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»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту (декан факультету)	Завідувач кафедри
_____ Андрій ФОРСЮК	_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
« 16 » ____02_____ 2024 р.	« 16 » ____02_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

освітньо-професійної програми *«Комп'ютерні технології та програмування в автоматизованих системах управління»*

на тему: *Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи управління пивоварним виробництвом із підсистемою управління варочним відділенням*

Виконав: здобувач__2__ курсу, групи ІА-2-2М___

Горбенко Ілля Анатолійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник ____Кишенько Василь Дмитрович_____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

Рецензент Андрій МОШЕНСЬКИЙ _____
(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 – 2024 р.

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»*
Освітньо-професійна програма _*«Комп'ютерні технології та програмування_в автоматизованих системах управління»*

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач
кафедри_____

_____
"____" _____20___року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____Горбенко Ілля Анатолійович_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи __Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи управління пивоварним виробництвом із підсистемою управління варочним відділенням.
керівник роботи __проф., кандидат технічних наук Кишенько Василь Дмитрович_____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від " 19 " Грудня 2023 року №1006-Кс
2. Строк подання здобувачем роботи_____16.02.2024_____
3. Вихідні дані до роботи Апаратурно-тетехнологічна схема основного відділення. Організаційна, технічна та інформаційна структура існуючих ІАСУ та АСУТП. Вимоги до системи автоматизації, що проектується.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (державною, російською та англійською мовами). *Зміст. Вступ 1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування як в Україні, так і в інших країнах. 1.2 Аналіз існуючих алгоритмів інтелектуального керування подібними процесами та підсистемами в цілому. 1.3 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції механізмів інтелектуальної обробки даних. 1.4 Принципи вибору необхідних методів інтелектуальної обробки даних та керування. 1.4.1 Дослідження особливостей застосування нелінійних моделей керування. Розділ 2 – Загальносистемні рішення.2.1 Загальний опис об'єкту та системи.2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання. 2.3 Схема функціональної структури.2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ). 2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів. 2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення. Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням). 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня. 3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS. 3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації. 3.4. Схеми з'єднань та підключень*

проводок промислових мереж. 3.5. Перелік вхідних сигналів та даних, перелік вихідних сигналів та даних/документів. Розділ 4 – Спеціальне завдання. 4.1. Опис алгоритму. 4.2. Опис спеціального програмного забезпечення. 4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога. 4.4 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1) Схема функціональної структури; 2) структурна схема КТС; 3) схема автоматизації; 4) схеми електричні принципові; 5) проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та RIO; 6) схеми зєднань та підключень проводок мереж; 7) схема інформаційної структури ІАСУ; 8) зображення мнемосхем; 9) алгоритми та лістинг програми їх реалізації.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка функціональної структури	1-2 тиждень	
	Розробка комплексу технічних засобів	3 тиждень	
	Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів	4 тиждень	
	Розробка принципових схем	5 тиждень	
	Проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та засобів розподіленої периферії	6 тиждень	
	Розробка схем з’єднань і підключень проводок мереж	7 тиждень	
	Розробка інформаційного забезпечення	8 тиждень	
	Розробка алгоритмів і програм для ПЛК	9 тиждень	
	Розробка проекту SCADA/HMI	10 тиждень	

Здобувач _____ Ілля ГОРБЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Василь КИШЕНЬКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розроблений проект системи автоматизації управління процесом варіння пива.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: характеристика об’єкта автоматизації, схема автоматизації, принципові схеми регулювання, управління та сигналізації, відеокадри дисплейних мнемосхем оператора, проектне компонування пункту управління, схеми інформаційної та функціональної структури.

Система керування побудована на базі мікропроцесорного контролера Schneider Electric. Моніторинг та керування технологічним процесом у вигляді SCADA/HMI систем реалізований на базі програмного забезпечення Vijeo Citect.

Ключові слова: варінння пива, система автоматизації, схема регулювання, система керування, SCADA/HMI.

Annotation

In this qualification work, a project of the automation system for managing the beer brewing process was developed.

The project developed documentation automation system, in which includes: description of automation, automation scheme, schematic diagrams regulation, control and alarm systems, video frames display mimics the operator, project layout point management circuit information and functional structure.

The control system is based on microprocessor controller Schneider Electric. Monitoring and process control as SCADA / HMI systems implemented based software Vijeo Citect.

Keywords: beer brewing, automation system, regulation scheme, control system, SCADA/HMI.

Зміст

Вступ 8

Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи 10

1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування пивоварним виробництвом 10

1.2 Аналіз проблем пивоварного виробництва 23

1.3 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції 26

1.4 Принцип виділення об'єктів обладнання згідно стандартів ISA-88/95/106.. 28

1.5 Аналіз існуючих методів аналізу ключових показників ефективності (KPI) саме для цього типу об'єктів 29

Розділ 2 – Загальносистемні рішення 31

2.1 Розробка загальної моделі ієрархії обладнання 31

2.2 Функціональна структура АСУ виробництвом пива 33

2.3. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ) 35

2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів. 36

2.5 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення 38

2.5.1. Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК БРД. 40

2.5.2. Перелік вхідних сигналів та даних, перелік вихідних сигналів та даних/документів 41

Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом варіння пива 46

3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня 46

3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS . 56

3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації 59

3.4. Схеми з’єднань та підключень проводок промислових мереж 71

Розділ 4 – Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) 73

4.1. Опис алгоритму роботи програми 73

4.2. Опис спеціального програмного забезпечення 74

4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога. 84

5. Розробка системи моніторингу процесу бродіння пива на основі нечіткої логіки 90

5.2 СТРУКТУРА СИСТЕМОГІЧНОГО ВИСНОВКУ 91

5.3 ПРАВИЛА НЕЧІТКОГО ВИСНОВКУ 100

5.4 Побудова нечіткого регулятора 105

ВИСНОВОК 107

Висновки 108

Бібліографічний список 109

Вступ

Автоматизація технологічних процесів є одною з найважливіших засобів підвищення продуктивності праці, зменшення витрат матеріалів і енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління.

