

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Інститут (факультет) автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

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

(підпис) **Андрій ФОРСЮК**
(ім'я та прізвище)
«08» лютого 2023р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) **Ярослав СМІТЮХ**
(ім'я та прізвище)
«08» лютого 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 151«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інтелектуальні комп'ютерні системи керування

на тему: Розробка комп'ютерно-інтегрованої автоматизованої системи процесу виробництва печива

Виконав: здобувач 6 курсу, групи ІА-2-2М

Гомоляко Ілля Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____
(підпис)

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

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

(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

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

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (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 Інтелектуальні комп'ютерні системи

керування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ярослав Смітюх

“ ” 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гомоляко Ілля Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизованої системи управління процесу виробництва печива

керівник роботи Ельперін Ігор Володимирович, професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем роботи 08 лютого 2023 року

3. Вихідні дані до роботи характеристика об'єкта автоматизації, технологічний регламент, вимоги до системи автоматизації та ін. характеристика об'єкта автоматизації, технологічний регламент, вимоги до системи автоматизації та ін

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1. Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи 2. Загальносистемні 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 2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів 2.6. Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення 3. Розробка підсистеми управління технологічним 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та автоматизації 3.2. Схеми електричні принципові контурів вимірювання,

управління та сигналізації 3.3. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж 4. Опис встановлення технічних засобів 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора 7. Спеціальне завдання 7.1. Опис алгоритму 7.2. Опис спеціального програмного забезпечення

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу

6. Дата видачі завдання 16 листопада 2022 р

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи	1 тиждень	
2	Розділ 2 – Загальносистемні рішення	2 тиждень	
3	Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом	3 тиждень	
4	Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	4 тиждень	
5	Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК	5 тиждень	
6	Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора	6 тиждень	
7	Розділ 7 . Спеціальне завдання	7 тиждень	
8	Підготовка матеріалів до захисту	8 тиждень	
9	Захист магістерської роботи	9 тиждень	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Здобувач

(підпис)

Гомоляко І.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ельперін І.В.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема магістерської роботи: «Розробка комп'ютерно-інтегрованої автоматизованої системи управління процесу виробництва печива» .

Дипломний проект містить розрахунково-пояснювальні записки, а також графічний матеріал, у тому числі:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролера.
3. Принцип роботи, встановлення та підключення вимірювального перетворювача температури Sitrans ТК-N.
4. Відобразити відеокадр мнемонічної фрази.

В даній роботі особливу увагу було приділено розробці системи автоматизації, вибору та розрахунку вимірювальних перетворювачів і виконавчих механізмів. Розроблено схему сполучення датчиків і виконавчих механізмів з мікропроцесорним контролером. У цьому проекті розроблено алгоритм управління виробництвом глазурованих пряників, який реалізовано в програмі Unity Pro на мікропроцесорному контролері TSX Premium.

Для візуалізації та оперативного керування процесом використовується програма SCADA Vijeo Citect.

Створим підсистеми оцінки якості інтелектуальної системи керування процесу випікання тіста в печі , яка приймає три входи та формує відповідні логічні рішення на основі оцінки.

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

Annotation

The subject of the qualification work was: " Development of a computer-integrated system for the automated control system of the biscuit production process ".

The dissertation consists of calculations and interpretations, as well as images, including:

1. Automation scheme.
2. Connection diagram of sensors and actuators to the controller.
3. Function, installation and connection of the Sitrans TK-N temperature transmitter.
4. Display the video frame of the mnemonic phrase.

In this work, special attention has been paid to the development of automation, selection and computation of measurement sensors and actuators. Schemes are being developed to interface sensors and actuators to microprocessor controllers. This project develops an algorithm for controlling the manufacturing process of icing gingerbread, implemented in a Unity Pro program on a TSX Premium microprocessor controller.

The SCADA program Vijeo Citect is used for visualization and operational control of the process.

We will create quality assessment subsystems for an intelligent control system for the process of baking dough in an oven, which accepts three inputs and generates appropriate logical decisions based on the assessment.

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

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи.....	10
Розділ 2 – Загальносистемні рішення.....	13
2.1. Загальний опис об'єкту та системи.....	13
2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання.....	14
2.3. Функціональна структура системи.....	18
2.4. Опис функцій, що автоматизуються.....	20
2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів.....	22
Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом	44
3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та автоматизації.....	44
3.2. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації.....	49
3.3. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.....	52
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів.....	56
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК.....	61
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора	67
Розділ 7 – Спеціальне завдання.....	72
7.1. Опис алгоритму.....	72
7.2. Опис спеціального програмного забезпечення.....	76
Висновки.....	90
Список використаної літератури.....	92

Вступ

Перш за все для будь-якої нації, яка прагне до зростання, є потреба підвищити ефективність виробництва, підвищити якість продукції та підвищити продуктивність праці на основі впровадження науково-технічних досягнень. Це призводить до підвищення технічних стандартів у всіх аспектах виробництва.

Щоб підвищити свою ефективність, багато харчових компаній впроваджують автоматизацію в свої процеси. Це призводить до підвищення продуктивності і є однією з головних причин того, чому технічний і науковий прогрес підвищує ефективність виробництва. Поява автоматизованих систем управління зробила революцію у світі виробництва. Ці системи оптимізують процеси, гарантуючи високоякісні продукти, які не втрачаються на виробничій лінії. Зменшення втрати важливих проміжних етапів підвищує загальну продуктивність автоматизованих систем керування.

В даний час харчова промисловість - це велика виробнича система, що переробляє сільськогосподарську продукцію. Це важлива частина національної економіки, якою керують численні підприємства та організації.

Рух вперед із технологіями та науковими дослідженнями є основною метою розвитку харчової промисловості. Це відбувається тому, що це веде до підвищення продуктивності, вищих стандартів якості та більшої ефективності. Додаткові переваги включають зменшення споживання енергії, використання металу та менший розмір виробництва. В даний час харчові компанії досягають значних успіхів у досягненні цих цілей. Крім того, основними напрямками розвитку кондитерських фабрик є підвищення одиничної потужності обладнання, ефективності та результативності роботи, підвищення якості продукції, зниження втрат, викликаних скороченням браку готової продукції, удосконалення систем автоматизації та управління.

Крім того, впровадження сучасних технологій на кондитерських фабриках, особливо мікропроцесорної техніки, дозволить значно підвищити

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

якість нагляду, візуального моніторингу процесів, а отже, ефективніше використовувати працю персоналу та операторів.

Передові технології забезпечують високе використання корисної частки сировини, можливість одержання високоякісної продукції, найменшу питому енерговитрату та мінімальну тривалість технічних операцій. Для забезпечення цих показників використовується автоматизація харчових виробництв.

Завдяки стрімкому розвитку новітніх технологічних засобів (мікропроцесорних пристроїв і персональних комп'ютерів) стало можливим створювати складні системи керування.

Такі системи називаються системами автоматичного керування (АСУ). Автоматизовану виробничу систему можна визначити як єдину систему, яка об'єднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальних витрат і максимального прибутку від реалізації виробленої продукції.

Автоматизовані системи отримують нові властивості системи:

- впровадження комп'ютерної техніки та вдосконалення структури існуючої багаторівневої системи управління;
- візуалізація технічної інформації та її зберігання за допомогою сучасного програмного забезпечення;
- Інтелект функцій, що виконуються за допомогою елементів штучного інтелекту.

В автоматизованому режимі роботи фабрики або виробничої лінії роль людини здебільшого зводиться до відкриття предметів або виконання певних ручних функцій. Основними перевагами автоматизації є можливість забезпечити:

- підвищення продуктивності праці та поліпшення умов праці;
- працювати у важкодоступних або недоступних для людей місцях;
- Підвищити точність і якість технічних процесів і супутніх товарів.

З сучасним розвитком кондитерського промислового виробництва все ширше використовуються системи автоматичного керування в технічних

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

процесах. Широке застосування АСУ зумовлене забезпеченням заданої якості виробленої продукції незалежно від суб'єктивних факторів, зменшенням втрат цінної продукції, зниженням затрат праці, підвищенням культури виробництва.

Це дає можливість нарощувати виробничі потужності відповідно до ринкових умов. Вирішити проблему нестачі лінійного обслуговуючого персоналу. Зменште загальне споживання енергії в цеху, контролюючи час безвідмовної роботи машини та усуваючи непотрібні простої машини. Завдяки чіткому дотриманню виробничих параметрів, суворому контролю дозування кожного компонента підвищується якість продукції та зменшується кількість браку. Автоматизація також мінімізує потребу працівників на виробничій лінії, що допомагає запобігти можливим травмам.

Метою даного дипломного проекту є розробка системи управління лінією виробництва глазурованих пряників на ТОВ «ТД «Луцьккондитер». Запроваджені нововведення мають забезпечити достовірність даних про технічні параметри та зрозумілість рішень щодо їх регулювання.

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

Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи

Пекарі в Україні та в усьому світі стикаються з трьома новими тенденціями на ринку печива та кондитерських виробів. По-перше, попит на здоровий спосіб життя впливає на те, чого хочуть споживачі. Це означає, що виробники повинні змінювати свої рецепти, включати нові інгредієнти та зменшувати вміст цукру та жиру у своїх продуктах.

По-друге, люди також очікують, що ринок реагуватиме на їх зайнятий спосіб життя, надаючи перевагу закусочним упаковкам, які пропонують “швидкий перекус” із меншою кількістю продукції. Це часто одиничні товари, що продаються в кіосках, на заправках та в супермаркетах як швидкий перекус.

По-третє, ринок стає все різноманітнішим. Незважаючи на те, що продукти стають простішими, їх форма, розмір, ароматизатори, наповнювачі та начинка тепер змінюються як ніколи.

Ще однією великою зміною на ринку є використання нових технологій та способу виробництва. Одним із прикладів цього є депозитування, яке є способом поділу маси на порції. Прикладом цього є викладання невеликої кількості тіста для печива на пекарський лист. Також відоме як дозування, багато пекарів використовують це для багатьох різних продуктів, включаючи печиво, тістечка та пироги. Традиційно це робилося з видавлюванням з кулінарного шприца, але все частіше автоматизується по-новому. Пекарі відразу помічають суттєві зміни, коли вони починають використовувати автоматизацію. Машина може працювати набагато швидше і послідовніше, і пекарі можуть виробляти більші обсяги та витратити більше часу на інші процеси.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Гомоляко І. Д.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І. В.</i>					10	3
<i>Секр. Е. К.</i>		<i>Мацебула Д. В.</i>				<i>НУХТ ІА-2-2М</i>		
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Смітюх Я. В.</i>						

Це також дозволяє їм швидко змінити свій процес, наприклад, за допомогою різних сопел, а також вимагає менше очищення. Різні пекарі застосовуватимуть різні технології залежно від того яке тісто вони використовують. Загалом, такі м'які вироби, як безе, кляри та еклери, найкраще робити з голівкою AMF з 2 валами, тоді як голівка для екструзії з 3 валами є хорошим рішенням для більш важкого тіста, такого як для печива.

Ефектами від впровадження автоматизації являються: зниження трудомісткості виробництва та трудовитрат, збільшення змінності виробництва, стабільна швидкість роботи, покращення якості виконуваних контрольних та управлінських операцій, вирішення задачі автоматизації основного технологічного устаткування, аналізу, контролю і управління технологічними процесами на основі математичних методів і використання ЕОМ, автоматизація проектування автоматизованих процесів, можливість виконувати роботи в шкідливих умовах, зменшення кількості працівників на підприємствах та на окремих робочих місцях. Тільки із здійсненням автоматизації та використанні роботизованих технологічних комплексів можна досягнути високого рівня продуктивності праці, якості продукції та отримання максимально можливого прибутку при мінімальних витратах.

В магістерській роботі розглядається комп'ютерно-інтегрована система автоматизованого керування виробництвом печива .

Технологічний процес виготовлення кондитерських виробів, зокрема печива, передбачає максимальну механізацію всіх процесів праці, враховуючи й підсобні роботи.

Передбачена широка автоматизація технічних процесів на основі автоматизованих систем, машин і механізмів, уніфікацій модулів обладнання, робототехнічних комплексів і обчислювальної техніки. Розробляються і

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються нові електрофізичні, біотехнічні і ферментативні методи обробки продукції.

Метою магістерської роботи є створення проекту комплексної автоматизації технологічної лінії виготовлення печива, підбір необхідних засобів автоматизації, їх детальний опис, розрахунок їх надійності, створення структурної та принципової схем, розрахунок собівартості запропонованого проекту та порівняння затрат з аналогом. При цьому планується отримати позитивний економічний ефект від впровадження проекту та підвищити конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Автоматизована система керування, що пропонується у дипломному проекті, призначена для створення та забезпечення оптимальних умов праці на підприємстві, автоматизації процесів по виготовленню кондитерських виробів, збільшення кількості виготовленої продукції та отримання максимально можливого прибутку. Такі системи використовуються для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення та видавання керівних дій на об'єкт керування (ДСТУ 2226-93); сукупність економіко-математичних методів, технічних засобів (ЕОМ, пристроїв відображення інформації, засобів зв'язку та інші) і організаційної структури, що забезпечують раціональне керування складними об'єктами і процесами. АСК дає змогу розв'язувати задачі перспективного та оперативного планування виробництва, оперативного розподілу завантаження обладнання, оптимального розподілу обладнання та використання ресурсів і інше. АСК належить до класу людино-машинних систем і складається з функціональної і забезпечувальної частин.

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

Розділ 2 – Загальносистемні рішення

2.1. Загальний опис об'єкту та системи

Технологія приготування глазурованих пряників передбачає наступні етапи. У охолоджений чайник блендера додайте борошно, цукор, сіль, ванільний порошок, консерви, сироп, вершкове масло, натуральне м'ясо, згущене молоко, харчову соду та ароматизатори, все це передбачено рецептом. Потім увімкнули міксер і перемішували протягом 10 хвилин до отримання однорідної суміші. Температура готового тіста повинна бути 28..32°C, вологість 19..22% (залежно від сорту борошна). Потім тісто транспортується візком до формувальної машини.

Тісто надходить у приймальний бункер. У нижній частині воронки два інжекційних вала обертаються один проти одного, проштовхуючи тісто через матрицю. Матриця має отвори різної форми. Розріжте тісто у вигляді джгутів на окремі шматки знімним дротом. Сформовані заготовки поміщаються на опалубку, яка рухається по спеціальній конвеєрній стрічці. Технологія приготування глазурованих пряників передбачає наступні етапи. У охолоджений чайник блендера додайте борошно, цукор, сіль, ванільний порошок, консерви, сироп, вершкове масло, натуральне м'ясо, згущене молоко, харчову соду та ароматизатори, все це передбачено рецептом. Потім увімкнули міксер і перемішували протягом 10 хвилин до отримання однорідної суміші. Температура готового тіста повинна бути 28..32°C, вологість 19..22% (залежно від сорту борошна). Потім тісто транспортується візком до формувальної машини.

Тісто надходить у приймальний бункер. У нижній частині воронки два інжекційних вала обертаються один проти одного, проштовхуючи тісто через матрицю. Матриця має отвори різної форми. Розріжте тісто у вигляді джгутів на окремі шматки знімним дротом.

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива	Літ.		Арк.	Акрушів
Розроб.		Гомоляко І. Д.						13	30
Перевір.		Ельперін І.В.							
						НУХТ ІА-2-2М			
Секр. Е.К.		Мацебула Д.В.							
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.							

Сформовані заготовки поміщаються на опалубку, яка рухається по спеціальній конвеєрній стрічці.

Глазурування покращує смак пряників. Після глазурування пряники сушать у спеціальній печі, в яку має подаватися повітря зі швидкістю 4 м/с. Температура в духовці 60°C. Цей процес тривав 5 хвилин, після чого пряники залишали сохнути ще 3 хвилини при кімнатній температурі. [2]

2.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Технічні вимоги до системи автоматизації виробництва глазури пряників встановлені в жорстких рамках.

Для забезпечення оптимальних умов для цього процесу важливі такі фактори:

- витрата борошна;
- температура тіста;
- вологість тіста;
- температура випічки в духовці для кожної зони;
- вологість всередині печі;
- температура охолодження та сушіння пряників;
- температура глазури;
- маса пряників до глазурування.

Відповідно до визначеного профілю система автоматизації повинна забезпечувати якісні та точні контрольно-управлінські, технічні та виробничі сигнали, візуалізуйте процес на дисплеї ПК оператора.

Лінія виробництва пряників повинна працювати нормально і безаварійно в процесі роботи, а також пред'являються певні вимоги до технологічного процесу і вибору параметрів, що характеризують стан об'єкта управління.

Зміни параметрів в певних межах призводять до аварійного стану установки, який необхідно відстежувати та сигналізувати в системі візуалізації технічних параметрів мікропроцесорного контролера. Система управління

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

повинна бути надійною, що стосується нижнього і верхнього рівнів системи управління технологічним процесом консервного заводу.

Система містить мікропроцесорний контролер, який має бути сумісним із іншими системами галузjenня рослин.

Система управління повинна бути повністю працездатною в автоматичному та частково ручному режимах. Ручне керування повинно здійснюватися з панелі керування.

Рішення комплексу завдань, що виконується розробленою системою управління, повинно виконуватися безперервно паралельно з роботою потокової лінії.

Якість реалізації функцій залежить від якості, швидкості та надійності. Швидкість роботи системи визначається часом виконання регулюючих дій і не повинна перевищувати встановлених нормативів. Періодичність виклику параметра визначає оператор.

У багатьох випадках якість автоматизації лінії виробництва пряників залежить від правильного вибору її структурної схеми автоматизації, яка забезпечує ведення процесу за оптимальних параметрів.

Вибір критеріїв управління є однією з основних задач при побудові системи автоматизації, оскільки в її основі лежать цілі управління, які визначають структуру системи автоматизації. В даний час в якості критерію управління вибирають будь-який економічний показник, наприклад прибуток, мінімальну вартість, вартість капіталу і т.д. Однак ці критерії в основному вибираються в управлінні всім виробництвом, оскільки вони включають багато змінних, які необхідно постійно вимірювати протягом виробничого процесу, і вони можуть бути визначені чисельно в разі неправильного управління певним виробничим підрозділом. Після всебічного розгляду основний критерій декомпонується, тобто на заміну задач більшої розмірності використовується серія задач меншої розмірності. У практичних ситуаціях неможливо одночасно оптимізувати всі якісні показники процесу

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

регулювання. Тому один із цих показників вибирається як критерій, а всі інші – як обмеження. Керівним критерієм є мінімальна інтегральна оцінка, тобто мінімальна площа під кривою переходу. З економічної точки зору найзручніше користуватися цим стандартом. Його мінімізація зводить до мінімуму втрати, які виникають під час процесу регулювання. Виберіть динамічну помилку як обмеження.

Таблиця 1.1

Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
			Вид системи автоматизації	Характер контролю, рег-ння, упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6
Трубопровід подачі борошна	Витрата	$2 \pm 0,1$ т/год	Регулювання	Запис, стабілізація	Вплив на канали постачання борошна
Тісто мішальна машина	Температура	$30 \pm 2^\circ\text{C}$	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
	Вологість	$21 \pm 1 \%$	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
Електродвигун формувальної машини	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
Пічка	Температура 1 зони	60°C	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
	Температура 2 зони	$215 \pm 5^\circ\text{C}$	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
	Температура 3 зони	175°C	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
	Вологість	$75 \pm 5\%$	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
	Тиск пари	-	Контрол	Покази, запис, сигналізація	Світлова
Двигун конвеєрної стрічки	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова

електричної печі					
Електродвигуни для стрічкових под	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
Холодильна шафа	Температура охолодження	42±3 °C	Регулювання	Запис, стабілізація	Клапан подачі повітря
Конвеєр скління	Вага	20 кг	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
Електродвигун тистоміса	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
Електродвигун транспортерів	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне, сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
Трубопровід подачі сиропу	Температура	92±3 °C	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
Електропривід глазурувальної машини	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне, сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
Сушильна шафа	Температура	60 °C	Регулювання	Запис, стабілізація	Вплив на клапан подачі повітря

2.3. Функціональна структура системи

Ефективне та оперативне управління процесом при виробництві цукристих пряників необхідне автоматичне управління, контроль і регулювання основних параметрів процесу. Це значно підвищить якість готової продукції та зменшить втрати сировини та електроенергії.

У схемі автоматизації приготування глазурованих пряників основними технологічними параметрами є кількість борошна, температура і відносна вологість тіста, температура випікання й охолодження пряників, температура глазурування, маса пряників перед глазуруванням тощо.

Швидкість руху конвеєрної стрічки печі, конвеєрної стрічки, охолоджувальної конвеєрної стрічки, швидкість обертання та безперервність місильної машини відіграють важливу роль у процесі.

На схемі функцій автоматизації передбачені наступні схеми регулювання та керування.

Контроль температури тіста в тістомісильній машині та температури глазури в трубах, що подають глазур, здійснюється мікропроцесорними вимірювальними датчиками компанії Siemens Sitrans ТК-Н. В якості основного вимірювального датчика використовується платиновий термометр опору Pt 100 (поз. 1а, 1б, 6а, 6б). Рівномірний сигнал 4-20 мА від датчика надходить на ПЛК і ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація технічних параметрів за допомогою програми SCADA.

Для контролю теплового стану печі використовується високотемпературний занурювальний термоелектричний перетворювач CrNiAlNi з термопарним перетворювачем струму з вихідним сигналом 4-20 мА ТХА1-23-К, де позиція 2а - температура, що знаходиться в зоні датчика камери печі 1 зона, 3а – у другій зоні, 4а – датчик температури, розташований у третій зоні. Чутливим сенсорним елементом термопара.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передбачено регулювання тиску пари на виході з печі, що здійснюється двоступеневим мікропроцесорним перетворювачем Sitrans P серії ZD (поз. 8а), що видає уніфікований сигнал. Систематично вказувати запис тиску I і R. Крім того, про цей параметр необхідно сигналізувати, що виконується двома світлодіодами, встановленими в корпусі пристрою.

Регулювання витрати борошна здійснюється за допомогою бункерних ваг для вимірювання масової витрати сипучого продукту в потоці, оснащених блоком керування Norma TS з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА. (Позиція 9а, 9б). Далі сигнал надсилається до ПЛК, де він формує керуючий вихідний сигнал, який надсилається через електропневматичний перетворювач EPP-3211 (елемент 9с) до пневматичного приводу МУМ-3077 (елемент 9d), який повертає увімкнути або вимкнути клапан подачі тіста.

Температуру пряників у холодильних та сушильних шафах регулюють за допомогою термометра опору Pt-100 7MC1000-1BA2 та вимірювального мікропроцесорного перетворювача температури Sitrans ТК-Н (позиції 5а, 5б, 7а, 7б). Уніфікований сигнал 4-20 мА від датчика надходить на ПЛК, а ПЛК формує керуючий вихідний сигнал, який надсилається на пневмопривід МУМ-3077 (поз. Перекрити подачу холодного повітря і гарячого повітря окремо.

Контроль вологості тіста в тістомісильній машині та в духовій шафі за допомогою приладу-регулятора «ПЕЧКА МПР51 Ш4», що складається з первинного датчика вологості (позиція 10а, 11а) типу ДВП-03 та вторинного датчика вологості МПР51. -Ш4 (Позиція 10б, 11б). Даний набір пристроїв налаштовується за заданою користувачем програмою та забезпечує спосіб екстреної сигналізації. Уніфікований сигнал 4-20 мА від датчика надсилається до ПЛК та ПК, де індикація I, реєстрація R та сигналізація А цього технічного параметра виконуються за допомогою програми SCADA.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ваговий контроль пряників перед глазуруванням здійснюють автоматичними вагами APW-80/G (поз. 12а) та допоміжним мікропроцесорним пристроєм ТРМ 200 (поз. 12б).

Далі сигнал надсилається на ПЛК і ПК, де Показник І, регістр R і сигнал А цього технічного параметра здійснюються за допомогою програми SCADA.

Стрічкова піч працює від електродвигуна М2, який запускається за допомогою магнітного пускача КМ2 і кнопкової станції SA2, яка призначена для перемикання двигуна з ручного на дистанційне керування.

