

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології та програмування в автоматизованих системах управління»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ярослав Смітюх

“ ” _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Оляновського Андрія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління молочним виробництвом з підсистемою управління кисломолочним цехом

керівник роботи професор, кандидат технічних наук Кишенько Василь Дмитрович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16” листопада 2022 року №820-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 1 лютого 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Апаратурно-тетехнологічна схема основного відділення. Організаційна, технічна та інформаційна структура існуючих ІАСУ та АСУТП. Вимоги до системи автоматизації, що проектується.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Розділ 1– Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи
1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування як в Україні, так і в інших країнах. 1.2 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі . Особливості автоматизації процесу виробництва ряжанки 1.4 Постановка задачі роботи Розділ 2 – Загально-системні рішення.2.1 Загальний опис об'єкту та системи.2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання. 2.3 Функціональна структура системи.2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ). 2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів. 2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення. Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням). 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня. 3.2. Схема

компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS. 3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації. 3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж. Розділ 4 – Спеціальне завдання. 4.1 Опис спеціального програмного забезпечення. 4.2 Розробка людино-машинного інтерфейса 4.3. Комп'ютерне моделювання автоматичного регулювання. Висновок. Список літератури

5. Перелік графічного матеріалу

1. Функціональна схема автоматизації. 2. Принципова схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Інформаційна структура мережі. 4. Структурна схема комплексу технічних засобів. 5. Схема з'єднань проводок промислових мереж

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 листопада 2022р.

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. Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3.	<i>Розділ 2. Загальносистемні рішення</i>	<i>3 тиждень</i>	
4.	<i>Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням)</i>	<i>5 тиждень</i>	
5.	<i>Розділ 4. Спеціальне завдання</i>	<i>8 тиждень</i>	
6.	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>11 тиждень</i>	

Здобувач _____
(підпис)

Оляновський А.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кишенько В.Д.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління молочним виробництвом з підсистемою управління кисломолочним цехом»

Мета: розробити інтегровану автоматизовану систему управління кисломолочним цехом з застосуванням нової мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації, використанням контролерів та ПЕОМ.

У проєкті використовувалися сучасні технічні засоби для вимірювання виконавчих механізмів та регулюючого органу.

Також, дана відповідь на перелік питань, щодо автоматизації системи. Серед них: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, проєктне компонування мікропроцесорного контролера та схема підключення датчиків, та виконавчих механізмів до нього, відеокадри дисплейних мнемосхем АРМ оператора.

Система керування розроблена на базі одного з найрозповсюджених мікропроцесорних контролерів Schneider Electric.

Кількість сторінок пояснювальної записки з об'ємом графічного матеріалу становить:

Кількість листів пояснювальної записки - листів

Аркуш 1 - Схема функціональної структури

Аркуш 2 - Схема КТЗ

Аркуш 3 - Схема мережних інформаційних потоків

Аркуш 4 - Схема автоматизації

Аркуш 5 - Схеми електричні принципи

ANOTATION

Topic: "Development of an integrated automated dairy production management system with a sour milk plant management subsystem"

Purpose: to develop an integrated automated management system for a dairy factory using new microprocessor technology and automation tools, using controllers and PCs.

The project used state-of-the-art technical tools to measure actuators and the regulatory body.

Also, the answer to the list of questions about system automation is given. These include the characteristics of the object of automation, the scheme of automation, the design layout of the microprocessor controller and the scheme of connection of the sensors, and the actuators to it, video frames of the display mimic circuits of the operator's ARM.

The control system is based on one of the most popular microprocessor controllers Schneider Electric.

The number of pages in an explanatory note with a volume of graphic material is:

Number of explanatory note letters - letters

Sheet 1 - Diagram of the functional structure

Sheet 2 - Scheme of CTZ

Sheet 3 - Scheme of network information flows

Sheet 4 - Automation scheme

Sheet 5 - Schematic diagrams of electrical principles

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи.....	8
1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування як в Україні, так і в інших країнах.....	8
1.2 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі	11
1.3 Особливості автоматизації процесу виробництва ряжанки.....	12
1.4 Постановка задачі роботи	16
Розділ 2 – Загально-системні рішення.....	17
2.1 Загальний опис об'єкту та системи.....	17
2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання.....	28
2.3 Функціональна структура системи.....	30
2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ).....	33
2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів.....	37
2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення.....	39
Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням).....	41
3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня.....	41
3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК	47
3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації.	51
3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.....	54
Розділ 4 – Спеціальне завдання.....	57
4.1 Опис спеціального програмного забезпечення.....	58
4.2 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	75
4.3 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	83
Висновок.....	90
Список використаної літератури	91

Вступ

Науково-технічний прогрес у науці та техніці значно посилив роль технічних засобів у процесі автоматизації. Це пояснюється тим, що без випереджаючого розвитку технічних засобів неможливий прогрес багатьох напрямків науки і техніки і передусім розробка нових сучасних засобів вимірювання та їх практичне використання. Одним із важливих завдань технічних засобів є сумісна їх робота в системі та достовірності результатів їхньої роботи, оскільки останнім часом різко підвищувались вимоги до точності вимірювань, збільшилася кількість вимірюваних величин.

Значно зросли вимоги до вимірювань у харчовій промисловості, до контролю за показниками якості продукції, що випускається. Як правило, показники якості продукції є комплексними для їхнього визначення потрібні інформаційно-вимірювальні системи з елементами прогнозування та програмованого здійснення складних технологій харчових виробництв.

Управління будь-яким технологічним процесом або об'єктом у формі ручного або автоматичного керування можливо лише при наявності вимірювальної інформації про окремі параметри, характеризуючих процес або стан об'єкту.

Технологічні виміри і вимірювальних прилади використовуються при керуванні багатьма технологічними процесами в різних сферах народного господарства.

В основі виміру параметрів та фізичних величин лежать різні фізичні явища та закономірності. Вимірювальні схеми будуються з використанням сучасних досягнень мікро-електронної техніки та інше.

Використання вимірювальних приладів, перетворювачів, регуляторів та інших технічних засобів - сприяє технічному прогресу, росту виробничої праці та підвищенню культури виробництва.

Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи

1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування як в Україні, так і в інших країнах.

Актуальність роботи. Молочне виробництво, як одна із провідних галузей харчових виробництв, пов'язана із задоволенням попиту харчової промисловості на молочні продукти, вирішує комплекс задач у застосуванні передових технологій та сучасного обладнання. Основна увага приділяється поліпшенню якості продукції, раціональному використанню ресурсів і сировини, підвищенню продуктивності технологічних ліній. Розв'язання таких задач неможливе без автоматизації виробництва на основі сучасних інформаційних технологій, передових досягнень в теорії та практиці автоматизованого управління. Технологічні процеси молочного виробництва є складним технологічним комплексом, характерними особливостями якого є високий ступінь невизначеності, велика розмірність, латентність показників якості сировини та напівфабрикатів, багатоцільова поведінка, коли пріоритетність цілей залежить від ситуації, яка виникає в залежності від обстановки на об'єкті управління. Існуючі системи автоматизації технологічних процесів молочного виробництва не забезпечують оперативного комплексного реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки об'єктів управління, яка залежить від багатьох чинників технологічного та організаційного характеру. Поліпшити ситуацію можливо за рахунок використання сценаріїв управління молочним виробництвом на основі когнітивно - сценарних моделей технологічних процесів, а також алгоритмів управління із застосуванням інтелектуальних механізмів.

Тому розробка систем багатоцільового управління технологічними процесами молочного виробництва на основі сценарного підходу та інтелектуальних технологій, що сприятиме підвищенню продуктивності, зменшенню питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції є актуальною задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є підвищення техніко-економічних показників молочного виробництва шляхом створення автоматизованої системи багатоцільового управління з використанням інтелектуальних механізмів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- враховуючи різноманітність технологічних параметрів на різних стадіях виробництва ряжанки та необхідність оперативного комплексного аналізу стану об'єкта управління, провести з позицій кваліметрії оцінювання інформативності показників та розробити моделі якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції;

- для організації ефективного телеономного управління виділити ситуаційно-значущі зони по всій технологічній лінії виробництва ряжанки та виконати в цих зонах ідентифікацію математичних моделей;

- провести комп'ютерне моделювання перебігу технологічних процесів виробництва ряжанки за допомогою сценарно-когнітивних моделей для дослідження причинно-наслідкових зв'язків між параметрами та виявлення тенденцій розвитку ситуацій в об'єкті управління;

- здійснити постановку та розв'язати задачу багатокритеріальної оптимізації технологічних процесів виробництва ряжанки в умовах невизначеності та конфліктності, ситуаційного змінювання пріоритетності критеріїв;

- розробити сценарії управління технологічним комплексом молочного заводу, які забезпечують організацію ефективних стратегій управління на

основі інтелектуального аналізу ситуацій, розв'язання критеріальних та ресурсних конфліктів;

- побудувати функціональну структуру системи багатоцільового управління технологічними процесами молочного виробництва на основі сценарного підходу з використанням інтелектуальних механізмів.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси виробництва ряжанки, що реалізовані на сучасному технологічному обладнанні.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні проблеми оптимального управління технологічними процесами на молочних заводах.

Методи дослідження. Методи, що використовуються для розв'язку поставлених задач, базуються на положеннях сучасної теорії автоматичного управління, ідентифікації об'єктів управління, базових принципах сценарного підходу, багатокритеріальної оптимізації, теорії конфлікту, інженерії знань, імітаційного моделювання. Вірогідність основних теоретичних положень і результатів досліджень підтверджувалась шляхом використання математичного моделювання та експериментальних даних.

Наукова новизна. При вирішенні поставлених задач одержані нові наукові результати:

- проведена ідентифікація математичних моделей технологічних процесів молочного виробництва, що відображають можливі варіанти стану об'єкта управління як модулів-фрагментів сценаріїв управління;
- розроблена структура системи та алгоритми управління технологічними процесами виробництва ряжанки з використанням баз знань.

1.2 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі

В даній магістерській роботі вирішуються наступні задачі:

- 1) розробка КІСУ молочним виробництвом з підсистемою управління виробництва ряжанки;
- 2) збільшення продуктивності і оптимізації завантаження обладнання;
- 3) підвищення якості продукції за рахунок точного дотримання технологічних процесів;
- 4) створення системи моніторингу та супервізорного управління технологічним процесом;
- 5) створення ефективної підсистеми операторського контролю та диспетчеризації на виробництві;
- 6) створення 3ох рівневої промислової мережі, яка забезпечує зв'язок між засобами польового рівня, ПЛК (програмованими логічними контролерами відділень виробництва пива) та робочими місцями операторів відділень
- 7) ведення архіву, що відображає технологічні дані про стан виробництва.
- 8) використання механотронних засобів в розробці системи пакування ряжанки в мішки;
- 9) застосування високоточних датчиків ваги при дозації на пакуванні;

1.3 Особливості автоматизації процесу виробництва ряжанки

Виробництво ряжанки здійснюють безперервним або періодичним способом, що включає в себе наступні основні стадії:

- підготовка жирової сировини. Зберігання і темперування рафінованих дезодорованих масел і жирів;
- підготовка молока;
- підготовка емульгаторів та інших нежирової компонентів;
- приготування емульсії;
- отримання ряжанки, переохолодження, кристалізація ряжанкової емульсії. Механічна (пластична) обробка ряжанки;
- розфасовка, упаковка, штабелювання готової продукції.

Процес отримання ряжанки здійснюють на лініях фірми "Джонсон", "Альфа-Лаваль", "Шредер" або "Корума".

Підготовка рослинних масел, жирів і вершкового масла. Рафіновані дезодоровані жири і масла зберігають у баках жиро-сховища окремо за видами не більше 24 ч. Температура зберігання твердих жирів і масел повинна бути на 5-10 ° С вище їх температури плавлення. Для запобігання окислення рафінованих дезодорованих масел і жирів рекомендується їх зберігати в атмосфері інертного газу - азоту або діоксиду вуглецю.

Вершкове масло звільняють від тари і завантажують у камеру з плавильним конусом. Температура розплавленого вершкового масла повинна бути в межах 40-45 ° С. Однорідність консистенції розплавленого масла підтримується за допомогою мішалки або насоса шляхом рециркуляції.

Підготовка емульгаторів. Для рівномірного розподілу і підвищення ефективності дії емульгаторів дистильовані моно гліцериди розчиняють в

рафінована дезодорована рослинному маслі в співвідношенні 1:10 при температурі 80-85 ° С. У цей же розчин при температурі 55-60 ° С додають м'які моногліцериди, після чого при необхідності вводять фосфатидний концентрат в кількості, яка передбачена рецептурами. Комплексний емульгатор, застосовуваний замість композиції моно гліцеридів, розчиняють в рафінованій дезодорованій олії у співвідношенні 1:15 при температурі 65-75 ° С. Якщо використовують імпортований емульгатор, то його розчиняють у рафінованій дезодорованій олії у співвідношенні 1: 10 при температурі 48-55 оС.

Підготовка барвників, вітамінів, ароматизаторів. Для додання м'яким ряжанки кольору застосовують масляні розчини натурального бета-каротину, виділеного з моркви, гарбуза, пальмової олії, мікробіологічного бета-каротину, барвників куркуми і насіння аннато. Барвники і безпосередньо в жирову або водно-молочну фази ряжанки.

Підготовка молока і вторинних молочних продуктів. Молоко коров'яче цільне пастеризують, а потім охолоджують до температури 23-25 ° С.

Сквашування молока здійснюють біологічним шляхом або кислотної коагуляцією.

При використанні сухого молока його розбавляють водою з розрахунку отримання не менше 8,5% знежирених сухих речовин у готовому розчині.

При використанні вторинних молочних продуктів їх розчиняють при перемішуванні у воді в співвідношенні 1:3 - для сухої молочної сироватки; 1:6 - для сироваткових білкових концентратів (КСБ). Отримані розчини нагрівають до температури 85-90 ° С і 60-65 ° С відповідно, витримують протягом 30 хв, охолоджують і подають у витратні ємності на виробництво.

Підготовка лимонної кислоти і водорозчинних ароматизаторів. Лимонну кислоту використовують у вигляді 1-10%-ного водного розчину, в який одночасно вводять водорозчинні ароматизатори.

Підготовка солі, цукру, консервантів і крохмалю. Сіль використовують у вигляді насиченого розчину 24-26%-ної концентрації.

Консерванти (бензойну, сорбінову кислоти, бензоат натрію) використовують в низько жирна ряжанка при введенні молока, особливо в літній період і при підвищених температурах зберігання. Консерванти розчиняють у воді в співвідношенні 1: 2.

Крохмаль спочатку розчиняють у холодній воді у співвідношенні 1: 2, потім заварюють гарячою водою до співвідношення 1: 20, витримують 30 хв, охолоджують і передають у видаткову ємність.

Приготування емульсії. Компоненти ряжанки відповідно до рецептури змішують у вертикальному циліндричному змішувачі, в якому відбувається також попереднє емульгування. Усередині змішувача знаходиться гвинтова мішалка з частотою обертання 59,5 об. / хв. До корпусу змішувача прикріплені відбійники, які не дозволяють суміші закручуватися по ходу обертання. Змішувач оснащений водяною сорочкою. Продукт надходить через штуцер і виходить через спускний патрубок. Груба емульсія із змішувача надходить потім у емульгатор відцентрового типу, робочим органом якого є два обертових і два нерухомих диска, в простір між якими надходить емульсія. Диски обертаються зі швидкістю 1450 об. / хв., Забезпечуючи інтенсивне диспергування емульсії до розміру частинок діаметром 6-15 мкм.

Після емульгатора емульсія, пройшовши через зрівняльний бак з насосом високого тиску, подається в переохолоджувачі, який є одним з основних апаратів для отримання продукції та забезпечує емульгування,

охолодження і механічну обробку емульсії. Переохолоджувачі складається з декількох однакових циліндрів - теплообмінників, що працюють послідовно.

Блок циліндрів трисекційного переохолоджувачі встановлений у верхній частині апарата, кожен з циліндрів являє собою теплообмінник типу "труба в трубі" з теплоізоляцією. Перша внутрішня труба є робочою камерою, в якій розташований порожнистий вал, куди подається гаряча вода для запобігання налипання емульсії. На валу закріплені дванадцять ножів, вал обертається з частотою 500 об / хв. Простір між другою і першою трубою займає випарна камера для охолоджуючого агента - аміаку, який подається системою трубопроводів. Емульсія, охолоджуючись, кристалізується на поверхні внутрішньої труби і знімається ножами. Температура емульсії на виході з третього циліндра 12-13 ° С.

Потім емульсія надходить у кристалізатор, де їй надаються необхідні кристалічна структура, необхідна твердість, однорідність і пластичність, необхідні при фасуванні ряжанки. Основними вузлами кристалізатора є фільтр-гомогенізатор і три секції - конічна і дві циліндричні, в яких ряжанка повільно рухається до конічної насадки і потім в фасувальний автомат. Компенсує пристрій забезпечує переривчасту подачу ряжанки на фасування. Температура при цьому підвищується до 16-20 ° С за рахунок теплоти кристалізації.

При охолодженні емульсії відбувається складний процес кристалізації і рекристалізації тригліцеридів жирової основи ряжанки, що визначає найважливіші якісні показники готової продукції - консистенцію, пластичність і температуру плавлення.

1.4. Постановка задачі роботи.

Мета роботи – є підвищення ефективності функціонування технологічного процесу виробництва ряжанки за рахунок удосконалення систем автоматизації шляхом використання алгоритмів діагностики і прогнозування, впровадження підсистеми технологічного моніторингу повинно позитивно вплинути на подальшу роботу та якість продукції.

2. Загально-системні рішення

2.1 Загальний опис об'єкту та системи

Ряжанка - кисломолочний продукт, який виробляється сквашуванням пряженого молока чистими культурами термофільного молочнокислого стрептокока *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

Ряжанка - національний продукт східних слов'ян, який користується підвищеним попитом на Україні.

Асортимент включає: ряжанку з масовою часткою жиру 2,5; 3,2; 4,0 і 6 %, біоряжанку, ряжанку медову.

За органолептичними показниками продукт повинен відповідати вимогам: консистенція і зовнішній вигляд - однорідна з порушеним згустком (для резервуарного способу); однорідна з непорушеним згустком (для термостатного), допускається газоутворення у вигляді одиничних очок, викликане розвитком нормальної мікрофлори; смак і запах - чистий, кисломолочний з вираженим присмаком пастеризації і пряження; колір - молочно-білий з кремовим відтінком.