На сучасному етапі харчова промисловість потребує створення заводів, цехів, лінії з високим ступенем механізації і автоматизації виробництва, створення приладів і систем автоматизації на базі традиційних технічних засобів, а також мікропроцесорної техніки.

Пивоварне виробництво є складних. В сучасному світі в умовах великої конкуренції, на перший план виходять такі показники, як якість, енергозатратність, собівартість. Боротьба за ці показники є першочерговим завданням виробничників у найближчому майбутньому. Ця боротьба може бути успішною лише за допомогою застосування сучасних засобів і методів у технології, теплотехніки, організації виробництва. Автоматизація процесів на кожному з перерахованих напрямів є основним засобом у досягненні успіху.

Бурхливий розвиток мікроелектронного виробництва, програмно-технічних засобів з кожним днем дає нам все нові і нові можливості, які ми застосовуємо в усіх сферах життя.

Комплексна автоматизація технологічних процесів на пивоварному заводі за останні роки теж зазнала суттєві зміни. Сьогодні це вже не сукупність локальних АСУ ТП, а єдина розподілена система з безліччю контролерів і комп'ютерів, об'єднаних в єдину мережу передачі даних.

Автоматизація пивоварного виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході варто підготувати до автоматизації технологічне устаткування, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Сучасна автоматизована система управління технологічними процесами на пивоварному виробництві призначена:

- покращення якості регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміна морально та фізично застарілих існуючих засобів автоматизації;
- реалізація сучасних принципів управління;
- покращення технологічної дисципліни за рахунок постійного контролю по виконанню норм технологічного режиму і можливості аналізу історії параметрів за любий період часу;
- зменшення праці технологічного персоналу;
- аналіз виникаючих ситуацій та своєчасного прийняття рішень за рахунок виділення і показу інформації на мнемосхемах ПК, графіках параметрів;
- аналіз аварійних ситуацій за допомогою роздрукування графіків;

Сусловорильне відділення фактично є найголовнішим у виробництві пива, саме від нього залежить в значній кількості якість кінцевого продукту.

Головним напрямом автоматизації на сучасному етапі є створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв, впровадження мікропроцесорної техніки та ЕОМ, покращення якості випускаємої продукції, зменшення праці персоналу.

Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи

1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування пивоварним виробництвом

Автоматизована система управління має трирівневу ієрархічну схему. Так, на верхньому рівні розташовано комп'ютер, який виконує функції сервера АСУ ТП. На нього зведено пульти управління головного технолога, оператора цеху, механіка, лаборанта та інших спеціалістів. Пульти та шафи управління з блоками живлення, контролерами та електричними автоматами розміщують у кімнатах операторів. За допомогою пульта оператор керує віддаленими системами збору та обробки інформації, які також розміщуються у шафах поруч із керованим обладнанням.

Рівні автоматизованої системи:

Нижній рівень - це датчики, КВП, пристрої збору інформації;

Середній рівень – це пульти управління операторів та інтелектуальні контролери;

Верхній рівень системи – це промисловий комп'ютер із SCADA системою.

Системи приймають та обробляють дані з датчиків і видають керуючі сигнали на механізми та агрегати. Верхній рівень формує звіти та архів з усією інформацією про технологічний процес: параметри процесу пивоваріння та технологічні режими. Тут ведеться облік витратних матеріалів, фіксуються зміни у виробничому циклі. Дані доступні обмінюватись між підсистемами, рівнями виробництва та управління підприємства. На середньому рівні містяться операторські пульти управління, на яких відображаються мнемосхеми процесу пивоваріння.

Також тут є інтелектуальні контролери для контролю та управління процесами в автоматичному режимі. З пульта можна вносити зміни вручну та керувати технологічними процесами, наприклад: формувати звітність, перемикати режими, вносити коригування в роботу обладнання за потреби. Нижній рівень системи містить модулі для віддаленого збору та обробки інформації з датчиків, витратомірів. Пристрої збору інформації приймають сигнали з датчиків і формують сигнали, що управляють, на виконавчі механізми: запірні клапани, насосні агрегати та ін.

Технологія виробництва пива

Відомо, що пивоваріння складається із низки взаємопов'язаних технологічних стадій, які суворо регламентуються ГОСТ 31711-2012. Від якості сировини, рівня технології виробництва, точності проведення технологічних процесів та дотримання норм залежать споживчі властивості та безпека готового напою, його стійкість під час зберігання. У пивоварному виробництві використовують кілька видів сировини – це технологічна вода, ячмінь, дріжджі та хміль.