Двигуни пічних конвеєрів, стрічкових лотків, охолоджуючих конвеєрів, тістомісильних машин і глазурувальників приводяться в дію магнітними пускачами (поз. КМ1 - КМ8) і кнопковими станціями (поз. SA1 - SA8), двигунами, які можуть працювати від ручного до автоматичного режиму.

2.4. Опис засобів, що автоматизуються

Таблиця 2.1

№ п/п	Номер позиції за схемою	Пар-р сер-ща	Найменування та технічна характеристика приладу	Тип, марка	К-ть	Завод-виготовлювач
1	2	3	4	5	6	7
1.	1а, 5а 6а, 7а	Т-ра	Термометр опору. Діапазон вимірювання температур - 50...+600°C. Цифрова точність 0,1°C	Pt-100 7MC1000-1BA2	4	Siemens
2.	1б, 5б 6б, 7б	Т-ра	Вимірювальні перетворювачі температури мікропроцесора. Вихідний сигнал 4-20 мА. Номінальна потужність 20Вт, напруга живлення 12-24В.	Sitrans TK-H	4	Siemens
3.	5в, 7в, 9в	-	Електропневматичний перетворювач сигналу від 0-5 мА до 0,2-1 кгс/см ² . Тиск повітря, що подається в пневматичну частину обладнання, становить 1,4 кгс/см ² . Клас точності 1. Напруга живлення 24В.	ЕПП-1324	3	Прилад Комплект

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

4.	5г, 7г, 9г	-	Пневмопривід 2-позиційний для зворотних клапанів D - 50 мм. Цей набір включає 2-позиційний клапан 3257.	МИМ-3077	3	Прилад Комплект
5.	2а, 3а, 4а	Т-ра випікан ня	Високотемпературний занурювальний термоелектричний перетворювач хромель-алюмель з термпарним перетворювачем струму, вихідний сигнал 4-20мА, діапазон робочих температур 0...1050 °С	ТХА 1-23-К	3	Теплоприлад
6.	2б, 3б, 4б	Т-ра випікан ня	Вторинний пристрій самозапам'ятовування. Вихідний сигнал 4-20мА	ТРМ 200	3	“Львівприлад”, м.Львів
7.	8а	Тиск	Датчики тиску для вимірювання неагресивних і корозійних газів, парів і рідин. Обмеження вимірювання. 0,03 – 400 бар. попередник. Сигнал 4-20 мА.	Sitrans P серія MS	1	Siemens
8.	9а, 9б	Витрата	Бункерні ваги з регуляторами масової витрати сипучих продуктів. Продуктивність 50 т/год. Н жив. 220 вольт.	Норма ТС	1	Механотрон
9.	10а, 11а	Вологість	Первинний перетворювач вимірювання вологості для прямого вимірювання вологості в діапазоні 0...100%	ДВП-03	2	Овен
10.	10б, 11б	Вологість	Вторинний пристрій з режимом аварійної сигналізації та програмою налаштування	МПР51-ІЦ4	2	Овен
11.	12а	Вага	Електронні ваги	АРW-80/G	1	Львівприлад
12.	12б	Вага	Вторинний пристрій самозапам'ятовування. Вихідний сигнал 4-20мА	ТРМ 200	1	Львівприлад
13.	КМ1-КМ8	-	Пускач магнітний. Напруга 220 В.	ПМЕ 111	8	Деліс

2.5. Обґрунтування вибору технічних засобів

Sitrans TK-H:



Рис.2.1. Вигляд Sitrans TK-H.

Передавач вимірювання температури з датчиком Pt100. Для вимірювань Pt100 пропонується SITRANS TK-L, який є недорогою альтернативою за рахунок відмови від гальванічної розв'язки та універсального підключення датчиків. Програмне забезпечення SIPROM TK використовується в поєднанні з модемом SITRANS TK для параметризації. Завдяки дуже компактній конструкції SITRANS TK-L підходить для модернізації вимірювальних станцій або заміни аналогових вимірювальних датчиків. Вимірювальний передавач доступний у версії non-EX і для використання у потенційно вибухонебезпечних зонах.[3]

Сфера застосування:

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TK-L із типом захисту "non-incendive" може бути встановлений у вибухонебезпечних зонах (зона 2).

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS TK-L із типом захисту «іскробезпечний» можна встановлювати у вибухонебезпечних зонах (зона 1).

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

Функціональне налаштування:

Вимірювальний передавач SITRANS TK-L перетворює сигнал від термометра опору Pt100 в сигнал постійного струму, що відповідає характеристикам датчика. Завдяки своїй компактній конструкції його можна підключити до датчика типу В (DIN 43 729). У програмованому SITRANS TK-L параметризація виконується за допомогою ПК.

Принцип дії:

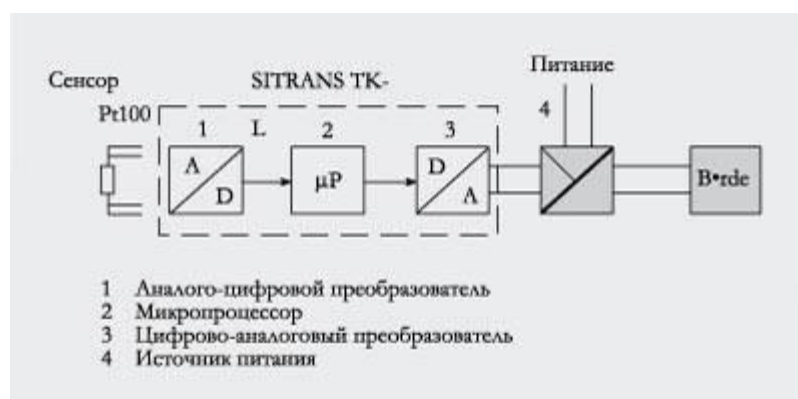


Рис.2.2. Принцип дії Sitrans TK-H.

Сигнал вимірювання забезпечує Pt100 (дво-, три- або чотирипровідна схема), посилений на входному каскаді. Потім напруга, пропорційна входному значенню, перетворюється в цифровий сигнал в аналого-цифровому перетворювачі (1). У мікропроцесорі (2) вони розраховуються на основі характеристик датчика та інших параметрів (затухання, опір лінії та ін.).

Підготовлений таким чином сигнал перетворюється в постійний струм від 4 до 20 мА в цифрово-аналоговому перетворювачі (3). Джерело живлення (4) знаходиться в ланцюзі вихідного сигналу.

ЕП-1429:



Рис.2.3. Зовнішній вигляд ЕП-1429.

Електропневматичний перетворювач ЕП-0000 призначений для перетворення рівномірного безперервного сигналу постійного струму в однорідний пропорційний пневмат безпервний сигнал.

За захистом навколишнього середовища та сферою застосування перетворювач підрозділяється на такі версії:

- ЕР-0010 - нормальний. Для систем автоматичного керування, в щитах.
- ЕР-0020 - захист від проникнення пилу і води (пилолозахистне). Електрична система, яка використовується для автоматичного керування процесом і зв'язку між електричним пристроєм керування та пневматичним приводом у дизельному двигуні бурового обладнання;
- ЕР-0030 - Захист від агресивних середовищ (стійкість до корозії). Використовуються для підключення електричних засобів керування та пневматичних приводів в електропневматичних системах для автоматизації процесів на газопереробних установках до 10 мг/м³ сірководню та/або сірчистого газу в екологічних та аварійних ситуаціях (протягом 3-4 годин) - до 100 мг/м³ сірководню та/або до 200 мг/м³ сірчаного ангідриду. У харчовому повітрі допускається вміст сірководню не більше 10 мг/м³ і (або) діоксиду сірки не більше 10 мг/м³;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- ЕР-0040 - Звичайний модуль перетворювача для установки всередину електроніки в системах автоматичного керування. Перетворювачі ЕП-0020 і ЕП-0030 із захистом корпусу IP65 ГОСТ 12368-60 призначені для використання у вибухонебезпечних приміщеннях, де за нормальних умов (за відсутності аварій і несправностей) великі кліматичні зони не утворюють вибухонебезпечних газів і парів. має помірно холодний і тропічний клімат.

Перетворювачі ЕП-0010, ЕП-0040 призначені для роботи при температурі навколишнього повітря від +5 до +60°C і відносній вологості до 80% (для тропічного виконання до 98% відносної вологості повітря при 35°C).

Перетворювачі ЕП-0020, ЕП-0030 придатні для роботи при температурі Температура навколишнього повітря коливається від мінус 50 до плюс 60 8C при відносній вологості до 95% (до 100% при 35°C для тропічного середовища). Перетворювачі ЕП-0020, ЕП-0030 стійкі до вібрації частотою до 35 Гц і амплітудою зсуву 0,35 мм. ЕП-0010, ЕП-0040 стійкі до вібрації частотою до 25 Гц і амплітудою зсуву 0,1 мм. [4]

Характер показників:

- Діапазон вхідного струмового сигналу 0-5, 4-20, 0-20, мА.
- Вихідний сигнал ÷ Пневматичне моделювання 20-100 кРа.
- Вхідний опір перетворювача при (2065) 8C не повинен перевищувати:
 - о 620 В для вхідного сигналу 0-5 мА;
 - о 120 В для вхідного сигналу 0-20, 4-20 мА.
- Номінальний тиск подачі повітря 130 кПа. Допустиме відхилення тиску подачі повітря не більше 620% від номінального значення. Рівень забруднення атмосферного повітря харчових продуктів 0, 2 або 3 за ГОС 16260-70.
- Межі основних похибок, виражені у відсотках від номінального діапазону зміни вихідного сигналу 70 кРа, не повинні перевищувати:

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

- о 62,25 для перетворювачів з класом точності 0,25 (ЕПП-0020; ЕПП-0040);
- о 61,5 для перетворювачів з класом точності 0,5 (ЕПП-0020; ЕПП-0040);
 - о 61,0 для перетворювачів з класом точності 1,0. (ЕПП-0020; ЕПП-0030; ЕПП-0040; ЕПП-0060).
- При установці перетворювача з відхиленням до 2° від робочого положення прилад повинен відповідати п.2.5, від 2° до 10° вихідний сигнал не повинен змінюватися більше ніж на 0,5 допустимої основної похибки.
- Зміна вихідного сигналу не повинна перевищувати абсолютне значення допустимої основної похибки для перетворювача класу точності 0,25, 0,5 і 0,5 абсолютного значення допустимої основної похибки для перетворювача класу точності 1,0. Витрата повітря харчування перетворювачів в сталому режимі не більше 2 L / min.
- Витрата повітря на вихідному кінці перетворювача, що відповідає потужності вихідного сигналу, становить не менше 30 л/хв.

Принцип дії:

Принцип роботи перетворювача заснований на методі компенсації сили, коли крутний момент, створюваний котушкою, яка знаходиться в магнітному полі постійного магніту, пропорційно вхідному сигналу крутний момент, створюваний сильфоном зворотного зв'язку, компенсується. Елементом, який створює баланс моментів, є пневматична система «насадка».

Магнітне поле, яке створюється під час проходження струму через котушку, взаємодіє з магнітним полем постійного магніту, створюючи силу, пропорційну значенню вхідного струму. Під дією цієї сили важіль обертається навколо пружної опори, змінюючи зазор між соплом і заслінкою, в результаті чого тиск повітря в камері управління підсилювача змінюється до тих пір, поки його вихідний тиск не відновить рівновагу на важелі через сильфон зворотного зв'язку. Таким чином, реалізується пропорційна залежність між вхідним

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

струмовим сигналом I і вихідним тиском P перетворювача. Регулювання нуля виконується обертанням гвинта. Шунт використовується для точної настройки діапазону.

МИМ-3077:

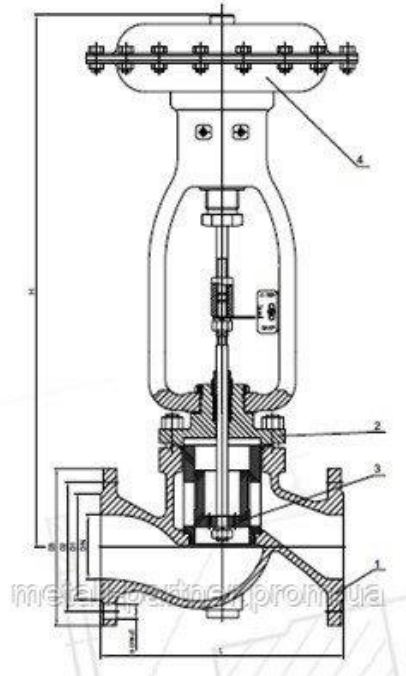


Рис.2.4. Вигляд МИМ-3077.

Клапан регулюючий клітковий (вентиль) відповідає вимогам ГОСТ 13763.

Виготовляється і поставляється згідно ТУ 629-015-11567227-88. Клапани призначені для використання в системах управління технічним процесом в різних галузях промисловості з метою безперервного регулювання витрати в робочих середовищах в умовах помірного клімату.[5]

Характеристика та параметри дії:

- Звичайни тиск 16 кгс / см².
- Радіус - 50, 80, 100 мм.
- Вид дії - звичайно-відкриті (ПЗ), звичайно-закриті (НЗ).
- Тип механізму забезпечення - Мембранний механізм забезпечення.
- Тип плунжера - клітинний.
- Напрямок подачі робочого середовища - золотник.

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

- Тип передавальної характеристики - пропорційна (Р) і лінійна (L)
- Установче положення клапанів на трубопроводі - будь-який, крім положення приводом вниз.
- Клас герметичності затвора - «ІІІ» ГОСТ 64592.
- Нечутливість клапанів в зв'язці МІМ - 3 кПа (0,03 кгс / см²).
- Відносна витік в затворі, δзатв, 0,1% від K_{vy}.
- Умовна пропускна здатність K_{vy} в залежності від DN і пропускної характеристики:
- Приєднання до трубопроводу - фланцеве. Приєднувальні фланці клапанів по ГОСТ 12819 з приєднувальними розмірами і розмірами поверхонь ущільнювачів по ГОСТ 12815 ісп. 1, ряд 2. Конструкція і розміри відповідних фланців за ГОСТ 12820.
- З'єднання з трубами - фланцеві з'єднання. Фланці приєднувальні, приєднувальні розміри та розміри ущільнювальної поверхні по ГОСТ 6589 ісп. 1, рядок 2. Конструкція і розміри відповідних фланців відповідають ГОСТ 21364.
- Клапани використовуються в робочих середовищах, нейтральних до використовуваних матеріалів

ТРМ 200:



Рис.2.5. ТРМ 200.

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

Прилад ОВЕН ТРМ200 — двоканальний прилад для вимірювання температури, рівня, тиску, вологості, ваги та інших фізичних параметрів теплоносіїв і різних середовищ. Існує 4 типи корпусів для вимірювальних приладів: настінний Н, Н2 і панельний Ш1, Ш2. Вимірювач ОВЕН ТРМ200 призначений для використання в холодильних установках, сушильних шафах, печах, пастеризаторах та іншому технічному обладнанні.[6]

Принцип дії ОВЕН ТРМ200:

Датчик ОВЕН ТРМ 200 має два універсальних входи для підключення різних датчиків (температури, тиску, рівня та інших фізичних параметрів). Входи забезпечують можливість підключення різних типів датчиків.

Вимірювач ОВЕН ТРМ 200 має цифрову фільтрацію та корекцію вхідного сигналу, масштабування аналогового входу.

- Розрахунок різниць виміряних значень
- Індикація поточного значення вимірюваної величини та її різниці на двох вбудованих 4-розрядних світлодіодних цифрових індикаторах
- Розрахунок і індикація квадратного кореня виміряних значень (наприклад, для вимірювання миттєвих витрат)
- Вбудований інтерфейс RS-485 (протокол ARIES, Modbus ASCII/RTU)
- Вимірювальне обладнання забезпечує різні рівні захисту налаштувань обладнання для різних груп експертів
- Налаштування регулятора лічильника здійснюється на ПК або з передньої панелі приладу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

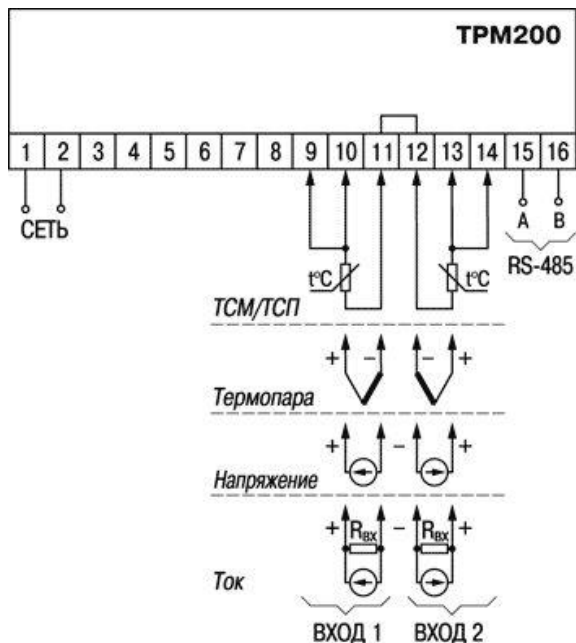


Рис.2.5. Підключення до контролера TPM 200.

ТХА1-23-К:



Рис.2.7. Вигляд ТХА1-23-К.

Одна з найпоширеніших конструкцій термопар для вимірювання високих температур, зі знімними роз'ємами та наконечниками. Сенсорний елемент виготовлений з СТМС діаметром 4,5 мм. Використовується для вимірювання різних середовищ з високою температурою. Рекомендується замовляти перетворювач сигналу 4-20 мА або RS485 (протокол T-bus або

ModBus) в окремому корпусі Z67 з герметичним каналом, щоб уникнути перегріву, і підключати до датчика кабелем термокомпенсації.

Моделі 1-14 гіпертермічні по всій довжині, але температура навколо голови не повинна перевищувати 280°C. Головка забезпечує захист IP54 для максимальної температури лише 110°C.

Високотемпературні теплообмінники моделей 1-14 і 1-13 оснащені керамікою C710 і неізолюваним дротом термопар ХА, розмір 1-14 - керамікою C799 і неізолюваним дротом термопар виготовлені з платинового сплаву. Моделі серії 1-13, 1-14 мають подвійний захисний кожух, що складається із зовнішньої оболонки і внутрішнього елемента з КТМС або неізолюваного проводу з керамічним ізолятором. Така конструкція дозволяє експлуатувати ТП в найсуворіших промислових умовах. [7]

Моделі 1-13 і 1-14m мають знімну насадку, а моделі 1-13n, 1-13l, 1-13p мають фіксовану насадку, приварену до корпусу датчика. У конструкції ТНН 1-19 застосовано КТМС зі сплаву Нікробель, що дозволило збільшити термін служби ТП порівняно з ТП з кераміки та термопарного дроту за традиційною технологією. Моделі 1-19 також доступні з дротом термопар з платинового сплаву для екстремальних температур до 1500°C. Щоб уникнути пошкодження керамічного корпусу від термічного удару, моделі 1-19k мають подвійні керамічні корпуси. Зовнішня оболонка виготовлена з дихаючої кераміки C469, а внутрішня оболонка виготовлена з герметичної кераміки C688.

Моделі 1-26, 1-26а, 1-27 і 1-28 є кабель КТМС з ізолюваним спаєм і елементами підключення. Їх явний плюс: низька інерція, гнучкість і практично необмежена довжина (до 20 м), проте їх життєвий цикл менше ТП з подвійним захисним чохлом. Дані моделі можуть бути зігнуті в довільній формі. Моделі 1-23п, 1-23д, 1-23к призначена для вимірювання температури в газотурбінних і паротурбінних установках на об'єктах теплоенергетики.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Sitrans P серія MS:



Рис.2.8. Вигляд Sitrans P серія MS.

Вимірювальний перетворювач надлишкового тиску SITRANS P - це зручний і точний цифровий вимірювальний перетворювач тиску. Параметризація за допомогою клавіш управління або через зв'язок HART, Інтерфейс PROFIBUS-PA або FOUNDATION fieldbus.

Потужні функції забезпечують точну відповідність датчика вимірювального тиску потребам установки. Незважаючи на численні варіанти установки, управління просте

Вимірювальні перетворювачі тиску з типами захисту "іскробезпечний" і "Ex enclosure" можуть бути встановлені у вибухонебезпечних зонах (зона 1) або в зоні 0. Пристрої мають Сертифікат промислової експертизи ЄС і відповідають відповідним гармонізованим європейським стандартам (ATEX).

Для спеціальних випадків використання, таких як вимірювання високов'язких матеріалів, доступні вимірювальні датчики з сепараторами тиску в різних конструкціях. Вимірювальні перетворювачі тиску мають різні варіанти вимірювання: відносного тиску, абсолютного тиску, різниці тиску; [7]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функція та можливісті:

- Висока надійність також при надлишкових навантаженні хімічних і механічних;
- Підходить для корозійних і неагресивних газів, парів і рідин;
- Широкі можливості діагностики та моделювання
- Окрема заміна вим. осередки і електроніки без додаткового калібрування;
- Індивідуальна заміна батарей і електроніки, що не потребує додаткового калібрування;
- Низька похибка дії;
- Низький довгостроковий дрейф
- Розділи, що стосуються доктрин. речовини з високоякісних матеріалів (нержавіюча сталь, хастеллой, золото, монель, тантал);
- Діапазон вимірювання 1 мбар ... 400 бар зі зв'язком HART;
- Номінальний діапазон вимірювання для DS III PA (PROFIBUS PA) і FF (Foundation Fieldbus) від 1 ° до ° 400 ° бар;
-
- Велика точність виміру;
- Параметрування через клавіші управління і комунікацію HART, PROFIBUS PA або Foundation Fieldbus інтерфейси.
- Налаштування параметрів за допомогою клавіш керування та зв'язку HART, PROFIBUS PA або інтерфейсу FOUNDATION Fieldbus.

Сфера застосування:

Вимірювальні перетворювачі тиску серії DS III RA використовуються в промисловості з високими хімічними і механічними навантаженнями. Завдяки ЕМС в діапазоні 10 кГц ... 1 ГГц DS III RA підходить для використання в місцях з високим електромагнітним впливом.

Вимірювальні перетворювачі тиску з типами захисту "іскробезпечний" і "Ex enclosure" можуть бути встановлені у вибухонебезпечних зонах (зона 1)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або в зоні 0. Пристрої мають Сертифікат перевірки промислового типу ЕС і відповідають відповідним гармонізованим європейським стандартам (ATEX).

Вимірювальні перетворювачі тиску типу захисту «іскробезпечний» для використання в зоні 0 можуть використовуватися з джерелами живлення категорій «іа» і «іб».

Для спеціальних випадків використання, таких як вимірювання високов'язких матеріалів, доступні вимірювальні датчики з сепараторами тиску в різних конструкціях.

Датчик тиску можна запрограмувати локально за допомогою 3 клавіш керування або зовнішньо через зв'язок HART або через інтерфейс PROFIBUS PA.

Перетворювач високого тиску:

Виміряні значення: надлишковий тиск корозійних і неагресивних газів, парів і рідин.

Назва Діапазон вимірювання: Для DS III HART: 0,01 ... 400 бар g (0,145 ... 5802 psi g)

Назва Діапазон вимірювання: Для DS III PA і FF: 1 ... 400 бар g (14,5 ... 5802 psi g).

При вимірюванні рівнів рідини у відкритих резервуарах негативний з'єднання вимірювальної комірки залишається відкритим (вимірювання «відносно атмосфери»).

Під час вимірювання в закритих резервуарах це з'єднання для компенсації статичного тиску має бути під'єднано до резервуару. Залежно від необхідної корозійної стійкості частини, що контактують з вимірюваною речовиною, виготовляються з різних матеріалів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма ТС:



Рис.2.9. Вигляд Норма ТС.

Ваги бункер «НОРМА-Т» призначені для звішування сипучих матеріалів.

