4
TE2_TANK_R	REAL					%MW6
TE1_Tank_R	REAL		Датчик темпера...			%MW8
TC1_SP	REAL		Задане значенн...			%MW10
LT2_Tank_R	REAL					%MW12
LT1_Tank_R	REAL		Датчик рівня ма...			%MW14
SCALE_PARA_T	Para_SCALI...					%MW16
SCALE_PARA_L	Para_SCALI...					%MW26
TC1_PARA	Para_PI_B					%MW36
StepProg	INT		Перемикання мі...			%MW74
ME_TANK_R	REAL					%MW54
LT2_Tank	INT		Датчик рівня дл...			%MW56
LT1_Tank	INT		Датчик рівня дл...			%MW57
VA_KM1_M	BOOL					%MW58.0
VA_Sliv	BOOL		Клапан зливу			%MW58.1
NS3_KM_M	BOOL		Технічна зміна к...			%MW58.2
TC1_TRON	BOOL		Режим слідкува...			%MW58.3
SB_StartM	BOOL		Технічна зміна к...			%MW58.4
NS2_KM_M	BOOL		Технічна зміна д...			%MW58.6
NS1_KM_M	BOOL		Технічна зміна д...			%MW58.7
TC1_AUTO	BOOL	1	Перемикач ручн...			%MW59
LE2_verh_M	BOOL					%MW60.0
LE2_nyz_M	BOOL					%MW60.1
LE1_verh_M	BOOL					%MW60.2
Crash	BOOL		Accident			%MW60.3
msg	BOOL		повідомлення			%MW60.4
SCALE_PARA_M	Para_SCALI...					%MW62
NS3_KM	EBOOL		Двигун М3			%Q0.2.0
NS2_KM	EBOOL		Двигун М2			%Q0.2.1
VA_KM1	EBOOL		Клапан 2Д			%Q0.2.1
NS1_KM	EBOOL		Двигун М1			%Q0.2.2
VA_AN_KM2	INT		Клапан 2 Вода А...			%QW0.4.0
VA_AN_KM6	INT					%QW0.4.1
ME_R	REAL					%MW72