Ці компоненти надають напою специфічного гіркого смаку, біологічної стійкості, ароматичних і пінистих властивостей. До кожного інгредієнта виготовлення пива ГОСТ встановлює певні вимоги. Типова технологія виробництва пива містить такі етапи, як: отримання солоду з ячменю (складання), очищення солоду та дроблення, фільтрація затору, приготування та зброджування сусла, витримка рідини, фільтрація та обробка, розлив готового напою. Автоматизація процесу пивоваріння дозволяє створити гнучкий технологічний процес пивоваріння: контролювати та керувати параметрами, від яких залежить якість готового напою.

Користь від автоматизації пивоварні

Впровадження автоматизованої системи дозволяє вивести пивоваріння на якісно новий рівень та отримати очікувані виробничо-економічні результати. АСУ ТП виробництва пива допомагає виключити вплив суб'єктивних факторів, що знижують надійність та безпеку виробничого процесу. За рахунок

автоматизації основних та допоміжних операцій виробничого циклу вдається виробничими факторами, виключити випадкові помилки персоналу, недбалість учасників виробництва, виробничі втрати та збої у роботі обладнання з вини працівників. Зникають втрати робочого часу, знижується трудомісткість продукції, зменшуються витрати на заробітну плату, збільшується обсяг виробництва броварні.

Об'єктами автоматизованої системи управління можуть бути такі процеси у пивоварінні, як:

- Солодорощення
- Обробка сировини
- Фільтрування
- Бродіння та дображивание
- Розлив
- Подача CO2
- Охолодження
- Водопідготовка
- Водовідведення
- Облік енергоресурсів
- та інші допоміжні процеси.

«Розумна» автоматизація для пивоварної промисловості враховує специфіку галузі, особливості, технології та процеси пивоваріння. Для пивоварні автоматизація означає економію ресурсів, необхідних випуску пива, без зниження якості готового напою. Комплексна автоматизація пивоварні включає всі процеси від приймання солоду до розливу напою. Автоматизуватися можуть цілі лінії, а на вимогу пивоварного заводу функції системи включають управління окремими ділянками і процесами, наприклад: управління розливом, водопостачанням, управління роботою охолоджувальних установок і вентиляційного обладнання та ін. Система дозволяє дистанційно

керувати процесом пивоваріння, вивантажувати виробничі звіти, аналізувати всю надходить інформацію про технологічні процеси. За рахунок впровадження АСУ ТП пивоварні забезпечується стабільність показників якості, продуктивності та ефективності, скорочуються експлуатаційні витрати.

Сучасні АСУ пивоварним виробництвом пропонують високоефективні рішення та технологічні інновації, що враховують специфіку та технологію пивоваріння. Якщо ви бажаєте зміцнити позиції виробництва на пивному ринку, підвищити продуктивність праці, зменшити витрати на енергію, то замовте автоматизацію технологічних процесів виробництва пива в нашій компанії.

Системи допомагають контролювати технологічні процеси на всіх етапах приготування пива, економити ресурс обладнання, знизити витрати електроенергії, забезпечити точність параметрів та стабільність показників якості напою. Впровадження функціональної автоматизованої системи управління значною мірою допомагає підвищити конкурентоспроможність броварні. Система передбачає виконання функцій контролю параметрів та управління процесом приготування пива як в автоматичному, так і в ручному режимах. На стадії проектування в систему закладається можливість подальшого нарощування програмних та апаратних засобів.

Функції АСУ ТП пивного заводу:

- дистанційне керування технологічним обладнанням;
- підтримання заданої температури, вологості, вмісту CO2;
- контроль на всіх етапах: від надходження сировини до лінії розливу;
- візуалізація стану технологічних установок та обладнання;
- передаварійна сигналізація та автоматична зупинка;
- зберігання та обробка інформації, формування звітів.

АСУ ТП пивоварного виробництва має забезпечувати високу експлуатаційну надійність, безпеку та зручність роботи для оперативного

персоналу. Дає можливість автоматизувати процеси приймання сировини, подачі солоду, дріжджів, води та інших компонентів у технологічну установку; процеси фільтрації, відпустки пива на лінії розливу та інші. Система дозволяє контролювати рівень заповнення технологічних ємностей, керувати процесом миття обладнання, регулювати тривалість процесів, керувати мікрокліматом у виробничих приміщеннях, а також допомагає вести достовірний облік витрат сировини та енергоносіїв.

Ієрархічна трирівнева структура АСУ ТП

Найчастіше розподілені АСУ ТП мають трирівневу структуру. Приклад структурної схеми комплексу технічних засобів такої системи наведено на малюнку 1.1.