Принцип дії та сфера використання:

НВО Механотрон пропонує серію бункер ваг для статичного зважування та підсумовування будь-яких сипучих продуктів. Серія представлена такими моделями: Норма Т, Норма-ТН3, Норма-ТН1, Норма ТН Норма-ТН2, Норма ТП, Норма ТМ, Норма ТЗ. Їх можна використовувати у всіх сферах життя, а толерантність становить лише 0,1%. [8]

Характеристики:

- Можливість передачі даних на віддалені комп'ютери.
- Модульна конструкція спрощує обслуговування та експлуатацію обладнання;
- Можливість дистанційного налаштування рівня продуктивності та використання продукту;
- Конструкція визначає вагу для безперервного потоку з конвеєра або відбору з бункера для зберігання;
- Виберіть потрібну кількість продукту (упакованого в гнучкий контейнер або транспортного засобу).
- Зазначені модифікації відрізняються граничною масою, масою та габаритними параметрами.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип дії Норма-T:

Їхня робота заснована на принципі використання тензодатчика для перетворення сили тяжіння, що створюється продуктом, що зважується, в аналоговий електричний сигнал, величина якого прямо пропорційна масі продукту. До складу входять ваговий датчик, ваговий накопичувальний бункер, силовий і ключовий пристрої, пристрій керування.

Горловина накопичувального бункера має один або два вентиляційних клапана. Один (кілька) тензодатчиків використовується для підвішування вагового бункера, а ваговий бункер оснащений одним (двома) вентиляторними клапанами.

За допомогою клавіатури введіть значення однієї порції продукту в пам'ять ваг. За командою накопичувальний бункер відкривається, забезпечуючи доступ до вагового бункера. При досягненні значення маси окремої порції, введеного оператором в пам'ять комп'ютера, активується клапан, що блокує потік, і виконується процедура статичного зважування. Вага порції відображається на індикаторі та зберігається в пам'яті, після чого відкривається клапан у ваговому бункері. Коли матеріал потрапляє в бункер-накопичувач, зважування повторюють.

МПП51-Ш4:



Рис.2.9. Вигляд МПП51-Ш4.

Програмний контролер ОВЕН МР51-SH4 призначений для управління багаторівневим температурно-вологісним станом технологічного процесу у виробництві м'ясних і ковбасних виробів, хлібобулочних виробництвах, інкубаторах, температурно-кліматичних камерах, ресайклінг-сушильних шафах, при сушінні. деревини, Виробництво залізобетонних конструкцій та ін. Обладнання випускається в екранованих корпусах типу Ш4. [10]

Характеристики ОВЕН МР51:

- Вимірювання трьох параметрів:
 - камерна температура ("сухий" термометр) суха;
 - температура «мокрого» термометра Т_{влаж};
 - Температура продукту Т_{prod}
- Вимір 2-ух параметра:
 - різниця температур $T = T_{dry} - T_{prod}$;
 - Вологість Ψ психрометричним методом (за показаннями «сухого» і «мокрого» термометрів)
- Два ПД-регулятори з високою точністю підтримують будь-які два з п'яти перерахованих вище значень
- Чотири вихідних реле для підключення тенів, систем охолодження, клапанів та інших приводів;
- Налаштування за програмою, заданою користувачем;
- Налаштування в автоматичному режимі ПД-регуляторів;
- 8 транзисторних перемикачів та реле:
 - для сигналізації про аварії та закінчення виконання програми;
 - керувати додатковими пристроями;
- Можливість замовлення вбудованого інтерфейсу RS-485;
- Налаштування на ПК за допомогою програми конфігурації (підключіть ПК за допомогою спеціального кабелю).
- Встановлення рівнів захисту пристроїв для різних експертних груп (регулятори, технічні спеціалісти та ін.);

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

Приклади застосування МПР51:

- Регулятор термогігрометра (Тсух, Ψ);
- Термометр-регулятор (Тсух, Т);
- Двоканальний термостат з додатковим сигнальним каналом (Тсух, Твлаж, Тпрод).

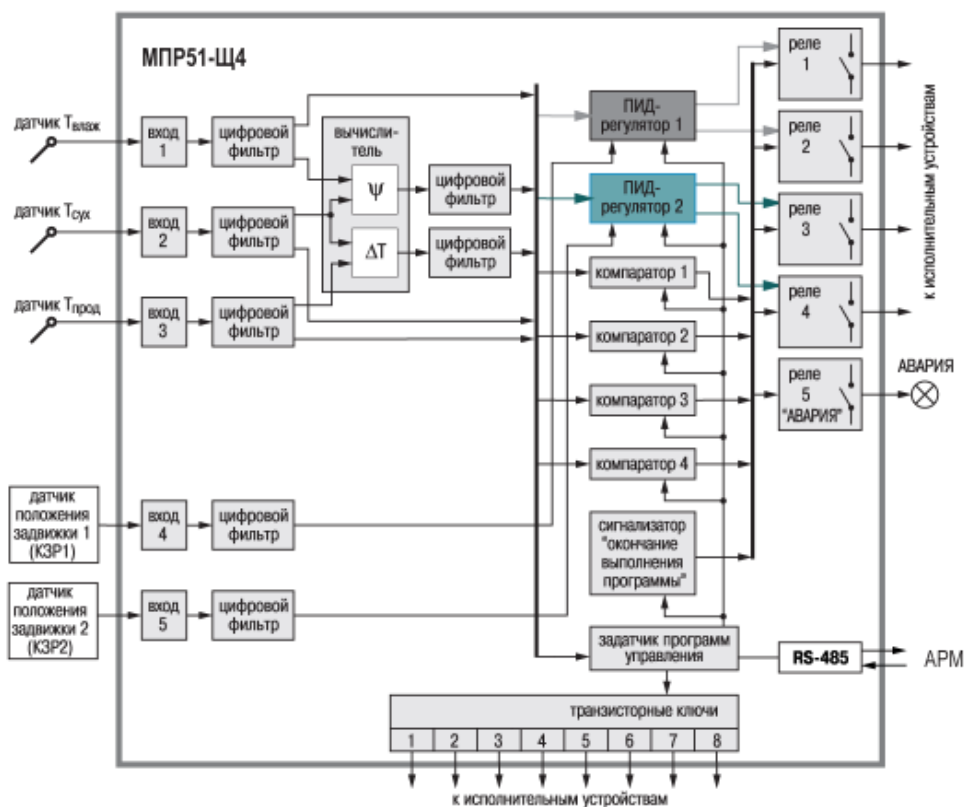


Рис.2.11. Схема підключення МПР51-Щ4.

- Вхід вимірювання температури;
- Датчики температури Dry, Tvlazh і Tprod, підключені до входів 1 ... 3.
- Прилад має дві модифікації входів:
 - о для підключення датчиків TSM / TSP опором 50 Ом;
 - о Для підключення датчиків TCM / TSP з опором 100 Ом, Pt100.
- Використання датчика положення засувки: МПР51-Ш4 може використовувати резистивний датчик положення, підключений до входів 4 і 5 для керування засувкою.

- Вихідні пристрої для керування виконавчими механізмами та сигналами. Для регулювання в MPR51-Sh4 використовуються 4 двопозиційні нормально розімкнуті реле 4 А 220 В, які попарно підключаються до ПД-регулятора.
- Регулювання за програмою, заданою користувачем. Параметри регулювання змінюються відповідно до заданої користувачем програми, що складається з ряду кроків. На кожному кроці програми ви можете вказати наступне:
 - о Вхідні значення для кожного ПД-регулятора (можливо п'ять);
 - о Підтримувати задані значення температури та вологості;
 - о Умови переходу до наступного етапу - за часом та/або після досягнення заданих значень температури (вологості);
 - о швидкість виходу в задану точку;
 - о Імпульсний режим живлення транзисторних ключів
- ПД-регулятори можуть керувати різними механізмами виконання:
 - о Дві цифри (десятки, кулер) за допомогою електромеханічного реле;
 - о Три положення (фіксатор) з використанням двох реле е/м.
- Точне регулювання температури та вологості. MPR51-Sh4 містить 2 ПД-регулятори, які забезпечують точну підтримку будь-яких двох із п'яти виміряних і обчислених параметрів: Dry, Tvlahz, Tprod, Ψ.
- Для управління додатковим обладнанням або сигналізації про хід технологічного циклу можна використовувати п'яте «аварійне» реле або 8 транзисторних ключів з відкритими колекторами. Один із компараторів може використовувати будь-яке неактивне реле, щоб сигналізувати про вихід маніпуляційного значення за межами заданих меж або для двопозиційного регулювання.

Програми зберігаються в окремій пам'яті пристрою і потім використовуються за бажанням користувача. Кількість програм, що зберігаються в пам'яті пристрою, залежить від кількості кроків у кожній програмі. Кількість кроків

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

у програмі задається користувачем. Всього пристрій може зберігати від 60 програм по 7 кроків кожна до 5 програм по 99 кроків кожна.

- Діагностика та контроль технологічних процесів. Пристрій сигналізує «аварійку» шляхом замикання контакту п'ятого реле приладу та загоряння світлодіода «аварійка»:

- о коли будь-який настроюваний параметр перевищує встановлену межу;
- о У разі обриву або короткого замикання датчика;
- о коли діагностика не може продовжувати працювати;
- о Після завершення програми.

Якщо під час виконання програми відбувається тимчасове відключення живлення, подальші дії пристрою визначаються алгоритмом, заданим користувачем.

Підключення до ПК:

Для встановлення значень параметрів використовуйте кнопки на передній панелі приладу. Для кожної групи експертів (регуляторів, техніків тощо) існує набір параметрів, доступ до яких доступний лише за паролем. Параметри MPR51-Sh4 можна призначати та змінювати за допомогою конфігураційної програми на ПК. Для цього пристрій необхідно підключити до ПК за допомогою спеціального кабелю.

Передача інформації на ПК:

Пристрій дає можливість записувати хід технічних процесів на ПК. Ви можете зареєструватися в системі Owen Process Manager SCADA або будь-якій іншій програмі. ОВЕН безкоштовно надає MPR-51-Sh4:

- Драйвери режиму трасування;
- OPC сервер для підключення пристрою до будь-якої системи SCADA або іншої програми, що підтримує технологію OPC;
- Бібліотека WIN DLL для швидкого запису драйвера

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

Підключення:

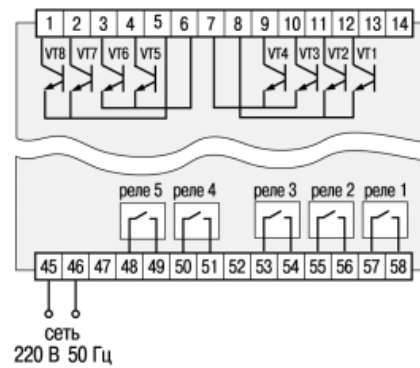


Рис.2.12. Схема підключення датчиків вимірювання.

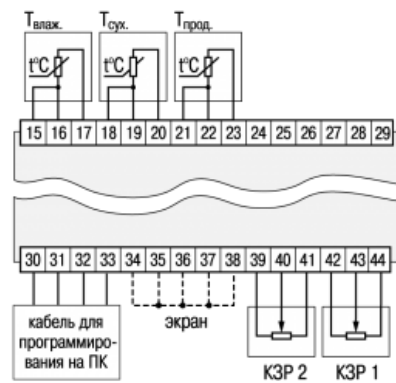


Рис.2.13. Схема з'єднання транзисторного комутатора і вихідного пристрою.

ПМЕ 111:



Рис.2.13. Вигляд ПМЕ 111.

Електромагнітний пускач ПМЕ 111 призначений для запуску електродвигунів, підключених до мережі змінного струму напругою до 500 В і частотою 50 Гц. Триполюсні пускачі є нереверсивними і не мають реле перевантаження. У конструкцію включені додаткові контакти 2NO.

- Номінальний струм становить 10 А до 380 В при U_n , знижується до 6 А при $U = 500$ В.
- Потужність відповідного двигуна залежить від напруги в його ланцюзі:
 - о при 12В 1, кВт;
 - о Під напругою 220В 2, кВт;
 - о При 380В і 500В 4 кВт..
- Стартер оснащений котушкою управління, розрахованою на 220 або 380 вольт. Для утримання головних контактів у зачепленому положенні достатньо напруги котушки в діапазоні 0,85 - 1,1 U_n .
- Категорія кліматичних характеристик і розміщення - УЗ згідно нормативного документа ГОСТ 12683-69.
- Стартер випускається у відкритому виконанні, тому ступінь захисту IP 00 по ГОСТ 164836-96[11]
- Складається з вузлів: електромагнітної системи, контактної системи, металевої основи, допоміжних контактів.

Надійність електрмагніт системи:

Вид зверху електромагнітного пускача РМЕ 112 з тепловим реле. Під час роботи електромагніт керування буде видавати легкий звук, схожий на дзижчання трансформатора. Якщо ви почуєте сильне дзижчання, можливо, котушка перегрівається і електромагніт деренчить, що спричиняє пошкодження кріплення та самоблокування.

Голосне дзижчання може бути викликано такими фактами:

- Недостатнє затягування гвинтів кріплення анкера та сердечника;
- контактна пружина занадто жорстка;
- КЗ в пазах сердечника;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Контактну групу було значно стиснуто;
- Якір ледве рухається або нахиляється;
- Анкер не буде притискатися до сердечника через забруднення або деформацію контактних поверхонь.

Для усунення несправності перевірте контакт між якорем і сердечником і, якщо між ними є бруд, видаліть його. Перевіряють рухомі частини електромагнітів і точність складання нерухомих частин. Вони забезпечують цілісність замкнутої котушки (не допускається збільшення довжини котушки, площі провідника або матеріалу).

Щоб перевірити наявність зон зіткнення в магнітній системі, просуніть тонкий білий папір і копіювальний папір, потім вручну перемістіть якір і перевірте. Анкер слід відрегулювати, якщо площа стику становить менше 60-75% площі стику основи. Подібні роботи акуратно виконує досвідчений слюсар (шабрування уздовж накладки, знімається шар повинен бути дуже тонким).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом

3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації

У пристрої використовується мікропроцесорний контролер Schneider Electric. Останнім часом він широко використовується вітчизняними машинобудівними компаніями для розробки та впровадження систем автоматизації в різних галузях промисловості. Schneider Automation виробляє широкий спектр ПЛК, які традиційно поділяються на дві гілки. Перша гілка включає Modicon TSX Nano PLC, Modicon TSX Premium, а друга гілка включає Modicon TSX Quantum.

Мікропроцесорні контролери преміум-класу TSX призначені для управління складними інженерними або виробничими процесами, які вимагають обробки великих обсягів інформації та управління численними виконавчими механізмами.

Архітектурно TSX Premium складається з одного або кількох взаємопов'язаних незалежних шасі, на яких змонтовані різні модулі: процесори, блоки живлення, дискретні та аналогові модулі вводу та виводу, лічильники, комунікації тощо. Загальна довжина розробленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів.

Контролер містить процесорний модуль, але кожне шасі повинно мати власне джерело живлення, вибір якого залежить від кількості та характеристик модулів, встановлених у цьому шасі.

Конфігурація контролера враховує тип і кількість модулів вводу та виводу, які необхідно використовувати для інтерфейсу датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива</i>		
Розроб.		Гомоляко І. Д.					
Перевір.		Ельперін І. В.					
Секр. Е. К.		Мацебула Д. В.					
Зав. кафедри		Смітюх Я. В.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						44	11
					НУХТ ІА-2-2М		

З одного боку, шасі діє як конструктивний елемент для розміщення та монтажу окремих модулів контролера, а з іншого боку, шасі має загальну шину під назвою X-bus для обміну сигналами та сигналами між модулями, встановленими в шасі.

і дані між кожним модулем контролера. [12]

Процесорні модулі мають різні функції, але основні з них:

- Кількість шасі, які можна використовувати як частину ПЛК.
- Кількість входів – Виходи, які може обробити контролер.
- Кількість спеціальних модулів.
- Кількість і тип мереж, до яких можна підключити ПЛК.
- Відрегулюйте кількість петель управління.
- Тип і обсяг пам'яті.

Процесорні модулі підключаються до шасі за допомогою кабелів X-bus. Якщо припустити, що модуль процесора має термінатор, позначений А, тоді термінатор лінії, позначений В, повинен бути встановлений на іншому кінці шини Х.

У кожному випадку необхідно встановити блок живлення. Доступні різноманітні джерела живлення, що відрізняються за потужністю змінного або постійного струму, потужністю та розміром.

Реалізація алгоритмів, які використовуються для керування процесом виготовлення печіва, треба:

- 8 дискретних виходів;
- 12 аналогових входів;
- 3 аналоговий вихід .

Контролер TSX Premium складається с таких модулів:

1. Блок живлення TSX PSY 2600M;
2. Процесорний модуль TSX P27 3634M;
3. Модуль TSX/IP TSX ETY PORT;
4. Модуль аналогового введення TSX AEY 1600;

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

5. Модуль аналогового виведення TSX ASY 410;
6. Модуль дискретного виведення TSX DSY 08T2.

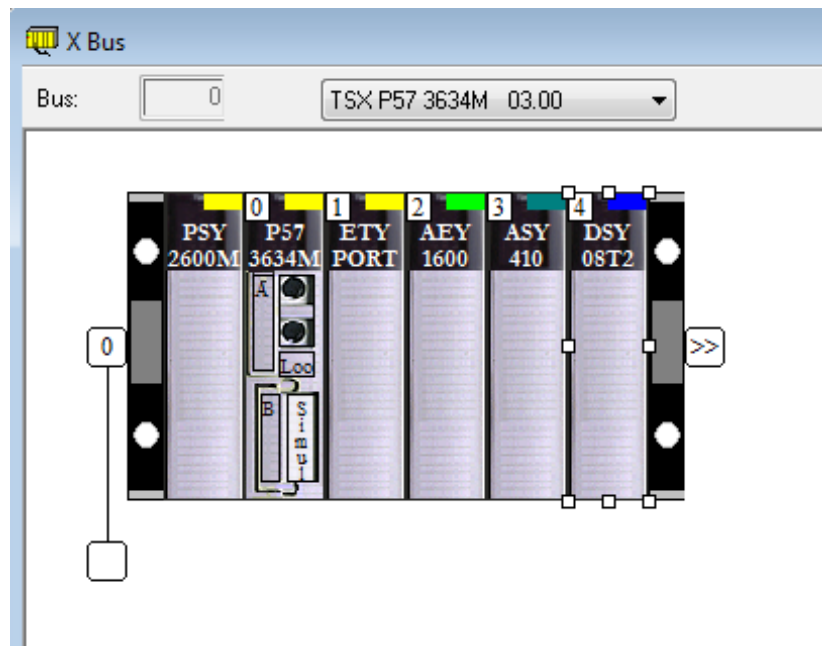


Рис.3.1. Шасі з модулем контролера.

Розширена конфігурація TSX:

Налаштуйте ПЛК, додавши додаткові модулі вводу/виводу, які підключають усі датчики та виконавчі механізми до мікропроцесорного контролера, щоб контролер за вашим вибором міг виконувати всі кроки, необхідні для реалізації бажаної системи автоматизації пекарні. У таблиці 3.1 наведено загальну кількість входів/виходів у системі.

Таблиця 3.1. Програмування МПК

Вимога	Кількість
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	3
Кількість дискретних виходів 9-30V	8

Процесорний модуль TSX P57 4362M був обраний з урахуванням кількості вхідних і вихідних каналів, обсягу пам'яті під програму користувача і доступності зв'язку. Це необхідно для реалізації системи кількості сигналів.

Вибрані такі модулі введення/виведення, який підключає датчик до віртуальної машини:

- 16 ВА (аналоговий вхід) від 4 до 20 мА – TSXAEY2400;
- 4 АВ (аналоговий вихід) 4-20 мА – TSXASY560;
- 16 ДВ (дискретний вихід) 9-30В – TSXDSY05T1;

Аналогові входи:

У цьому проекті застосовується датчик і передавач з вихідним струмом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА по черзі проходить через розподільну коробку і подається на аналого-цифровий перетворювач модуля TSXAEY2400.

Використовуйте створену програму для генерації керуючих сигналів відповідно до значень сигналів, отриманих модулем TSXAEY2400.



Рис.3.2. Модуль аналогових входів TSXAEY2400.

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля TSXASY560 подається на розподільну коробку. Модуль TSXASY560 перетворює сигнали з цифрового в аналоговий

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

у вигляді струмів від 4 до 20 мА. Цей сигнал надходить до електропневматичного перетворювача, де він перетворюється на пневматичний сигнал для керування пневматичним клапаном.



Рис.4.4. Модуль аналогових виходів TSXASY560.

Дискретні виходи:

Модуль TSXDSY05T1 перетворює сигнал з цифрового сигналу в дискретний сигнал і видає на клеми магнітного приводу для управління відкриттям і закриттям.



Рис.4.5. Модуль дискретних виходів TSXDSY05T1.

3.2. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації

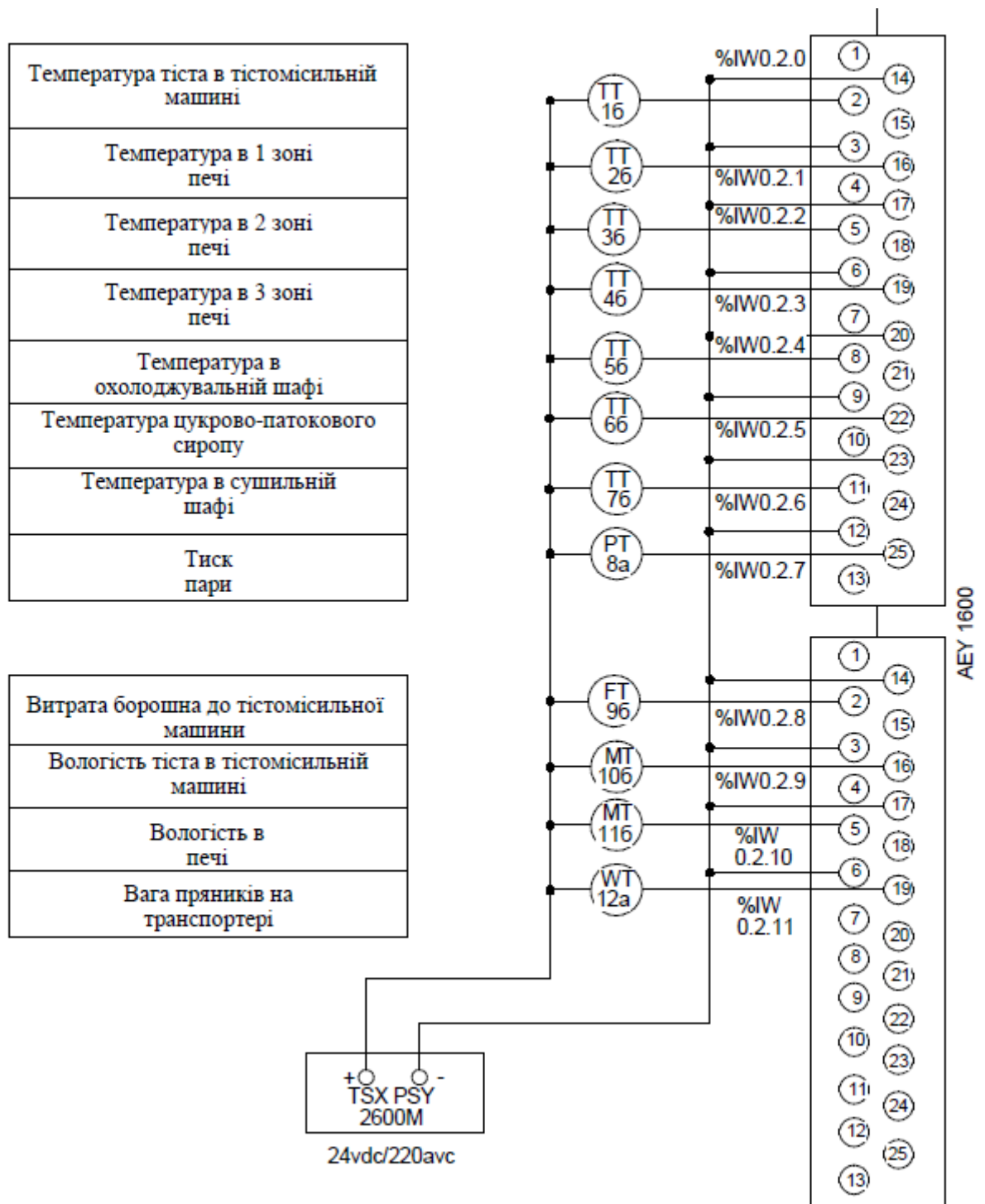


Рис.4.5. Підключення датчиків до модулів аналогових входу.