Рис. 5.3 Дані

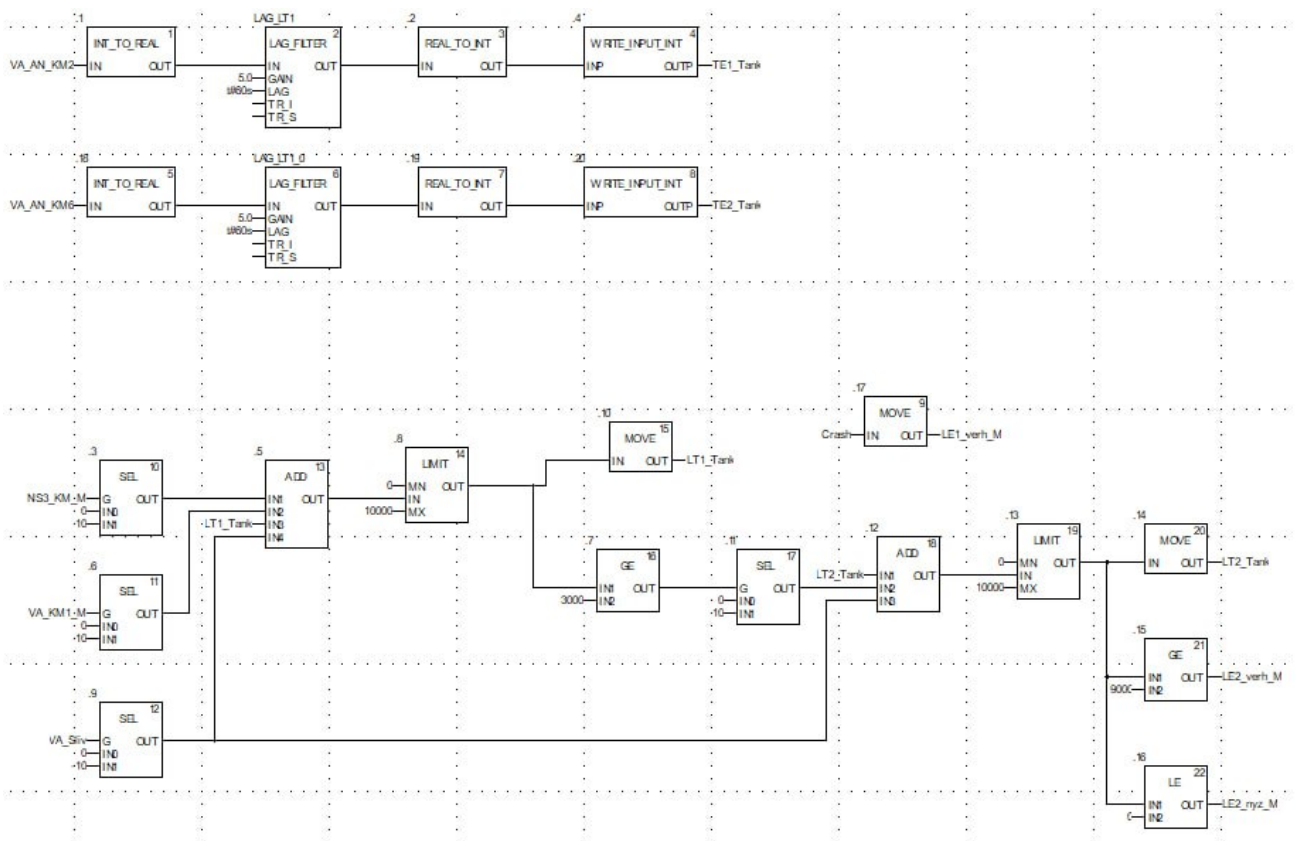


Рис. 5.4 SIMULATION

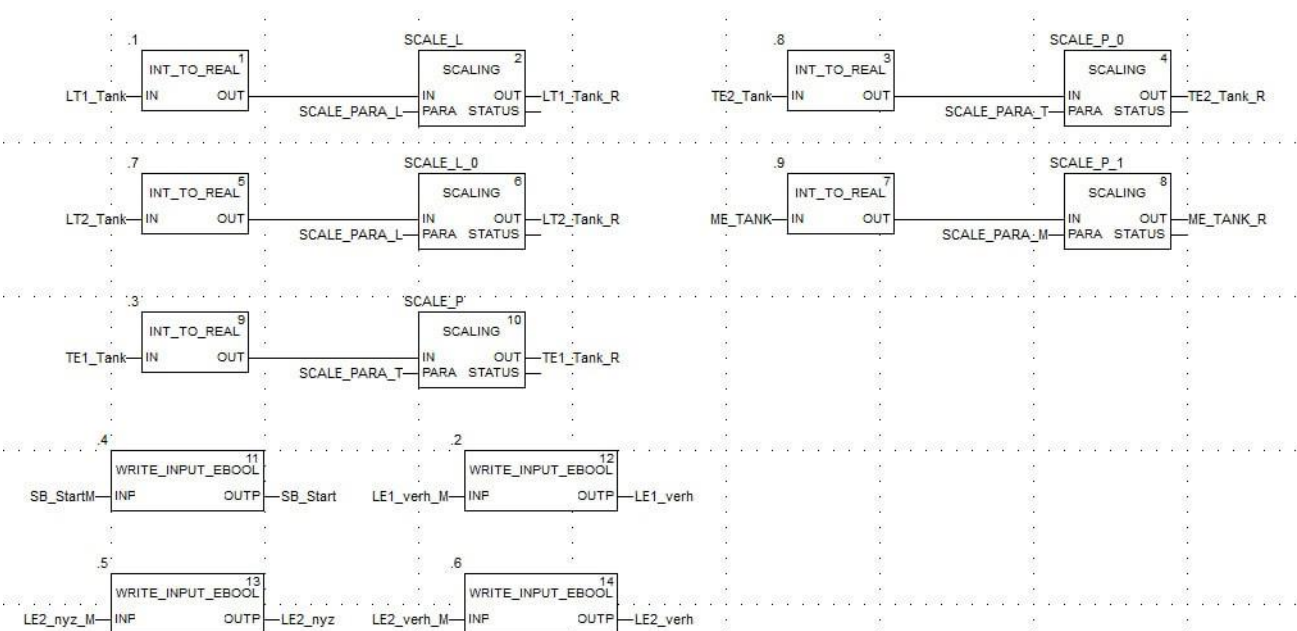


Рис. 5.5 INPUTS

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

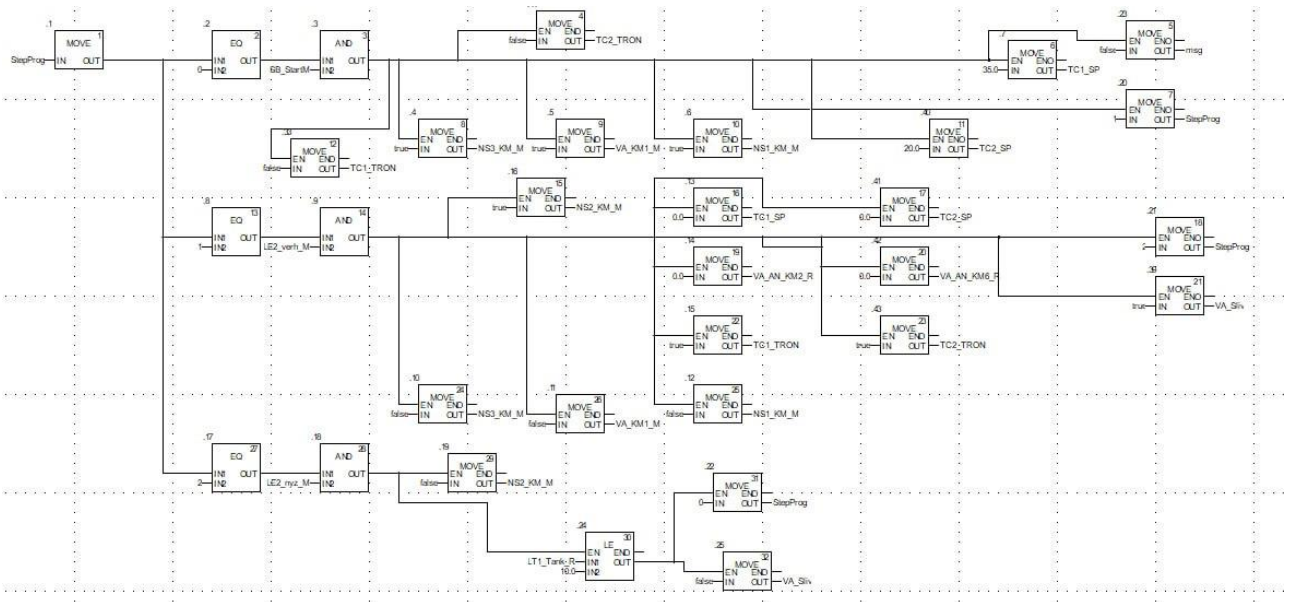


Рис. 5.6 PRODUCTION\_FBD частина перша