Виготовляють ряжанку на основі пряженого молока термостатним і резервуарним способом. Апаратурно-технологічна схема представлена на рисунку 2.1. Принципова технологічна схема виробництва ряжанки резервуарним способом представлена на рисунку 2.1. Ряжанку медову виробляють жирністю від 1,5 до 4% , за вмістом меду - напівсолодкою, особливою, десертною та йогуртною. Особливості технології полягають у приготуванні молочно-медових сумішей та їх сквашуванні.

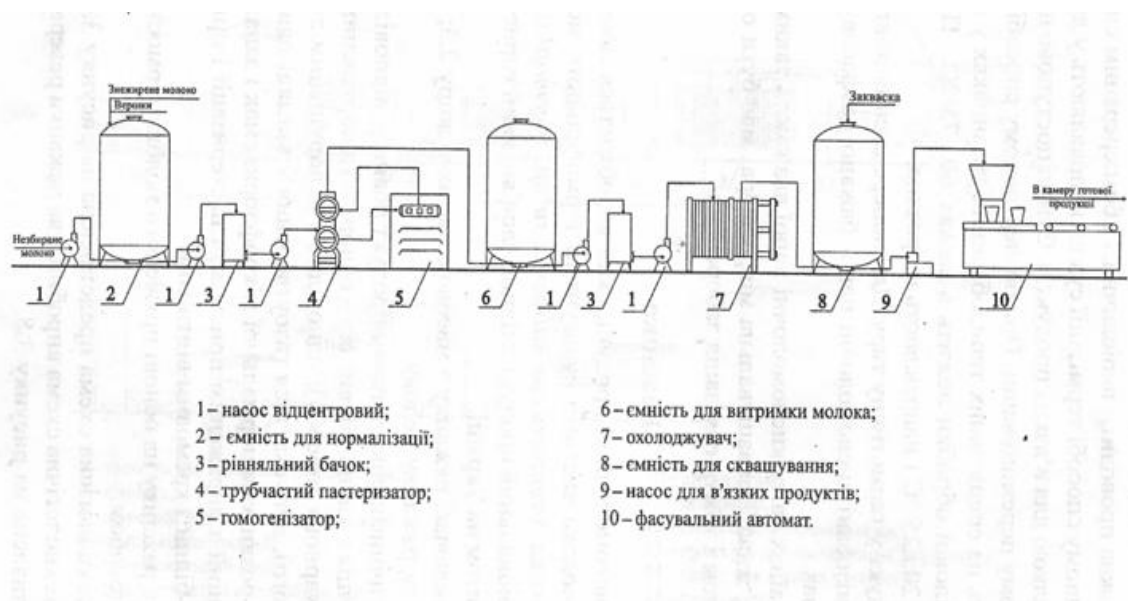


Рис.2.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва ряжанки

Нормалізація молока. Одержане молоко нормалізують по жиру для виготовлення стандартного за складом готового продукту. Масову частку жиру у нормалізованих вершках розраховують залежно від кількості закваски та вмісту жиру у молоці, на якому вона виготовлена.

Нормалізацію молока не слід проводити незбираним молоком, бо це може призвести до появи крупкуватої консистенції сметани. Краще нормалізувати молоко масляною або знежиреним молоком. При оптимальній жирності нормалізацію молока здійснюють лише за допомогою закваски.

Пастеризація молока. Нормалізоване молоко пастеризують при температурі 84...90 °С з витримкою від 15 с до 10 хв. та при 90...95 °С з витримкою від 14...20 с до 5 хв. в залежності від виду сметани.

Достатньо високі температури пастеризації молока застосовують для максимального винищення сторонньої мікрофлори, яка при підвищеному вмісті жиру має більшу опірність до теплової обробки, для зруйнування

імунних тіл, що заважають розвитку молочнокислих бактерій, інактивації ферментів (ліпази, пероксидази, галактази, протеази) та для одержання сметани необхідної в'язкості, з низьким синерезисом та більшою стійкістю до механічного впливу. Останнє пояснюється тим, що високі температури пастеризації спричиняють денатурацію сироваткових білків, які разом з казеїном приймають участь в утворенні згустку та зміцнюють його. Кількість денатурованих сироваткових білків збільшується з підвищенням температури пастеризації. Так, якщо при температурі 85 °С денатурує близько 20 % сироваткових білків, то при 95 °С кількість їх досягає 60 %. За цих умов покращуються також гідратаційні властивості казеїну - він активніше зв'язує воду в період заквашування. Такі зміни властивостей основного білка молока забезпечують щільну консистенцію продукту та гарну вологоутримуючу здатність його згустку.

Під дією високих температур зменшуються вади смаку і запаху вихідних молока, відбувається інтенсивне утворення реактивноспроможних сульфгідрильних груп, що знижують окисно-відновний потенціал плазми, зв'язують важкі метали та виконують роль антиоксидантів. Виникає ряд летких речовин, у тому числі сірководень, карбонільні сполуки та інші хімічні речовини, що забезпечують специфічний смак і запах пастеризації. Тому для збереження утворених при пастеризації ароматичних речовин та зменшення ступеня руйнування вітамінів молоко слід пастеризувати та витримувати у закритій системі.

Нарівні з позитивною дією, підвищені температури пастеризації молока при температурі 96... 100 °С можуть бути причиною дестабілізації жиру, а також погіршувати структурно-механічні властивості згустку та консистенцію продукту. Багатократна термомеханічна обробка молока (подвійна пастеризація, охолодження, перекачування) також призводить до вад консистенції та смаку (рідка, крупинчаста консистенція, салістий

присмак та ін.). Це пояснюється можливими втратами СЗМЗ у вершках, дестабілізацією білка та збільшенням вмісту вільного жиру. Тому пастеризація молока повинна бути одноразовою.

Гомогенізація молока. Гомогенізації піддають пастеризовані та охолоджені до температури 60.. 70 °С молоко. В залежності від масової частки жиру у вершках тиск гомогенізації складає 7... 15 МПа. Метою гомогенізації є збільшення у 4-5 разів площі поверхні розділу фаз жир-плазма, що позитивно впливає на умови кристалізації молочного жиру при визріванні сметани та формуванні її консистенції. Внаслідок гомогенізації відбувається додаткове зв'язування води новоутвореними оболонками жирових кульок, що сприяє підвищенню в'язкості гомогенізованих молока. У процесі гомогенізації спостерігається значне зменшення середнього діаметра жирових кульок (до 0,3-0,5 мкм) та диспергування білкових часточок, утворення агломератів жирових кульок та білкових часточок, які об'єднуються у більші грудочки та окремі конгломерати. Новоутворені жирові кульки адсорбують до 25 % казеїну. Таким чином, при гомогенізації проходить перетворення жирових кульок молока, що супроводжується так званим уявним збільшенням вмісту протеїнів. В гомогенізованих вершках жирові кульки розподіляються у білковій структурі гелю не безсистемно, як у негомогенізованій системі, а рівномірно. Розміри жирових та білкових утворень залежать від температури, вмісту жиру та білка, стабільності білків, в'язкості молока та інших факторів.

Гомогенізувати молоко краще після пастеризації, що дозволяє позбутися неоднорідної крупинчастої консистенції. Ця вада є наслідком того, що гомогенізація знижує стабільність білкової фази, а подальша пастеризація може викликати появу пластівців білка. Проведення гомогенізації до пастеризації інтенсифікує утворення пригару та погіршує ефективність пастеризації внаслідок підвищення в'язкості гомогенізованих молока, що є

захисним бар'єром для бактерій. Але разом з тим, у процесі гомогенізації до пастеризації знижується можливість окиснення та ліполізу у вершках, що позитивно впливає на якість готового продукту. Для забезпечення необхідних органолептичних властивостей сметани подовженого терміну зберігання гомогенізацію рекомендують проводити до пастеризації.

Надмірне подрібнення жирової фракції молока під час гомогенізації може призвести до утворення великих гроноподібних агломератів з 10-20-ти жирових кульок. Виникненню таких утворень сприяє зниження електричного заряду на поверхні кульок і виділення вільного жиру. Рідкий жир є цементуючою речовиною, що сприяє злипанню жирових кульок у агломерати. Максимально цей ефект спостерігається при низьких температурах гомогенізації (20...30 °C) та високому тиску. Окрім того, у вершках з вмістом жиру від 30 % і більше при гомогенізації може не вистачити оболонкових речовин для стабілізації знов утворених жирових кульок. Це також може призвести до підвищення кількості вільного жиру та утворення агломератів жирових кульок та білкових компонентів. Інтенсивності утворення агломератів жирових кульок також сприяє зниження стабільності білків. Щоб запобігти цьому, проводять двоступеневу гомогенізацію, коли при низькому тиску на другому ступені утворені агломерати частково руйнуються, а також намагаються наблизити температуру гомогенізації до температури пастеризації. Останнє надає можливість вести процес гомогенізації при дещо нижчому тиску.

У виробництві сметани з високою жирністю можна гомогенізувати лише частину молока, але сметану 20 %-ної жирності і нижче слід виробляти тільки з повністю гомогенізованих молока. Для сметани 25 %-ної жирності об'ємна частка молока, що йдуть на гомогенізацію, по відношенню до їх загального об'єму може складати 70...80 %, а для сметани 30 %-ної жирності - 50...70 %.

З підвищенням масової частки жиру у вершках, необхідно зменшувати тиск гомогенізації, з метою запобігання дестабілізації молочного жиру. Так, одноступеневу гомогенізацію для молока 20 %-ної жирності проводять при 9... 12 МПа, для молока 24...30 %-ної жирності - при 8... 11 МПа. Двоступеневу гомогенізацію для молока 20 %-ної жирності зазвичай проводять на I-му ступені при 9... 12 та II-му - при 4...6 МПа; для молока 30 %-ної жирності - відповідно при 8...10 та 3...5 МПа. Температуру гомогенізації молока приймають у межах 60...70 °С. Застосування вищих та нижчих температур гомогенізації викликає збільшення агломератів жирових кульок, зниження стабільності жирової та білкової фази, що негативно впливає на консистенцію сметани.

Режими гомогенізації слід встановлювати з урахуванням свіжості та термостійкості сировини. Двоступенева гомогенізація, у порівнянні з одноступеневою, менше впливає на стабільність жирової та білкової фази молока, і сметана за цих умов має кращу консистенцію. При одноступеневій гомогенізації бажане застосування невисокого тиску (8...10 МПа) для запобігання одержання нестійкої до температурних та механічних дій консистенції. При двоступеневій гомогенізації тиск на другому ступені встановлюють як 1/3 від значення тиску на першому ступені. Якщо величини тиску будуть встановлені у зворотному порядку, то роль першого ступеня буде зведена практично до нуля, а після другого будуть утворюватися агломерати жирових кульок, що негативно відіб'ється на якості готового продукту.

Охолодження молока до температури заквашування. Після гомогенізації молоко охолоджують до температури сквашування 20...26 °С або 26...28 °С (при використанні закваски, приготовленої на мезофільних молочнокислих стрептококах). Перевищення встановлених температурних режимів не допускається. Заквашування сметани дієтичної та сметани 15 %-ї

жирності заквасками на мезофільних та термофільних молочнокислих стрептококах ведуть при температурі 28...32 °С, а сметани ацидофільної - при температурі 40. ..44 °С.

Заквашування та сквашування молока. Молоко заквашують шляхом внесення у них бактеріальної закваски в процесі або після заповнення ними ємності. Неприпустимо вносити закваску у резервуар до початку наповнення його вершками, бо це може призвести до місцевої коагуляції білків молока та неоднорідної крупкуватої консистенції сметани. Закваску краще за все вносити за допомогою насоса-дозатора в потоці або поступово при перемішуванні через певний час після початку наповнення ємності вершками. Після внесення закваски молоко перемішують 10... 15 хв. Через 1 годину допускається повторне перемішування заквашеного молока, після чого їх залишають у спокої до утворення згустка та зростання кислотності. Перемішування молока у процесі сквашування призводить до утворення рідкої консистенції сметани.

Норма бактеріальної закваски на пастеризованому молоці повинна бути у-межах 2-5 %, на стерилізованому - не менше 1 %, активізованого бактеріального концентрату - 0,5-1 %. Внесення більших доз закваски робить консистенцію сметани менш однорідною та крупкуватою внаслідок того, що частинки білкового згустку відокремлюються та занадто ущільнюються у кислому середовищі під час сквашування.

Кислотність закваски повинна складати 80...85 °Т. Закваску готують на стерилізованому молоці або на пастеризованому при температурі 95 °С з витримкою 30 хв.

Кислотність згустку зростає до 68...70 °Т (для дієтичної сметани), до 54...75 °Т (для 15%-ної), 64...80 °Т (для 20%-ної), 64...70 °Т (для 30%-ної), 60...65 °Т (для 40%-ної). Підвищення кислотності може призвести до

утворення згустку з крихкою структурою, тому сметана втрачає пластичність і стає рідкою при перемішуванні.

При використанні бактеріальних концентратів необхідно проводити їх попередню активізацію. Активізацію здійснюють протягом декількох годин при оптимальній для сквашування температурі.

Якщо молоко заквашувати несвоєчасно, зберігати їх при підвищених температурах, змішувати теплі та холодні молоко, а свіжі з заквашеними, якість сметани суттєво знизиться.

Тривалість сквашування молока - не більше 10 годин. Під час сквашування проходить зброджування молочного цукру з утворенням МОЛОЧНОЇ кислоти та ароматичних речовин (діацетилу, ацетоїну, летких жирних кислот, спиртів, етерів), що обумовлює приємний специфічний смак та запах сметани. Процес сквашування молока можна регулювати шляхом зміни температури та тривалості сквашування, кількості внесеної закваски, підбору заквасок за їх активністю. Сквашені молоко перемішують протягом 3... 15 хв. до одержання однорідної консистенції, охолоджують до температури 18...20 °С та направляють на фасування та упакування. Перемішування не слід проводити дуже активно: кількість обертів мішалки на хвилину приймають близько 20-ти. Сметану бажано направляти на фасування самопливом для запобігання розріджування згустку внаслідок механічного впливу насосів. Діаметр трубопроводів при цьому повинен бути не менше 50 мм при мінімально допустимому перепаді рівнів по висоті. Допускається подача сквашених молока насосами об'ємного типу. Для витискування сметани з резервуарів, оснащених відповідними пристроями, дозволяється використовувати очищене стиснене повітря, що подається під тиском $0,05 \pm 0,02$ МПа.

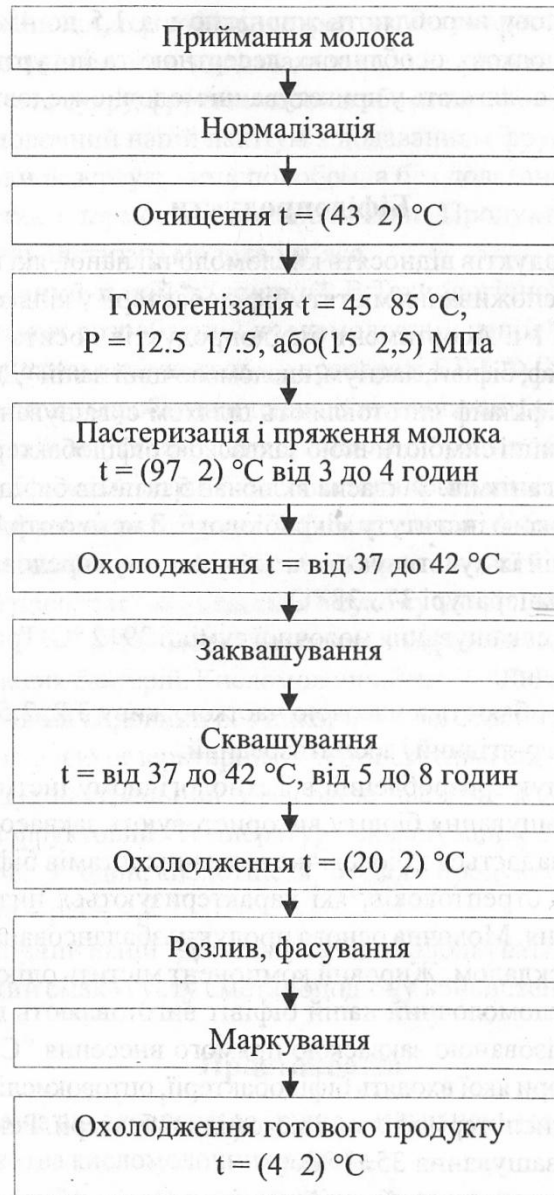


Рис. 3.8. Принципова технологічна схема виробництва рясанки резервуарним способом

Таблиця 2.1 Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Резервуар для нормалізації	Температура суслана виході	15-20 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Цит управління АРМ оператора	
		Рівень в апараті	85 % ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Цит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун насосу	
		Жирність молока	4%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Цит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі незбираного молока	

2	ПОУ	Температура вершків на виході після охолодження	10 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату холодної води	
		Температура вершків на виході після пастеризації	65 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату гарячої води	
3	Гомогенізатор	Температура	84 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату пари в апарат	
		Тиск	9 МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун насосу	
4	Ванна для сквашування	Рівень	90 %	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Температура	13 °С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

2.2 Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання

Аналіз вибраного об'єкту та дослідження подібних в літературі дає можливість означити модель обладнання (Equipment) вибраного підприємства та його частин. Ця модель дасть змогу розробити єдину функціональну структуру. Модель розробляється відповідно до вимог стандартів ISA-95, ISA-88 та ISA-106 та їх аналогів IEC. Моделі обладнання пересікаються у всіх наведених вище стандартах і являються їх «спільним знаменником» (рис.2.2).