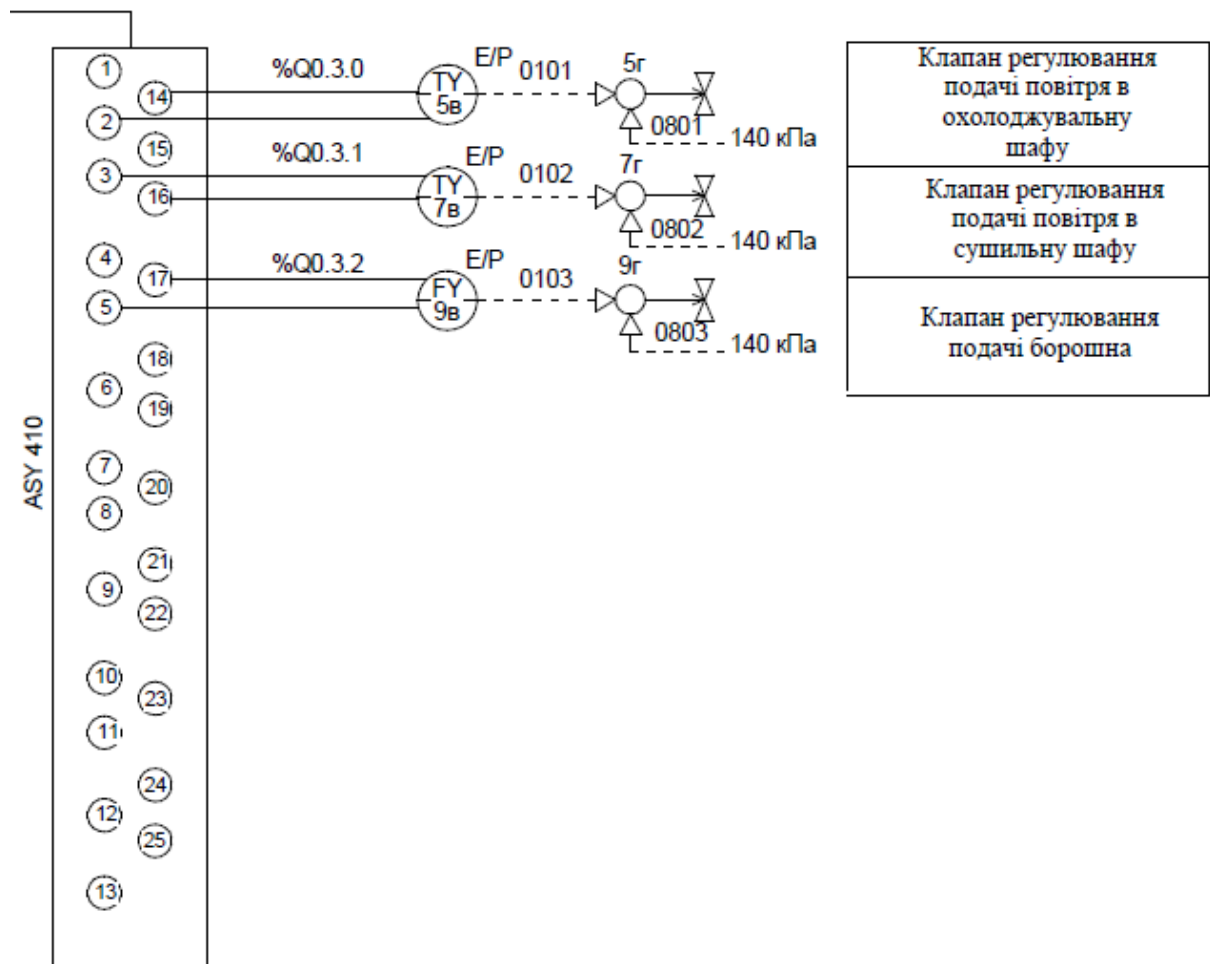


Рис.4.6. Підключення датчиків до модулів аналогових виходів.

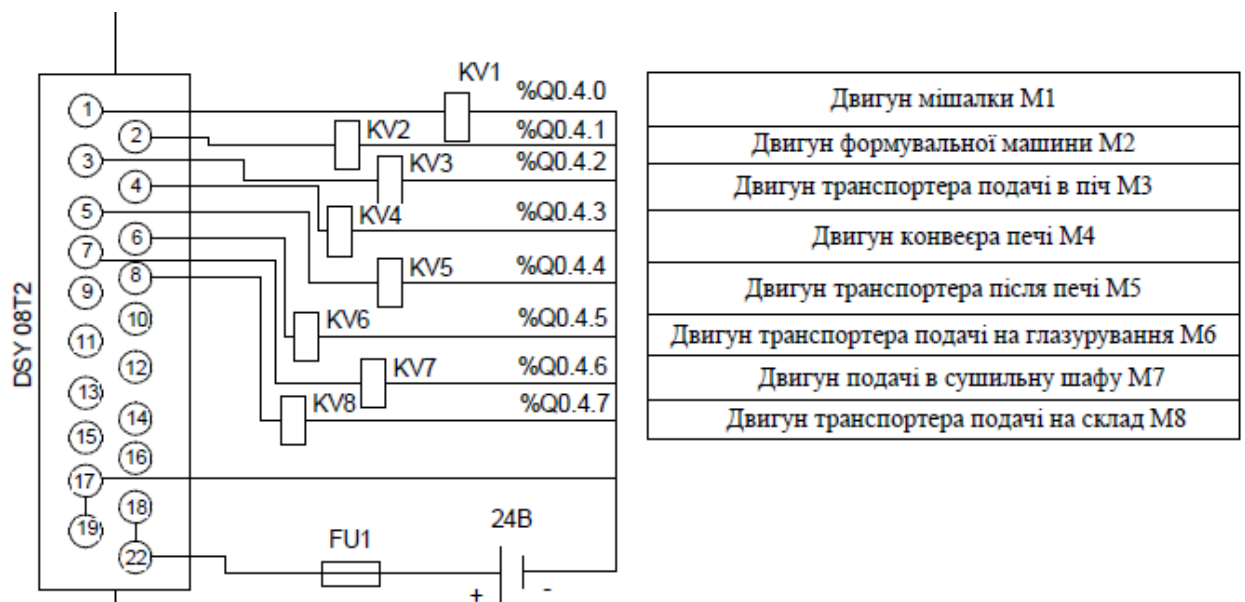


Рис.4.7. Підключення датчиків до модулів дискретного виходів.

Інший датчик температури ТТ (1b-7b) підключається до модуля аналогового введення TSXAEY2400 на клеммах 2-11 першого блоку.

Інформація надходить через аналоговий вхід модуля TSXAEY1600, а інформація датчика температури надходить на контролер, який обробляє отриману інформацію та написану програму та використовує її як додаткову інформацію системи автоматизації після реєстрації. Сигнали від датчиків (5b, 7b) надходять на аналоговий вихідний модуль TSXASY410, до якого підключені електричні перетворювачі (5b, 7b), що керують холодильником (5d) і клапаном подачі повітря в холодильник. Офіс (5д) Сушильна (7б) з подачею повітря.

Датчик тиску RT (8b) підключається до модуля аналогового введення TSXAEY2400 на клемі 25 першого блоку. Після отримання інформації через аналоговий вхід модуля TSXAEY2400 інформація датчика тиску надходить до контролера, який обробляє отриману інформацію та написану програму та реєструє їх як додаткову інформацію для системи автоматизації. .

Вторинний перетворювач витратоміра FT (9b) підключено до модуля аналогового введення TSXAEY2400 на клемі 2 другого блоку. Після отримання інформації з аналогового входу модуля TSXAEY2400 інформація від датчика потоку передається в контролер, де обробляється, реєструється, формується в сигнали керування та передається на модуль аналогового виведення TSXASY410 для обробки. - Контрольний клапан датчика тиску повітря (9v) (9d) для регулювання подачі борошна.

Гігрометр MT (10b-11b) підключається до аналогового входу модуля TSXAEY1600 на клеммах 3-5 другого блоку. Після отримання інформації датчика вологості з аналогового вхідного терміналу модуля TSXAEY2400 вона надсилається на контролер, а контролер обробляє отриману інформацію та написану програму та реєструє її як додаткову інформацію системи автоматизації. .

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

Інформація датчика ваги надходить на контролер після отримання інформації через аналоговий вхід модуля TSXAEY2400. Контролер обробляє отриману інформацію та написану програму, реєструє її та використовує як додаткову інформацію для системи автоматизації.

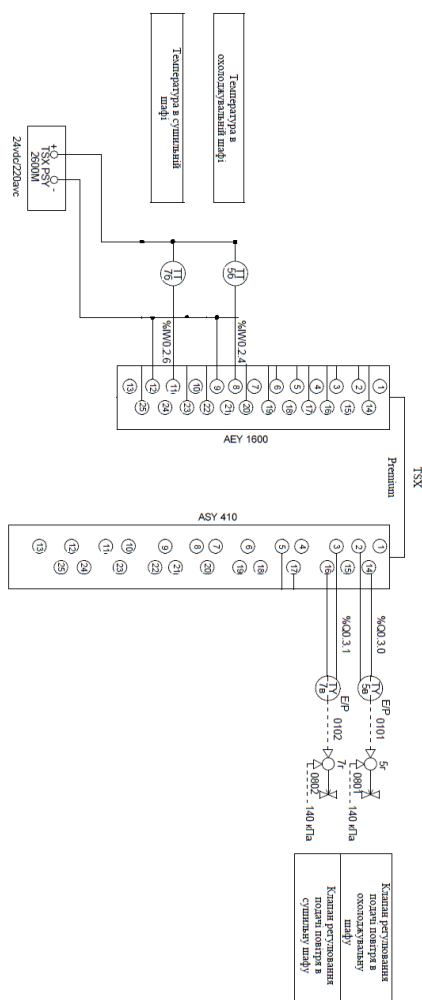


Рис.4.8. Підключенні датчики температури та ЕП до модулів аналогового входу та виходу

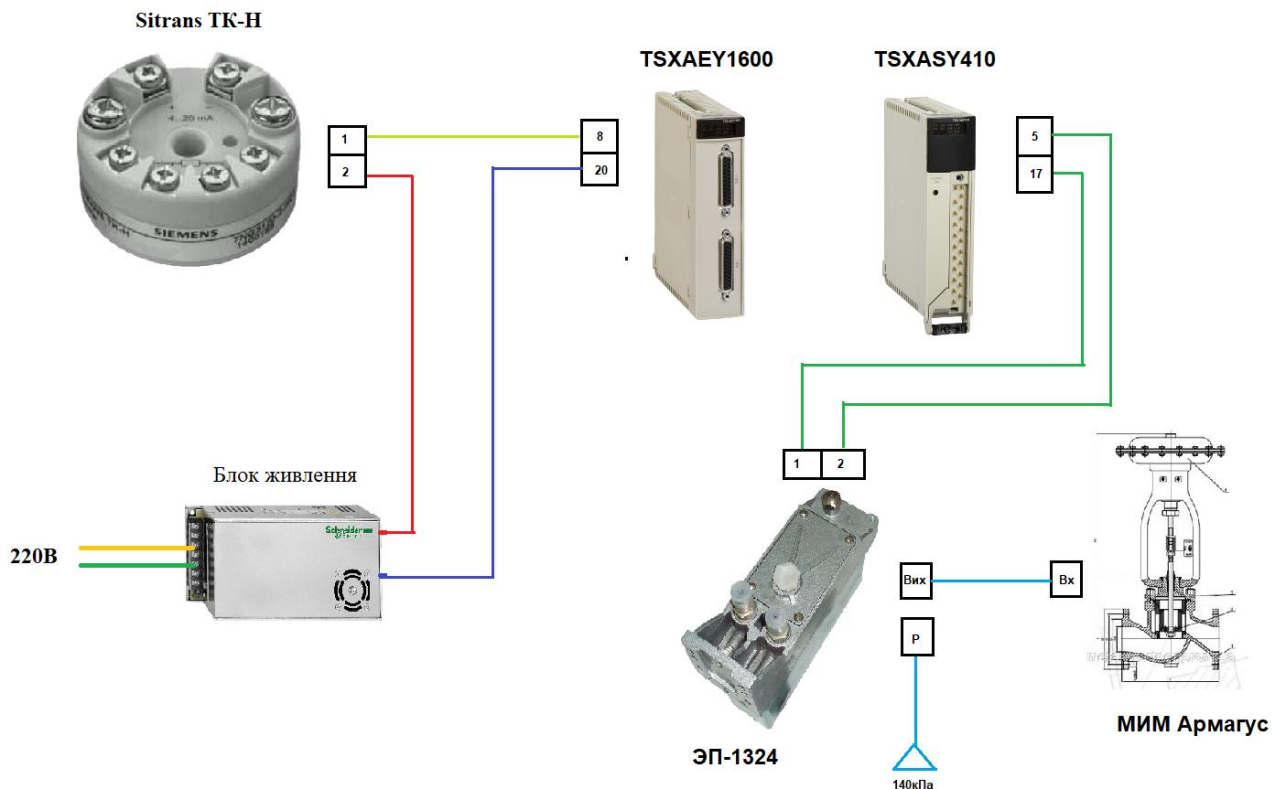


Рис.4.9. Підключення технічних засобів контуру контролю та регулювання температури

Опис схеми підключення:

Додатковий датчик температури ТТ (1b-7b) підключається до модуля аналогового введення TSXAEY1600 на клеммах 2-11 першого модуля. Після отримання інформації аналоговий вхідний термінал модуля TSXAEY1600 надсилає інформацію датчика температури на контролер, а контролер обробляє отриману інформацію та написану програму та реєструє їх як додаткову інформацію для системи автоматизації. Сигнали від датчиків (5b, 7b) надходять на модуль аналогового виводу TSXASY 410, який підключається до електричних перетворювачів (5b, 7b) для керування холодильником (5g). Шафа (5г) Сушильна шафа (7б) з подачею повітря.

Розширена схема підключення контуру вимірювання тиску:

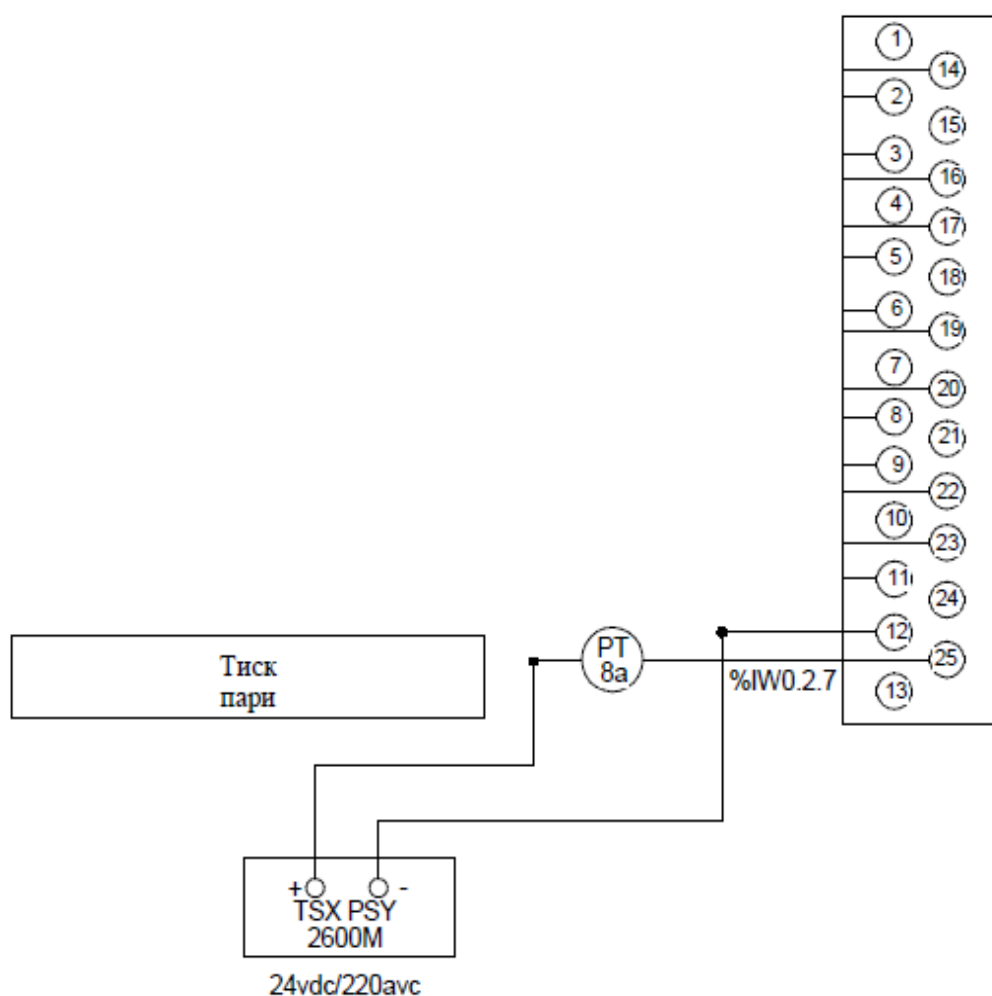


Рис.4.10. Підключені датчиків тиск до модуля аналогового входу

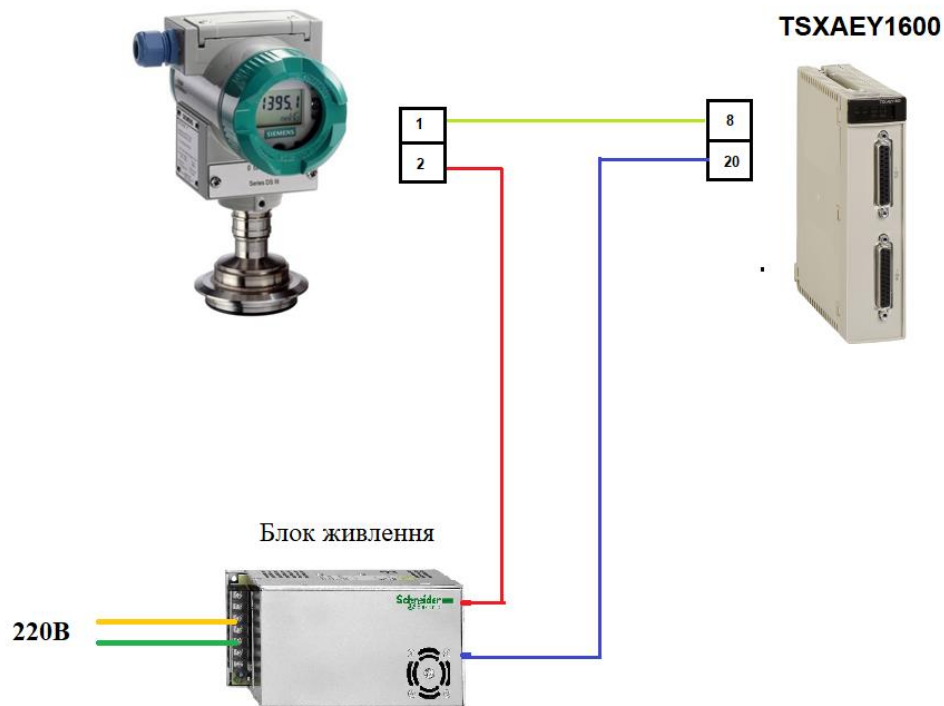


Рис.4.11. Підключення технічного приладів контуру контроль тиск

Опис схеми підключення:

Датчик тиску RT (8b) підключається до модуль аналогового введення TSXAEY2400 на клемі 25 першої блоку. Після отримання інформації через аналоговий вхід модуля TSXAEY2400 інформація з датчика тиску надходить до контролера, який обробляє отриману інформацію та написану програму та реєструє їх як додаткову інформацію для системи автоматизації. .

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Вибір основних параметрів процесу є об'єктивним контролем процесу, що дуже важливо для автоматизації лінії виробництва пряників. Завдяки надійним термометрам на кожному етапі ви можете контролювати та контролювати процес виробництва глазуrowаних пряників.

У цьому проекті використовується термометр опору Pt-100 6MC5660-1BA2 і датчик температури SITRANS TK-H 6NG5244-2JN для моніторингу тістомісильної машини, камери сублимаційної сушки та температури глазури. Датчик температури опору є контактним типом, і опір R змінюється з температурою в залежності від характеристик провідника (металу) або напівпровідника.

Термометри опору виготовлені з платини і відповідають таким вимогам:

- характеристика $R = f(t)$ з безлаговим монотонним перетворенням;
- Значення опору високе, і метал термометра опору не взаємодіє з вимірюваним середовищем;
- Оскільки температурний коефіцієнт опору α сильно змінюється з часом, температурний діапазон термометра опору від 0 до 100°C залежить від:

$$\alpha = (R_{100} - R_0) / (R_0 \cdot 100), [\text{Платина } \square 4 * 10 (1 / \square \text{C})].$$

Термометри опору (див. дані для схеми розміщення, табл. 3) являють собою індукційно намотані дроти діаметром 0,07 мм на стержні з ізоляційного матеріалу (слюди), тобто біфілярну обмотку (два дроти подвійної обмотки. Одночасно) і чутливий елемент термометра опору поміщений в корпус з нержавіючої сталі, він має гвинтове з'єднання для кріплення до металевої стінки технічного обладнання та головку з клемми для підключення зовнішніх проводів.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива		
Розроб.		Гомоляко І. Д.					
Перевір.		Ельперін І.В.					
Секр. Е.К.		Мацебула Д.В.					
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						56	4
					НУХТ ІА-2-2М		

Залежність значення опору термометра опору $R=f(t)$ від температури називають градаційною характеристикою. Для платиного ТО залежність опору від температури визначається трьома членами температурного рівняння $\geq 0^{\circ}\text{C}$:

$$R_n = R_{0n} \cdot (1 + \alpha t + \beta t^2),$$

$$\text{де } \alpha = +3,96810^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}; \beta = -5,84710^{-7} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}.$$

Залежно від діапазону вимірювань і вимог до точності вимірювань, RTD підключається за 2-х, 3-х або 4-х провідним ланцюгом. Для цього доступні вимірювальні вставки з 2, 3 або 4 внутрішніми лініями. Вимірювальні вставки з двома внутрішніми лініями доступні в 3- та 4-провідних конструкціях, щоб трохи зменшити внутрішній опір лінії. Лише три розширювачі, використані в цьому проекті, можуть точно компенсувати розширення в робочих умовах. Якщо внутрішній опір лінії перевищує 0,2 Ом, значення вказується на монтажному фланці вимірювальної вставки. Сила струму термометра викликає підвищення температури відносно вимірюваного матеріалу. Результируюча похибка зростає з квадратом струму термометра і лінійно залежить від відповідного значення опору вимірювання. Окрім сили струму термометра, похибка також залежить від конструкції термометра та теплообміну між захисною трубкою та вимірюваною речовиною. Вторинні пристрої, що працюють за експоненціальним методом вимірювання, висувають підвищені вимоги до вимірювальних функцій. При цьому сила струму термометра не повинна перевищувати 10 мА, щоб похибка нагріву була в допустимих межах.

Для встановлення в труби, резервуари тощо, залежно від механічних або хімічних навантажень, використовуйте відповідні захисні аксесуари. Процес вибору відповідного матеріалу захисної трубки або комбінації різних матеріалів захисної трубки має бути дуже обережним, оскільки ці матеріали мають витримувати навантаження, викликані статичним тиском, витрата і

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температура. Крім того, головний момент інерції повинен бути якомога меншим.

Тип установки захисної труби залежить від мети використання. Для допустимого робочого тиску приблизно до 90 бар вкрутіть захисну трубку в трубу. Для більш високого тиску доступні зварні конічні захисні труби. На фланці кріпиться термометр для контролю печі.

Відповідальність виробника не поширюється на захисні аксесуари через різні умови експлуатації. Якщо установка виконується виробником і клієнт надає точні та детальні дані про умови експлуатації, виробник несе відповідальність в рамках загальних умов поставки за пошкодження та помилки вимірювання, що виникли внаслідок неправильного встановлення.