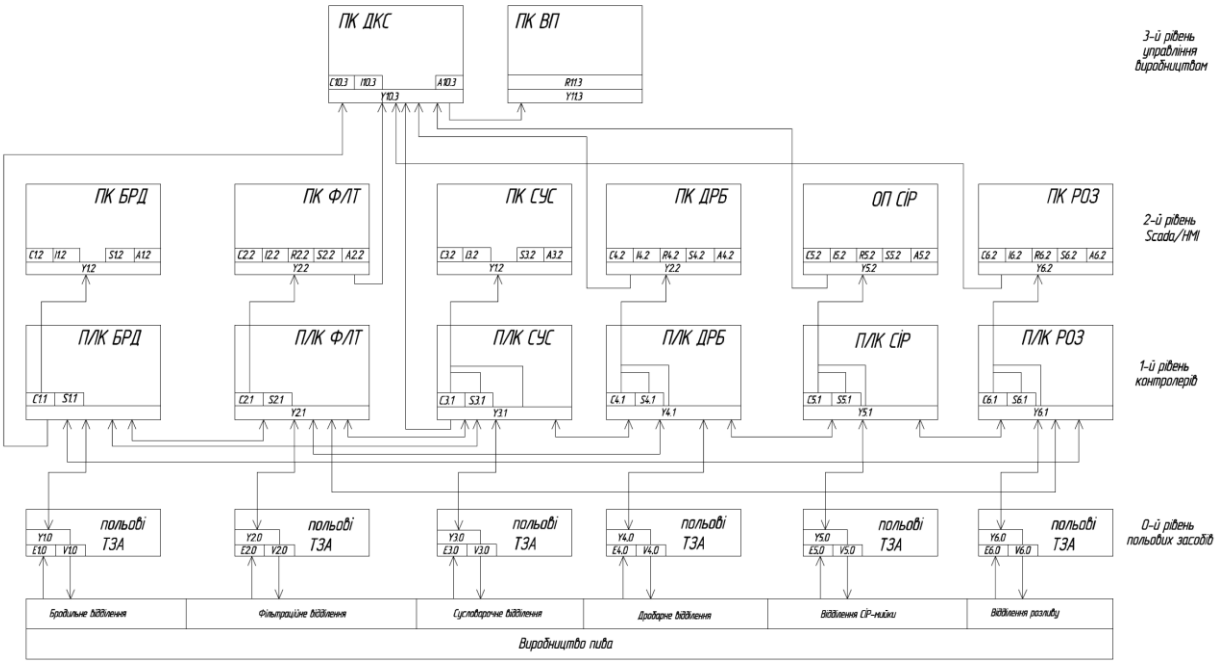


Рис.1.1 Приклад структурної схеми розподіленої АСУ ТП

На верхньому рівні за участю оперативного персоналу вирішуються завдання диспетчеризації процесу, оптимізації режимів, підрахунку техніко-економічних показників виробництва, візуалізації та архівування процесу, діагностики і корекції програмного забезпечення системи. Верхній рівень АСУ ТП реалізується на базі серверів, операторських (робочих) і інженерних станцій.

На середньому рівні - завдання автоматичного управління і регулювання,

пуску і зупинки устаткування, логіко-командного управління, аварійних відключень і захистів. Середній рівень реалізується на основі ПЛК.

Нижній (польовий) рівень АСУ ТП забезпечує збір даних про параметри технологічного процесу і стану обладнання, реалізує управлінський вплив. Основними технічними засобами нижнього рівня є датчики і виконавчі пристрої, станції розподіленого вводу / виводу, пускачі, кінцеві вимикачі, перетворювачі частоти.

Рівень введення / виведення (польовий рівень)

Вхідні сигнали від датчиків та управляючі на виконавчі механізми можуть подаватися безпосередньо на ПЛК (надходити від ПЛК). Однак якщо ТОУ має значну територіальну протяжність, це зажадає довгих кабельних ліній від кожного пристрою до ПЛК. Таке технічне рішення може виявитися не раціональним з двох причин:

- висока вартість кабельної продукції;
- зростання рівня електромагнітних завад з ростом довжини ліній.

Більш раціональним в такій ситуації є використання станцій розподіленої периферії, розташованих в безпосередній близькості до датчиків і виконавчих механізмів. Такі станції містять необхідні модулі введення і виведення, а також інтерфейсні модулі для підключення до ПЛК через цифрову польову шину (наприклад, з використанням протоколу Profibus DP, або Modbus RTU). Цифрова передача всіх сигналів здійснюється по одному кабелю з високим рівнем перешкодозахищеності. До польової шині можуть безпосередньо підключатися також так звані інтелектуальні датчики і виконавчі пристрої (мають в своєму складі контролери та інші блоки, що забезпечують перетворення сигналу в цифрову форму і реалізують обмін даними через польову шину).

Спрощена схема введення / виведення з використанням станції розподіленої периферії приведена на малюнку 1.2. Польова шина Profibus DP

(Process field bus Distributed Periphery) дозволяє з'єднати до 125 пристроїв, до 32 на сегмент (ПЛК, станцій розподіленої периферії, інтелектуальних датчиків і виконавчих пристроїв). Станція розподіленої периферії складається з трьох основних компонентів:

- базової панелі (Baseplate), на яку в спеціальні слоти встановлюють модулі вводу / виводу і інтерфейсні модулі, або спеціальної профільної шини, на яку кріпляться модулі;
- модулів введення / виведення (I / O Modules);
- інтерфейсних модулів (Interface modules), що забезпечують обмін даними з ПЛК через цифрову польову шину.

Кількість слотів під установку модулів може бути різним (найчастіше від 2 до 16). Крайній лівий слот зазвичай використовується для установки интерфейсного модуля. Блок живлення може бути встановлений на базовій панелі або може бути використаний окремий (зовнішній) блок. Усередині базової панелі проходять дві шини: одна служить для подачі живлення на встановлені модулі; інша - для інформаційного обміну між модулями.