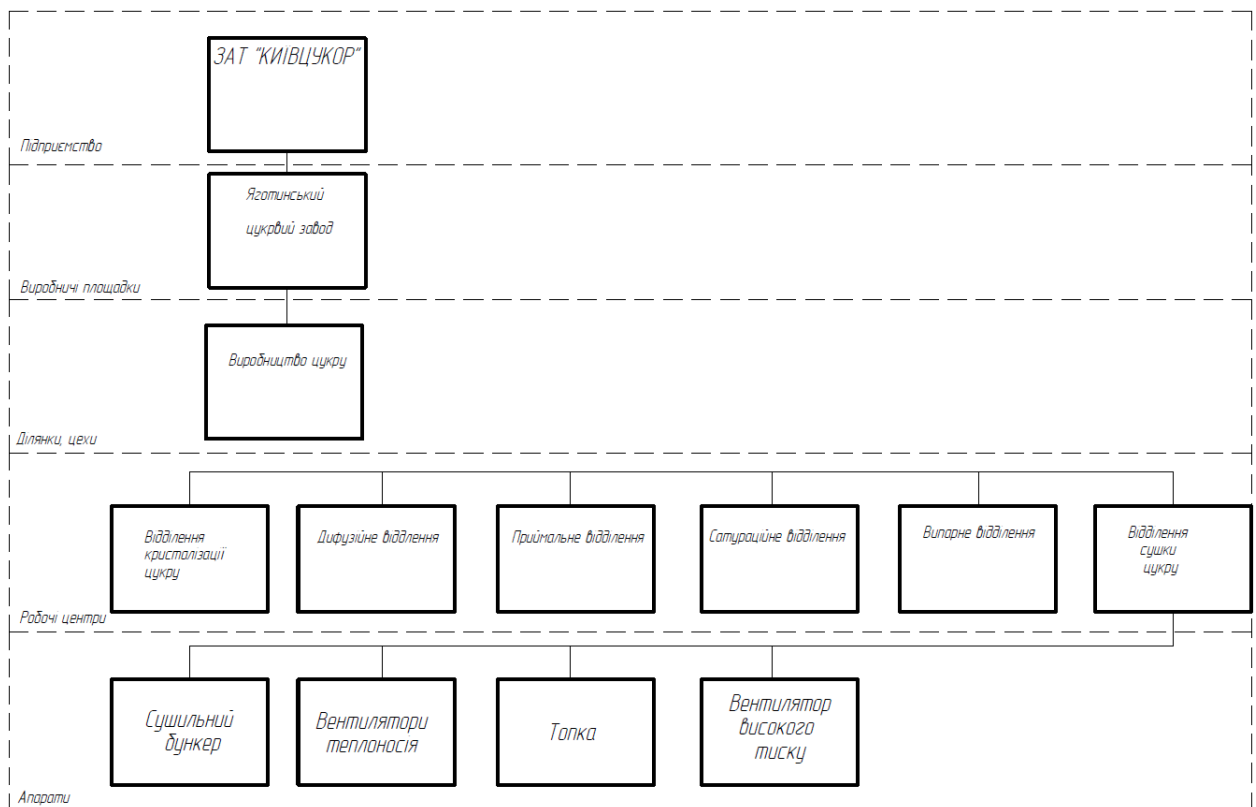


Рис.2.2 Загальна ієрархічна модель молочної фабрики

Стандарт ISA-95 охоплює діяльність верхніх чотирьох рівнів моделі ієрархії обладнання:

1. Підприємство (Enterprise) – це виробничий комплекс, що відповідає за певну номенклатуру виробів, які випускаються. Наприклад, це може бути агропромислове підприємство з декількома цукровими заводами, розташованими в різних місцях.

2. Виробнича площадка (Site) - це група об'єднаних об'єктів що забезпечують виробництво певного набору видів продукції згідно календарного плану. Наприклад, це може бути цукровий завод, молочний завод.

3. Виробнича ділянка (Area) – це група об'єктів в рамках виробничої площадки, що забезпечує виробництво певних видів продукції згідно виробничої потужності. Наприклад, для цукрового заводу це може бути лінія виробництва цукру-піску або ТЕЦ, а для молочного – сирний цех або масло-цех.

4. Робочий центр – це технологічна комірка (Process Cell) для періодичних процесів, виробнича установка (Production Unit) для неперервних чи виробнича лінія (Production Line) для дискретних:

- представлення моделі технологічної комірки описується в ISA-88. Наприклад, для молочного виробництва технологічною коміркою може бути лінія приготування цільно-молочної продукції, або її частина;

- представлення моделі виробничої установки описується в технічних звітах ISA-106. Прикладом виробничої установки для цукрового виробництва є усі відділення з неперервними процесами, в т.ч. тракт подачі і мийки буряку, дифузійне відділення, відділення очистки і т.д.

- представлення моделі технологічної лінії для дискретних виробництв може бути описана аналогічно як в ISA–TR88.00.02. Це, наприклад, можуть бути склада-льні лінії виробництва побутової техніки.

У кваліфікаційній роботі пропонується наводити окремі схеми ієрархічної моделі обладнання для верхніх трьох рівнів та нижніх. Рівень деталізації збільшується для однієї з вибраних ділянок (цехів) та одного з робочих центрів (відділення).

2.3 Функціональна структура системи

Схема функціональної структури наведена у графічній частині (аркуш 1).

Функціональна структура КІСУ виробництвом цукру повинна мати 4-рівневу структуру:

- рівень датчиків (датчики, частотні перетворювачі (PDS), розподілені засоби вводу/виводу (RIO));
- рівень контролерів ;
- рівень SCADA/HMI;
- рівень управління виробництвом.

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою. При відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної. ПК СУШ з функціями SCADA/HMI є координуючою станцією для всієї лінії виробництва. Рівень управління виробництвом повинен включати робочу станцію головного технолога (диспетчерсько-координуючу станцію) для контролю за основними виробничими параметрами та технологічний сервер (ТС) для ведення архіву по параметрам виробництва.

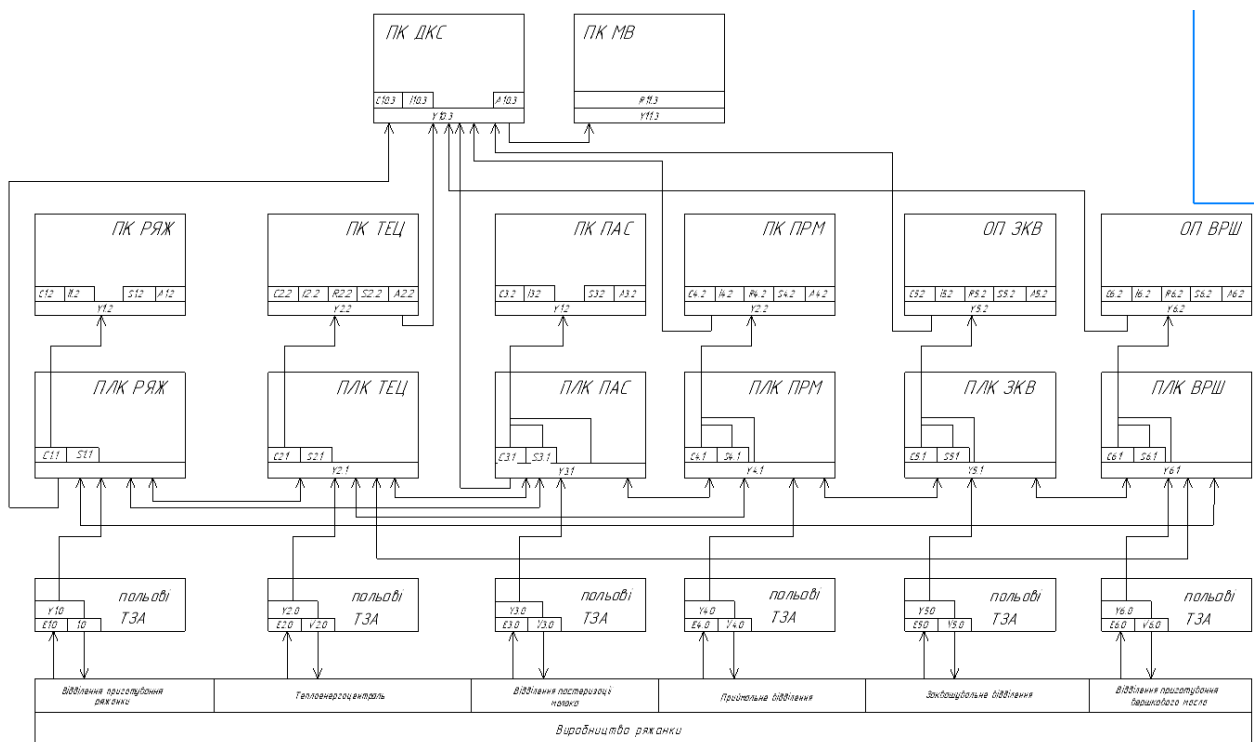


Рис.2.1 Схема функціональної структури молочного заводу

Таблиця 2.2 Пояснення до схеми інформаційної структури

Позначення	Найменування
Польові ТЗА	Технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК РЯЖ	Мікропроцесорний контролер відділення приготування ряжанки
ПЛК ТЕЦ	Мікропроцесорний контролер теплоенергоцентралі
ПЛК ПАС	Мікропроцесорний контролер відділення пастеризації
ПЛК ПРМ	Мікропроцесорний контролер приймального відділення
ПЛК ЗКВ	Мікропроцесорний контролер заквашу вального відділення
ПЛК ВРШ	Мікропроцесорний контролер відділення приготування вершкового масла
ПК ЗКВ	АРМ оператора заквашувального відділення
ПК ВРШ	АРМ оператора відділення приготування вершкового масла
ПК РЯЖ	АРМ оператора відділення приготування ряжанки
ПК ТЕЦ	АРМ оператора теплоенергоцентралі

ПК ПАС	АРМ оператора відділення пастеризації молока
ПК ПРМ	АРМ оператора приймального відділення
ПК ДКС	Диспетчерсько-координуюча станція – АРМ начальника зміни (на базі комп'ютера)
ПК ТС	Технологічний сервер - сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0, E3.0, E4.0, E5.0, E6.0	Вимірювальне перетворення
V1.0, V2.0, V3.0, V4.0, V5.0, V6.0	Управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
Y1.0, Y1.1, Y1.2, Y2.0, Y2.1, Y2.2, Y3.0, Y3.1, Y3.2, Y4.0, Y4.1, Y4.2, Y5.0, Y5.1, Y5.2, Y6.0, Y6.1, Y6.2, Y10.3, Y11.3	Перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1, C3.1, C4.1, C5.1, C6.1	Автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом
C1.2, C2.2, C3.2, C4.2, C5.2, C6.2	Дистанційне управління, формування завдання, настройка регуляторів
S1.1, S2.1, S3.1, S4.1, S5.1, S6.1	Автоматизоване включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач
S1.2, S2.2, S3.2, S4.2, S5.2, S6.2	Дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів
I1.2, I2.2, I3.2, I4.2, I5.2, I6.2	Відображення для контролю за технологічним процесом
I10.3	Відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом
R2.2, R4.2, R5.2, R6.2	Реєстрація параметрів технологічного процесу
A1.2, A2.2, A3.2, A4.2, A5.2, A6.2	Контроль стану обладнання, технологічна сигналізація
A10.3	Контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва

2.4 Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

Таблиця 2.3 Опис функцій, що автоматизуються

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
Витрата молока в збірник молока									
Рівень в збірнику молока	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Температура в сепараторі молокоочиснику	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Температура в збірнику молока	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Температура після підігрівача	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Кислотність молока після нормалізації	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Витрата молока після нормалізатора	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Температура в нормалізаторі	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Жирність молока в нормалізаторі	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Температура згустку після підігрівачів	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Витрата сахарного сиропу в випарний апарат 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
Витрата згустку в випарний апарат 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Вміст сухих речовин в випарному апараті 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Вміст сухих речовин в випарному апараті 4	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ. Подача молока в збірник	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Подача молока в сепаратор-молокоочисник	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Подача пари в підігрівач	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Подача пари в підігрівач вакуум-апаратів	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Подача сахарного сиропу в випарник 1	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна M1 подачі	-	-	-	-	+	-	-	+	-

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
молока на виробництво									
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М2 подачі молока в пастеризаційну установку	-	-	-	-	+	-	-	+	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М3 мішалки збірника молока	-	-	-	-	+	-	-	+	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М4 подачі молока на сепаратор-молокоочисник	-	-	-	-	+	-	-	+	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М5 мішалки сепаратора-молокоочисника	-	-	-	-	+	-	-	+	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М6 подачі молока в	-	-	+	+	+	+	-	-	-

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
нормалізатор									
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М7 мішалки нормалізатора	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Частотний перетворювачдвигуна М8 подачі суміші в підігрівачі вакуум-випарної установки	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Частотний перетворювач двигуна М9 подачі суміші у випарні апарати	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Клапан системи миючого розчину після збірника молока	-	-	+	+	+	+	-	-	-
ВМ. Клапан системи миючого розчину нормалізатора	-	-	-	-	+	-	-	+	-

2.5 Структурна схема комплексу технічних засобів

Структурна схема комплексу технічних засобів наведена у графічній частині (аркуш 2).

Структурна схема комплексу технічних засобів (КТС) розробляється для АСУТП виробництва в цілому. Враховуючи наявність ТЗА польового рівня на схемі автоматизації, на структурній схемі КТС їх можна не вказувати. Винятком є тільки ті ТЗА, які інтегруються в єдину систему з використанням промислових мереж.

Розробка структури КТС передбачає:

- вибір промислових та комп'ютерних мереж, на базі яких проводиться технічна інтеграція засобів;
- створення мережної структури, в якій технічні засоби являються вузлами мережі;
- вибір мережного обладнання (комунікаційні модулі, карти) для всіх мережних вузлів;
- вибір мережних складових з функціями перетворення: репітерів, концентраторів, комутаторів, маршрутизаторів та шлюзів.

Табл.2.5.1 Перелік технічних засобів автоматизації КІСУ.

Позиція, позначення	Найменування	К-ть	Примітка
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	Офісного виконання
ТС	технологічний сервер виробництва цукру	1	Офісного виконання
ПЛК РЯЖ	мікропроцесорний контролер для відділення приготування ряжанки	1	TSX Premium (CPU P57 204M)
ПЛК ТЕЦ	мікропроцесорний контролер для відділення теплоенергоцентралі	1	TSX Premium (CPU P57 204M)
ПЛК ПАС	мікропроцесорний контролер для відділення пастеризації	1	TSX Premium (CPU P57 204M)
ПЛК ПРМ	мікропроцесорний контролер для приймального відділення	1	TSX Premium (CPU P57 204M)
ПК ЗКВ	ПК оператора заквашувального відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ВРШ	ПК оператора відділення приготування вершкового масла	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК РЯЖ	ПК оператора відділення приготування ряжанки	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ТЕЦ	ПК оператора відділення теплоенергоцентралі	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ПАС	ПК оператора відділення дифузії	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ПРМ	ПК оператора приймального відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
SW 1	Промисловий комутатор	1	Ethernet 100 Base-TX (M1)
SW 2	Промисловий комутатор для мережі modbus RTU		СК6080S
ІМ1-ІМ6	Модуль віддаленого вводу-виводу	6	TSX SCY 11601 (Modbus RTU)

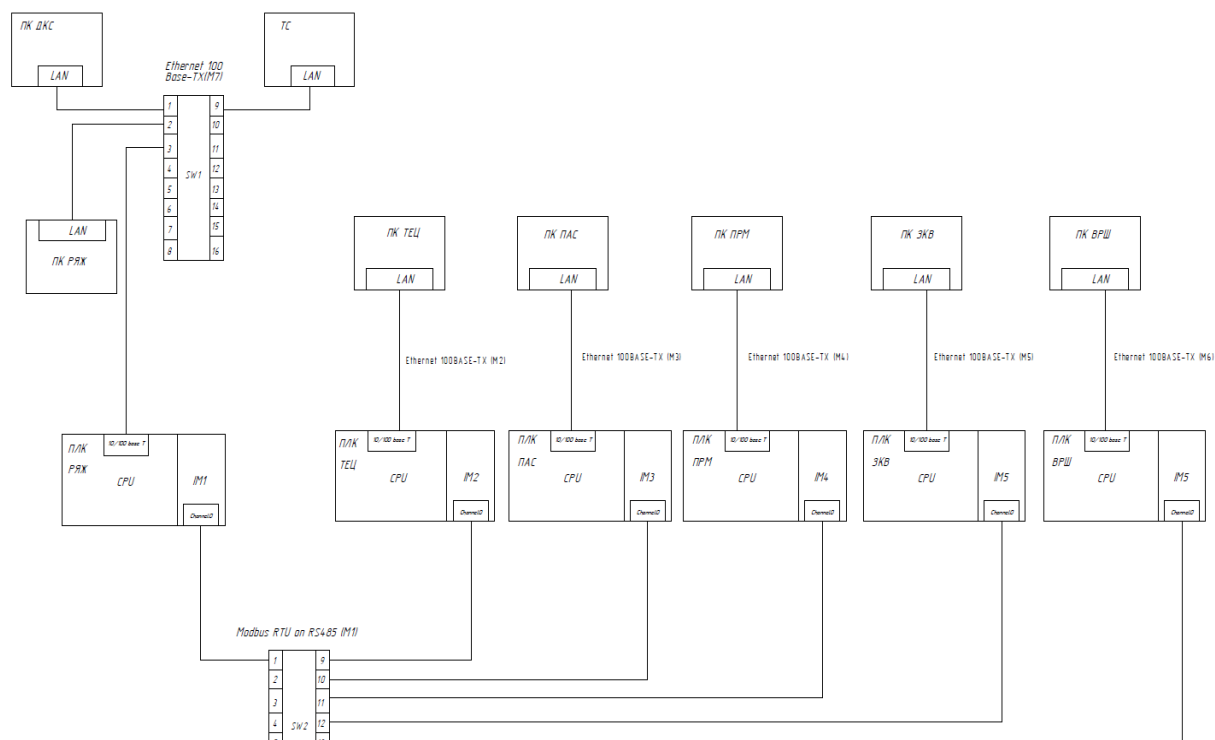


Рис.2.3 Структурна схема КТЗ

2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

Для показу реалізації інформаційних потоків з точки зору програмного забезпечення, в дипломному проекті була виконана схема інформаційної структури ІАСУ. Дана схема наведена в графічному додатку до дипломного проекту, лист №7.

Схема інформаційної структури ІАСУ дає:

- уявлення про обмін даними в мережі;
- слугувати інструментом для вияву конфліктних ситуацій, вирішення оптимальної стратегії зв'язку, зменшення надлишкових потоків і т.д.;
- слугувати технічним завданням для програмістів, які відповідають за певну частину проекту.

Наочність дає змогу краще зрозуміти процеси обміну, які діють в системі, тому бажано особливо не насичувати її надлишковою інформацією. Саме з цієї схеми можна почати розподілення адрес між пристроями, виділення ресурсів (змінних), визначення клієнта та сервера тощо.