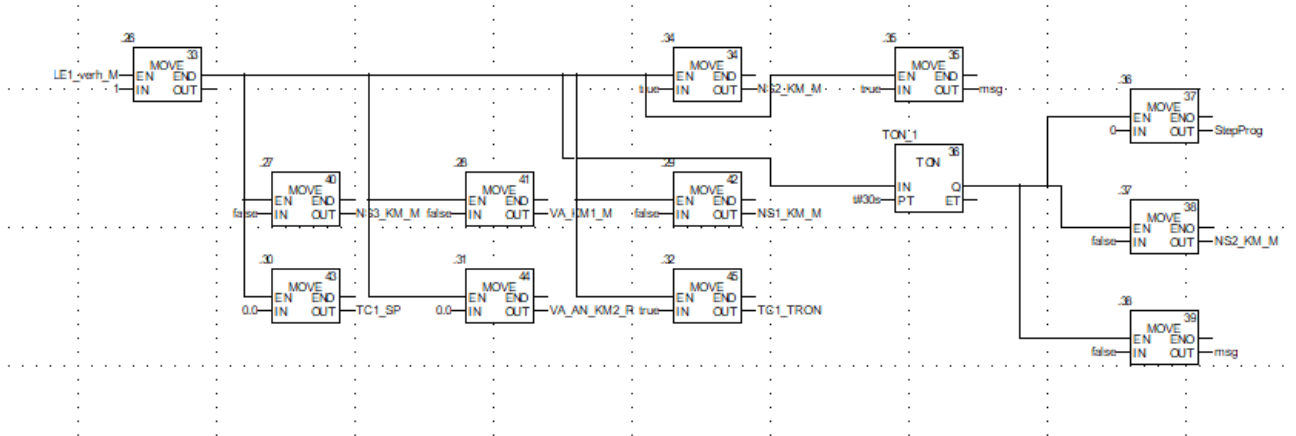


Рис. 5.7 PRODUCTION\_FBD частина друга

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

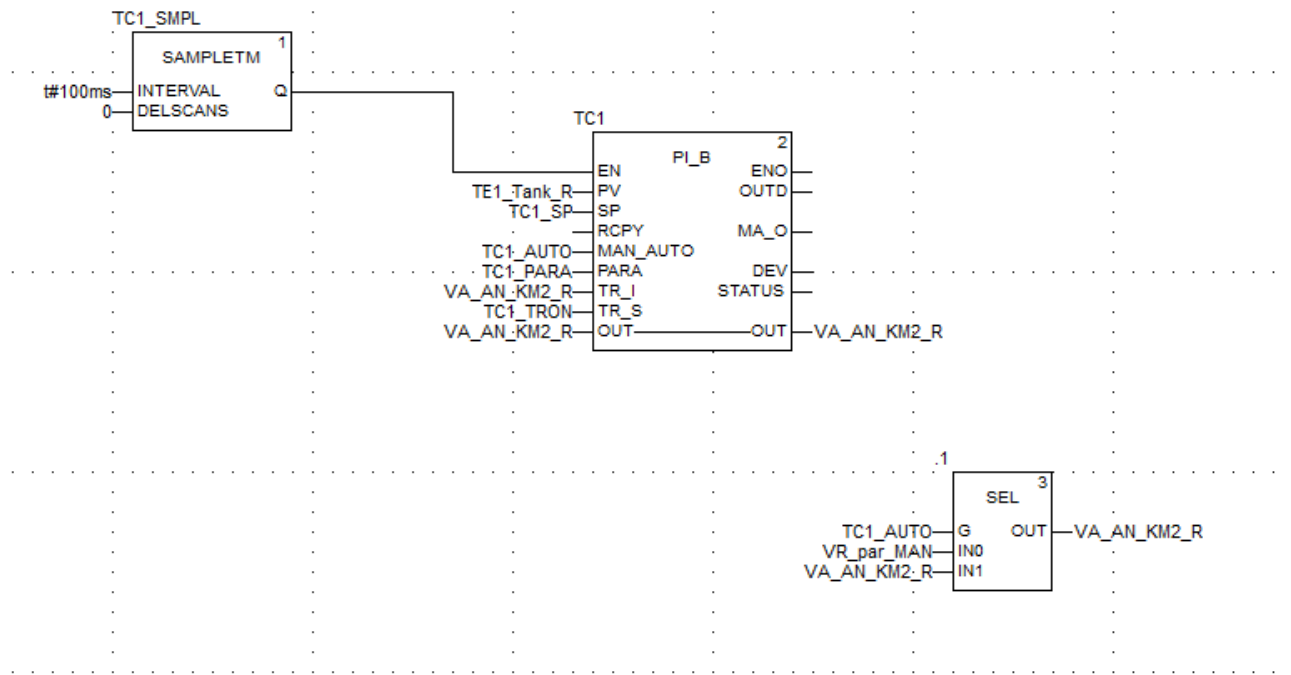


Рис. 5.8 LOOP\_TC1

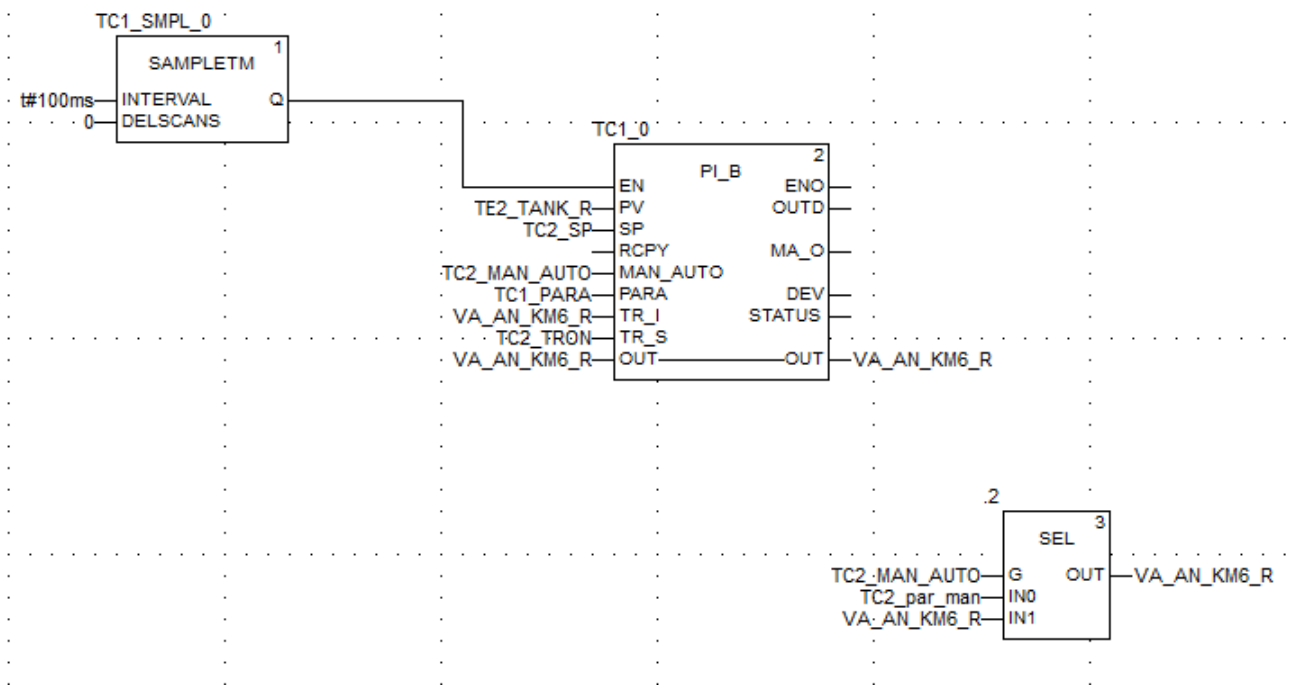