На малюнку 1.4 приведено фото вузла розподіленого вводу / виводу моделі 2500 фірми Eurotherm. На базовій панелі розташовано 8 модулів введення / виведення і інтерфейсний модуль Profibus DP, блок живлення - зовнішній. На малюнку 4 наведено фото станції розподіленої периферії фірми Vipa ET 200M. На базовій панелі 6 сигнальних модулів (модулів введення / виведення) 1 інтерфейсний модуль Profibus DP (крайній зліва) і блок живлення.

Рис.1.2 Вузол розподіленого вводу / виводу фірми Eurotherm

Рис.1.3 Станція розподіленої периферії ET200M фірми Vipa

Сигнальні модулі (модулі вводу / виводу)

Модулі вводу / виводу бувають 4 типів:

1) Сигнальні модулі аналогового вводу (AI, analogue input). Вони приймають від датчиків, підключених до його входів, електричні сигнали уніфікованого діапазону, наприклад:

- 0-20 або 4-20 mA (струмовий сигнал);
- 0-10 V або 0-5 V (потенційний сигнал);
- сигнали від термопар (ТС) вимірюються мілівольтах;

- сигнали від термосопротивлений (RTD).

Відповідність діапазону електричного сигналу між входом модуля і виходом підключеного до нього датчика обов'язково для коректної роботи системи.

2) Сигнальні модулі дискретного введення (DI, discrete input). Приймають від датчиків дискретний електричний сигнал, який може мати тільки два значення: або 0 або 24 V (в окремих випадках 0 або 220 V). Вхід модуля DI також може реагувати на замикання / розмикання контакту в підключеної до нього ланцюга. До DI зазвичай підключають датчики контактного типу, кнопки ручного управління, статусні сигнали від систем сигналізації, приводів, які позиціонують пристроїв і т.д.

Припустимо, у нас є насос. Коли він не працює, його статусний (вихідний) контакт розімкнений. Відповідний дискретний вхід сигнального модуля DI знаходиться в стані "0". Як тільки насос запустили, його статусний контакт замикається, і напруга 24 V йде на клеми входу DI. Модуль, отримавши напруга на дискретній вході, переводить його в стан "1".

3) Сигнальні модулі дискретного виводу (DO, discrete output). Залежно від внутрішнього логічного стану виходу ("1" або "0") встановлює на клемах дискретного виходу напруга 24 V або 0 V відповідно. Є варіант, коли модуль в залежності від логічного стану виходу просто замикає або розмикає внутрішній контакт (модуль релейного типу). Модулі DO можуть управляти приводами, відсічними клапанами, запалювати світлосигнальні лампочки, включати звукову сигналізацію і т.д.

4) Сигнальні модулі аналогового виведення (AT, analogue output) використовуються для подачі струмового сигналу на виконавчі механізми з аналоговим сигналом, що управляє. Припустимо, що регулює клапан з керуючим входом 4-20 mA необхідно відкрити на 50%. Під дією вхідного струму 12 mA клапан переходить на 50% відкриття.

Відповідність діапазону електричного сигналу між виходом модуля і входом підключеного до нього виконавчого механізму обов'язково. Модуль

введення / виводу також характеризуються канальний - числом входів / виходів, а, отже, і кількістю сигнальних ланцюгів, які до нього можна підключити. Наприклад, модуль AI4 - це двоканальний модуль аналогового введення. До нього можна підключити 4 датчика. DI16 - модуль дискретного введення, що має шістнадцять каналів. До нього можна підключити 16 статусних сигналів від технологічних агрегатів.

У сучасних системах розташування модулів введення / виведення на базовій платі строго не регламентовано, і їх можна встановлювати в довільному порядку. Однак один або кілька слотів, як правило, зарезервовані під установку комунікаційного модуля. Іноді можлива установка відразу двох комунікаційних модулів, що працюють паралельно. Це робиться для підвищення відмовостійкості системи введення / виводу.

Одним їх жорстких вимог, що пред'являються до сучасних підсистем введення / виведення, є можливість "гарячої" заміни модулів без відключення живлення (функція hot swap).

Комунікаційні модулі забезпечують обмін даними між ПЛК, станціями розподіленої периферії, інтелектуальними датчиками і виконавчими пристроями. Модулі підтримують один з комунікаційних протоколів:

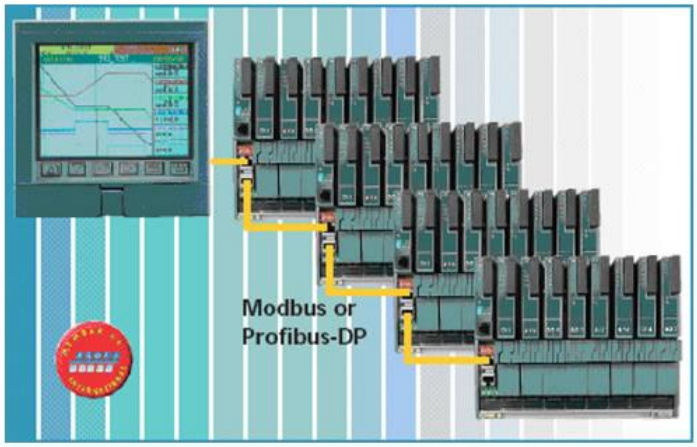
- Profibus DP;
- Profibus PA;
- Modbus RTU;
- HART;
- CAN і ін.