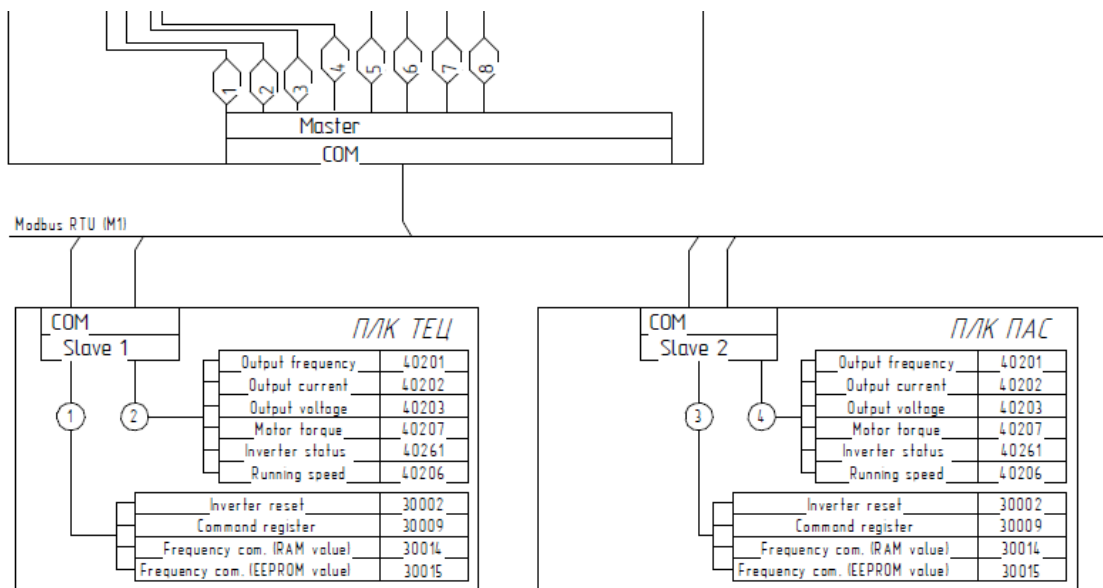


Рис.2.4. Інформаційна структура мережі М1

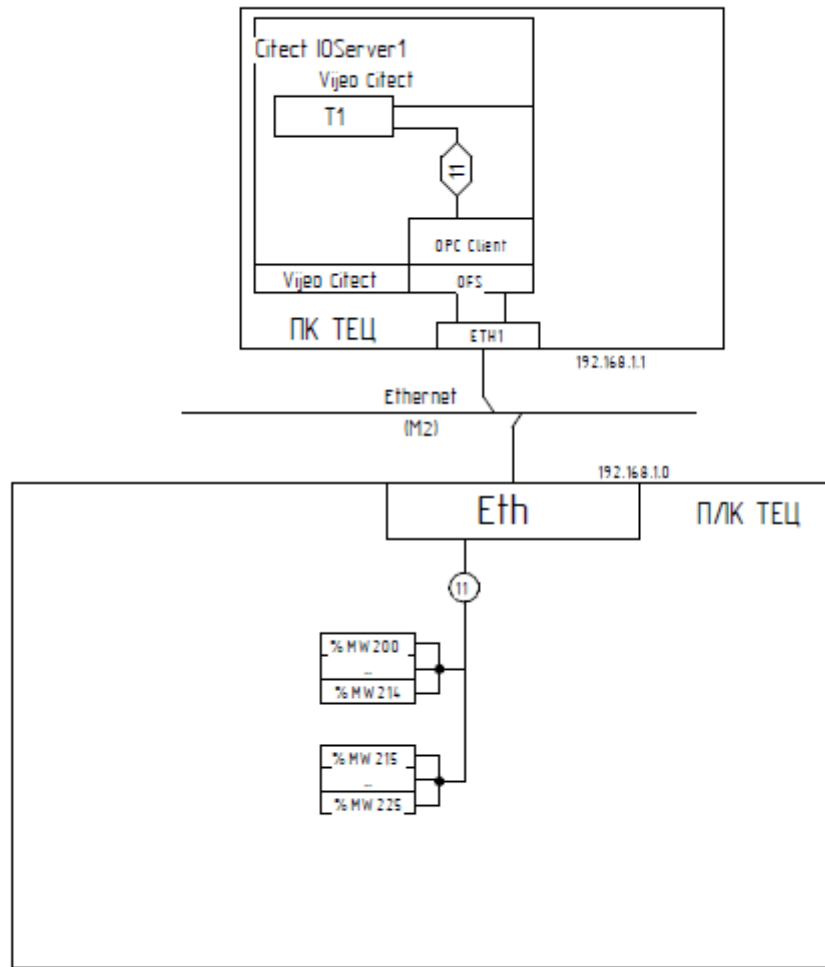


Рис.2.5. Інформаційна структура мережі М2

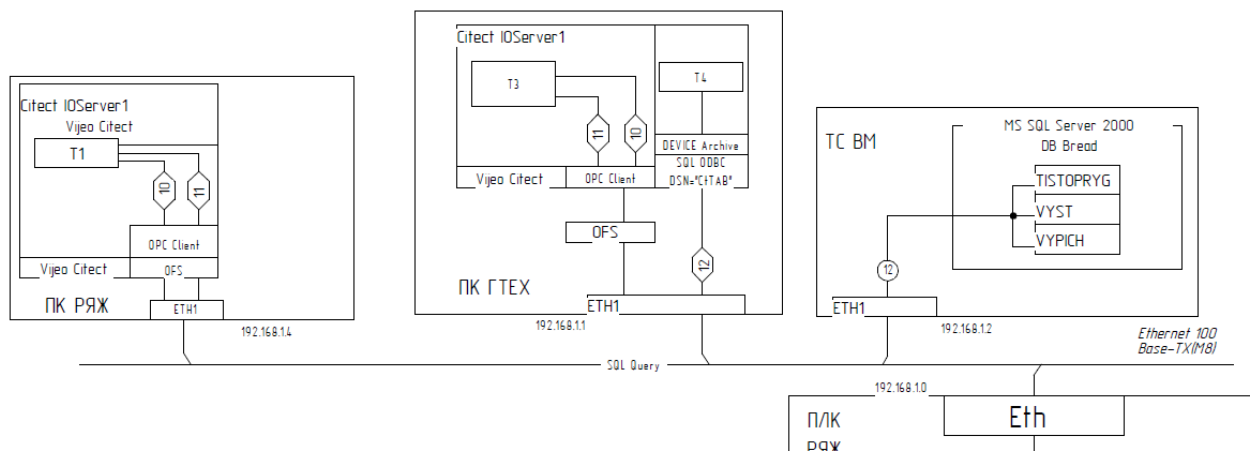


Рис.2.6. Інформаційна структура мережі

Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом

3.1. Схеми автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня

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

Контур індикації рівня

Продуктивність відділення напряму залежить від забезпечення ефективного регулювання кількістю молока у збірниках. Саме тому потрібно підтримувати заданий рівень рідини в резервуарі. При досягненні верхнього рівня в збірниках для нормалізації, проміжному збірнику та нижнього рівня у ванній тривалої пастеризації сигнал 24В із ємнісного сигналізатора РОС-100 (1а, 1б, 6а, 6б, 10а) надходить до МПК (дискретний вхідний модуль), і далі виводиться повідомлення на ПК оператора.

Контур регулювання та реєстрації температури

При надходженні молока на виробництво у збірник для нормалізації, проводиться індикація температури за допомогою термометра опору Sitrans TF2 (5а). Значення виводиться на екран оператора.

Важливу роль займає регулювання температури в гомогенізаторі, пластинчастій пастеризаційно-охолоджувальній установці, та ванні тривалої пастеризації. Температура вимірюється термометрами опору Sitrans TF2 (7а, 8а, 12а). Сигнал 4-20 мА з датчика надходить на МПК, температура порівнюється з заданою, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневно перетворювач ЕПП-1211 (7б, 8б, 12б, 12в), який сигнал 4-20 мА перетворює в

уніфікований пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (7в, 8в, 12г, 12д), який змінює кількість пари, що надходить в апарат.

Контур регулювання та реєстрації витрати

Вимірювання витрати рідких речовин відбувається за допомогою індукційного ПВП витрати Sitrans FM MAGG 1100 (11а,11б,2а,4а), інформація передається на вторинний перетворювач витрати Sitrans MAGG 6000 (11в,11г,2б,4б). Важливим є регулювання витрати по співвідношенню молоко-закваска. Сигнал 4-20 мА поступає на МПК, опрацьовується, аналізується і на виході з МПК сигнал 4-20 мА через модуль аналогових виходів поступає на механізм електричний обертовий МЕО-40-99К (11д), змінюючи кількість закваски, що надходить в резервуар.

Також проводиться регулювання витрати незбираного молока при подачі в резервуар для нормалізації. Сигнал 4-20 мА поступає на МПК, опрацьовується, аналізується і на виході з МПК сигнал 4-20 мА через модуль аналогових виходів поступає на механізм електричний обертовий МЕО-40-99К (2в) Який змінює кількість молока, що надходить в резервуар.

Контур реєстрації кислотності

Важливим показником якості згустку є його кислотність, саме тому ми проводимо вимірювання цього параметру. Кислотність при заквашуванні вимірюється датчиками АЖК-3101М (13а), сигнал якого поступає на МПК, і далі на екран оператору.

Контур регулювання жирності

Вимірювання жирності в нормалізаторі важлива для оцінки якості продукту. В якості первинних перетворювачів був обраний кондуктометричний датчик жирності АЖК-3101М (3а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. В разі перевищення значення заданої

оператором жирності молока в нормалі заторі, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмо перетворювач ЕП-1211 (3б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Метран 8560 (3в), змінюючи кількість знежиреного молока, що надходить в резервуар.

Контур індикації та реєстрації тиску

Вимірювання тиску в гомогенізаторі дає нам уявлення про якість однорідності молока після гомогенізації. Тиск вимірюємо в за допомогою тензOMETричного перетворювача тиску Sitrans P ZD (9а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА, сигнал якого поступає на МПК, і далі на екран оператору.

Двигуни М1-М5 регулюються за допомогою магнітних пускачів КМ1-КМ5.

Таблиця 3.1 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль кість, ро.	При мітка
1а-4а	<p>Цифрова похибка: $\pm 0,15\%$ інтервалу вимірювання або $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($33\text{ }^{\circ}\text{F}$) для Pt100</p> <p>Вплив температури навколишнього середовища: $0,009\text{C}$ або $0,006\%$ інтервалу вимірювання для термометрів опору; $0,03\text{C}$ або $0,006\%$ інтервалу вимірювання для термопар</p> <p>Стабільність: $\pm 0,15\%$ або $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($32\text{ }^{\circ}\text{F}$) за 1 рік</p> <p>Вхідний сигнал: 2-, 3- і 4-х провідні термометри опору, термопари, мВ, Ом</p> <p>Вихідний сигнал: Можливість програмування з допомогою комп'ютера</p> <p>Напруга живлення: 12 В</p>	68	Шт.	4	Rose mout
5а-7а	<p>Перетворювач тиску</p> <p>Діапазони вимірювання: $-1 \dots +1000$ bar / $-0,1 \dots +100$ Мпа / ($-14.5 \dots$ $+15000$ psig)</p> <p>Найменший діапазон виміру: $+0,1$ bar / $+10$ kPa ($+1.45$ psig)</p> <p>Похибка вимірювання: $<0,075\%$; $<0,1\%$; $<0,2\%$</p> <p>Приєднання Різьблення: від $G^{1/2}$,</p>	Sitrans P Compa ct	МПа	3	Siem ens

№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, ро.	Примітка
	<p>фланці від DN 25, 1½ «,</p> <p>Гігієнічні приєднання: Температура процесу -40 ... +200 ° C (-40 ... + 392 ° F)</p> <p>Температура навколишнього середовища, зберігання і транспортування: -40 ... +80 ° C (-40 ... +176 ° F)</p> <p>Робоча напруга: 9,6 ... 35 VDC</p>				
8а,9а	<p>Фотодатчик наявності полум'я</p> <p>Робочий діапазон: спектр, λ, нм ультрафіолетовий, <310</p> <p>Харчування фотодатчика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Постійна напруга, В: 24 - Споживаний струм, мА: від 24 до 30 <p>Вихідний сигнал, мА 4 - 20</p> <p>Температура навколишнього середовища: ° C від -40 до +60</p> <p>Ступінь захисту, (код IP): IP54</p> <p>Габаритні розміри, мм: 60 x 140 x 85</p> <p>Маса фотодатчика, кг: 0,4</p>	ФДА-03	Шт.	2	Промпбор
10а-13а	<p>Перетворювач частоти</p> <p>Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA);</p>	8200 Vector	Шт.	4	Lenze

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль кість _ро.	При мітка
	Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;				
1б,4б. 8в,9в	Елект.-пневмат. Перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. Сиг. 20-100 кПа Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	6111	Шт.	4	Sams on
1в,4в. 8г,9г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа Вих. Сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 76,2 ... 304,8 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 Мпа	3310	Шт.	4	Sams on
1г,4г,1 3б	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (R _{вх} = 400 Ом); - 0 (4) -20 мА (R _{вх} = 100 Ом); - 0-10 (R _{вх} = 25 кОм). - 0 (4) -20 мА (R _н ≤ 500 Ом); - 0-10 (R _н > 2кОм).	БРУ70	шт	3	Мікр ол

3.2. Схема компоновання та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS

Місце розміщення пунктів управління визначається з врахуванням особливостей технологічного процесу, норм протипожежних вимог будівельного проектування компонованих будівельних рішень прийнятих в різних галузях промисловості, зручності управління автоматизованим об'єктом.

Щитові приміщення не слід розміщувати у виробничих приміщеннях з надлишковим тепловиділенням, наявністю шкідливих газів, технологічним процесом з виділенням вологи, під вентиляційними камерами загальнообмінної вентиляції.

Пункти управління не повинні піддаватися впливу вібрацій, магнітних полів, що виникають від електротехнічних установок та обладнань. Наявність магнітних полів в місці розташування щитового приміщення може викликати додаткову похибку приладів.

Між виробничими приміщеннями і пунктами управління повинне забезпечуватися сполучення. Коридори, що ведуть в щитове приміщення управління не повинні ускладнювати транспортування щита та іншого обладнання, що в них встановлюється.

Через щитові приміщення не можна прокладати транзитні трубопроводи опалення, водопостачання, каналізації, вентиляції, технологічні трубопроводи, газові трубопроводи.

Параметри оточуючого середовища повинні створювати комфортні умови для роботи оператора: температура 19-20°C, відносна вологість 40-60%, рівень шуму не більше 70дБел, вентиляція приміщення повинна забезпечити п'яти кратний обмін очищеного повітря за годину, природне освітлення не менше 100% (площа вікон до площі підлоги 12-18%),

освітленість 100-150Люкс.В якості засобів пожежотушіння в пунктах управління слід застосовувати вуглекислотні і порошкові вогнегасники, а також пісок і інші засоби пожежогасіння.

Електрична і трубна проводки в пунктах управління повинні бути прокладені закритим способом. Для цього можуть використовуватись спеціальні канали або подвійні поли чи кабельні поверхи, короби чм захисні труби.

Підлога в щитових приміщеннях повинна бути не електропровідною, що дозволяє значно підвищити електробезпеку цих приміщень. Вона не повинна допускати проникнення вологи і шкідливих газів.

Вихід з щитового приміщення в виробниче з хімічно активним середовищем повинний виконуватись через коридор .

Приміщення пунктів управління повинні мати вікна, що забезпечують достатнє природне освітлення.

В приміщеннях щитів управління повинне бути передбачене робоче і аварійне освітлення як від загальної мережі так і від мережі аварійного освітлення об'єкта, що автоматизується. Електропроводка при цьому прокладається захованим способом.

Компонування пункту управління даного проекту зображено на графічному матеріалі (аркуш 5) у масштабі 1:10.

При установці щитів в щитових приміщеннях необхідно виконувати вимоги діючих правил про допустиму ширину проходів між рядами щитів, відстанями між струмоведучими частинами приладів і апаратів розташованих на протилежно встановлених рядах щитів.

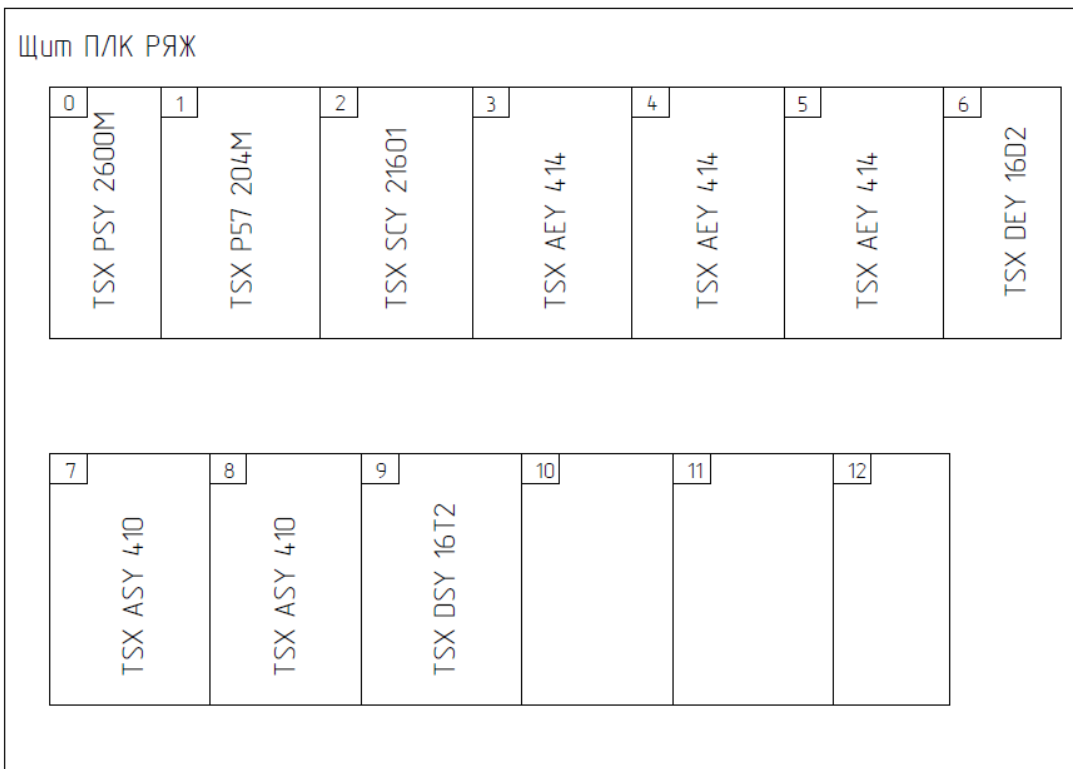


Рис.3.1 Схема компоновання ПЛК та засобів РІО

Таблиця 3.2. Специфікація комплексних засобів автоматизації

Позиція	Найменування	Шифр для замовлення	Виробник	Одиниця виміру	Кількість
1.	Блок живлення (PS)	TSXPSY 2600M	Schneider Electric	шт.	1
2.	Процесорний модуль	TSX P57 204 M	Schneider Electric	шт.	1
3.	Комунікаційний модуль зв'язку по мережі <u>Modbus RTU</u>	SCY 21601	Schneider Electric	шт.	1
4	Модуль вхідних аналогових сигналів	TSX AEY 414	Schneider Electric	шт.	3
5.	Модуль вихідних аналогових сигналів	TSX ASY 410	Schneider Electric	шт.	2
6	Модуль вхідних дискретних сигналів	TSX DEY 1602	Schneider Electric	шт.	1
7	Модуль вихідних дискретних сигналів	TSX DSY 16T2	Schneider Electric	шт.	1

3.3. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління, сигналізації та живлення

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

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

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

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

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони

використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципів виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки») При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

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

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

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

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

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

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

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

III. По призначенню:

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

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

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

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

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

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

Схема з'єднань та підключень проводок промислових мереж наведена в графічному додатку до дипломного проекту, лист №6.