Рис. 5.9 LOOP\_TC2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

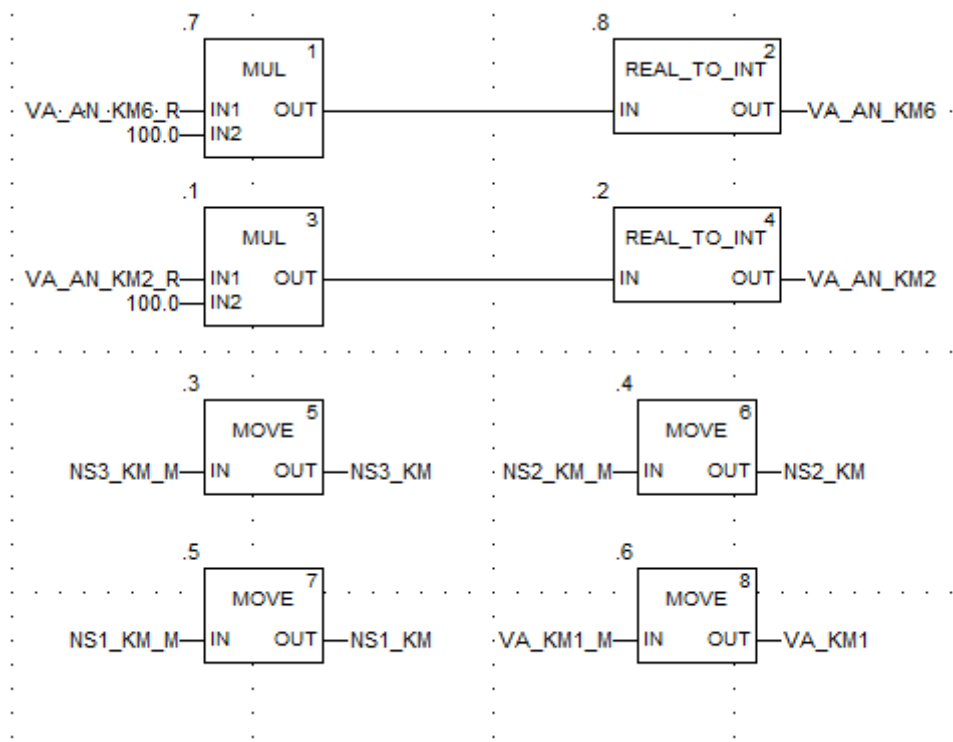


Рис. 5.10 OUTPUTS

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

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

Проект для HMI було створено за допомогою програмного забезпечення Citect Studio. В рамках цього проекту були розроблені теги, які відображали елементи автоматизації на мнемосхемах. Крім того, були створені аларми, тренди та інші компоненти. На Рис.6.1 представлені змінні теги, що використовувались у проекті.