Термометр з розподільною коробкою Pt-100 7MC1000-1BA2, діапазон температур $-50 \dots + 600^{\circ}\text{C}$, можливе виготовлення вбудованого датчика температури. Він забезпечує вимірювання температури без «мертвих зон», може бути встановлений на існуючих трубах і широко застосовний для всіх діаметрів труб. Оптимальний запис температури можливий завдяки системі металевих затискачів. Змінну вимірювальну вставку Pt-100 можна використовувати без зміни положення точки вимірювання. Також можливе калібрування.

Вимірювання температури простим і швидким монтажем на будь-яку доступну трубу. У цьому випадку немає необхідності переривати трубопроводи і зварювання. З'єднується з трубою подвійною манжетою. Термометр опору має (див. п. 2 таблиці):

1. З'єднання 6MS1652-3BA 0,26 кг легкий металевий (литий) роз'єм з 1 кабельним входом, гвинтовою кришкою, формою В і ступенем захисту IP 54.
2. Кронштейн з нержавіючої сталі 6MS16521-2B, матеріал № 5.567, різьблення з обох сторін.
3. Прикріпіть основу за допомогою натискної пружини.
4. Гайка для монтаж.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Захисна кришка циліндрична, діаметром 10 мм, без швів. Виготовляється з матеріалу № 1.0305, емаль і має додаткове навантаження 1 бар згідно DIN 43772.

6. Ізоляційний блок.

7. Вимірювач опору (вимірювальна обмотка), розташований в керамічній оболонці, з'єднаний трьома проводами, довжиною 600 мм і вагою 0,9 кг. Використовуйте цей вимірювальний елемент для реєстрації температури. Для оптимальної теплопередачі між трубою та Pt100 встановлено систему металевих хомутів. Вимірювальна вставка захищена ізоляційною втулкою з термостійкого пластику.

8. Термозонд 7MS8015-1AA-Z0 з трубчастою манжетою для контролю температури в харчовій та фармацевтичній промисловості, особливо в асептичних умовах. Якщо потрібне калібрування, весь блок Pt100 можна легко розібрати без від'єднання з'єднувальних проводів вимірювальних зондів. Поставляється з усіма стандартними варіантами головки та виделки.

В якості вимірювальних пристроїв разом з термометрами термометрів використовуються сучасні вимірювальні перетворювачі з симетричними і незбалансованими мостами, логарифмами і однорідними вихідними сигналами.

Датчик температури SITRANS ТК-Н 7NG3122-1JN00, який використовується в дисертаційному проекті, перетворює сигнал від термометра опору Pt-100 7MC1000-1BA2 наступним чином: перетворювач, який перетворює його в цифровий код за допомогою гальванічної розв'язки, цифровий сигнал подається на контролер мікроконтролера процесора для лінеаризації та налаштування за потреби діапазон вимірювання.

Параметри конфігурації інверторів Sitrans ТК / ТК-Н (вимірювання діапазону) задаються через комп'ютер. Для цього використовуйте модуль підключення модему HART із програмним забезпеченням SIPROM у двопровідному рішенні.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також можна керувати за допомогою спеціальної ручної панелі керування. Сигнали, необхідні для зв'язку HART, накладаються на сигнал вихідного струму за допомогою частотної маніпуляції (FSK). Дані вимірювального передавача та завдання його конфігурації зберігаються в енергонезалежній пам'яті передавача.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Операційна програма для системи автоматизації була розроблена в програмі Schneider Electric Unity Pro.



Рис.5.1. Програмне забезпечення Unity Pro.

Система Unity Pro — це комплексне програмне забезпечення для програмування, введення в експлуатацію та операційного керування ПЛК Modicon M340, Premium, Quantum і Atrium. Відповідає стандарту IEC 61131-3, визнаючи переваги пакетів PL7 і Concept на основі добре відомих стандартів PL7 і Concept.

Unity Pro має повний набір готових функцій для підвищення продуктивності:

- Нова вбудована діагностика.
- Сучасний функціонал;
- Оптимальна стандартизація, що дозволяє багаторазові розробки;
- Багато інструментів для тестування програм і вдосконалення системи;

Unity включає спеціальне програмне забезпечення з такими можливостями:

- Природні соціальні навички.
- Розробляти та створювати програми з інтеграцією PLC/HMI.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гомоляко І. Д.			Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива	Літ.	Арк.
Перевір.		Ельперін І.В.					61
						НУХТ ІА-2-2М	
Секр. Е.К.		Мацебула Д.В.					
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.					
						Акрушів	5

Прозорі готові TCP/IP Ethernet і веб-платформи автоматизації Modicon мають оптимізовані рішення. Служби веб-сервера, електронна пошта, прямий доступ до бази даних, синхронізація пристроїв, розподілений ввід-вивід.

Операційна система Unity Pro Tools дозволяє:

- Настроювані панелі інструментів і значки.
- Функція перетягування та масштабування.
- Вбудоване діагностичне вікно.
- Прямий доступ до інструментів та інформації.
- 100% конфігурація графіки.

Розширений діапазон функцій:

- Історичні журнали операторів системи Unity Pro, що зберігаються в захищеному файлі.
- Захист даних користувачів і паролів.

Моделювання ПЛК:

Вбудовані функції емуляторів ПЛК дозволяють точно відтворювати поведінку програми ПЛК на комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження для найкращої якості перед установкою.

- Поетапність виконання плану.
- Точки зупинки програми та контрольні точки змінних.
- Жива анімація для тестування змінних і логіки під час виконання.
- Зменшити час вимушених простоїв.

Unity Pro Toolkit підтримує бібліотеку DFB для запуску діагностики. Інтегровані в програму функціональні блоки використовуються (цілеспрямовано) для контролю безпечних умов праці та розвитку процесів у часі.

У вікні програми відображаються всі повідомлення про збої системи та помилки програми в хронологічному порядку з позначками часу їх виникнення. Існування

З цього вікна ви можете запустити редактор одним клацанням миші

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усунення програмних помилок (пошук помилок у вихідному тексті).

Зміни, внесені онлайн, можна згрупувати в режимі офлайн на комп'ютері та завантажити безпосередньо в ПЛК, щоб усі зміни вносилися протягом одного циклу сканування. [12]

Переваги стандартизації:

Інструментальна система Unity Pro має повний набір інструментів і функцій для створення програм відповідно до характеристик процесів або блоків.

Програма розділена на функціональні блоки, розташовані в ієрархічному порядку, включаючи:

- управління програмою;
- Динамічні таблиці;
- Екрани оператора;
- Гіперпосилання.

Основні загальні функції можуть бути запрограмовані в спеціальних функціональних блоках (DFB) у IEC 55684.

Багаторазове використання модулів:

Усі модулі оптимізовані та сумісні, що скорочує час розробки та введення в експлуатацію при оптимізації якості:

- Функціональні модулі можна повторно використовувати в додатку та імпортувати/експортувати між проектами за допомогою XML;
- Функціональні блоки можна легко «перетягнути» з бібліотеки в проект за допомогою техніки перетягування «мишею»;
- Автоматично оновлювати копії блоків телешоу при зміні бібліотек (необов'язково).

Також був розроблений алгоритм промислового логічного контролера (PLC) для запуску системи автоматизації виробництва печива. Структурна схема контролера показана на рисунку 5.2.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реалізація алгоритму керування процесом виробництва печива вимагає:

- Дискретний вихід 8;
- Аналоговий вхід 12;
- Аналоговий вихід 3.

Контролер TSX Premium складається з наступних модулів:

1. Блок живлення TSX PSY 2600M
2. Процесорний модуль TSX P27 3634M
3. Модуль TSR/IR TSX ETY порт
4. Аналогового введення TSX AEY 1600
5. Аналогового виведення TSX ASY 410
6. Дискретного виведення TSX DSY 08T2

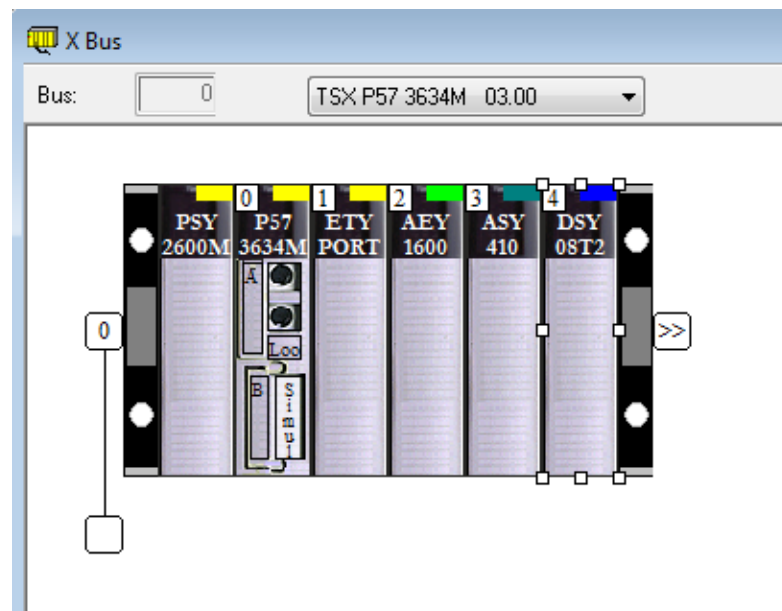


Рис.6.2. Компонування проєкту TSX Premium.

Схема підключення датчика до контролера реалізована на сторінці 2 графічного матеріалу, де кожен провід має свій номер для зручності підключення. Використовуйте пневматичні приводи.

Таблиця 6.1. Аналоговий вхід для TSX Premium

Variables DDT Types Function Blocks DFB Types					
Filter   Name = *					
☒ EDT	☒ DD				
Name	Type	Address	Value	Comment	
 temperatyra_tista	REAL	%iaw0.2.0			
 temperatyra_1_zona	REAL	%iaw0.2.1			
 temperatyra_2_zona	REAL	%iaw0.2.2			
 temperatyra_3_zona	REAL	%iaw0.2.3			
 temperatyra_oxol_shafa	REAL	%iaw0.2.4			
 temperatyra_tsykrovo_pat_surop	REAL	%iaw0.2.5			
 temperatyra_syshul_shafa	REAL	%iaw0.2.6			
 tusk_para	REAL	%iaw0.2.7			
 vutrata_boroshna	REAL	%iaw0.2.8			
 vologist_tista	REAL	%iaw0.2.9			
 vologist_pich	REAL	%iaw0.2.10			
 ivaha_pryanukiv	REAL	%iaw0.2.11			

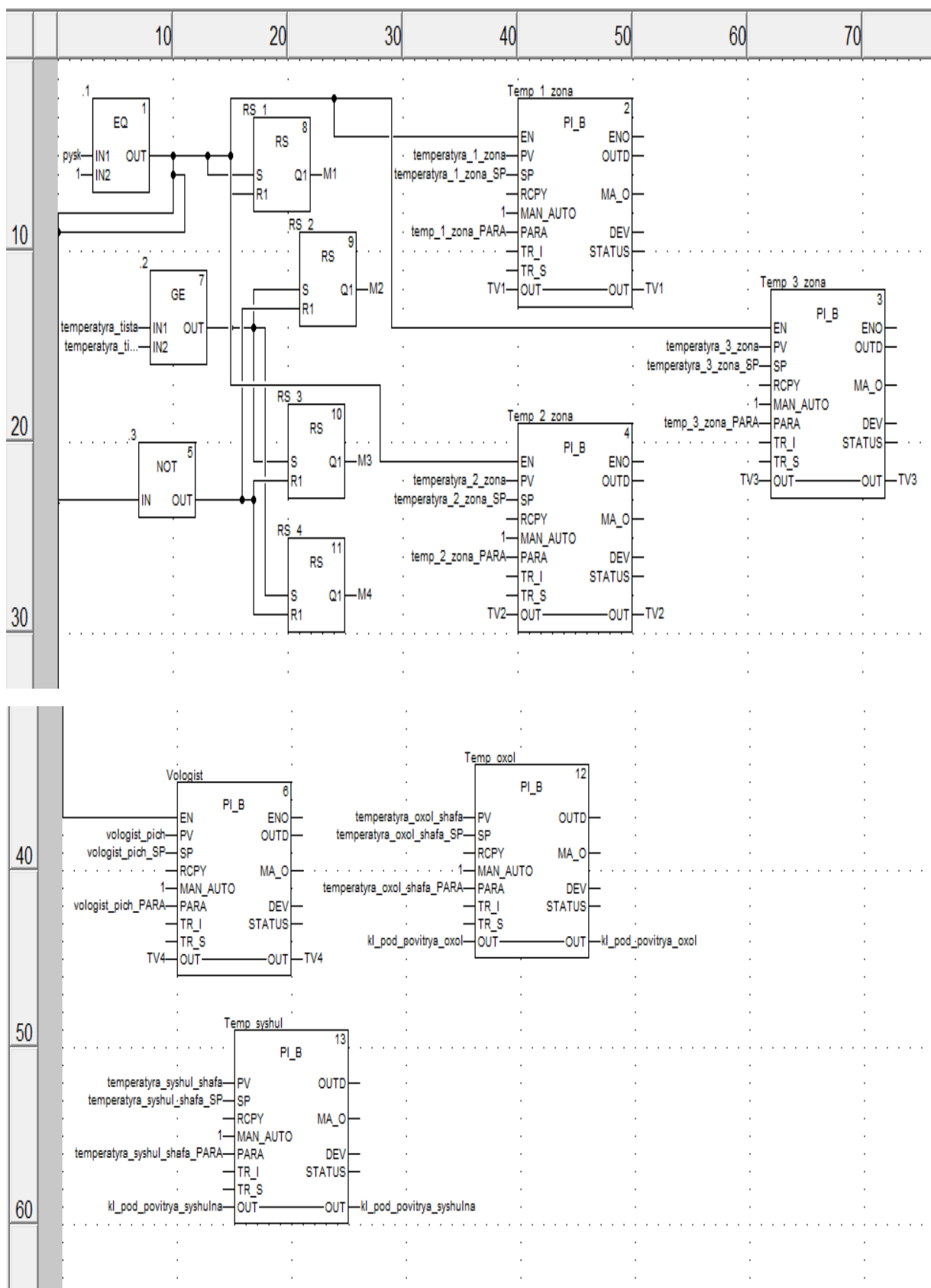
Таблиця 5.2. Аналогових виходах для TSX Premium

 kl_pod_povityra_oxol	REAL	%qaw0.3.0		
 kl_pod_povityra_syshulna	REAL	%qaw0.3.1		
 kl_pod_boroshna	REAL	%qaw0.3.2		
				

Таблиця 5.3. Дискретним виходів для TSX Premium

 M1	BOOL	%q0.4.0		
 M2	BOOL	%q0.4.1		
 M3	BOOL	%q0.4.2		
 M4	BOOL	%q0.4.3		
 M5	BOOL	%q0.4.4		
 M6	BOOL	%q0.4.5		
 M7	BOOL	%q0.4.6		
 M8	BOOL	%q0.4.7		

Частина програмного забезпечення процесу по виготовленню печива:



Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Vijeo Citect є частиною програмного забезпечення для спільної роботи та компонента PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації процесів Schneider Electric для систем планування будівель.

Vijeo Citect — це надійна, гнучка, високопродуктивна система, розроблена для систем керування та збору даних у всіх сферах промислової автоматизації.

Потужні інструменти та функції візуалізації дозволяють створити просту у використанні систему планування, яка надає операторам повний контроль над процесами та процесами та

своєчасне реагування на відхилення в них в кінцевому підсумку підвищує їх ефективність. Легкі у використанні інструменти конфігурації та потужні функції Vijeo Citect дозволяють швидко та просто проектувати та розгортати рішення для систем проектування будь-якого розміру.

Серед потужних функцій:

- Повне резервування для надійного рішення: збої обладнання в критичних виробничих зонах можуть призвести до потенційно небезпечних ситуацій. Повне резервування Vijeo Citect гарантує, що апаратні збої в будь-якій частині системи не призведуть до втрати функціональності або продуктивності.

- Потужна графіка та інтерфейс користувача: графічні можливості системи SCADA є вирішальним фактором у визначенні зручності її використання. Vijeo Citect дозволяє розробляти повнокольорові, послідовні, прості у використанні та інтуїтивно зрозумілі графічні інтерфейси.

- Аналітика процесів: Vijeo Citect Process Analytics – це інтуїтивно зрозумілий і простий у використанні інструмент візуалізації та аналізу даних, який є частиною системи SCADA.

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Гомоляко І. Д.			Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Ельперін І.В.							
							67	5	
Секр. Е.К.		Мацебула Д.В.				НУХТ ІА-2-2М			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.							

Аналітика дозволяє переглядати всю історію вашого бізнесу та надає операторам важливу інформацію, щоб допомогти їм підвищити ефективність і продуктивність.

- Простота конфігурації: незалежно від того, налаштовуєте ви розподілену систему для процесу очищення води чи централізовану систему для процесу транспортування руди, гнучкість і великий набір інструментів Vijeo Citect можуть прискорити процес конфігурації системи керування, значно скорочуючи час і вартість розробки та мінімізуючи проектний ризик.

Vijeo Citect розроблено для забезпечення гнучкої розробки, впровадження, управління обслуговуванням для промислових підприємств будь-якого розміру,

Підтримка та розвиток систем управління процесами. Вбудовані інженерні рішення Vijeo Citect забезпечують кілька рівнів резервування для забезпечення надійності системи та часу безвідмовної роботи.

Щоб створити проект цією мовою, потрібно налаштувати ORS і перевірити підключення до контролера. Інструмент налаштування OFS також налаштований, тут ми вказуємо тип пристрою SNAIDER. Далі при створенні проекту за допомогою інструментів/майстра конфігурації вашого комп'ютера внесіть деякі налаштування, де вкажіть ім'я сервера, драйвер, тип пристрою, протокол ORS, а в полі адреси напишіть Schneider.Aut-OFS. Далі в редакторі проекту перевіряємо, щоб всі наші пристрої відображалися у відповідних вікнах.

Оскільки цей проект було створено в демо-версії, ця конфігурація не була виконана з використанням ресурсів і звернень, які автоматично реєструються за замовчуванням

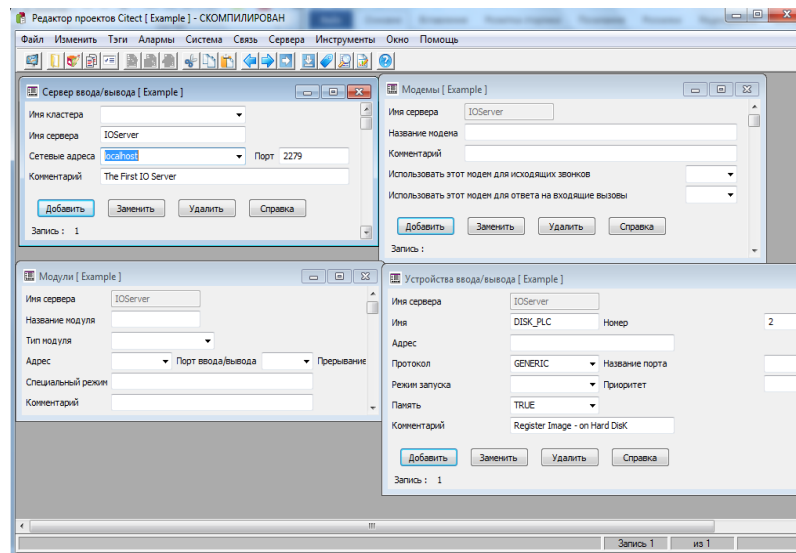


Рис.7.1. Програмування установками редактору проектах.

Щоб побачити повну картину відображення всього процесу виготовлення печіва створено два вікна: перше – власне відображення процесу виготовлення печіва (рис. 3.3), а друге – тенденцію зміни параметрів процесу (рис. 3.4).

Крім того, у першому віконці показується повідомлення про стан техпроцесу.

Внесено зміни в техпроцес для коректної роботи програми SCADA.

Екран головного процесу виготовлення печіва наведено нижче:

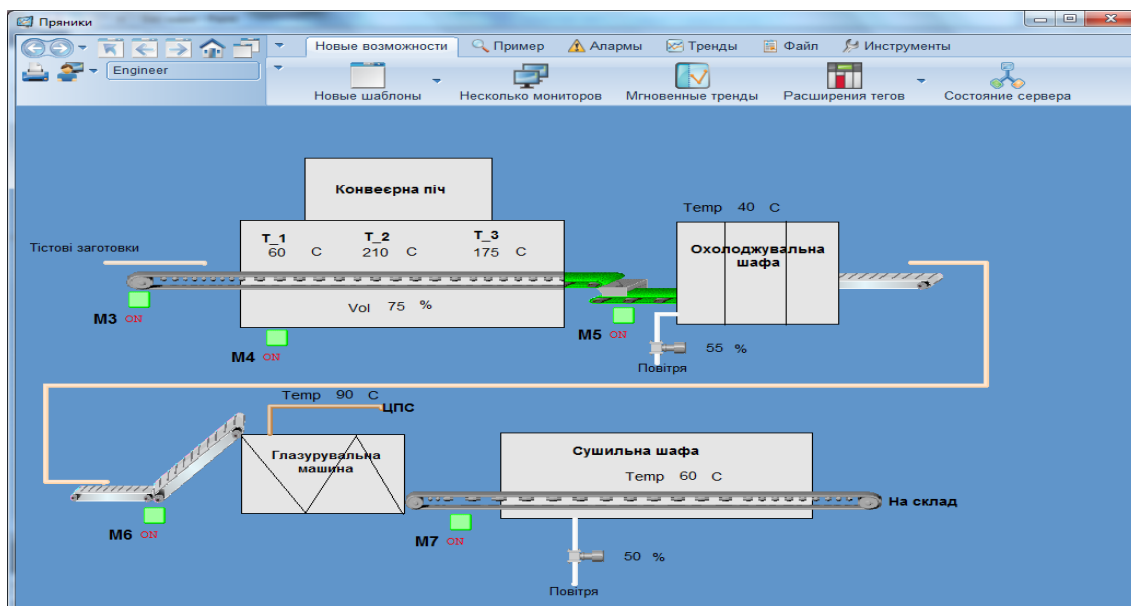


Рис.7.2. Мнемосхема технпроцес приготування печіва.

Для створення міток форма для перегляду та редагування має назву: Мітки/Мітки змінних.

Відкриває вікно редагування для дискретної сигналізації в редакторі

Пункт - Виберіть пункт меню Сигнал/Дискретний сигнал.

- у полі Тег тривоги - нова назва конкретного сигналу,
- У полі змінної Tag A виберіть зі списку ім'я дискретного тегу зі значенням «1», це буде джерело сповіщення, щоб бути інформативним для оператора, ви можете заповнити назву сповіщення, поля опису та коментаря. Залиште інші поля порожніми.

Викличте форму редагування дискретного сигналу. У редакторі проекту виберіть пункт меню «Сигнали/Аналогові сигнали».

Щоб створити сервер сигналізації, відкрийте форму в меню Сервери/Сервер сигналізації, вкажіть назву нового сервера та натисніть кнопку Додати. Цей сервер працюватиме в тому ж кластері, що й сервер введення/виведення.

Нові теги трендів створюються на основі тегів для певної змінної в меню Мітки/Мітки трендів.

У меню Server/Trend Server відкрийте форму та вкажіть назву нового сервера. Натисніть кнопку Додати. Цей сервер працює в тому ж кластері, що й сервер введення/виведення та сервер сигналізації. У графічному редакторі створіть нову сторінку в шаблоні singlepa та збережіть її як ProcessAnalyst.

Ви можете перейменувати криву та встановити колір осі тренду та ліній.