У магістерській роботі схеми з'єднань та підключень проводок розробляються для промислових мереж ІО та PLC-НМІ АСУТП основного відділення, а також для промислових мереж PLC АСУТП виробництва, якщо інше не обумовлено завданням.

Зображення електричних зв'язків між ТЗА, які використовуються для передачі даних по промисловим мережам проводиться з використанням схеми з'єднань та підключень проводок мереж. У магістерській роботі дозволяється виконання схеми з'єднань проводок промислових мереж з зображенням на них підключень засобів об-числювальної техніки (суміщений спосіб). Якщо суміщений спосіб дуже ускладнює читання схеми, вона доповнюється схемами підключень.

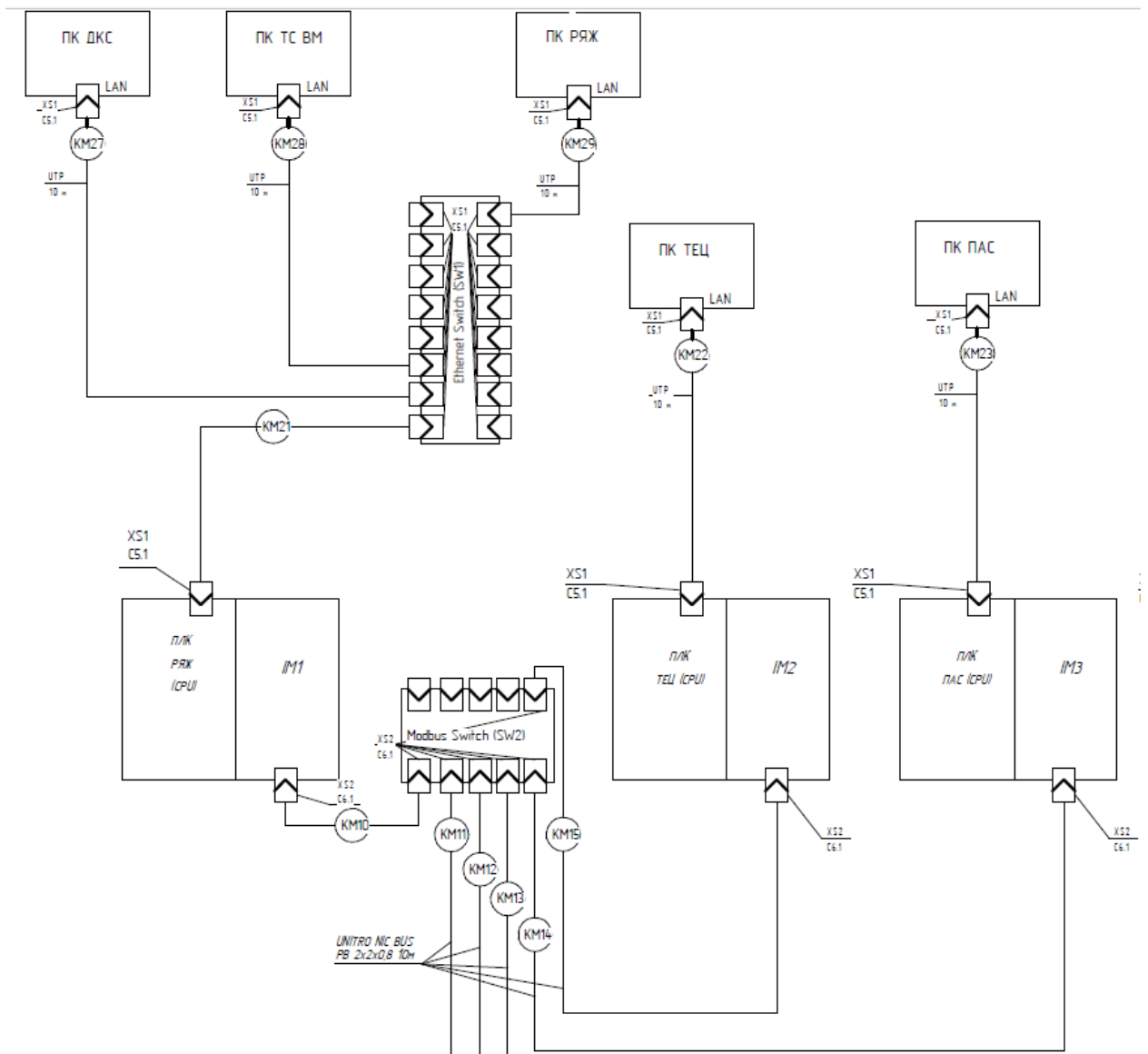
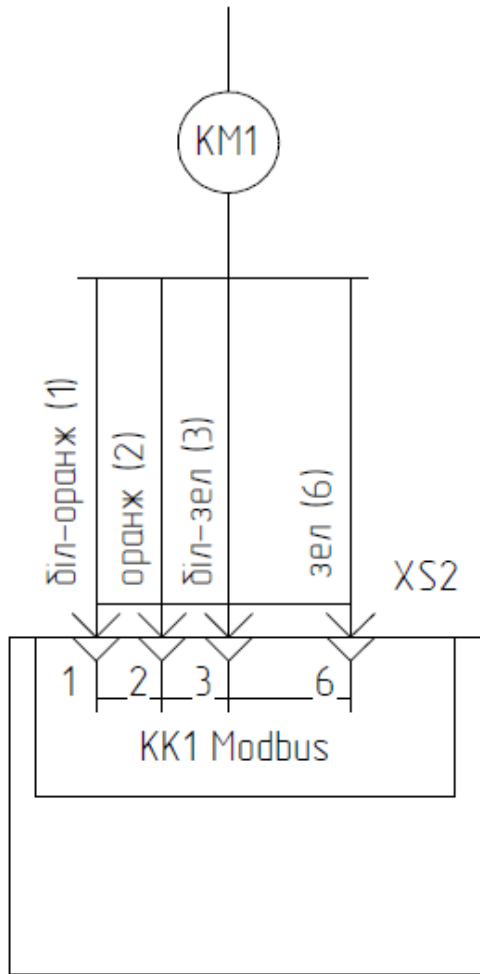


Рис.3.2 Схема з'єднань проводо мереж

C1.1 Підключення UTP по мережі Modbus RTU через мережвий з'єднувач XS2



C5.1 Схема підключення RJ-45 для Ethernet

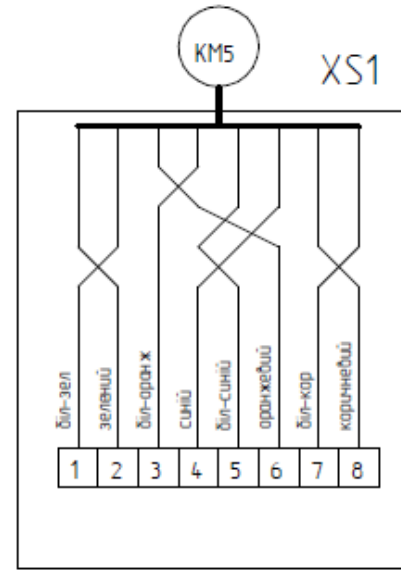


Рис.3.2 Схема підключень проводок мереж

Розділ 4 – Спеціальне завдання

Цей розділ виконується як окреме (спеціальне) робоче завдання при розробці підсистеми управління процесами. При цьому зазвичай створюються алгоритми та програмні елементи підсистеми автоматичного керування технологічним процесом.

4.1. Опис спеціального програмного забезпечення

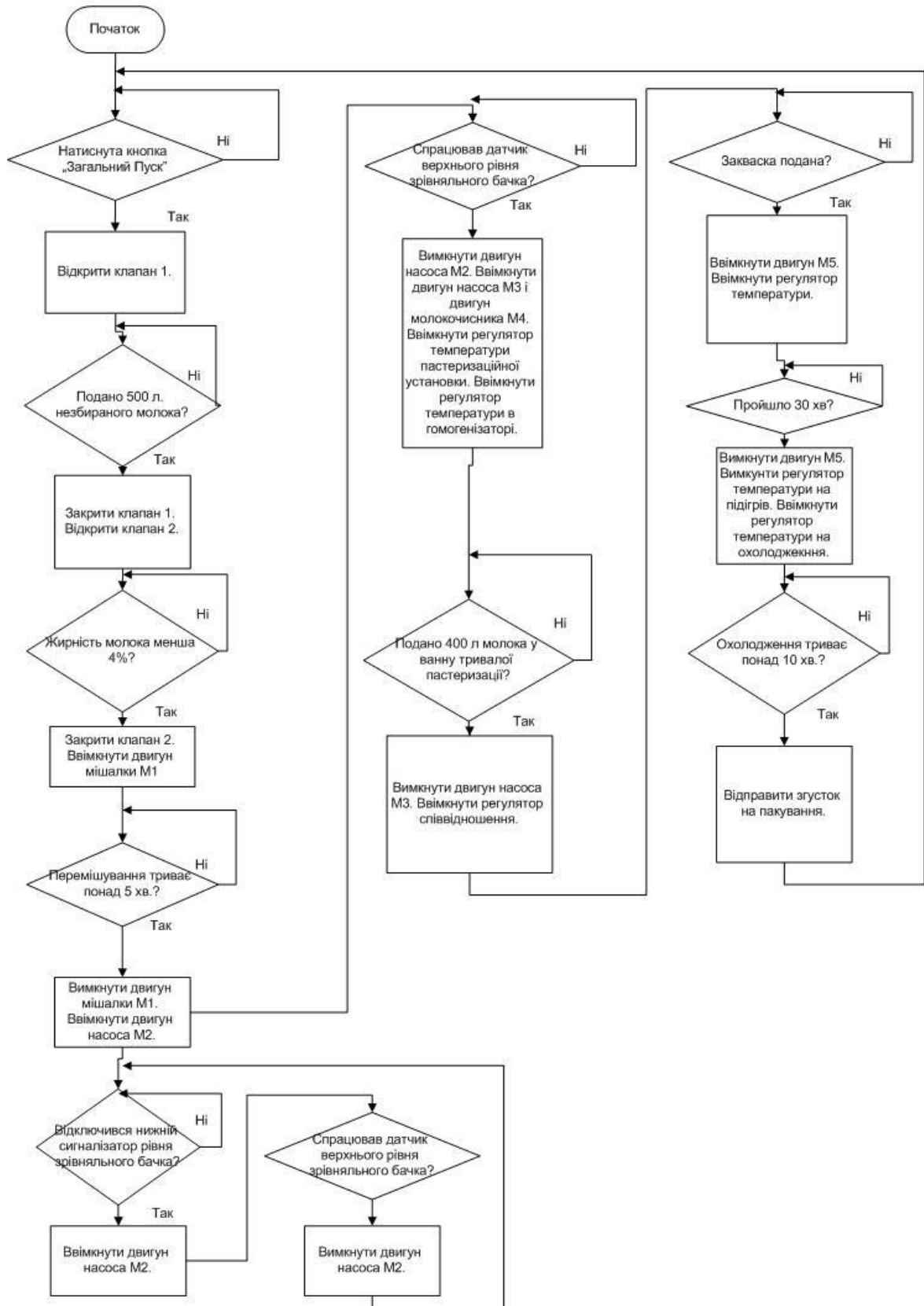


Рис.4.1. Блок-схема алгоритму управління

Опис спеціального програмного забезпечення

Програмне забезпечення UnityPro, яке використовується для програмування ПЛК Modicon TSX Premium, постійно вдосконалюється та має багато версій. Тому дуже важливо звернути увагу на те, щоб версія операційної системи, записана в пам'ять контролера, збігалася з версією програмного забезпечення, яким планується програмувати ПЛК

Розробка програми складається з кількох етапів. На першому етапі розробки прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути однозначною або багатозначною. Крім того, він може включати рутинні завдання та завдання обробки подій. Кожне з цих завдань програмується індивідуально. Програмування кожної задачі може відбуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК. У контролерів Modicon можуть використовуватись 4 мови програмування. версія

Для розроблення прикладної програми необхідно виконати процедуру конфігурування контролера та налаштування окремих модулів.

У процесі роботи зі змінними можна використовувати не тільки адресну форму їх представлення а й присвоювати змінним символні імена, які можна використовувати як при програмуванні, так і при відлагоджуванні програми.

Може бути рекомендована та послідовність розробки ПК:

- виконується конфігурування контролера;
- визначається структура програми користувача;
- якщо структура програми багатозначна, то вхідні і вихідні сигнали групуються по задачам;

- змінним присвоюються символічні імена;

- готується та налагоджується програма для окремих під задач програми.

У процесі конфігурування контролера розрізняють програмну та апаратну конфігурацію.

Для виконання програмної конфігурації задається кількість функціональних блоків (таймерів, лічильників, драм-контролерів та регістрів), а також кількість бітів, слів пам'яті і констант які будуть використовуватись у прикладній програмі користувача.

Конфігурація обладнання виконується в кілька етапів. Спочатку за допомогою спеціального редактора графічно визначається місце установки в шасі контролера модуля. Це має відповідати фактичному фізичному розташуванню модуля в ПЛК. Це дуже важливо в цьому типі контролера, оскільки адресування змінних успадковується. Якщо конфігурація або розміщення модулів у ПЛК змінено, змінні потрібно переадресувати. На другому кроці окремі модулі конфігуруються та параметризуються відповідно до типу модуля..

Для даної кваліфікаційної роботи використовується мова структурованого тексту (Structured Text). Програма на мові структурованого тексту, подібна до правил написання на відомих алгоритмічних мовах і складається з програмних рядків, написаних із використанням відповідних правил побудови, інструкцій, стандартних процедур, зарезервованих слів і мнемонічних значень, які визначають алгоритм обробки змінних різних типів. Текст програми на мові структурованого тексту організована в послідовності рядків, яка починається з знаку оклику, який генерується автоматично, і може включати в себе наступні елементи: мітку, коментарі і одну або більшість інструкцій і команд, розподілених знаком «;».

Для розробки інтерфейсу SCADA/HMI в даному проекті було використано програми Zenon v6.5, Unity Pro XL, та OFS server. Щоб забезпечити зв'язок розробленої програми з мнемосхемою було використано OFS server, шляхом конфігурування нової мережі, та прив'язки кожної зміни створеної в Unity Pro до нового тегу в Zenon. Для максимально зручного керування процесом пастеризації за допомогою програмного забезпечення Zenon було налаштовано мнемоніки керування ділянками приготування пастеризації молока та її закваски. Всі технічні параметри показані на головній мнемосхемі. Для реєстрації, архівації, та зберігання технічних даних у програмному забезпеченні Zenon створено три вікна трендів для реєстрації змін технічних параметрів, та вікно тривоги для відображення подій, тривог та інцидентів. Зображення мнемосхем та трендів знаходяться в графічному додатку до кваліфікаційної роботи, лист №9.

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів

Name	Type	Address	Value	Comment
KL2	REAL	%MW200		Клапан подачі знежиреного молока в резервуар для нормалізації
KL3	REAL	%MW201		Клапан подачі пари в пастеризаційну установку
KL4	REAL	%MW202		Клапан подачі пари в гомогенізатор
KL5	REAL	%MW203		Клапан подачі гарячої води в рубашку ванни для тривалої нормалізації
KL6	REAL	%MW204		Клапан подачі хладагенту в рубашку ванни для тривалої нормалізації
KL7	REAL	%MW205		Клапан подачі закваски у ванну тривалої пастеризації
LE1	EBOOL	%M1		Нижній сигналізатор рівня у резервуарі для нормалізації
LE2	EBOOL	%M2		Верхній сигналізатор рівня у резервуарі для нормалізації
LE3	EBOOL	%M3		Нижній сигналізатор рівня у проміжному збірнику
LE4	EBOOL	%M4		Верхній сигналізатор рівня у проміжному збірнику
LE5	EBOOL	%M5		Нижній сигналізатор рівня у ванні для тривалої нормалізації
Level1	REAL	%MW120		Рівень в резервуарі для нормалізації
Level2	REAL	%MW130		Рівень в проміжному збірнику
Level3	REAL	%MW140		Рівень у ванні для тривалої нормалізації
M1	EBOOL	%M6		Двигун мішалки резервуару для нормалізації
M2	EBOOL	%M7		Двигун насоса M2
M3	EBOOL	%M8		Двигун насоса M3
M4	EBOOL	%M9		Двигун сепаратора-молокоочишника
M5	B00L	%M10		Двигун ванни для тривалої нормалізації
QE1	REAL	%MW90	10.0	Датчик жирності в резервуарі для нормалізації
QE2	REAL	%MW100		Датчик кислотності в резервуарі тривалої нормалізації
S	B00L			
S1	B00L			
S2	B00L			
S3	B00L			
S4	B00L			
S5	B00L			
Start	EBOOL	%M16		Кнопка СТАРТ
Stop	EBOOL	%M17		Кнопка СТОП
TE1	REAL	%MW50		Датчик температури резервуару для нормалізації
TE2	REAL	%MW60		Датчик температури молока на виході з пастеризаційної установки
TE3	REAL	%MW70		Датчик температури в гомогенізаторі
TE4	REAL	%MW80		Датчик температури в ванні для тривалої сквашування

Рис 4.2. Аналогові та дискретні змінні

потім вмикається двигун насоса М2 і молоко подається в розширювальний бак. Як тільки спрацює датчик верхнього рівня LE4, двигун вимикається, включається двигун насоса М3 і молоко подається на нагрівач, де включається терморегулятор на рівні 45 градусів. Температура вимірюється термометром RTD TE2, який контролюється клапаном подачі пари 3. Як тільки нижній рівень LE3 сигнального резервуара вмикається, двигун М2 знову включається і вимикається, коли резервуар заповнюється.