Имя тега	Имя кластера	Устройство ввода/вывода	Тип данных	Адрес	Комментарий	Абсолют. мин. значение	Абсолют. макс. значение	Мин. значение в единицах изм.	Макс. значение в единицах изм.
TC2_MAN_AUTO		PLCM340	DIGITAL	%MW80.0		0	1	0	1
TC2_par_man		PLCM340	REAL	%MW76		0	100	0	100
TC2_SP		PLCM340	REAL	%MW78		0	100	0	100
TC2_TRON		PLCM340	DIGITAL	%MW81.0		0	1	0	1
VR_per_MAN		PLCM340	REAL	%MW0		0	100	0	100
VA_AN_KM6_R		PLCM340	REAL	%MW2		0	100	0	100
VA_AN_KM2_R		PLCM340	REAL	%MW4		0	100	0	100
TE2_TANK_R		PLCM340	REAL	%MW6		0	100	0	100
TE1_Tank_R		PLCM340	REAL	%MW8		0	100	0	100
TC1_SP		PLCM340	REAL	%MW10		0	100	0	100
LT2_Tank_R		PLCM340	REAL	%MW12		0	100	0	100
LT1_Tank_R		PLCM340	REAL	%MW14		0	100	0	100
pv_inf		PLCM340	REAL	%MW37		0	100	0	100
pv_sup		PLCM340	REAL	%MW39		0	100	0	100
out_inf		PLCM340	REAL	%MW41		0	100	0	100
out_sup		PLCM340	REAL	%MW43		0	100	0	100
rev_dir		PLCM340	DIGITAL	%MW45.0		0	1	0	1
kp		PLCM340	REAL	%MW46		0	100	0	100
ti		PLCM340	LONG	%MW48		0	3600	0	36000000
dband		PLCM340	REAL	%MW50		0	100	0	100
outbias		PLCM340	REAL	%MW52		0	100	0	100
ME_TANK_R		PLCM340	REAL	%MW54		0	100	0	100
VA_KM1_M		PLCM340	DIGITAL	%MW58.0		0	1	0	1
VA_Sliv		PLCM340	DIGITAL	%MW58.1		0	1	0	1
NS2_KM_M		PLCM340	DIGITAL	%MW58.2		0	1	0	1
TC1_TRON		PLCM340	DIGITAL	%MW58.3		0	1	0	1
SB_StartM		PLCM340	DIGITAL	%MW58.4		0	1	0	1
NS2_KM_M		PLCM340	DIGITAL	%MW58.6		0	1	0	1
NS1_KM_M		PLCM340	DIGITAL	%MW58.7		0	1	0	1
TC1_AUTO		PLCM340	DIGITAL	%MW59.0		0	1	0	1
LE2_verh_M		PLCM340	DIGITAL	%MW60.0		0	1	0	1
LE2_nyz_M		PLCM340	DIGITAL	%MW60.1		0	1	0	1
LE1_verh_M		PLCM340	DIGITAL	%MW60.2		0	1	0	1
Crash		PLCM340	DIGITAL	%MW60.3		0	1	0	1
msg		PLCM340	DIGITAL	%MW60.4		0	1	0	1
ME_R		PLCM340	REAL	%MW72		0	100	0	100

Рис.6.1 Таблица тегів

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Крещенко П.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації бродіння тіста</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Полупан В.В.</i>					54	3
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема з зображенням процесу автоматизованого бродіння тіста дозволяє оператору слідкувати за прогресом технологічного процесу та зміною параметрів, в режимі ручного керування змінювати положення регулюючих органів