Обмін інформацією, як правило, здійснюється з використанням механізму провідний-ведений (master-slave). Тільки ведучий пристрій на шині може ініціювати обмін даними. Ведені пристрої пасивно прослуховують всі дані, що йдуть по шині, і тільки в разі отримання запиту від ведучого пристрою відправляють назад відповідь. Кожен пристрій на шині має свою унікальну мережеву адресу, необхідний для однозначної ідентифікації. Вузли введення /

виведення, як правило, є веденими пристроями, в той час як контролери - провідними.

На малюнку 1.4 показана цифрова польова шина, яка об'єднує один контролер (з монітором) і чотири вузли введення / виведення. Кожен пристрій, підключений до шини, має свою унікальну адресу. Нехай, наприклад, ПЛК з адресою 1 хоче вважати показання датчика тиску. Датчик підключений до станції розподіленої периферії з мережевою адресою 5, к модулю AI, розташованому в слоті 6, вхідний канал 12. Тоді ПЛК формує і відправляє по шині запит такого змісту:

Узел=1	-	-	Запись выполнена	-



Мал. 1.4 Підключення ПЛК і станцій розподіленої периферії до польової шині

Виробництво пива є однією із найважливіших галузей харчової промисловості країни. Пивоварне виробництво базується на безперервності технологічного процесу з використанням основного безперервно діючого обладнання, що створює передумови для комплексної та повної автоматизації процесу і полегшує її впровадження. Однак специфічність технологічних середовищ (наявність механічних включень, смолоутворення, відкладення твердих опадів, накипоутворення, піноутворення, висока в'язкість, підвищена кольоровість та ін), висока вологість і температура навколишнього середовища, створюють певні труднощі при впровадженні загальнопромислових приладів і

пристроїв і вимагають створення спеціальних засобів контролю, особливо складу і властивостей напівпродуктів і продуктів.

Широке використання автоматики в промисловості з середини 50-х років призвело до створення постійної служби КВП на пивоварних заводах, підвищенню рівня експлуатації, створенню організацій з розробки, виготовлення та впровадження засобів автоматизації.

Зростання продуктивності праці на пивоварних заводах, збільшення одиничної потужності устаткування, розробка нової технології, спрямованої на поліпшення якості та підвищення ефективності пивоварного виробництва, вимагають безперервного оновлення і вдосконалення засобів автоматизації і систем управління. У зв'язку з цим проектні, дослідницькі, навчальні інститути і підприємства пивоварної промисловості безперервно оновлюють технічні рішення з автоматизації.

Основні пріоритети координації: узгодження, збалансованість, рівновага, страхування, резервування, керованість. Координація здійснюється на основі інформації за допомогою організаційних структур, а також за допомогою створення робочих груп, інформаційних систем, призначення координатора.

За своїм ***характером*** координаційна діяльність буває:

- ***превентивна,*** тобто спрямована на передбачення проблем і труднощів;
- ***устраняющая,*** тобто призначена для усунення перебоїв, що виникають у системі;
- ***регулююча,*** тобто сприяюча збереженню існуючої схеми роботи;
- ***стимулююча,*** тобто поліпшує діяльність системи або існуючої організації навіть за відсутності конкретних проблем.

Для виконання даної функції використовуються:

Всілякі документальні джерела (звіти, доповідні, аналітичні матеріали);

Результати обговорення виникаючих проблем на нарадах, зборах, і т.д .;

Технічні засоби зв'язку, що допомагають швидко реагувати на відхилення в нормальному ході робіт в організації.

За допомогою цих та інших форм зв'язку встановлюється взаємодія між підсистемами організації, здійснюється маневрування ресурсами, забезпечується єдність і погодження всіх стадій процесу управління (планування, організації, мотивації і контролю).

У загальній функції координації можна виділити два основних напрямки.

1. Координація діяльності між структурними подразделен иями.

2. Узгодженість між відділами та службами підприємства шляхом встановлення раціональних зв'язків між ними, для чого в організації повинні виконуватися наступні заходи:

• з'ясування причин відхилення від планових завдань;

• визначення складу додаткових робіт і порядок їх виконання;

• визначення складу резервів, що виділяються організацією для виконання додаткових робіт;

• перерозподіл обов'язків і відповідальності між посадовими особами;

• оперативне вжиття заходів для усунення відхилень.

1.2 Аналіз проблем пивоварного виробництва

Останні 6 років пивний ринок в Україні перебуває у складному становищі, про що свідчить динаміка розвитку галузі. Починаючи з 2008 року в пивоварній галузі спостерігається поступове падіння виробництва. Причини скорочення продажів очевидні - складна макроекономічна ситуація в країні, девальвація національної валюти, зниження купівельної спроможності населення, а також введення додаткових законодавчих обмежень для пива.