Потім молоко подається до окремого молокоочисного насоса М3. Запуск двигуна М4. Потім вмикається терморегулятор гомогенізатора. Це вимірюється термометром TE3, налаштованим клапаном 4. У гомогенізаторі тиск контролюється РТ-манометром. Потім молоко потрапляє в резервуар тривалої пастеризації. До кількості молока, що заливається в чан, додається певна кількість закваски. Регулятор співвідношення ввімкнено. Витратомір FE3 вимірює потік молока, потік закваски вимірюється FE4, а кількість закваски, що подається у ванну, регулюється клапаном 7. Як тільки 400 л молока надходить у ванну, подається закваска за співвідношенням і вмикається терморегулятор.

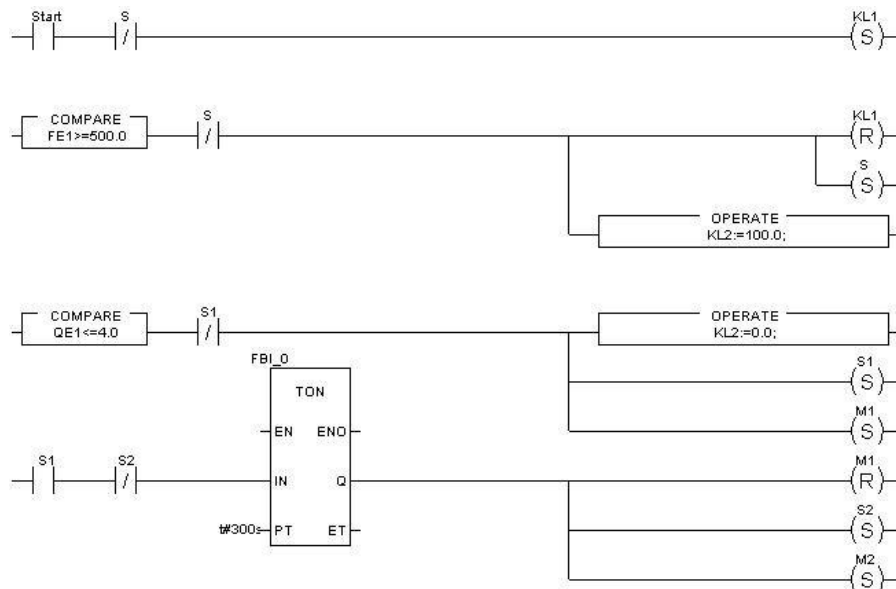
Вимірюється термометром TE4, регулюється клапаном 6, а далі йде подача гарячої води на сорочку. Регулювання займає 30 хвилин. Потім суміш охолоджується шляхом подачі теплоносія через вентиль 5 до сорочки ванни. Тобто терморегулятор включений. Всі вимірюються одним і тим же термометром TE4. Відновлення триває 10 хвилин. У ванні регулюють нижній рівень і кислотність суміші. Потім ряжанка проходить операцію фасування.

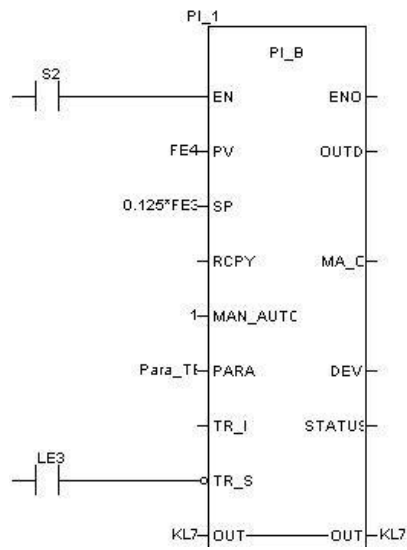
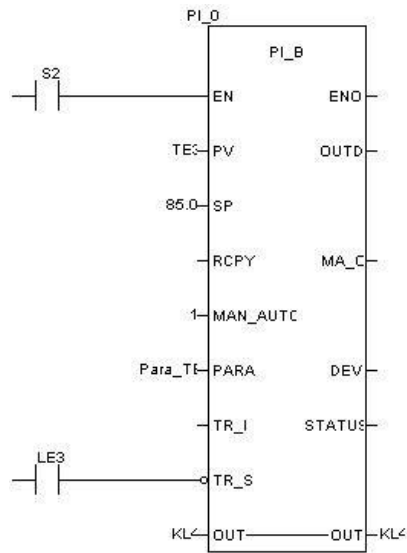
Таблиця 4.1 Параметри функціонального блока PI_V

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

Таблиця 4.2 Опис структурного типу Para_PI_V

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





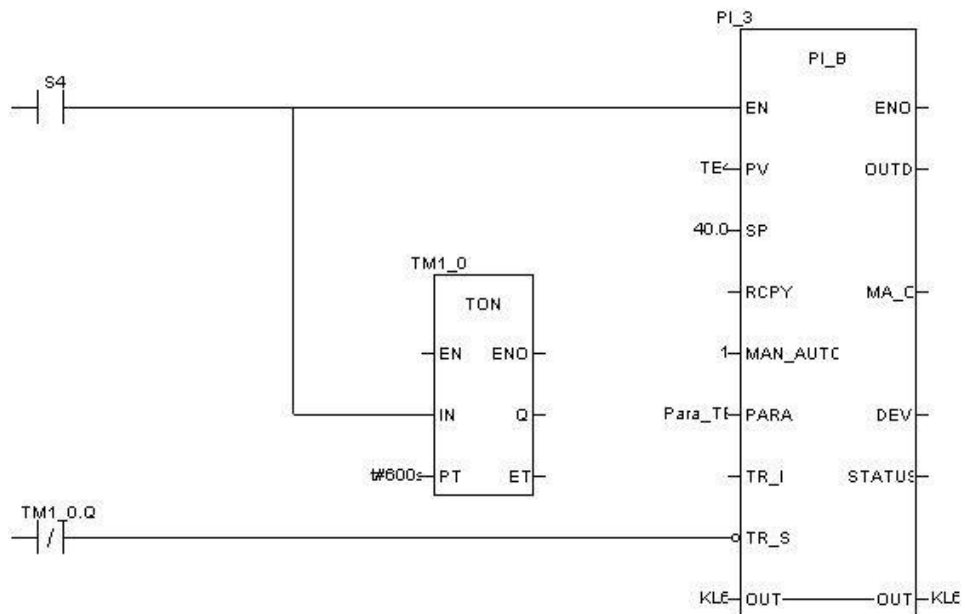
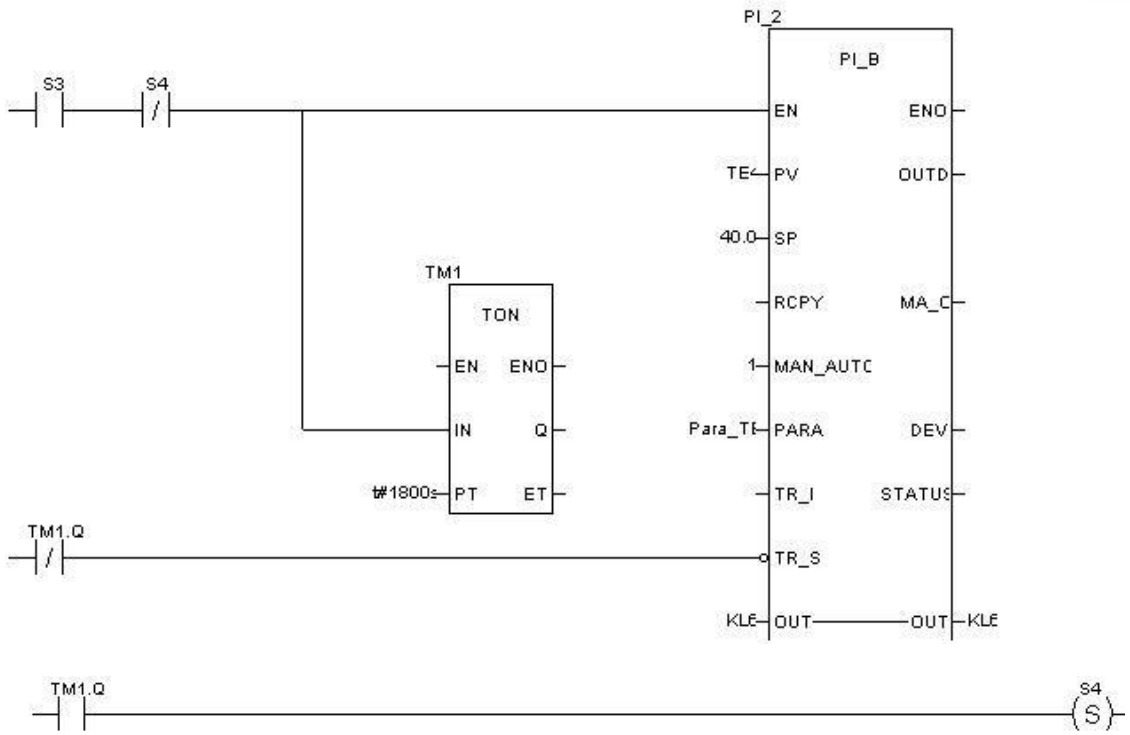




Рис 4.3 Програма для ПЛК

Перелік вхідних/вихідних сигналів для ПЛК

Таблиця 4.3. Дискретні/Аналогові вхідні сигнали для ПЛК РЯЖ

Поз. Вим. Перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
Дискретні вхідні сигнали						
1а	Верхній рівень в резервуарі нормалізації	0VDC, 24VDC	BOOL			
1б	Нижній рівень в резервуарі нормалізації	0VDC, 24VDC	BOOL			
6а	Верхній рівень в зрівнювальному бачку	0VDC, 24VDC	BOOL			
6б	Нижній рівень в зрівнювальному бачку	0VDC, 24VDC	BOOL			

10a	Нижній рівень у ванні пастеризації	0VDC, 24VDC	BOOL			
Аналогові вхідні сигнали						
2a	Витрата молока незбираного	0-3000 літрів	4-20 мА	0.1	0.5	
3a	Жирність молока в резервуарі для нормалізації	0-100 %	4-20 мА	0.1	0.5	
4a	Витрата молока знежиреного	0-3000 літрів	4-20 мА	0.1	0.5	
5a	Температура в резервуарі для нормалізації	0-600 °С	4-20 мА	0.1	0.5	
7a	Температура молока на виході з пастеризаційно-охолоджувальної установки	0-600 °С	4-20 мА	0.1	0.5	
8a	Температура в гомогенізаторі	0-600 °С	4-20 мА	0.1	0.5	
9a	Тиск в гомогенізаторі	0-3 МПа	4-20 мА	0.1	0.5	

11а	Витрата молока в ванну для пастеризації	0-3000 літрів	4-20 мА	0.1	0.5	
11б	Витрата закваски в ванну для пастеризації	0-3000 літрів	4-20 мА	0.1	0.5	
12а	Температура в ванні тривалої пастеризації	0-600 °С	4-20 мА	0.1	0.5	
13а	Кислотність молока в ванній тривалої пастеризації	0-14 рН	4-20 мА	0.1	0.5	

Таблиця 4.2. Аналогові/дискретні вихідні сигнали для ПЛК РЯЖ

12д	Найменування вихідної величини	одиниці та діапазон виходу	тип та діапазон вихідного сигналу	Період опитування, с	точність формуюванн я, %	споживана потужність, ВА	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
Дискретні вихідні сигнали							
KV1	Двигун мішалки в резервуарі для нормалізації	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
KV2	Двигун насосу подачі молока в проміжний збірник	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
KV3	Двигун насосу подачі молока в пастеризаційну установку	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
KV4	Двигун сепаратора-молокоочисника	0 VDC, 24 VDC	BOOL				

KV5	Двигун ванни тривалої пастеризації	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
SA1	МЕО подачі незбираного молока в резервуар для нормалізації	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
SA2	МЕО подачі закваски в ванну тривалої пастеризації	0 VDC, 24 VDC	BOOL				
Аналогові вихідні сигнали							
2в	Клапан подачі знежиреного молока в резервуар для нормалізації	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
7в	Клапан подачі пари в пастеризаційно-охолоджувальну	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану

	установку						
8в	Клапан подачі пари в гомогенізатор	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
12г	Клапан подачі пари в ванну тривалої пастеризації	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
12д	Клапан подачі <u>хладагенту</u> в ванну тривалої пастеризації	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
176	Клапан подачі пари із гомогенізатора в <u>рубашку</u> ванни сквашування	0-100%XP O	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану

Таблиця 4.3. Мережні вхідні сигнали від польових ТЗА для ПЛК ТЕ

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
PDS 1- PDS 3	Статус вкл. /викл	-	11 біт	0.1	0.5	
	Вихідна частота	0-400 Гц	11 біт	0.1	0.5	
	Швидкість обертання	1-9998 об/хв	11 біт	0.1	0.5	Крок = 0,1 %
	Струм	0 -500 А	11 біт	0.1	0.5	
	Напруга живлення	-480 В	11 біт	0.1	0.5	

Масиви вхідних/вихідних даних

Таблиця 4.5. Дано список даних в масивах В6 (вхідні дані) і В8 (вихідні дані). Дані в цих масивах містять список мережевих змінних IASU для виробництва ржанки. Оператори можуть робити висновки про роботу відділу та загально-системних операцій зі змін у значеннях масиву даних. Масиви створюються за допомогою програми MS SQL Server. Функціональність системи передачі даних забезпечується програмним забезпеченням Unity Pro XL і сервером OPC OFS, що забезпечує передачу та архівацію даних у режимі реального часу. Дані зберігаються на технологічних серверах.

Таблиця 4.5. Мережні змінні ІАСУ виробництвом цукру

Призначення	ПК РЯЖ (SCADA)		ПЛК РЯЖ	ЧРП СУШ
	L_1	T5	%MW100	
	L_2_1	T5	%MW101	
	L_2_2	T5	%MW102	
	QE_1	T5	%MW103	
	Temp_2	T5	%MW104	
	VE_1	T5	%MW105	
	Tusk_1	T5	%MW106	
	FE1	T5	%MW107	
	FE2	T5	%MW108	
	FE3	T5	%MW109	
	FE4	T5	%MW110	
	K1_1	T5	%MW111	
	K1_2	T5	%MW112	
	K1_3	T5	%MW113	
	K1_4	T5	%MW114	
	K1_5	T5	%MW115	
	Danffos _Status	T5	40009	inverter status/contr ol input instruction
	Danffos _Mode	T5	40010	operation mode/inver ter settings
	Danffos _FR	T5	40201	output frequency

Таблиця 4.6. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	100	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	100	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	100	INT
FE1	%IW0.3.0	0	10000	0	400	INT
FE2	%IW0.3.1	0	10000	0	400	INT
FE3	%IW0.3.2	0	10000	0	400	INT
FE4	%IW0.3.3	0	10000	0	400	INT
PT	%IW0.4.0	0	10000	0	10	INT
QE1	%IW0.4.1	0	10000	0	400	INT
QE2	%IW0.4.2	0	10000	0	400	INT
LE1	%Q0.8.0	-	-	-	-	BOOL
LE2	%Q0.8.1	-	-	-	-	BOOL
LE3	%Q0.8.2	-	-	-	-	BOOL
LE4	%Q0.8.3	-	-	-	-	BOOL
LE5	%Q0.8.4	-	-	-	-	BOOL
KL2	%QW0.9.0	-	-	-	-	BOOL
KL3	%QW0.9.1	-	-	-	-	BOOL
KL4	%QW0.9.2	-	-	-	-	BOOL
KL5	%QW0.9.3	-	-	-	-	BOOL

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

Тэги тренда [Scada]

Название тега тренда trFE1

Имя кластера tract

Выражение FE1

Триггер

Интервал опроса 00:00:02 Тип TRN_PERIODIC

Имя файла

Метод сохранения Floating Point (8-byte samples) Число файлов 14

Время 00:00:00 Периодичность 00:10:00

Комментарий

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 7 Связанный:

Рис.4.5. Вікно опису змінної для тренду

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

Аналоговые алармы [Scada]

Тэг аларма a_LE

Имя кластера tract

Название аларма Високий рівень

Переменный тег Level

Уставка

Критически высокий 90 Верхний 80

Задержка по критически высокому 00:00:00 Задержка по верхнему 00:00:00

Низкий Критически низкий

Задержка по низкому Задержка по критически низкому

Отклонение Скорость

Задержка отклонения

Нечувствительность Формат

Категория 2 Помощь

Комментарий

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 10 Запись замещена Связанный:

Рис.4.6. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 4.7. Аларми дискретні

Тег аларма	Ім'я аларма	Опис аларма	Змінний тег А
1	2	3	4
M1	Двигун M1	Аварія двигуна	M1
M1_1	Двигун M1	Готовий до роботи	M1
M2	Двигун M2	Аварія двигуна	M2
M2_1	Двигун M2	Готовий до роботи	M2
M3	Двигун M3	Аварія двигуна	M3
M3_1	Двигун M3	Готовий роботи	M3
M4	Двигун M4	Аварія двигуна	M4
M4_1	Двигун M4	Готовий роботи	M4
M5	Двигун M5	Аварія двигуна	M5
M5_1	Двигун M5	Готовий роботи	M5

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

Таблиця 4.8. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
TE_1	Температура в збірнику нормалізації	TE	10	25
TE_2	Температура в ванні тривалої пастеризації	TE	30	55
QE	Кислотність в ванні тривалої нормалізації	QE	4	5

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми:

Номер категории: 1 Приоритет: 1

Вывод на странице алармов: TRUE Вывод на сводной странице: TRUE

Неквитированный Квитированный

Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea Alarm1kvit

Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita Alarm1kvit

Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit

Действие при возникновении аларма: [Dropdown]

Действие при сбросе аларма: [Dropdown]

Действие при подтверждении аларма: [Dropdown]

Формат аларма: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {DESC,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}

Сводный формат: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {COMMENT,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}

Устройство сводной информации: [Dropdown] Регистрировать переходы алармов

Устройство логов: [Dropdown] ON [Dropdown] OFF [Dropdown] ACK [Dropdown]

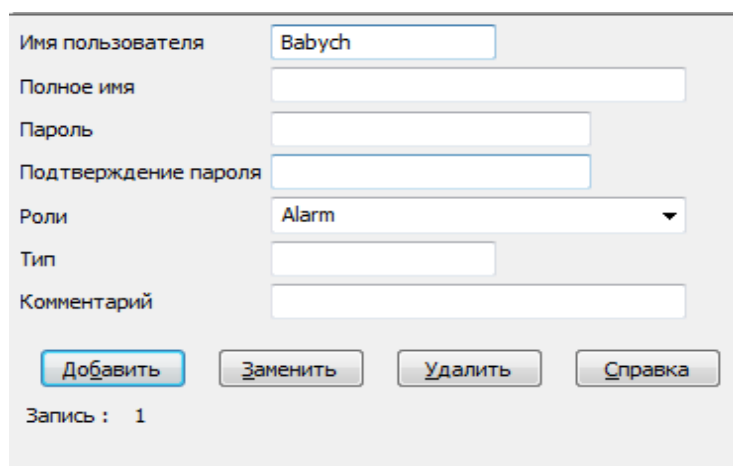
Комментарий: Аларми вищого пріорітету

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись: 1

Рис.4.7. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.