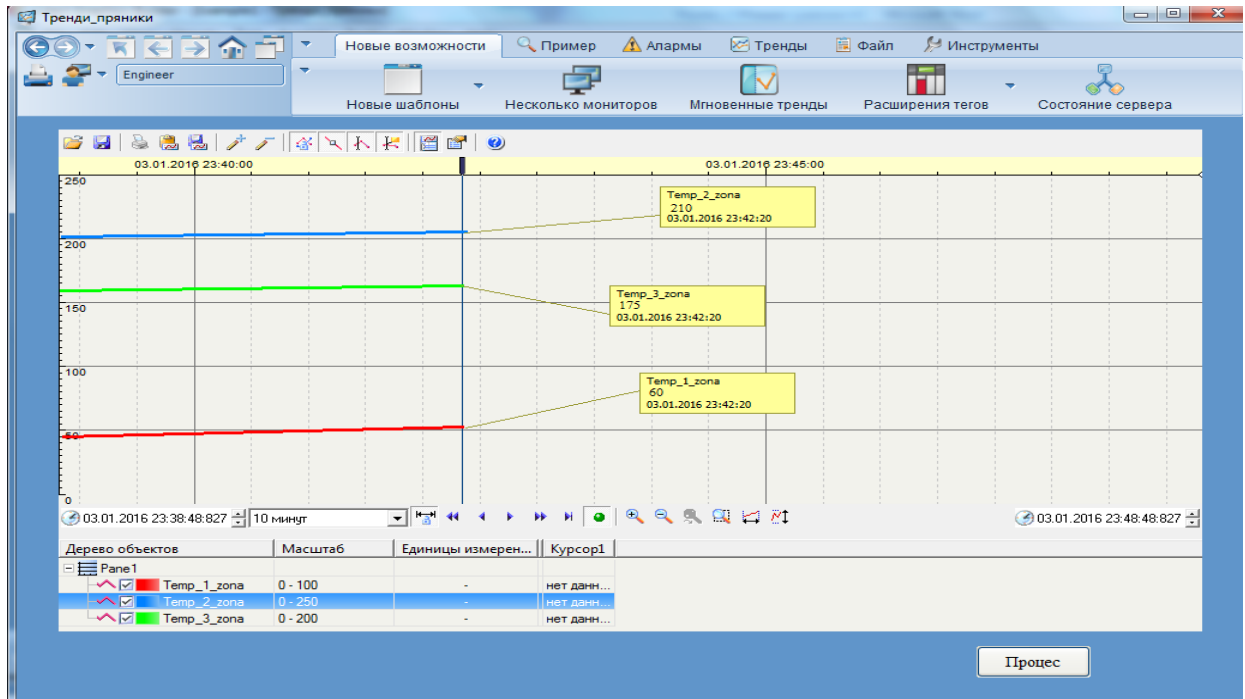


Рис.7.3. Тренд реальний час зміни температури зон в пічі.

Дата	Время	Тег	Имя	Состояние	User Comment
03.01.2016	23:23:15	Temp	Температура	LOW	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_9	Мотор 5 Перегрев	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_8	Мотор 4 Мало масла	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_10	Мотор 5 Мало масла	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_7	Мотор 4 Перегрев	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_6	Мотор 3 Мало масла	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_5	Мотор 3 Перегрев	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_4	Мотор 2 Мало масла	OFF	
03.01.2016	23:24:07	ALARM_3	Мотор 2 Перегрев	OFF	
03.01.2016	19:25:45	ALARM_2	Мотор 1 Мало масла	OFF	

Рис.7.4. Проекція сповіщення тривоги і аларму.

Розділ 7 – Спеціальне завдання.

Розробка інтелектуальної системи керування процесів випікання тіста в печі

7.1 Опис алгоритму

Завдання полягає у створенні підсистеми оцінки якості, яка приймає три входи та формує відповідні логічні рішення на основі оцінки. на рис. 1.2. Описує структуру системи логічного висновку.

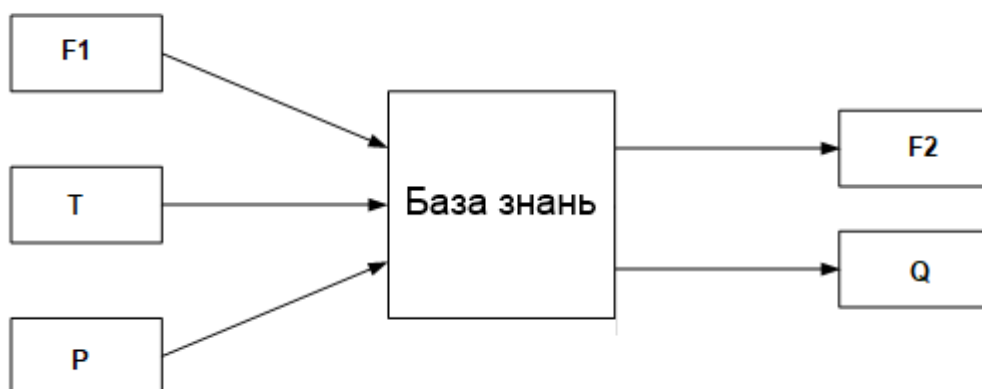


Рис.1.2. Структура експертної системи

Входи:

F1 – витрата борошна ;

T1 – температура в середені печі;

P1 – тиск пари в середині пічки;

Виходи:

F2 – витрата готового тіста;

Q – контроль вологості тіста.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації процесу виробництва печива	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Гомоляко І. Д.						
Перевір.		Ельперін І.В.					72	17
						НУХТ ІА-2-2М		
Секр. Е.К.		Мацебула Д.В.						
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Використовуючи програмне середовище MATLAB і вбудовану функціональність FIS Editor Fuzzy Logic Toolbox, ми створюємо прийнятні вхідні та вихідні змінні.

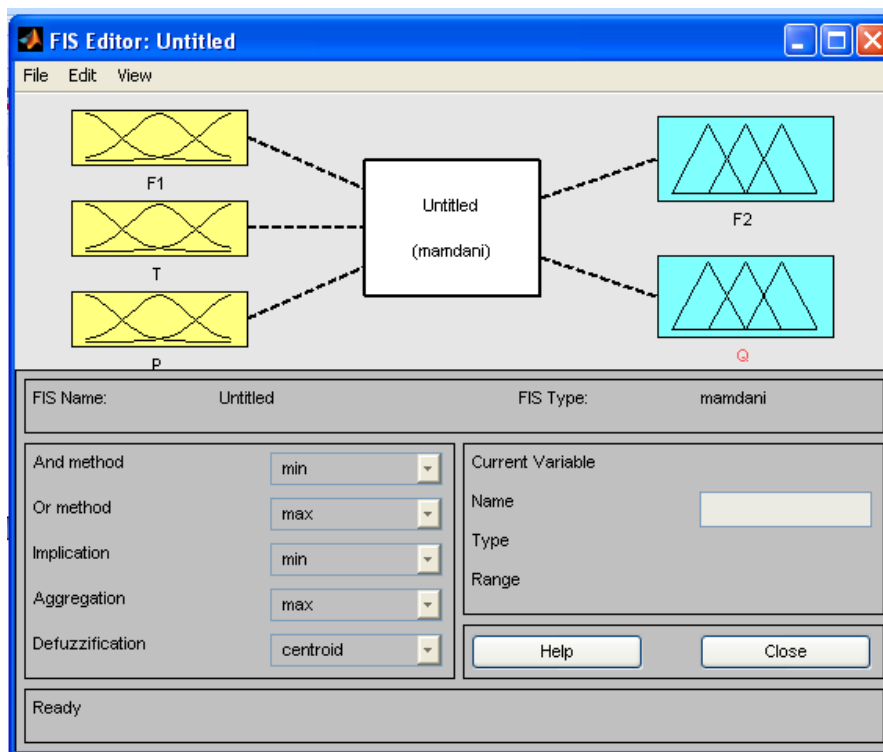


Рис 2.1 Вхідні та вихідні параметри у вікні FIS Edit.

Ми будемо реагувати на кожну змінну за допомогою п'яти функцій належності. У меню Правка вибрати пункт підменю Додати МФ... - Додати необхідний тип (Тип МФ) і кількість функцій належності (Кількість МФ).

У вікні Editor Function Editor ми налаштовуємо параметри кожної функції належності.

В області параметрів Current Variable параметри Range (рядок) і Display Range (рядок відображення) використовуються для встановлення діапазону змінної.

В області параметрів поточної функції приналежності ви можете змінити назву змінної мови в полі Ім'я, тип функції приналежності тип і параметр и полі Параметри.

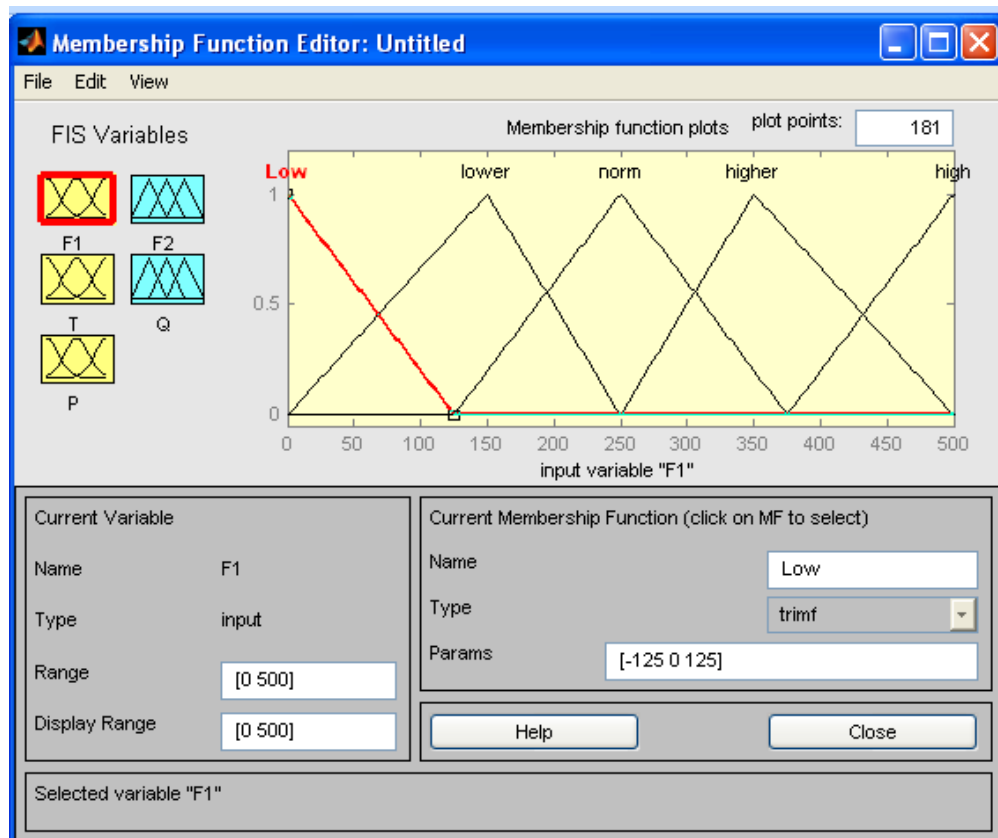


Рис 2.2. Функція належності витрати борошна.

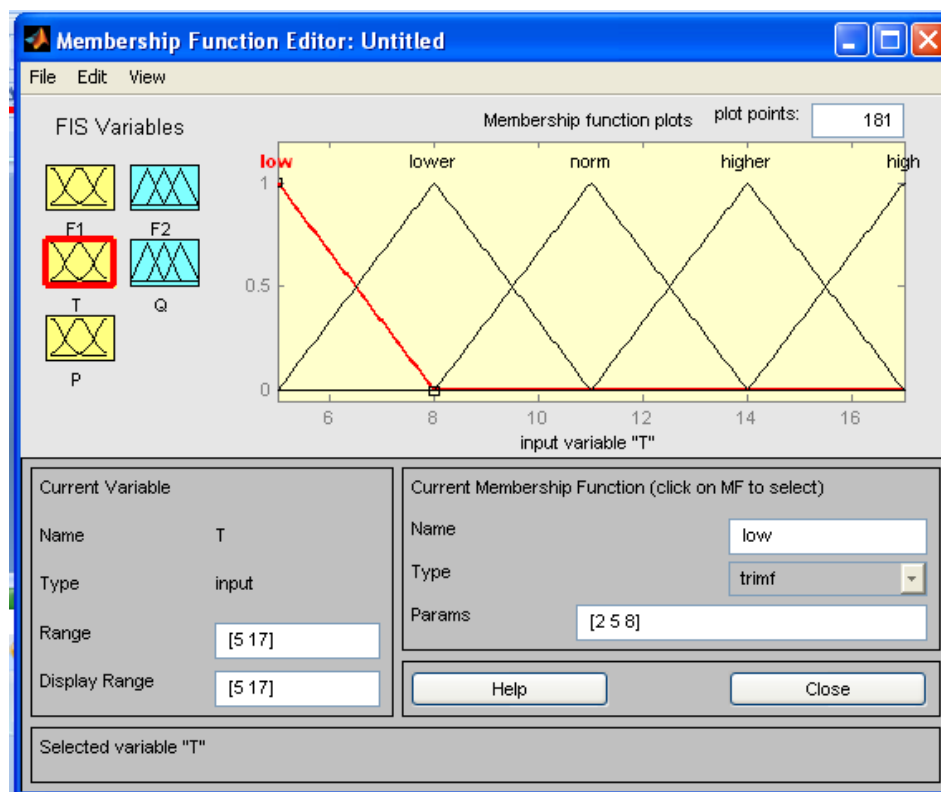


Рис 2.3. Функції належності температури всередині пічки.

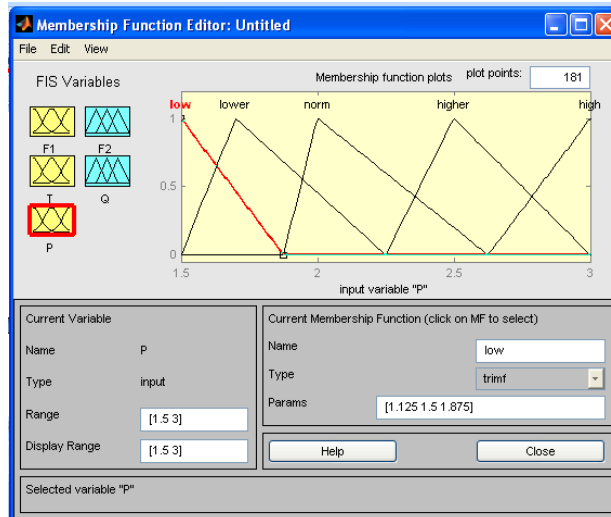


Рис. 2.4. Функції належності тиску пари пічки.

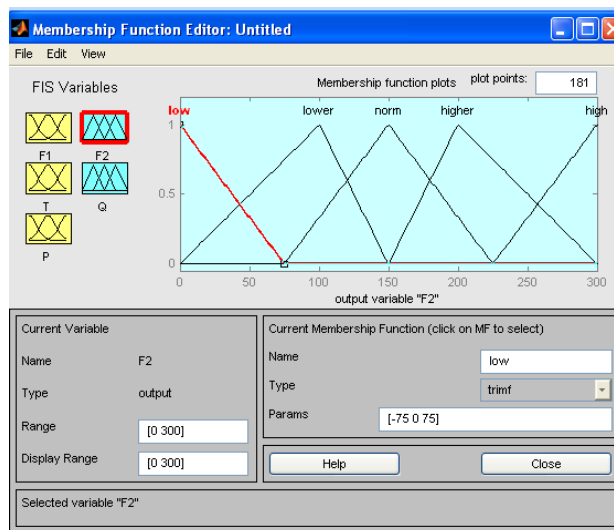


Рис. 2.5. Функції належності витрати готового борошна.

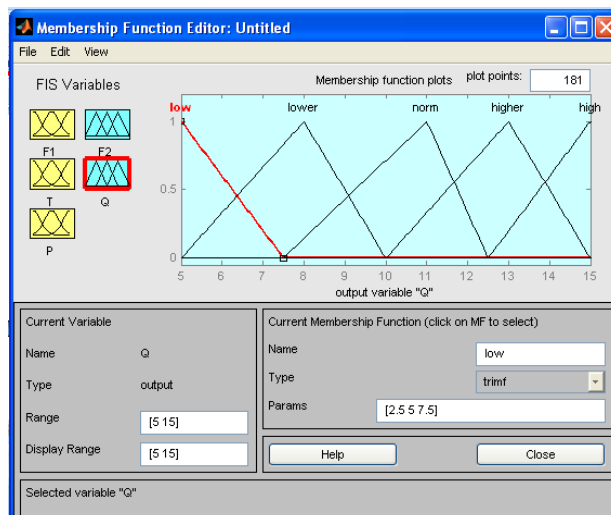


Рис. 2.5. Функції належності контролю вологості тіста.

7.2.Опис спеціального програмного забезпечення.Аналіз результатів роботи системи:

У головному вікні редактора FIS у меню Правка - Правила... відкрийте вікно Редактор правил. У цьому вікні визначаються нечіткі правила поведінки системи.

Створили набір правил для системи формування:

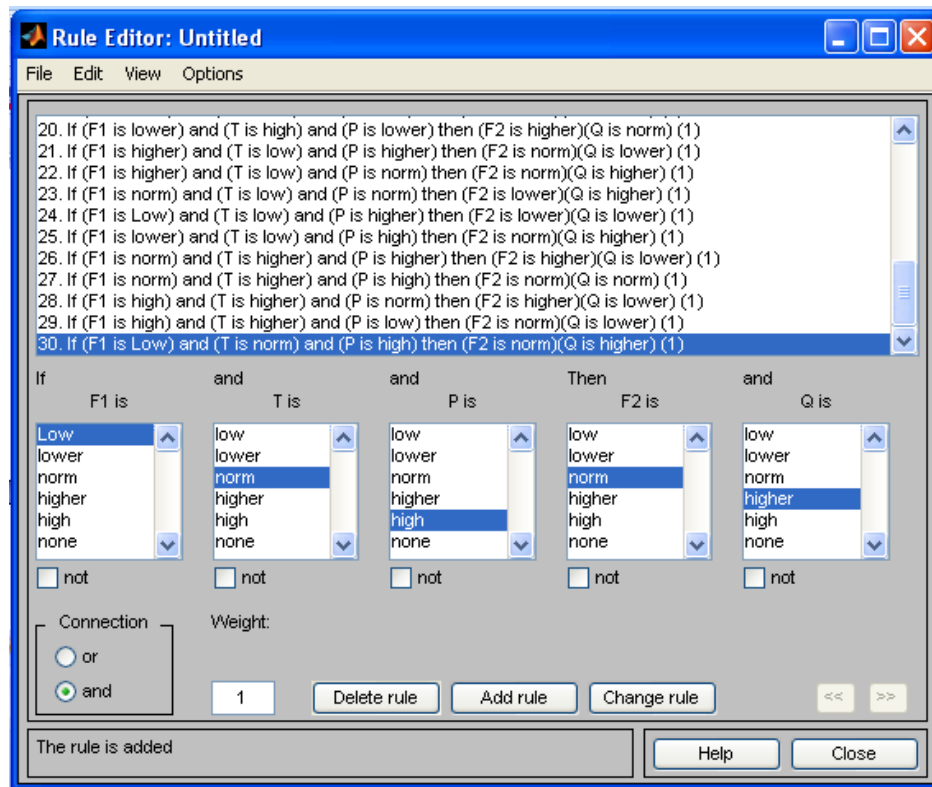


Рис. 3.1. Створені правила нечіткого висновку.

Щоб переглянути результати системи нечіткої логіки в головному вікні редактора FIS, виберіть команду «Правила» — «Графічне представлення операцій алгоритму нечіткого висновку» або команду «Поверхні» — «Відображення поверхонь відповіді» з меню «Вигляд».

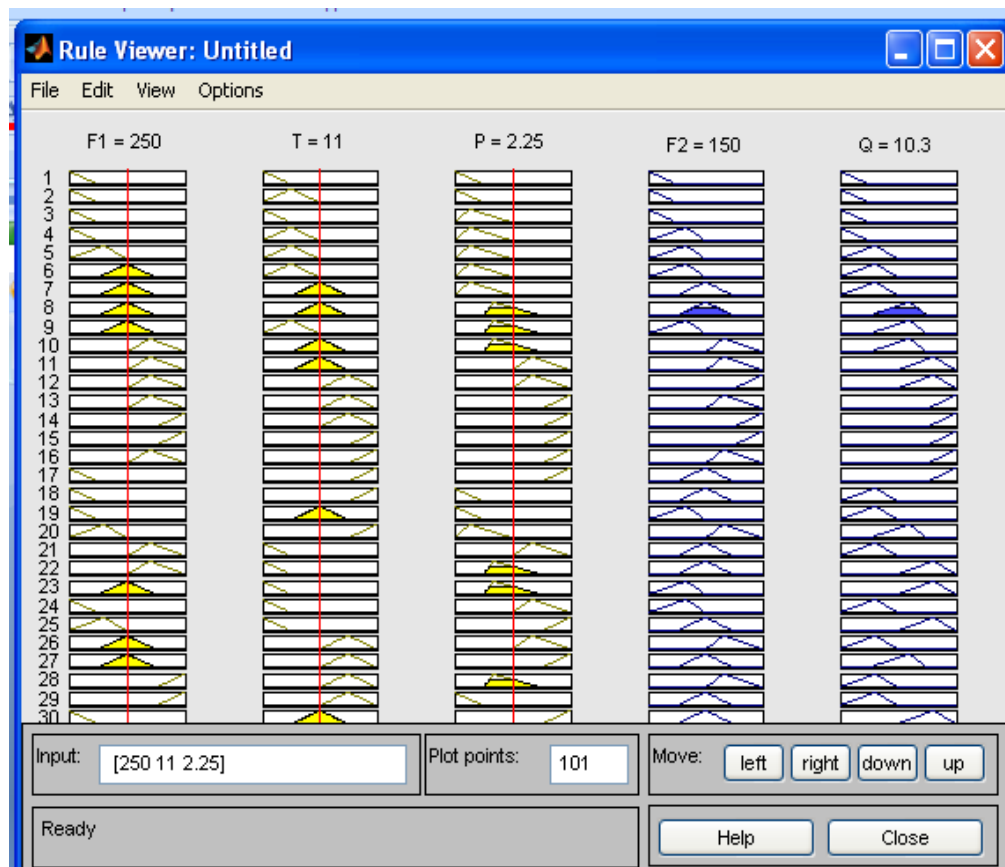


Рис 3.2 Окно графічного зображення роботи алгоритму нечіткого висновку.

Зображення показує рекомендує середні значення параметрів:

Вх.

F1 – 250;

P – 2.25;

T – 11;

Вих.

F2 – 150;

Q – 10.3.

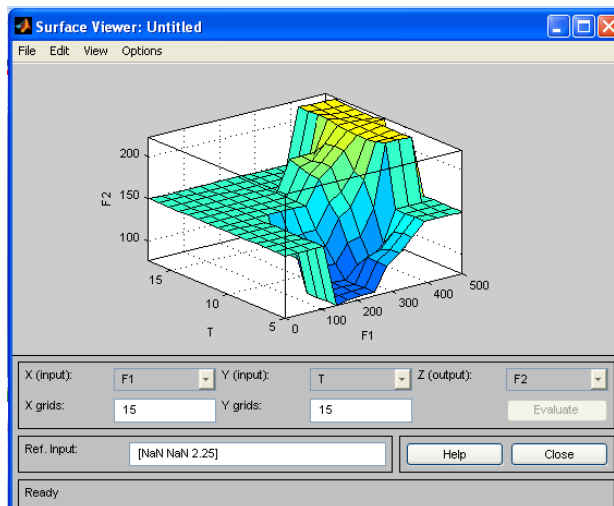


Рис.4.3.Окно залежності поверхні відгуку залежності витрати борошна з трубопроводу і температури сусле в середині пічки до витрати готового борошна.

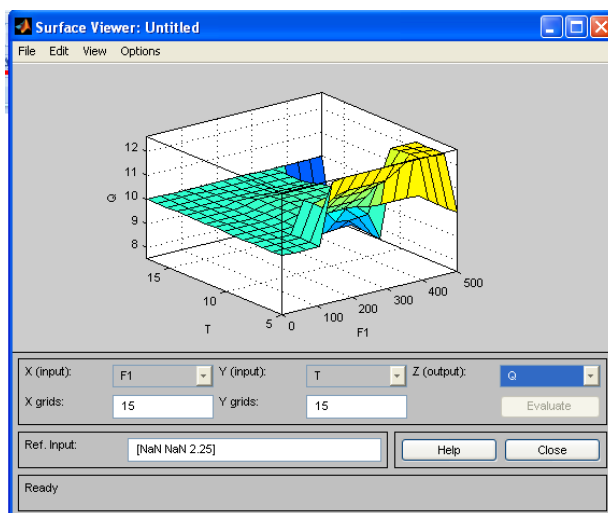


Рис. 4.4. Окно залежності поверхні відгуку залежності витрати борошна з трубопроводу і температури в середині пічки до вологості тіста.