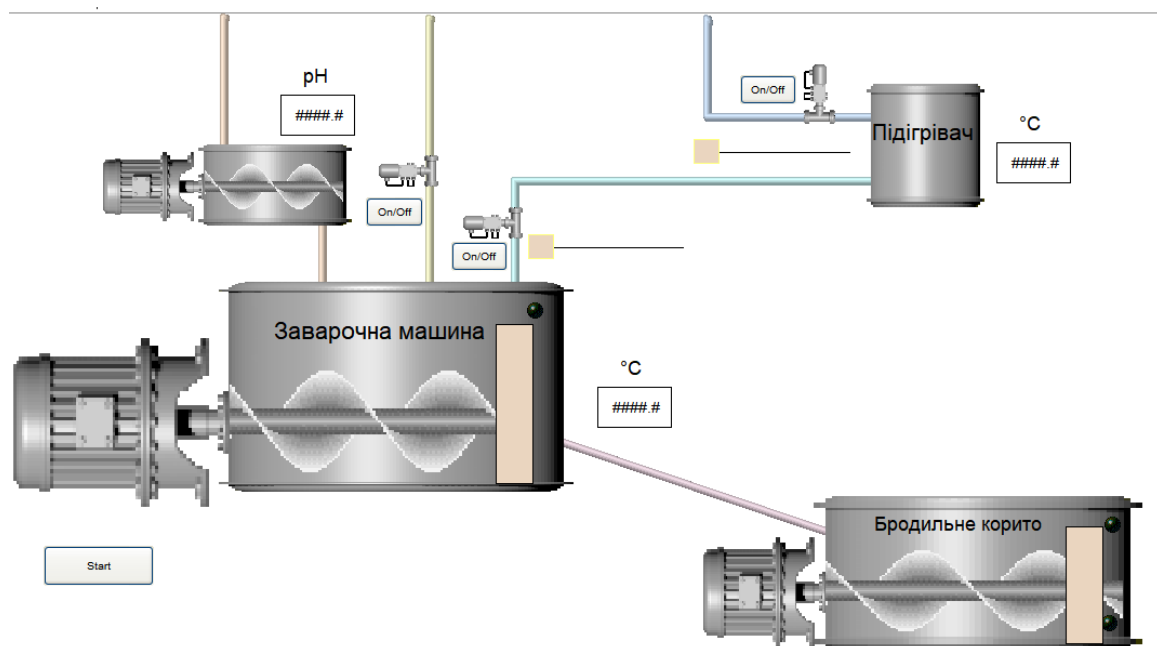


Рис.6.2 Мнемосхема процесу бродіння тіста

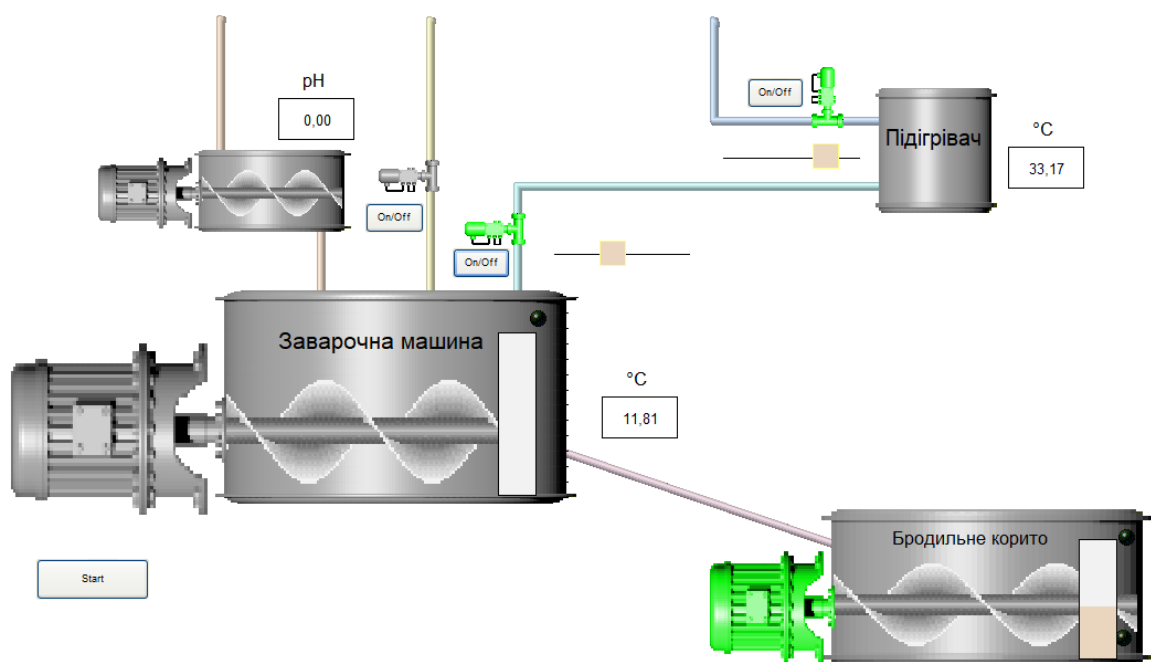


Рис.6.3 Вигляд у процесі роботи, отриманий шляхом симуляції процесу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Також в даному проекті записуються тренди зміни показів, та наявні попередження про вихід показників за межі норми.