Имя пользователя: Babych

Полное имя:

Пароль:

Подтверждение пароля:

Роли: Alarm

Тип:

Комментарий:

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 1

Рис.4.8. Вікно опису користувача

Відеокadри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображаються дані з датчиків, відкриття або закриття клапанів, кнопки запуску і зупинки, анімація переходів до наступного етапу процесу. Оператор стежить за ходом процесу з робочого місця оператора. При необхідності оператор може перейти в ручний або автоматичний режим керування. Для переходу в ручний або автоматичний режим роботи оператору необхідно натиснути кнопку, що відповідає за той чи інший режим. Оператори можуть змінювати відкриття клапана, швидкість двигуна. Щоб переконатися, що на виробництві немає аварій і не порушується процес, оператор може спостерігати за значенням параметра на екрані. Якщо значення параметра перевищує максимально допустиме значення, оператор побачить зміну кольору цього параметра. Якщо параметр більше граничного значення, то колір червоний, а якщо менше – жовтий. Двигун горить червоним, коли він працює, і зеленим, коли двигун вимкнений і готовий до роботи.

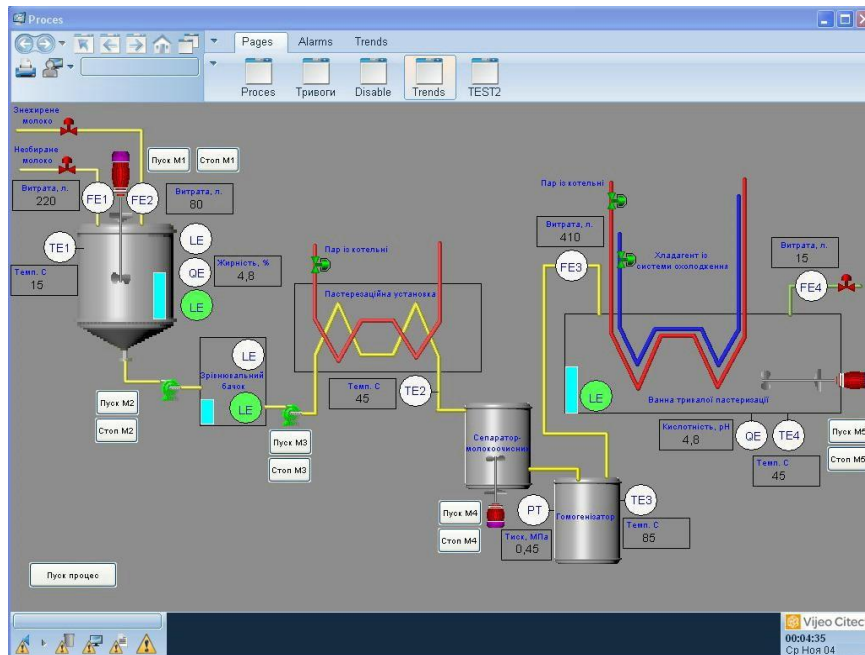


Рис.4.9. Мнемосхема відділення

На сторінці алрами можна встановлювати, змінювати нагадування та переглядати їх історію у вікні сповіщень про нагадування.

Time	Tag	Name	Desc
12:46:27	a_LE2	Високий рівень в б...	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ
12:41:48	a_LE1	Високий рівень в об...	КРИТИЧЕСКИ НИЗКИЙ
12:41:46	a_TE	Висока температур...	КРИТИЧЕСКИ НИЗКИЙ

Рис.4.10. Вікно алармів

Сторінка трендів дозволяє спостерігати та коригувати графіки ваших змінних. Ви можете переглядати архівні записи, що зберігаються в пам'яті.

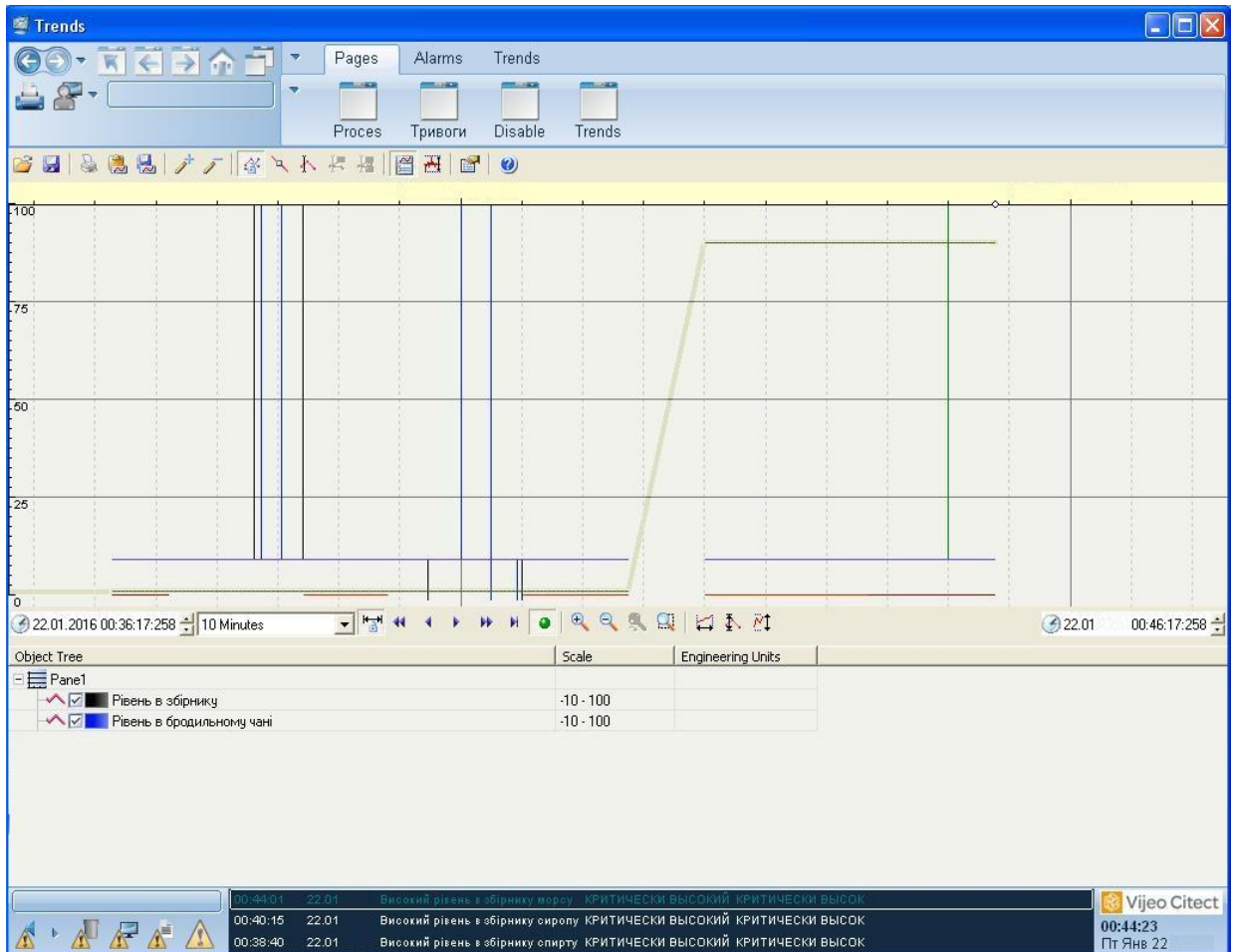


Рис.4.11. Вікно трендів

4.3. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

Аналіз властивостей об'єкта та синтез АСР із застосуванням лінійних регуляторів.

Складаємо структурну схему САР з П-регулятором:

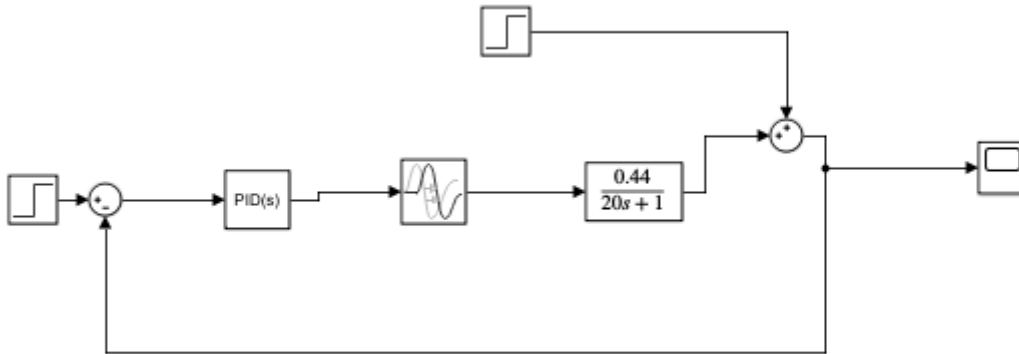


Рис. 4.12 Структурна схема САР з ПІД-регулятором

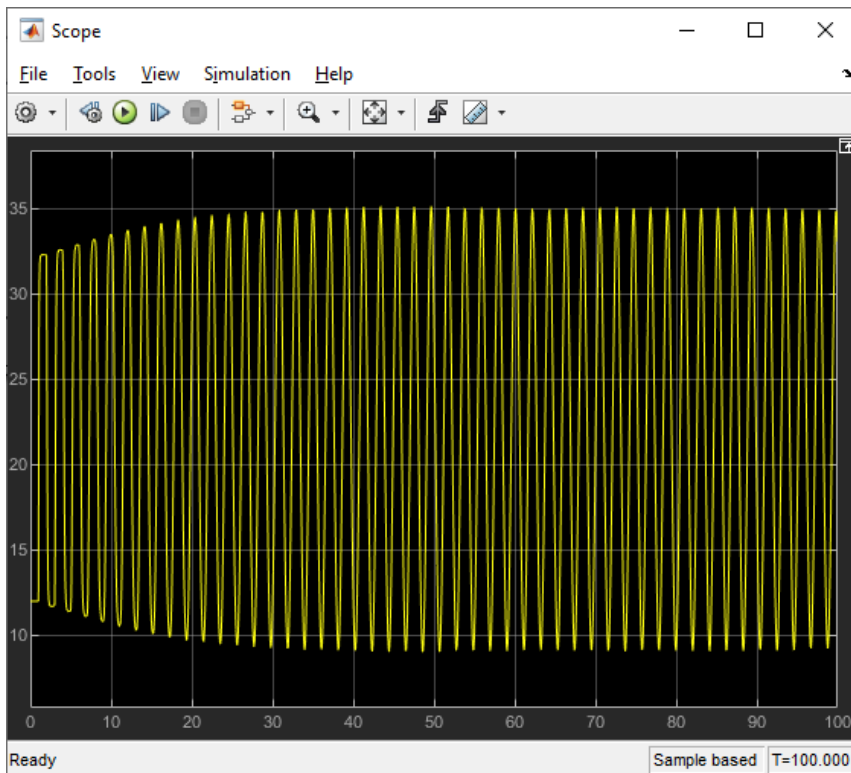


Рис. 4.13 Перехідний процес з П-регулятором

Добавляємо ланку ПІД-регулятора, та налаштуємо його за допомогою метода Циглера-Нікольса .

П-регулятор: $K_p = 0,55K_{kp}$;

ІІ-регулятор: $K_p = 0,45K_{kp}$; $T_i = T_{kp}/1,2$;

ІІІ-регулятор: $K_p = 0,6K_{kp}$; $T_i = T_{kp}/2$; $T_d = T_{kp}/8$.

$$K_p = 0,6 * 5.58 = 3.348$$

$$T_i = 52/2 = 26$$

$$T_d = 52/8 = 6.5$$

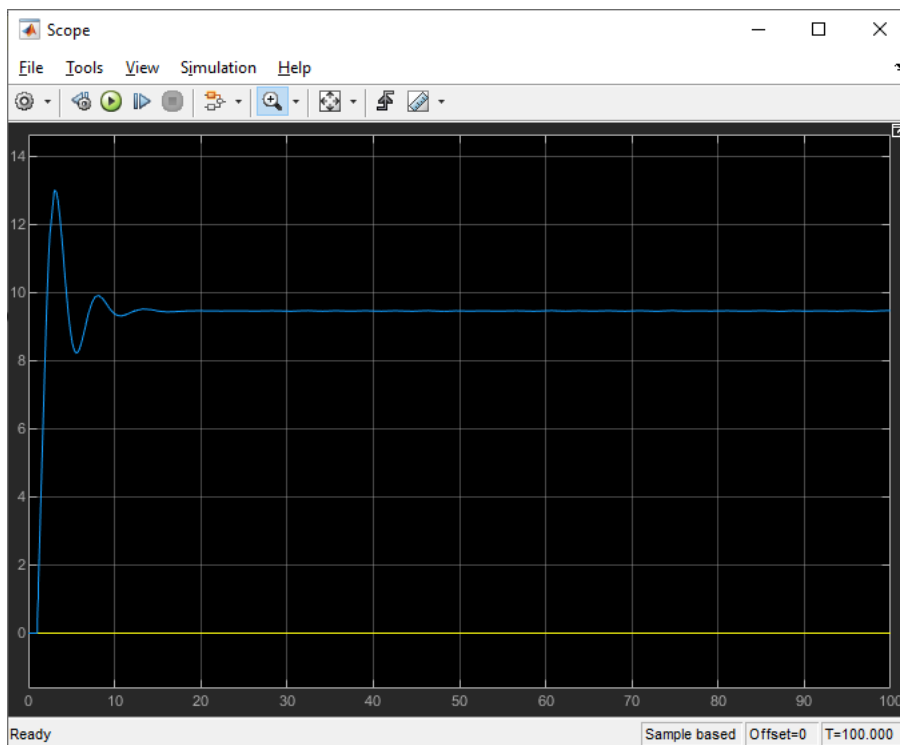


Рис. 4.14 Перехідний процес з РІД-регулятором

Динамічна похибка $A_1 = 4.2$ °С;

Статична помилка регулювання $\Delta X_{CT} = 0$ °С ;

Час регулювання $t_p = 10$ с.;

Перерегулювання $a = (A_2/A_1) * 100\% = (1.344/4.2) * 100\% = 32\%$

Ступінь затухання $\psi = (A_1 - A_3)/A_1 = (4.2 - 0.45)/4.2 = 0,892$

Отже, розраховані параметри ПІД-регулятора задовільняють критерії якості перехідного процесу.

Нечіткий регулятор (англ. fuzzy controller) - регулятор, побудований на основі нечіткої логіки

Для реалізації нечіткого регулятора необхідно:

- Визначити вхідні лінгвістичні змінні. Наприклад «Час відвідування сторінки» та «Частота відвідування сторінки», для аналізу відвідуваності сайту
- Визначити лінгвістичну змінну, яку ми хочемо отримати. В даному випадку це буде лінгвістична змінна "Відвідуваність"
- Визначити правила утворення результуючої змінної із вхідних.

Створюємо структура нечіткого регулятора програмі Matlab:

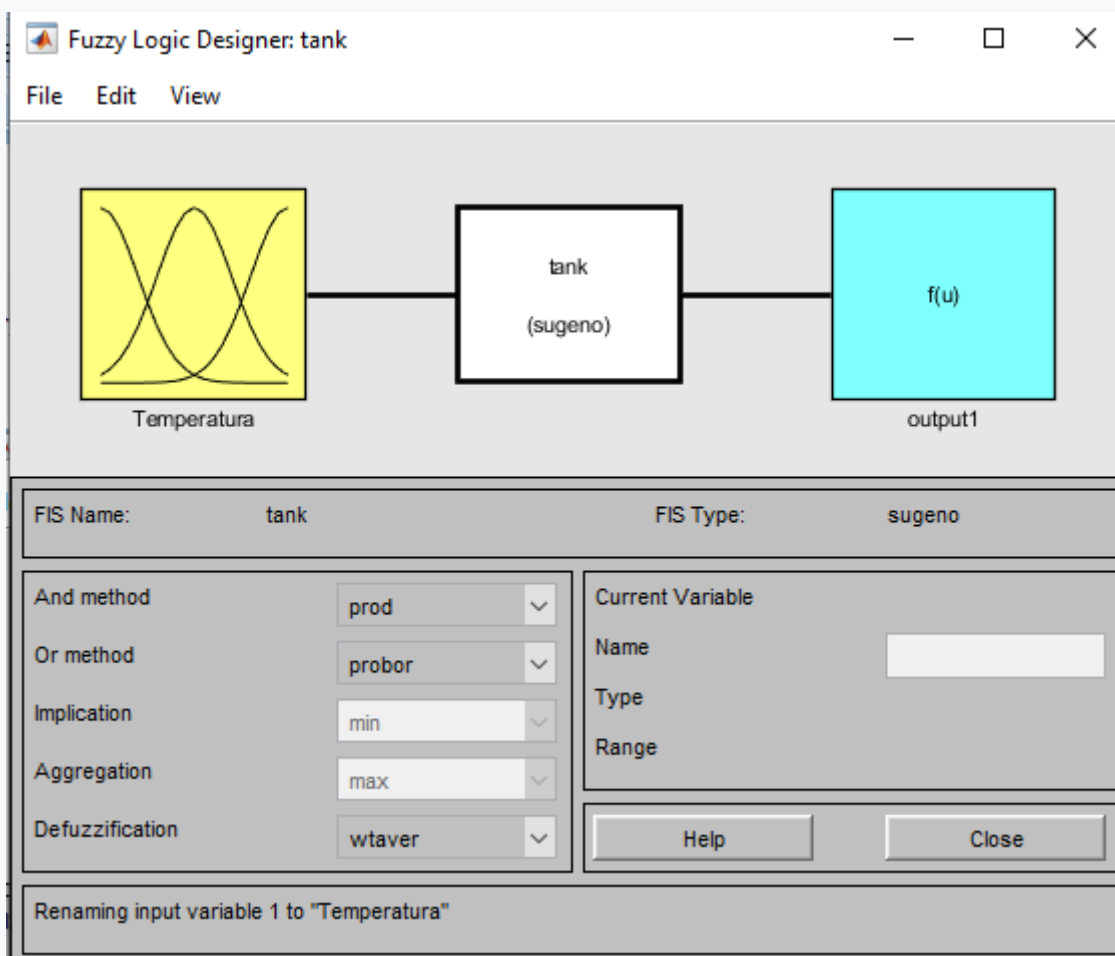


Рис. 4.15 структура нечіткого регулятора.