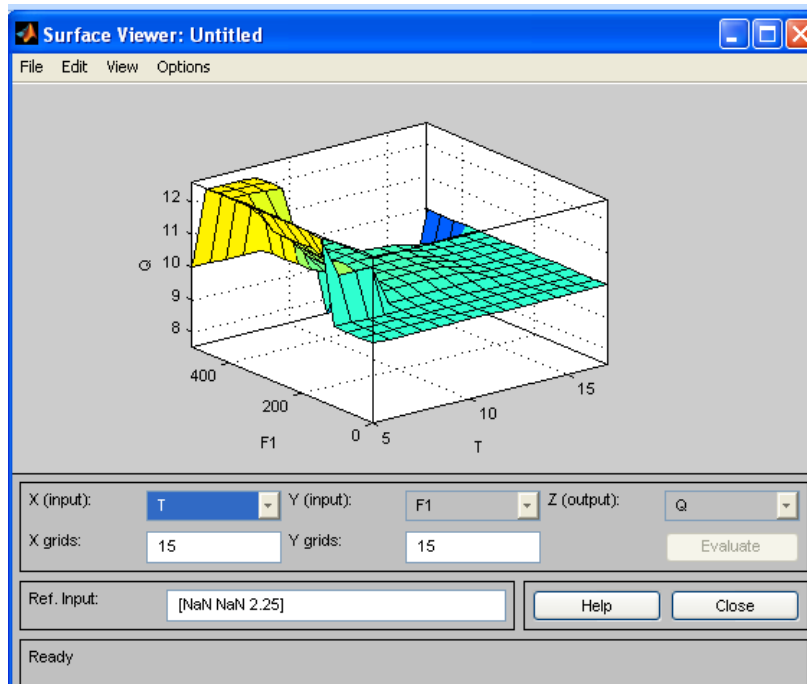


Рис. 4.5. Окно залежності поверхні відгуку залежності температури в середині печі і витрати борошна до вологості тіста.

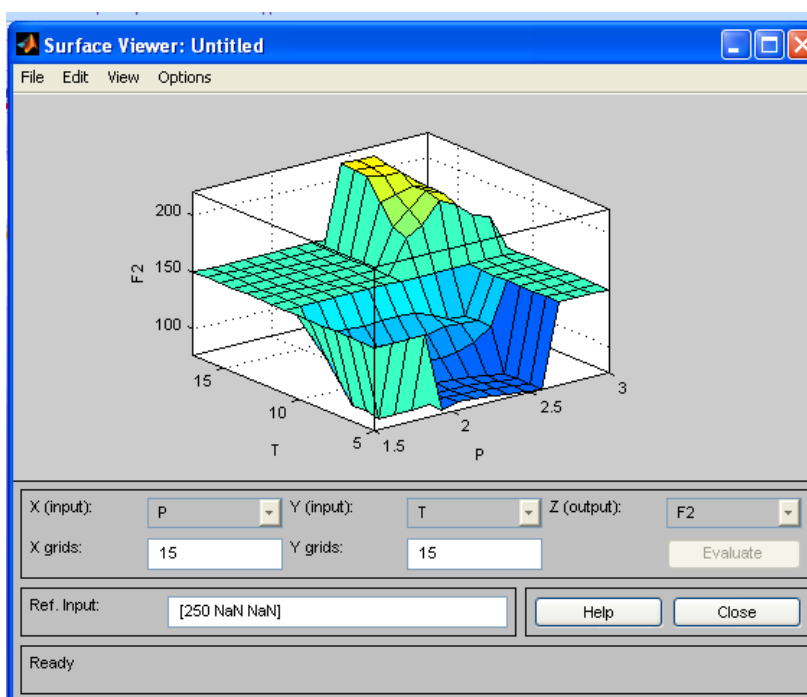


Рис. 4.6. Окно залежності поверхні відгуку залежності тиску пари в печі і температури в середині печі до витрати готового тіста.

7.3. Побудова нечіткого регулятора:

На вологість і споживання готового тіста впливають такі фактори, як температура печі, тиск пари в печі та споживання готового борошна на експорт. Необхідно підібрати такий регулятор, який враховує ці фактори, щоб підтримувати потрібну потік і вологість. Швидкість зміни залежить від постійного діаметра труби і температури в трубі, кількості борошна, що додається, і тиску в печі. Система має значні нелінійні характеристики.

Вхідними даними для контролера є потік борошна з тістомісильної машини, температура печі та тиск у середині печі.

Математична модель об'єкта керування виглядає наступним чином

$$U = u_c, h = b/SU - a/S \sqrt{h}$$

де h - висота ємності (м), u_c - напруга на виході пристрою управління (керуючий вплив), (b) , U - Інтеграл від напруги на виході пристрою управління, яка обумовлює переміщення клапана, S - площа поперечного перерізу ємності (m^2), a, b - параметри, які визначаються експериментально.

Наступні типи регуляторів повинні бути розроблені та порівняні для системи:

1. Пропорційний регулятор (П).
2. Пропорційно-диференційний регулятор (ПД).
3. Нечіткий регулятор, який виконує такі правила:
If (level is okay) then (valve is no chang)
If (level is low) then (valve is open fast)
If (level is high) then (valve is close fast)
4. Нечіткий регулятор, який використовує правила:
If (level is norm) then (valve is no chang)
If (level is low) then (valve is open fast)
If (level is high) then (valve is close fast)
If (level is norm) and (rate is positive), then (klap is close slow)
If (level is norm) and (rate is negative), then (klap is open slow)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схему виконання налаштувань було розроблено в пакеті MATLAB Simulink на основі mat. Система моделі вимикається через негативний зворотний зв'язок. Для простоти ми припускаємо, що значення, чисельно рівне бажаному значенню рівня в одиниці, застосовано до вхідних даних.

Тому приймемо коефіцієнт метра рівним 1. ($K_r=1$)

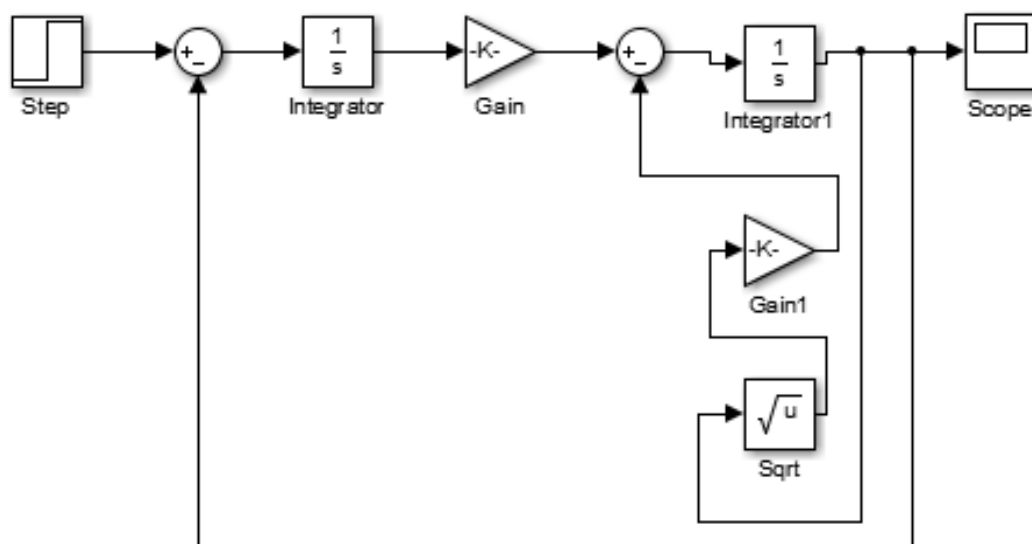


Рис. 4.1 Схема об'єкта управління при $K_r=1$

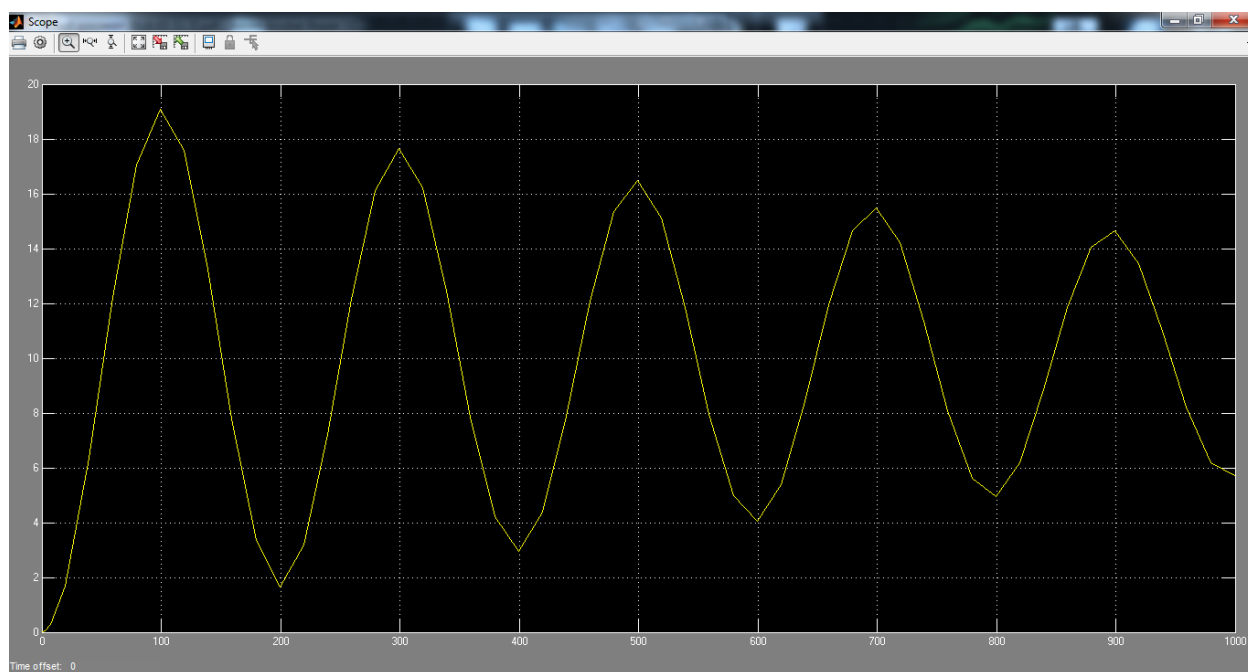


Рис. 4.2. Зміна вологості на витрати готового борошна при $K_r=1$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Додамо систему П-регулятор, який реалізує пропорційний закон управління.

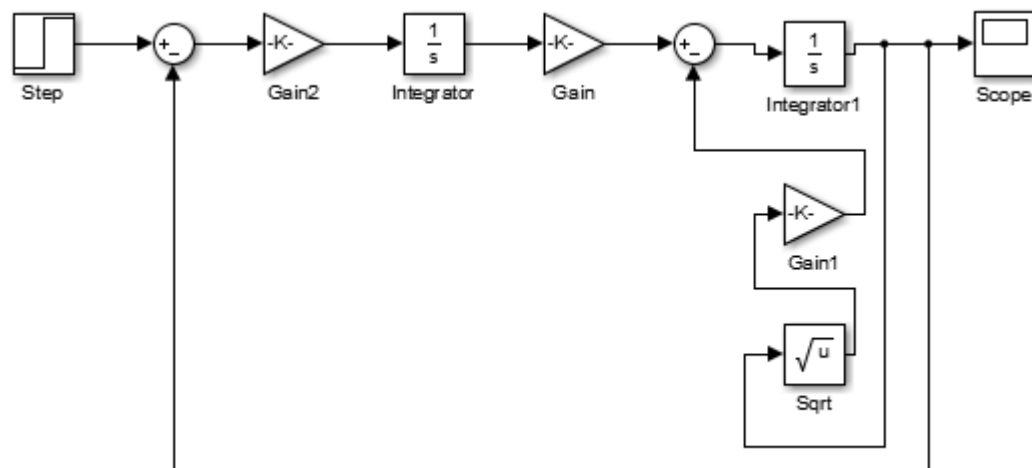


Рис. 4.3 Схема об'єкта управління з П- регулятором

Згідно з цим механізмом, зміна посилення налаштування може змінити лише швидкість, а не якість.

У такій постановці задачі ми можемо змінити лише швидкість процесу, а не його динаміку. За допомогою регулятора Р ми не можемо отримати процес бажаної якості.

Тому ми додаємо диференціальну ланку до регулятора в системі, створюючи PD регулятор.

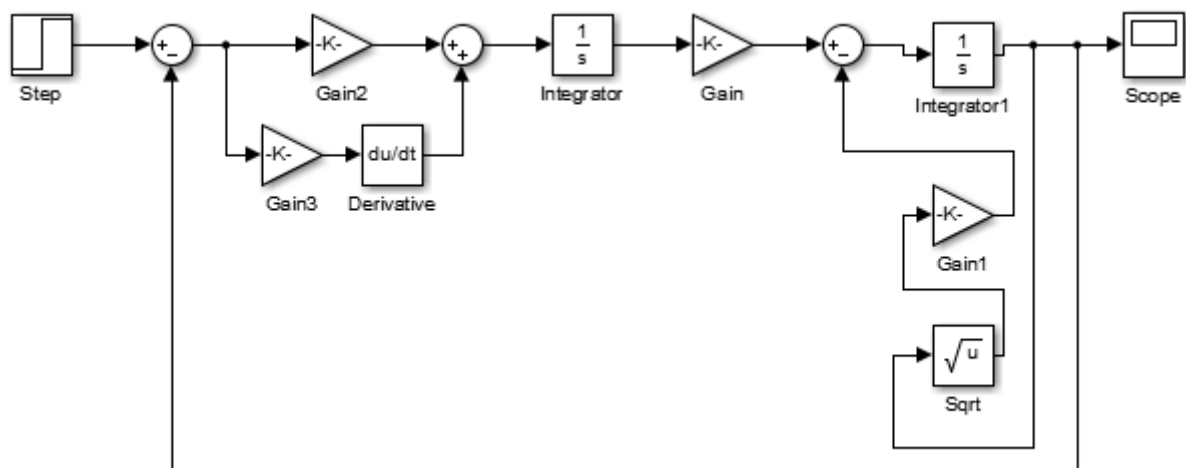


Рис. 4.4. Схема об'єкта управління з ПД- регулятором

Тепер у нас є два різні параметри для налаштування регулятора.

Подивимось на їх вплив окремо:

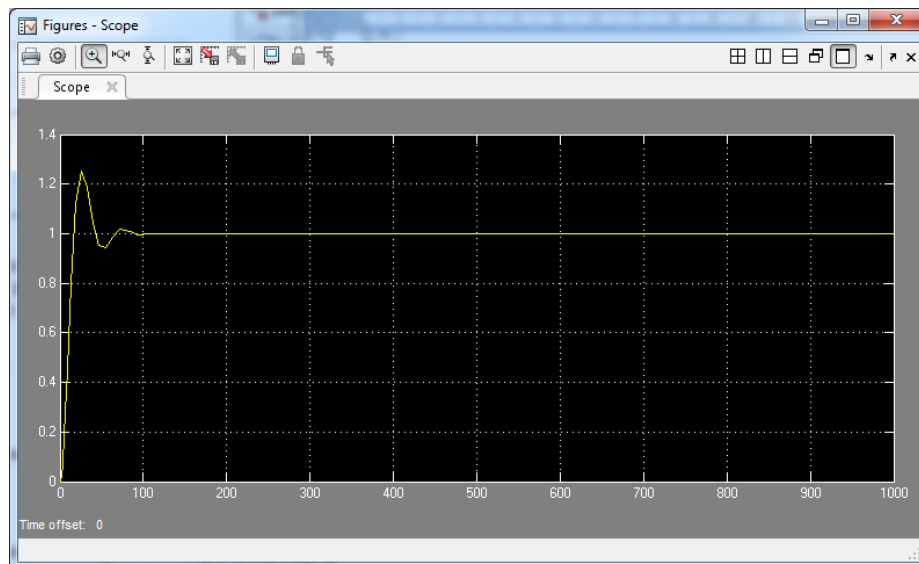


Рис.4.5. Зміна вологості на витрати готового борошна при різних значеннях коефіцієнтах пропорційності ПД-регулятора: $K_p = 0.05$ (1), $K_p = 0.3$ (2), $K_p = 0.0007$ (3) при $K_d = 0.3$.

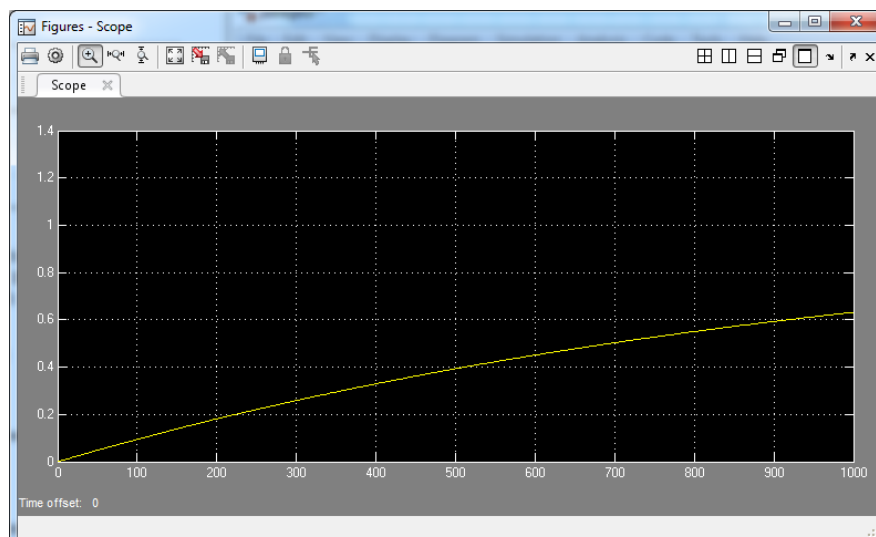


Рис.4.6. Зміна вологості на витрати готового борошна при різних значеннях коефіцієнтах пропорційності ПД-регулятора: $K_p = 0.03$ (1), $K_p = 0.1$ (2), $K_p = 0.0002$ (3) при $K_d = 30$.

Ми бачимо, що, природно, диференційний фактор викликає перевищення, яке змінюється пропорційно. Зрозуміло, що шляхом вибору обох коефіцієнтів можна отримати прийнятний час встановлення та плавні переходи.

Переходимо до побудови нечіткого регулятора, розглянемо конструювання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Нечіткий регулятор, його закон керування формується на основі трьох правил:

If (level is okay) then (valve is no change)

If (level is low) then (valve is open fast)

If (level is high) then (valve is close fast)

Отримуємо наступне: якщо рівень рідини «задовільний», то залишаємо клапан «без змін», якщо рівень «низький», то клапан «відкривається», якщо рівень «високий», то клапан «закривається».

Модель нечіткого контролера була скомпільована за допомогою Fuzzy Logic Toolbox.

Нечіткі поняття в наведених вище цитатах представлені в моделі термінами лінгвістичних змінних, у які відображаються функції належності.

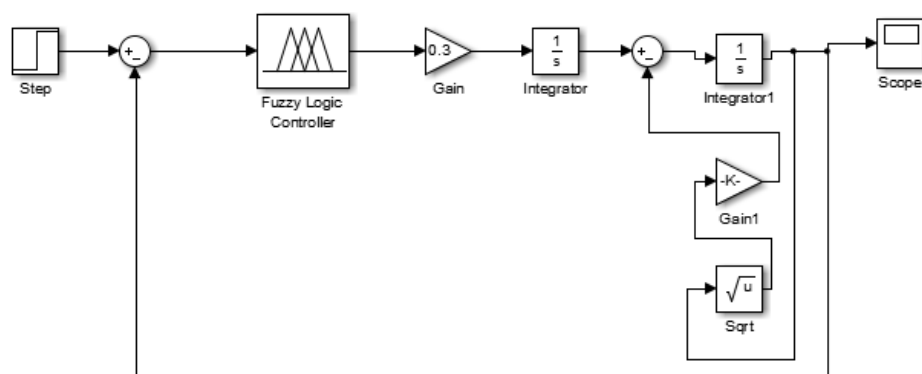


Рис. 4.7. Схема об'єкта з нечітким регулятором, три правила.

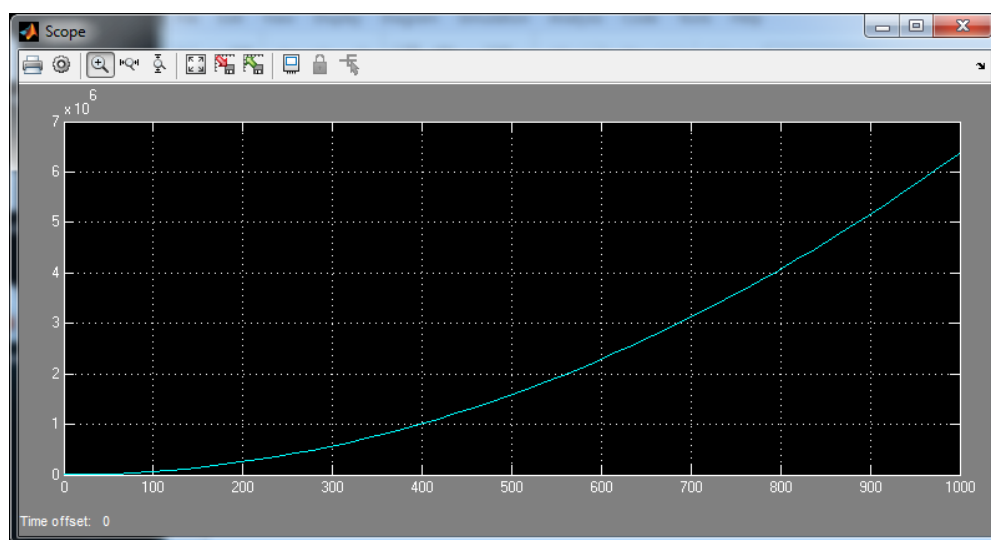


Рис 4.8. Зміна вологості тіста на витрати готового борошна з нечітким регулятором. За трьох правил.

У цьому випадку ми отримали процес переходу неприйнятної якості. Вибір функцій належності не дозволяє вибрати прийнятний процес, оскільки інформація про нормальну поведінку споживання не враховується. Робимо висновок про необхідність надання на вхід регулятора інформації про знак похідної.

Регулятор враховуватиме це через п'ять правил.