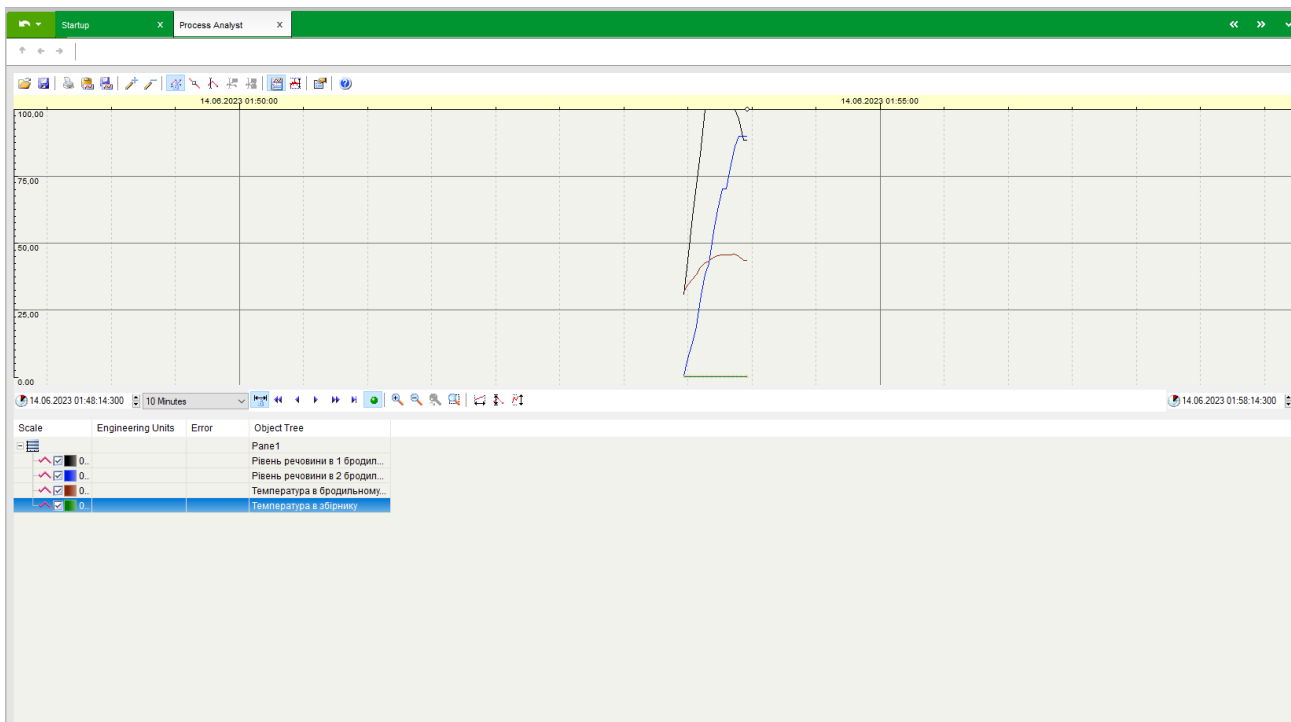


Рис.6.4 Запис трендів зміни показників

Тег аларма	Название аларма	Категория	Заданное значение	Переменный тег	Критически высокий	Высокий	Низкий	Критически низкий	Проект
TE1_TANK_WRN_SP	Температура відхилилася від заданого	2	TC1_SP	TE1_Tank_R					Diplom
TE1_TANK_WRN	Температура відхилилася	2		TE1_Tank_R		40			Diplom
TE1_TANK_ALM	Температура досягла критичного означення	1		TE1_Tank_R	50				Diplom

Рис.6.5 Список тривог

SCADA

14.06.2023 02:01:48 TE1\_TANK\_WRN Температура відхилилася OFF

Active Alarms

Date	Time	Tag	Name	State	Comment
14.06.2023	02:01:48	TE1_TANK_WRN	Температура відхилилася	OFF	

Рис.6.6 Активована тривога

## ВИСНОВОК

Розроблена схема автоматичного регулювання технологічних параметрів, що використовується в цьому проекті, дозволяє отримувати тісто з необхідними характеристиками. Для досягнення цієї мети були використані сучасні датчики, які відстежують показники під час проходження технологічного процесу.

Логічні елементи були запрограмовані на промисловому логічному контролері М340 від фірми Schneider Electric.

Для відслідковування та керування процесом бродіння тіста було розроблено мнемосхему головного вікна для оператора-технолога, завдяки програмному забезпеченню Citect SCADA, у якій відображуються технологічні параметри, тренди та тривоги.

При розробці системи були використані новітні технологічні засоби з уніфікованими сигналами, що дозволяє якісно проводити процес бродіння тіста, а також у випадку необхідності заміни чи оновлення одного з приладів завжди мати доступні аналоги.

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

## Список використаної літератури

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.
11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.
20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovonii 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.
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",

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

36. 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		