Створюмо змінні для нашого нечіткого регулятора;

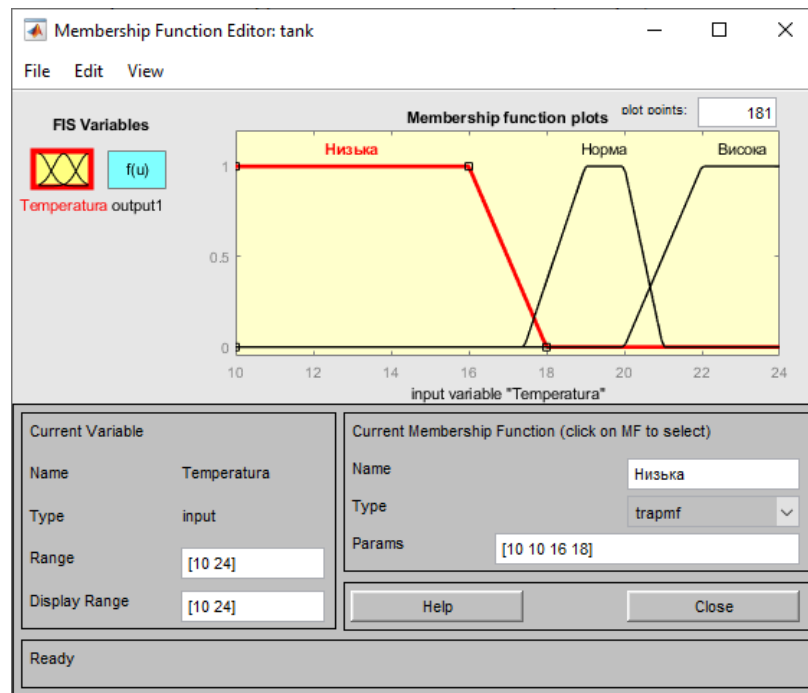


Рис. 4.16 Вікно редагування функцій належності для температури.

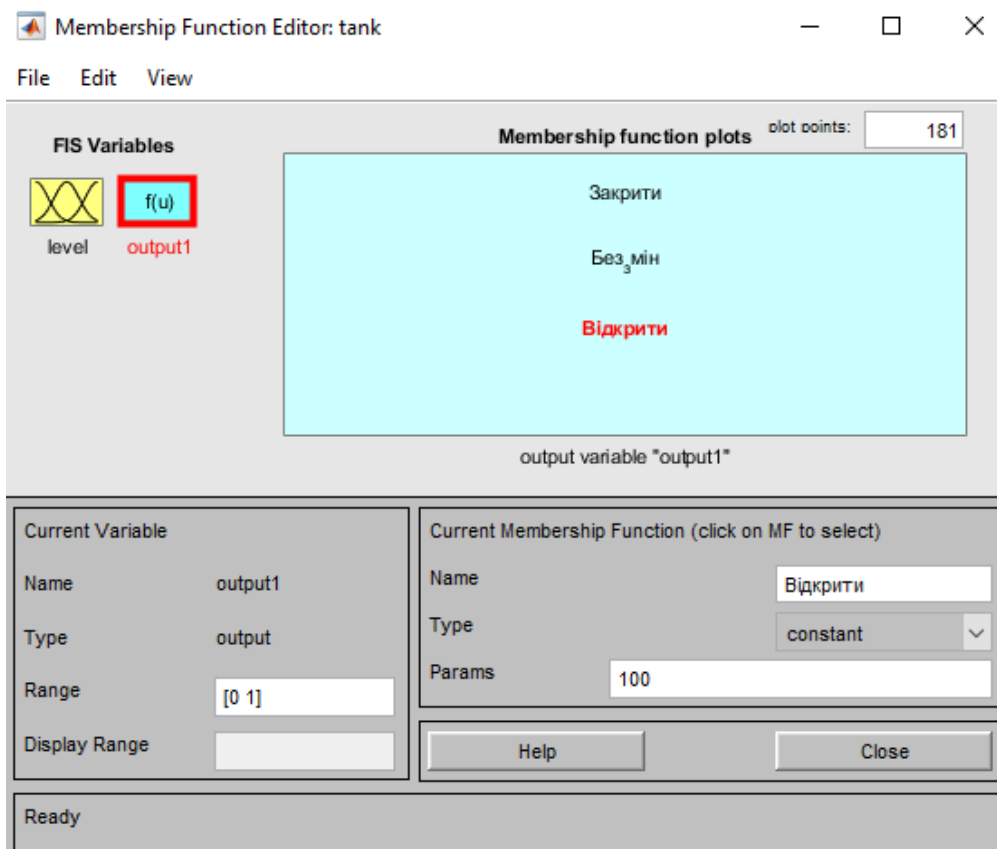


Рис. 4.17 Вікно редагування функцій належності для output1.

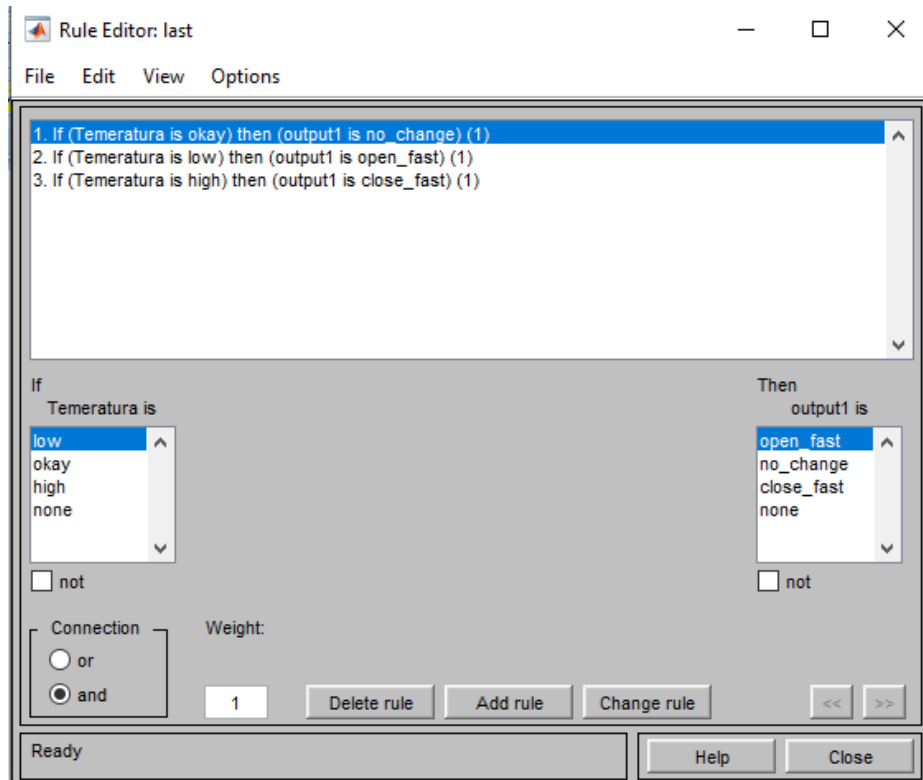


Рис. 4.18. Вікно редагування правил нечіткого висновку

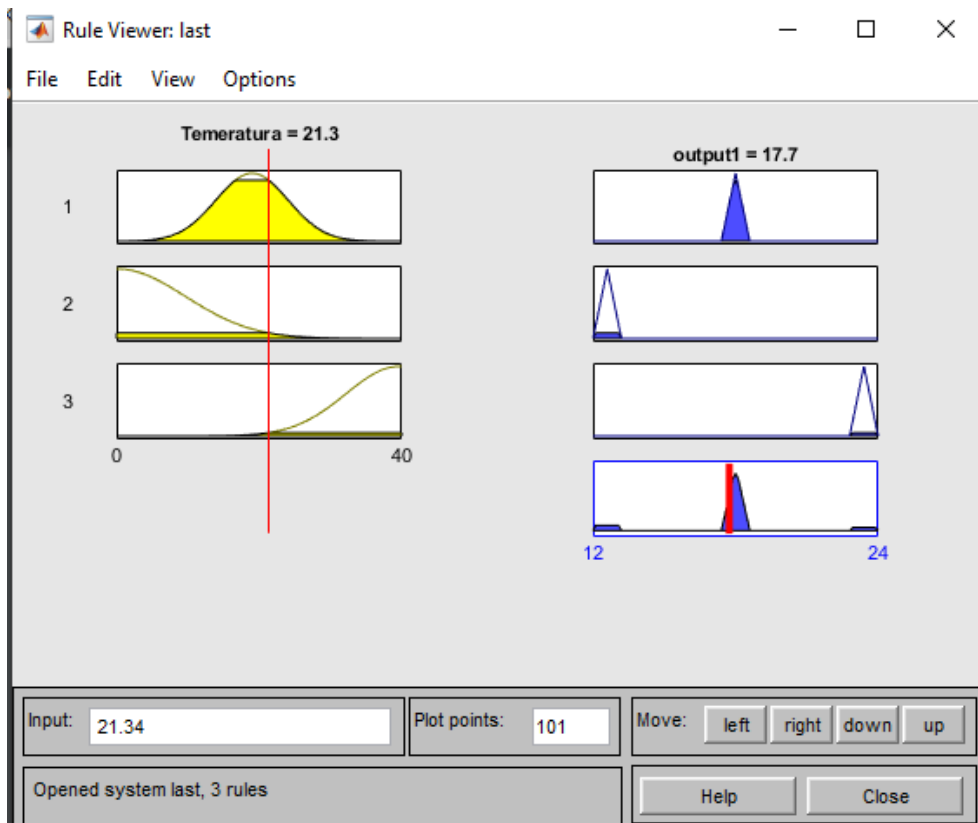


Рис. 4.19 Вікно графічного відображення роботи алгоритму нечіткого висновку

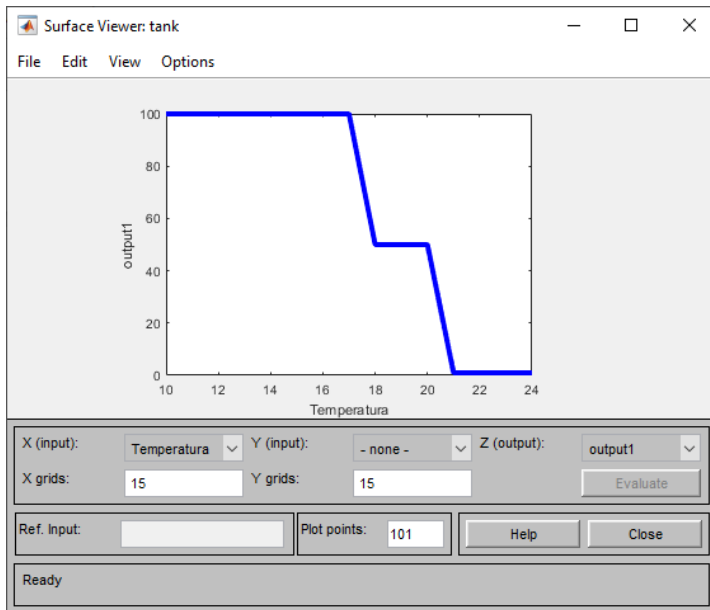


Рис. 4.20 Поверхня відгуку для нечіткого регулятора

Після того, як модель нечіткого регулятора була, створена для нашого резервуара в пакеті Fuzzy Logic Toolbox.

В simulink в раніше створеному файлі, змінюємо ПІД-регулятор на Fuzzy logic controller:

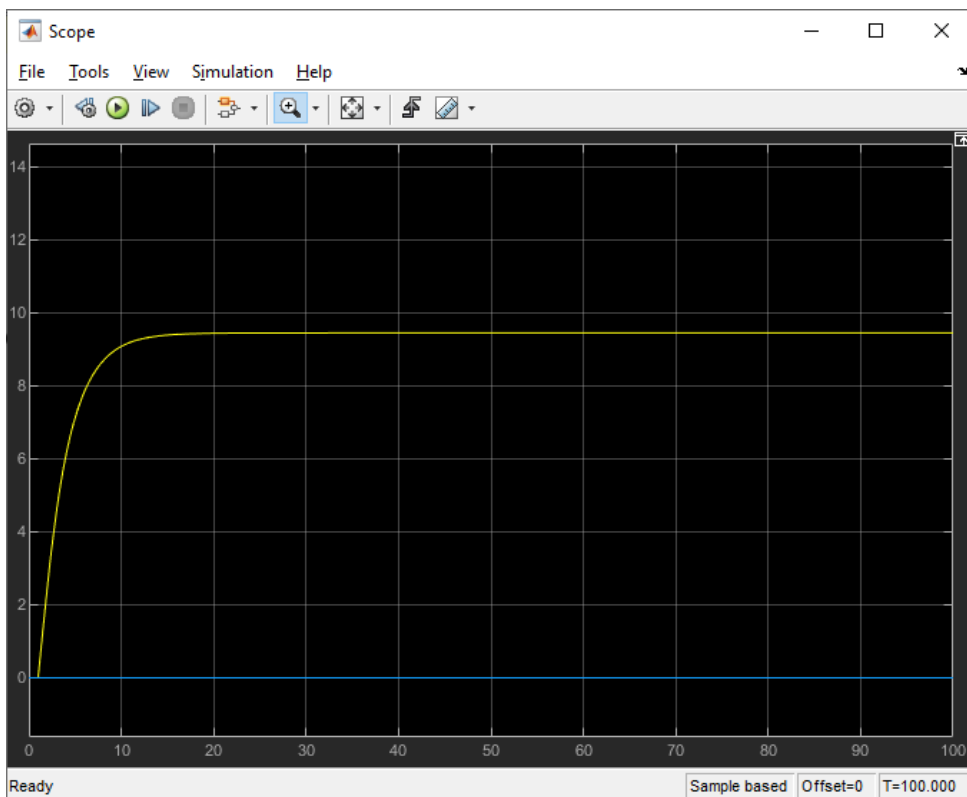


Рис. 4.21 Перехідний процес з fuzzy-регулятором

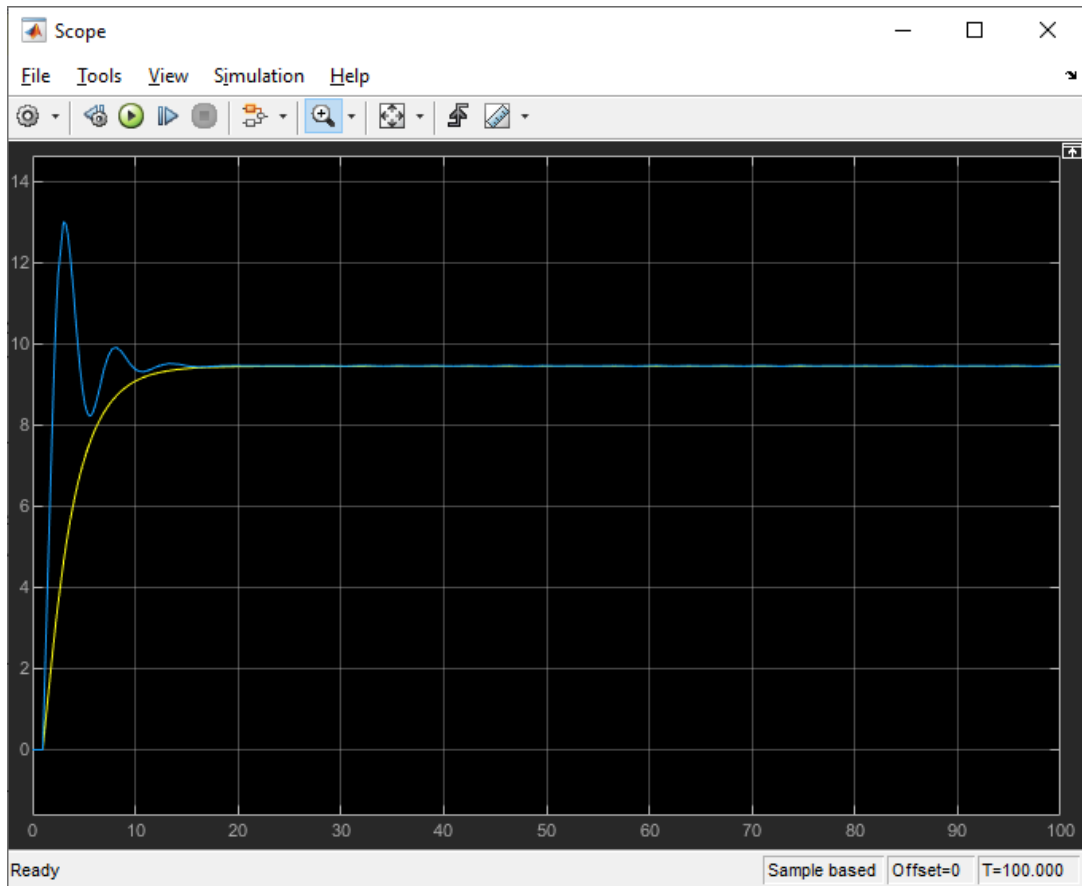


Рис. 4.22 Перехідний процес з fuzzy-регулятором та PID-регулятором

Отже, порівнявши отримані результати можна зробити висновок. З нечітким регулятором, зменшилась динамічна похибка, час регулювання, перерегулювання, а також ступінь затухання.

Висновок

У роботі було розроблено інтегровану автоматизовану систему управління з застосуванням нової мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації, використанням контролерів та ПЕОМ. Використовувалися найновіші технічні засоби для вимірювання виконавчих механізмів та регулюючого органу.

Також, дана відповідь на перелік питань, щодо автоматизації системи. Серед них: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, проектне компонування мікропроцесорного контролера та схема підключення датчиків, та виконавчих механізмів до нього. Обрано одні з найкращи технічних засобів автоматизації.

Розроблено систему управління вакуум апарату (SCADA/HMI) за допомогою новітнього програмного забезпечення. Побудовані функціональні та інформаційні структури управління 6-ти відділень.

Система керування розроблена на базі одного з найрозповсюджених мікропроцесорних контролерів SchneiderElectric. Забезпечено зв'язок між контроллерами 6-ти відділень та узгодження

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. 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.
3. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

10. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В., Т 38 Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2018. – 202 с.

11. Автоматизація технологічних процесів: підручник для студ. установ середовищ. проф. освіти / Л. І. Селевцов, А. Л. Селевцов. - 3-е изд., Стер. - М.: Видавничий центр «Академія», 2014. - 352 с

12. 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.