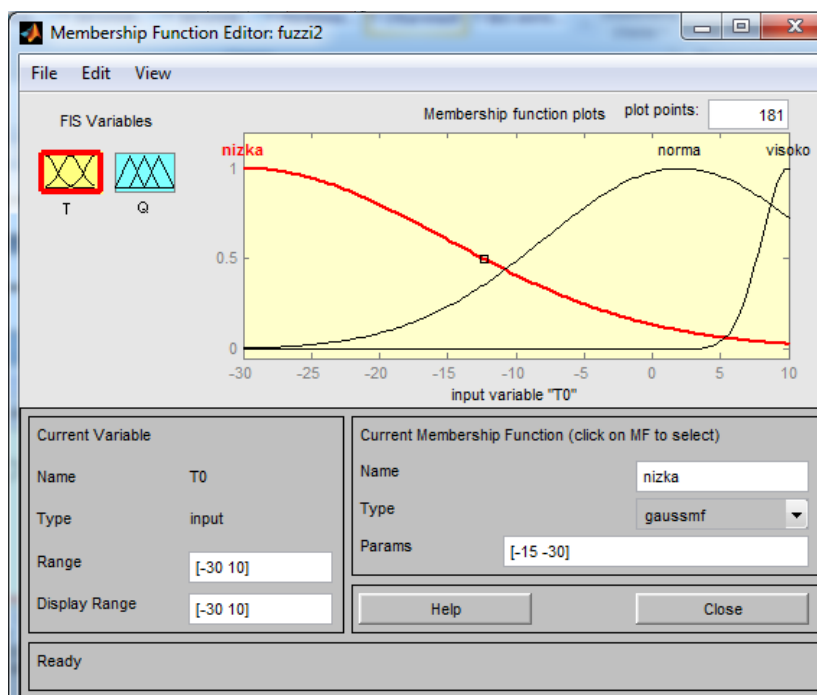


Рис 4.9. Функції належності для термів вхідної змінної температури

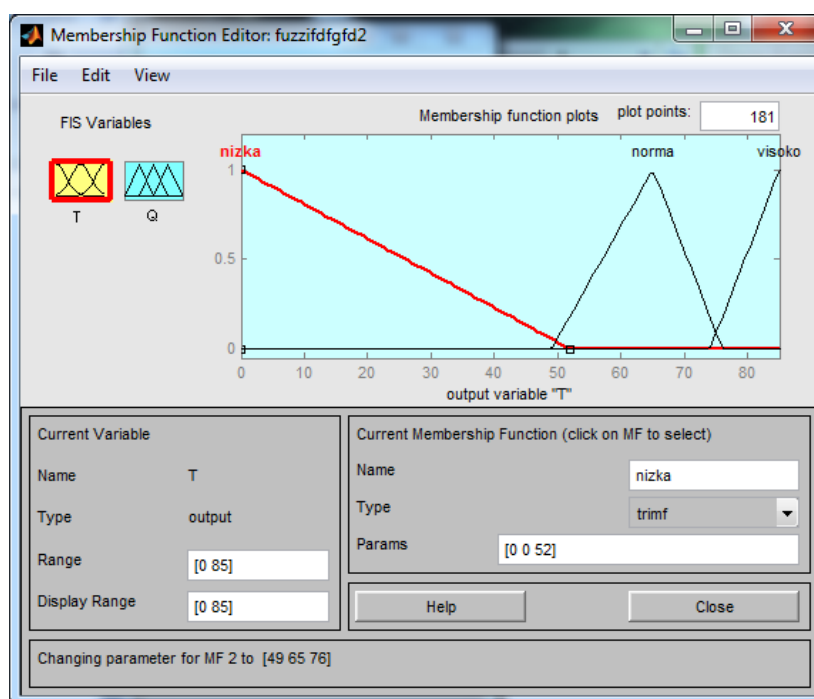


Рис 4.10. Функції належності для термів вихідної змінної вологості

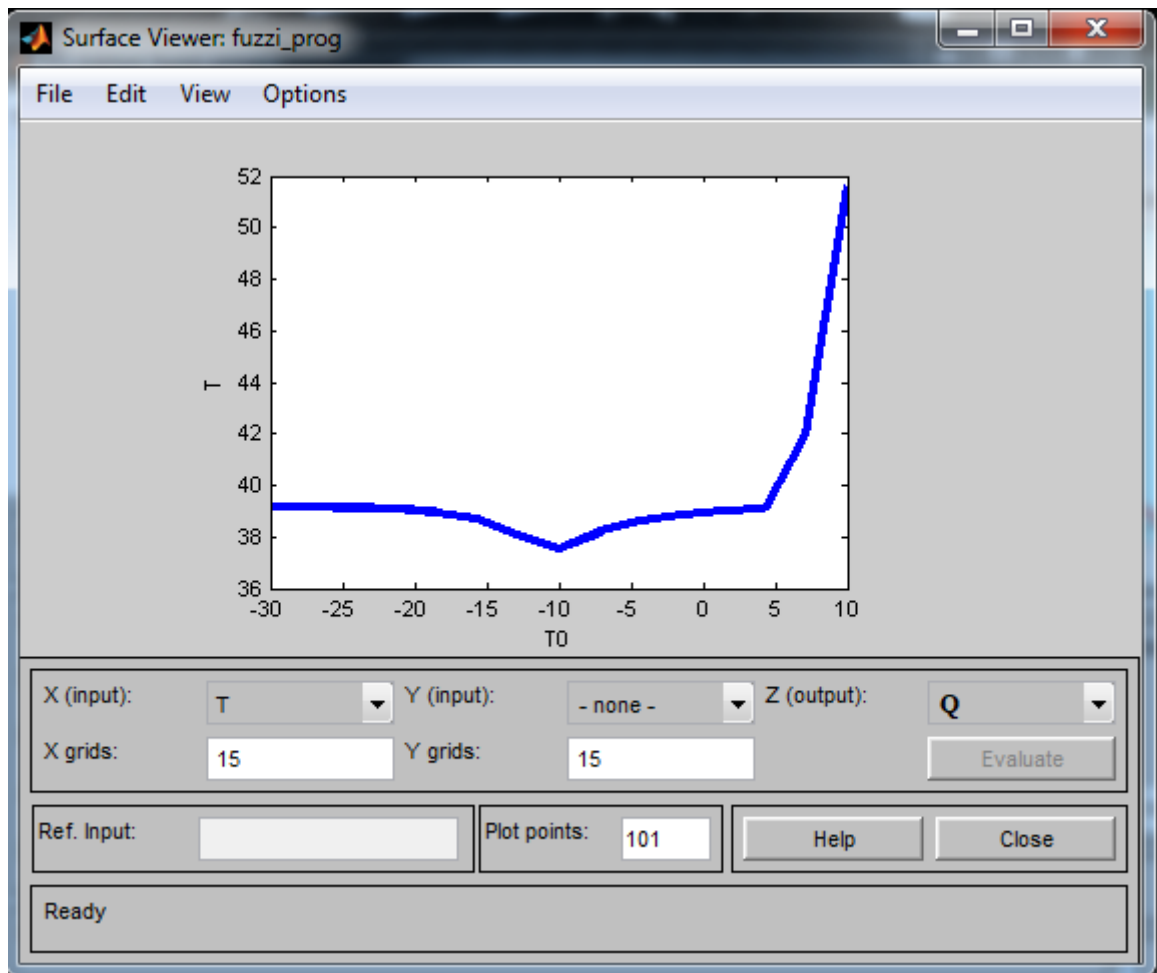


Рис 4.11 Поверхня відгуку для нечіткого регулятора, за трьох правил.

Виявляється, подібна залежність існує, тому що закон керування регулятора подібний до пропорційного.

Давайте тепер побудуємо покращений нечіткий контролер на основі п'яти правил форми:

If (level is okay) then (valve is no change)

If (level is low) then (valve is open fast)

If (level is high) then (valve is close fast)

f (level is okay) and (rate is positive), then (valve is open slow)

If (level is okay) and (rate is negative), then (valve is close slow)

Тут до перших трьох правил додаємо ще два з урахуванням знака

Похідні для плавного моніторингу тенденцій змін якості тіста на «нормальному» рівні.

До того ж дослідження проведені при модифікації першого правила у вигляді:

If (level is okay) and (rate is null) then (valve is no change)

Така заміна дає невеликий вииграш у часі моделювання, що можна бачити на нижче наведених графіках.

Отже нечіткий регулятор має дві вхідні змінні, одна залишається для рівня маси тіста, інша для знака похідної.

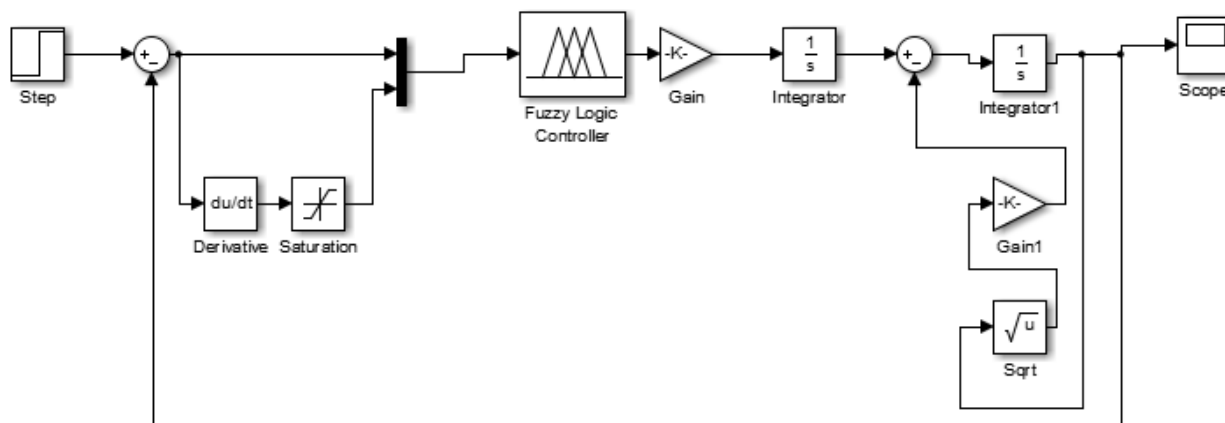


Рис 4.12 Схема об'єкта з нечітким регулятором, п'ять правил.

У ході моделювання були отримані наступні графіки зміни вологості:

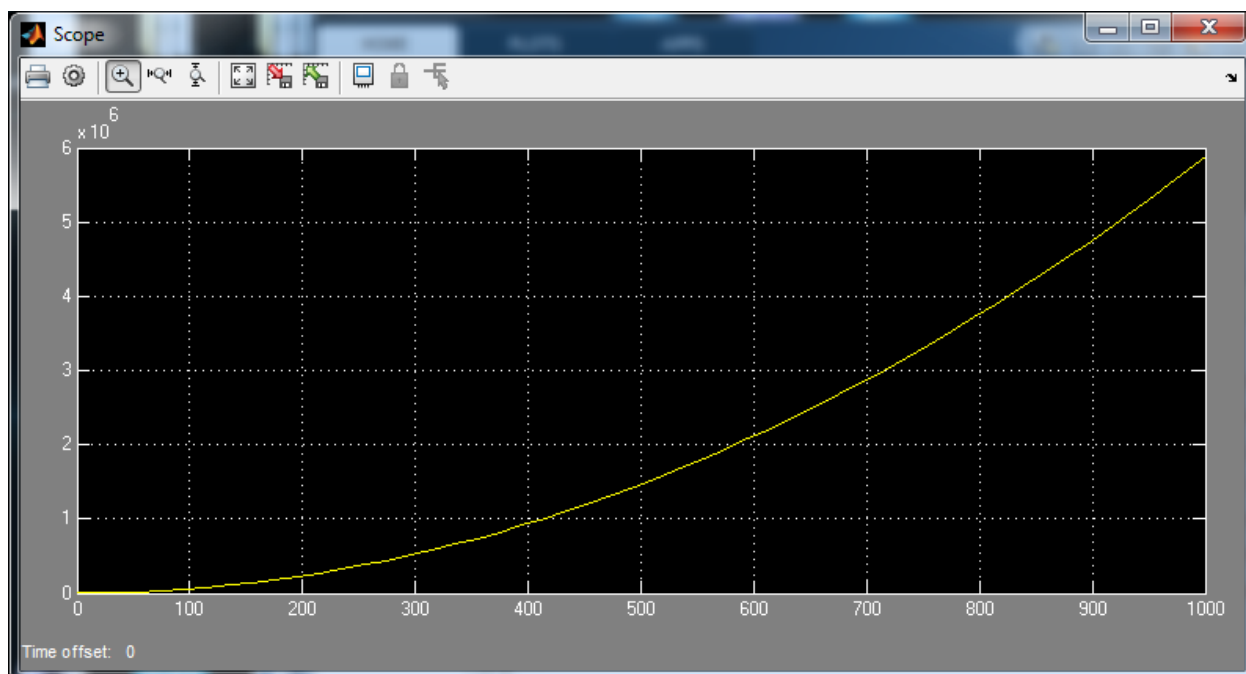


Рис. 4.12. Зміна вологості тіста в системі з нечітким регулятором (5 правил), початковий рівень - 0.5, при вихідних правилах.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

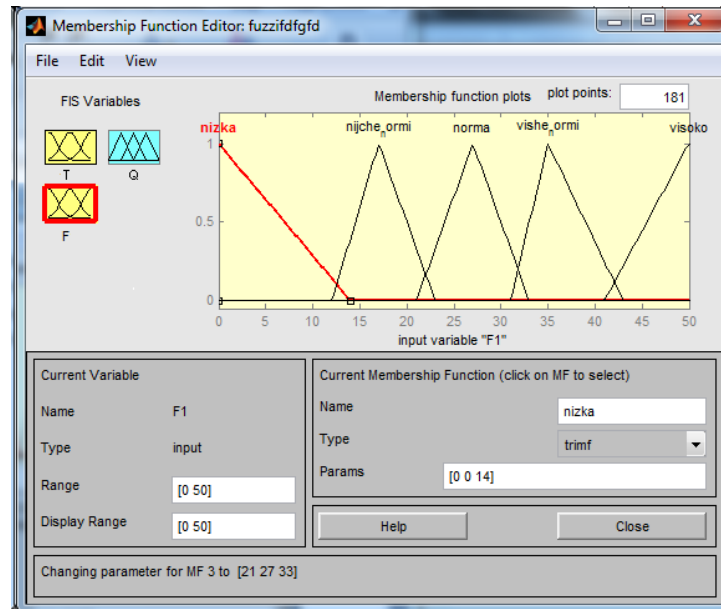


Рис 4.13. Функції належності для термів вхідної змінної витрати борошна.

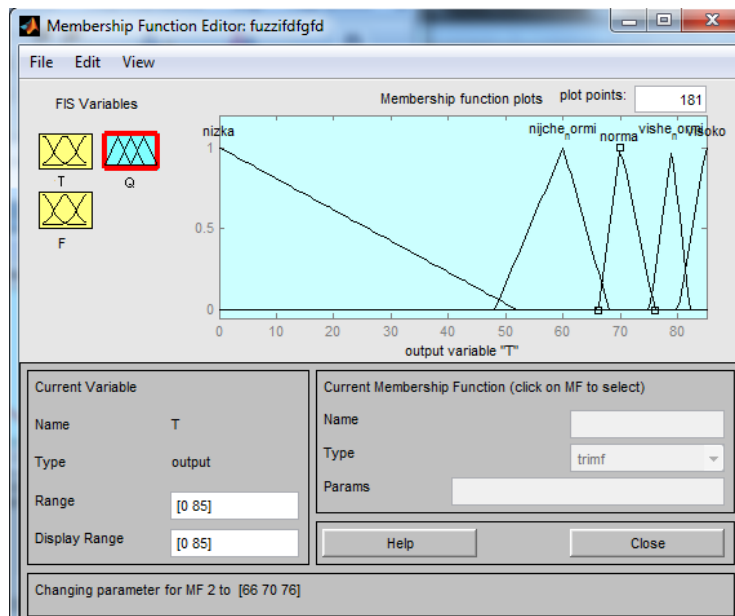


Рис. 4.14 . Функції приналежності для термів вихідної змінної вологості тіста.

Як ми бачимо, ми додали два члени до вихідної змінної, відповідає меншій швидкості відкриття (закриття) клапана. Функція властивості вхідної змінної рівня такі ж, як 3 правила в регуляторі схожі 21.

Вдало обрано тип і форму приписаної функції досягти нормальної якості процесу без значного надмірного регулювання, а також прийнятна точність.

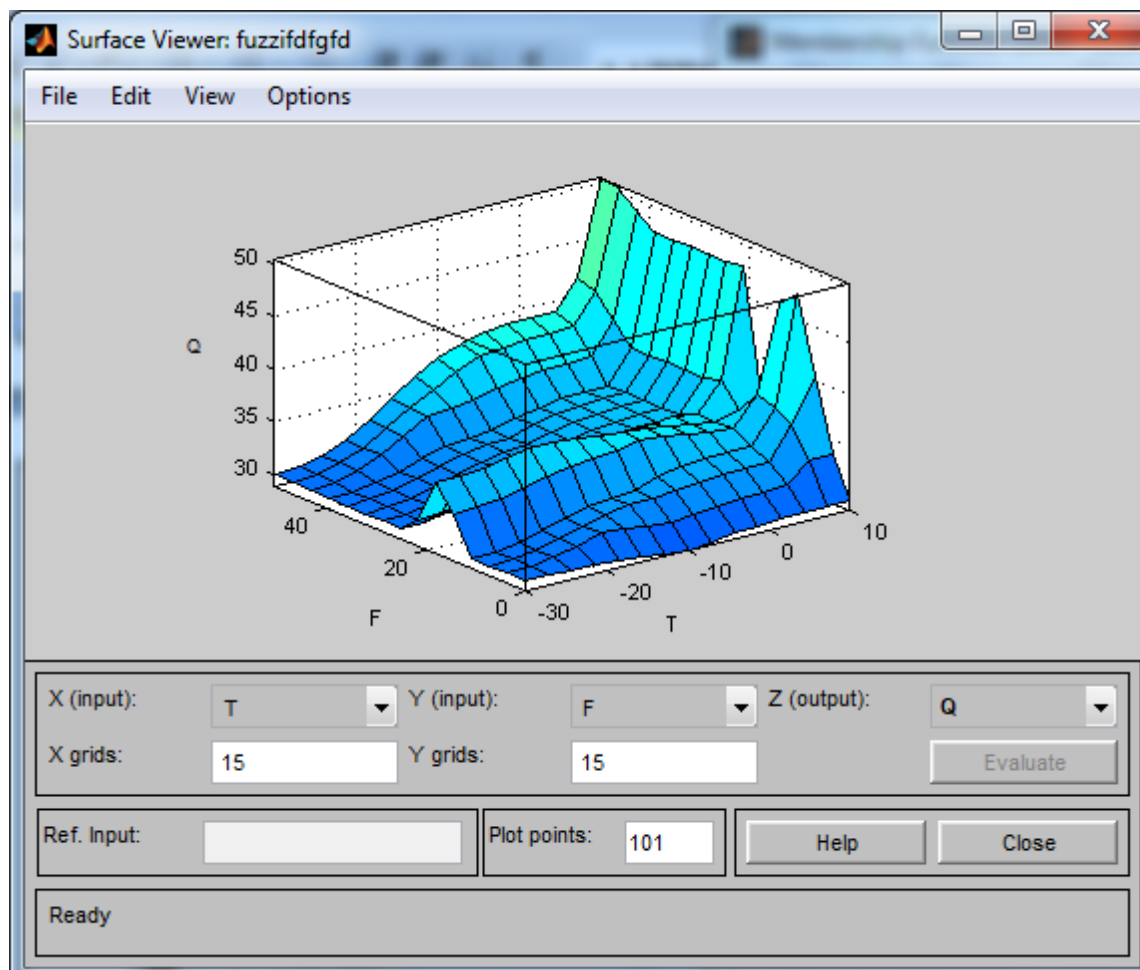


Рис 4.15 Поверхня відгуку для нечіткого регулятора. за п'яти правил.

Висновки

Завдяки впровадженню системи автоматичного керування процесом хлібопекарського виробництва підвищилася надійність системи, значно покращилася якість готової продукції, зменшилися втрати готової продукції, покращилася якість продукції. контрольовані основні показники. У процесі також зменшуються втрати енергії завдяки скороченому часу випікання.

Запропонована система покращує техніко-економічні показники та істотно впливає на стабільну роботу та прибутковість всього підприємства.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності та базується на використанні іноземних технологій. Завдяки використанню обраного в дипломному проєкті мікропроцесорного обладнання забезпечується високоточне регулювання та стабільність роботи технологічної лінії, що значно підвищує рівень надійності проєктованої системи та забезпечує якісне регулювання виробничого процесу.

Контролер TSX Premium забезпечує недорогу автоматизовану систему керування. Він автоматично реєструє та відображає будь-які регламентовані значення, покращує якість кінцевої продукції шляхом ручного управління виконавчими механізмами та підвищує точність системи керування шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Програмне забезпечення Vijeo Citect 7.0 було реалізовано за допомогою SCADA, яке є програмним забезпеченням, розробленим з використанням програмного забезпечення для керування процесом Unity Pro від Schneider Electric. Це програмне забезпечення дозволяє менеджерам використовувати його для оперативного управління за допомогою програми SCADA.

Після створення історичної бази даних дані процесу можна отримати як у реальному часі, так і з поточної події. Цю інформацію можна отримати за допомогою програмного забезпечення, яким легко користуватися начальник відділу. Це програмне забезпечення дозволяє супервайзеру легко та без зусиль контролювати процеси з будь-якого місця.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, це програмне забезпечення можна використовувати для ефективного керування роботою цілого відділу без необхідності локального керування.

У цьому проєкті вивчаються основні закони регулювання та порівнюються з перехідними процесами, керуючими регуляторами Р та PI.

Якісна та кількісна заміна існуючих датчиків температури на основних етапах виробництва з використанням датчиків температури Sitrans ТК-Н та термометрів Pt-100 від Siemens.

Створенні підсистеми оцінки якості інтелектуальної системи керування процесів випікання тіста в печі, яка приймає три входи та формує відповідні логічні рішення на основі оцінки. Описує структуру системи логічного висновку.

Використовуючи програмне середовище MATLAB і вбудовану функціональність FIS Editor Fuzzy Logic Toolbox, ми створюємо прийнятні вхідні та вихідні змінні.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Проектування систем автоматизації. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму 6.050202 денної та заочної форм навчання [Текст]/ Уклад. В.М. Сідлецький, В.Г. Трегуб. – К.: НУХТ, 2013 (регістраційний номер 100.19-02.07.2013).
2. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник [Текст]/ В.Г. Трегуб. – К. Видавництво: Ліра-К, 2015.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 [Текст]/ А.Л. Нестеров. –СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
4. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 [Текст]/ А.Л. Нестеров. –СПб.: Издательство ДЕАН. –2009. – 944 с.
5. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник [Текст]/ І.В. Ельперін. – К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
6. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник [Текст]/ Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І. В., Цюцюра В.Д. – К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
7. Дробот.В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
8. Виробництво печива. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/tema--8.-tehnolohichne-obladnannja-dlja-vyrobnnytva-boroshnjanyh-kondyterskyh-vyrobiv.pdf> [1];
9. Технологічна схема хлібопекарської печі марки «Gostal». URL: <https://uk.baker-group.net/confectionery-formulations-technology-raw-materials-and-ingredients/production-of-flour-confectionery-products/production-of-biscuits.html> [2];
10. Sitrans ТК-Н. URL: <https://www.pkimpex.ru/opisanie/preobrazovatel-temperatury-sitrans-tk-tk-h> [3];
11. ЕПП-1324. URL: http://pp66.ru/katalog/pribori2/17davleniya/preobrazovатели_vakuummetricheskogo_i_izbytochnogo/ep_preobra/ep-1324_-_preobrazovatel_elektropnevmaticheskij_i/ [4];

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. МИМ-3077. URL: <https://metall-partner.prom.ua/p321787215-klapan-reguliruyuschij-stalnoj.html> [5];
13. TPM 200. URL: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/izmeritel-dvuhkanalnyj-s-rs-485-oven-trm200> [6];
14. TXA1-23-K. URL: <https://svaltera-nikolaev.uaprom.net/p1099529687-datchik-temperatury-vysokotemperaturnyj.html> [7];
15. Sitrans P серия MS. URL: [https://www.siemens-pro.ru/docs/kip/Pressure/Sitrans MPS/Rukovodstvo_pogruzhnoiy_zond_Sitrans P MPS.pdf](https://www.siemens-pro.ru/docs/kip/Pressure/Sitrans MPS/Rukovodstvo_pogruzhnoiy_zond_Sitrans_P_MPS.pdf) [8];
16. Норма TC. URL: <https://mechanotron.com/?p=72> [9];
17. МПР51-Щ4. URL: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/reguljator-temperatury-i-vlazhnosti-po-vremeni-oven-mpr51> [10];
18. ПМЕ 111 -11. URL: https://www.avtomats.com.ua/2024-starter_pme_111_10a.html [11];
19. TSX Premium. URL: [http://eleng.com.ua/p/avtomatizacziya/schneider-electric/plk-pk/programmiruemyie-logicheskie-kontrolleryi-\(plk\)/programmiruemyij-logicheskij-kontroller-serii-premium.html](http://eleng.com.ua/p/avtomatizacziya/schneider-electric/plk-pk/programmiruemyie-logicheskie-kontrolleryi-(plk)/programmiruemyij-logicheskij-kontroller-serii-premium.html) [12];
20. Unity Pro. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/548-unity-pro-%28ecostruxure%E2%84%A2-control-expert%29> [13];
21. Vijeo Citect. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range-download/1500-vijeo-citect> [14];
22. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» 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. [15].

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