Сучасна вітчизняна пивоварна галузь розвивається в основному за рахунок великих підприємств. Більшість малих пивзаводів не змогли знайти своє місце на українському ринку і не мають коштів ні для технічного переоснащення, ні для створення власної мережі збуту, що свідчить про їх неконкурентоздатність. Ці заводи або припиняють виробництво пива, або стають власністю великих підприємств. Таке "поглинання" великими виробниками малих, надає останнім можливість розвивати власне виробництво, сприяти розвитку економіки пивної галузі в цілому та забезпечувати зайнятість працездатного населення. Питання розвитку пивоварної галузі знаходяться у полі зору багатьох вчених, зокрема Є. Мазур, Б. Данилишина, В. Дєгтярова, М. Ляшенко, В. Сєрова, О. Чирва, Т. Мостенської, Є. Мниха. Результати їх досліджень дозволяють з різних сторін оцінити стан і рівень розвитку підприємств пивоварної промисловості, а також виявити проблеми, з якими вони стикаються. Проведені дослідження свідчать про те, що пивоварна галузь в Україні перебуває у складному становищі [4]. Так, з 2008 року в пивоварній галузі спостерігається поступове, але постійне падіння виробництва. За останні вісім років ринок пива скоротився на 40%, з 3,2 млрд. літрів в 2008 році до 1,94 млрд. літрів в 2015 році (У минулому році темпи падіння ринку значно посилилися, досягнувши позначки 18% порівняно з показниками 2014

року (рис.1.5).

Рис.1.5 Обсяги виробництва пива в Україні у 2008-2015 рр

Обсяг виробництва пива за 6 місяців 2016 року, склав 90 млн дал, що становить лише 91,7% від аналогічного періоду 2015 року. При цьому темпи падіння виробництва наростають. Якщо на початку 2016 року обсяги виробництва пива практично повторювали тенденції 2015 року, то випуск пива в травні – червні поточного року скоротився. За 8 місяців 2016 року обсяг виробництва пива склав 131,8 млн. дал, або 95,6% до аналогічного періоду 2015 року . Ситуація з солодом дещо покращилася, за 8 місяців 2016 року обсяг виробництва солоду склав 188,825 тис. тонн, що становить 100,4% до аналогічного періоду 2015 року [3]. Варто відзначити, що пивоварна галузь, як і будь-яка інша, існує у тісному взаємозв'язку з іншими суміжними галузями. І падіння обсягів виробництва пива тягне за собою втрати і в інших галузях. Так, з 2008 року майже вдвічі скоротилося і виробництво солоду, одного з головних компонентів пива (рис.2). За 6 місяців 2016 року обсяг виробництва солоду склав 145,3 тис., що на 5,6% менше, ніж у попередньому періоді. За 8 місяців 2016 року, ситуація з солодом дещо покращилася, і обсяг виробництва солоду склав 188,825 тис. тонн, або 100,4% у порівнянні з 2015 роком.

Причинами скорочення обсягів реалізації пивоварної продукції стали:

– складна макроекономічна ситуація в країні;

– девальвація національної валюти;

− значне підвищення цін на сировину, що використовується у виробництві пива;

− зниження купівельної спроможності населення.

Ще одним вагомим фактором, що чинить вплив на зниження обсягів виробництва є введення додаткових законодавчих обмежень для виробників пива. Зокрема, з 1 липня 2015 року пиво було прирівняне в регулюванні до міцних алкогольних напоїв, а у 2016 році ставка акцизного збору на пиво зросла в два рази, до 2.48 грн/л. Наслідком для виробників стало значне зниження розмірів отриманої виручки від реалізації. При перерахунку роздрібної ціни однієї пляшки за діючим валютним курсом видно значні втрати доходу при вагомому подорожчанні напою.

Так, у 2013 р. вартість пляшки пива середнього цінового сегмента становила 8-12 грн (при курсі гривні до долара 8), у 2016 р. при середній вартості 12-16 грн за пляшку та курсі 27 грн./долар валютна ціна напою скоротилася майже на 67%. . Зниження прибутковості українського ринку пива спричинило падіння зацікавленості з боку міжнародних компаній. Кризова ситуація загострила конкурентну боротьбу на ринку, до його більшої монополізації, яка в свою чергу породжує високі бар'єри входу пива для нових компаній. На сьогоднішній день, більше 90% пива представленого на українському ринку виробляється компаніями - мультибренду – "AB InBev", "Carlsberg Ukraine" і "Оболонь". Значну частку продукції на ринок постачають два альянси: "Efes і SABMiller" та "Альянс ППБ" і "Oasis CIS".

Найбільшим попитом серед торговим марок користуються: "Carlsberg" (19,4%), "Балтика" (13,2%) та "Львівське" (8,3%). Середні позиції належать "Tuborg" (6,7%) та "Velkopopovický Kozel" (4,9%). За ними пиво йдуть "Жигулівське" (3,1%), "Чернігівське" (2,6%) та "Оболонь" (2,6%). [3]

Лідери ринку намагаються бути гнучким і наслідувати тенденціям розвитку. Так, ПАТ "Оболонь" орієнтується на виробництво переважно економ

сегментів (“Оболонь”, “Рогань”), компанія “Сан ІнБев” значно нарощує свої позиції в сегменті “супер-преміум” , однак основний обсяг продажів відбувається за рахунок основної цінової групи товарів (“Чернігівське”). Компанія “Карлсберг” за останні 2 роки значно наростила обсяг продажу недорогих сортів пива, не дивлячись на те, що вона має чи не найбільший портфель брендів серед сортів пива “преміум” класу.

Слід відмітити, що в останні роки на ринку з’явилися й інші напої натурального бродіння, зокрема, сидр. У 2015 році він був практично єдиним алкогольним напоєм, виробництво якого зростало (на 23%).

Якщо у 2015 році український ринок пива склав близько 18,5-18,7 млн. гкл на рік, то ринок сидру – всього 0,12-0,13 млн. гкл, тобто менше 1%. Прослідковується незначне збільшення споживання напоїв бродіння, відмінних від пива: сидру, хард-лимонаду (суміш особливим чином відфільтрованого пива і смакових добавок). що впливає більше на розподіл ринку слабоалкогольної продукції.

Компанія “САН ІнБев Україна”є один із найбільших виробників пива в Україні, яка у 2016 р. розширила свій асортимент слабоалкогольних напоїв яблучним сидром “Stella Artois Cidre”, який виробляється в Англії, а імпортується в Україну.

1.3 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції

Інтегрована АСУ підприємством (об'єднанням) — це багаторівнева автоматизована система управління, яка призначена для комплексної автоматизації функцій управління інженерно-технічною, адміністративно-господарською, виробничо-технологічною і соціальною діяльністю промислових підприємств і забезпечує найефективніше розв'язання завдань з планування, випуску, розробки, освоєння, виробництва і реалізації продукції згідно з вимогами повного госпрозрахунку та самофінансування.

До складу інтегрованої АСУ, наприклад науково-виробничим об'єднанням, що тісно взаємодіють, належать локальні АСУ: автоматизовані системи управління об'єднанням (АСУО), підприємствами (АСУП), цехами, дільницями, АСУ технологічними процесами (АСУ ТП), системи автоматизованого проектування конструкторського (САПР-К) і технологічного (САПР-Т) призначення, автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) та інші види АСУ. Можливий варіант взаємозв'язку локальних АСУ в рамках ІАСУ ілюструє мал. 6.

ІАСУ може розглядатися як ієрархічно організований комплекс організаційних методів, технічних, програмних, алгоритмічних та інформаційних засобів, що мають модульну структуру і забезпечують наскрізне узгоджене управління матеріальними та інформаційними потоками об'єкта управління. На промислових підприємствах і об'єднаннях в ІАСУ органічно поєднуються автоматизація розв'язування економіко-організаційних задач управління з автоматизацією управління технологічними процесами та гнучкими автоматизованими виробництвами, проектуванням виробів і технологічних процесів тощо.

Сутність інтеграції в АСУ економічного об'єкта (ЕО) полягає в удосконаленні зв'язків управління процесами проектування й організації виробництва, технологічними процесами та випробуванням виробів.

Розрізняють інтеграцію процесів за рівнями управління (вертикальні зв'язки) та взаємодією об'єктів одного рівня (горизонтальні зв'язки). З просуванням нагору збільшуються нормативи, показники, інтервали планування і т. ін. Маємо неначе ефект часової інтеграції. У разі інтеграції по горизонтальних зв'язках досягається узгодження дій окремих служб (підсистем), діяльності постачальників і споживачів у рамках єдиного плану-графіка постачання. Отут досягається ефект, так би мовити, просторової інтеграції.

Інтеграція полягає в об'єднанні окремих частин, підсистем, систем у рамках одної системи, яка охоплює повніші інформаційні аспекти управління

на основі загального програмно-технічного, інформаційного й організаційного забезпечення. Поняття інтеграції можна поширити на однорідні системи (наприклад, лише АСУ ТП, лише АСУО і т. ін.), а можна віднести й до різнорідних систем (наприклад, АСУ ТП і АСУО; САПР і АСУП тощо).

1.4 Принцип виділення об’єктів обладнання згідно стандартів ISA-88/95/106

Перш за все, стандарт ISA 88 визначає поняття періодичного процесу (batch process) - це процес, результатом якого є виробництво кінцевого кількості продукту шляхом виконання над деякою кількістю вихідних матеріалів (сировини) впорядкованої послідовності дій за обмежений період часу з використанням однієї або більше одиниць обладнання. Це визначення однозначно вказує на наявність обмеженого інтервалу часу (періоду) виготовлення кінцевого кількості продукту (тобто партії) і тим самим відділяє періодичний виробничий процес від безперервного або дискретного процесу. Термін "партія" ("batch") має значення: по-перше, "матеріал, який виробляється в результаті однієї стадії batch process", а по-друге - якась сутність, яка визначає виробництво матеріалу на будь-якій стадії процесу. Під терміном "рецептура" ("recipe") визначається мінімально необхідний набір інформації, яка унікальним чином визначає вимоги до виробництва конкретного продукту. Для управління періодичним виробництвом необхідні три сутності (і саме їх охоплює стандарт):

- формальне визначення процесу виготовлення партії продукту - рецептури (recipe);
- інформація про обладнання, яким потрібно керувати (модель обладнання);
- формальне визначення керуючих впливів.

Трохи докладніше зупинимося на модельних уявленнях, описаних у стандарті. Стандарт ISA 88.01 визначає фізичну і процедурну моделі виробництва. Фізична модель в цілому визначає виробничу осередок

обладнання, необхідного для виробництва партії продукції. Основним поняттям тут є модуль - основна одиниця устаткування, що виконує головний крок процесу. Фізична модель (модель обладнання) в загальному випадку включає сім рівнів:

- блок керування (Control Module);
- агрегат (Equipment Module);
- установка (Unit);
- осередок про процесу (Process Cell);
- виробнича дільниця (Area);
- виробництво (Site);
- підприємство (Enterprise).

1.5 Аналіз існуючих методів аналізу ключових показників ефективності (KPI) саме для цього типу об'єктів

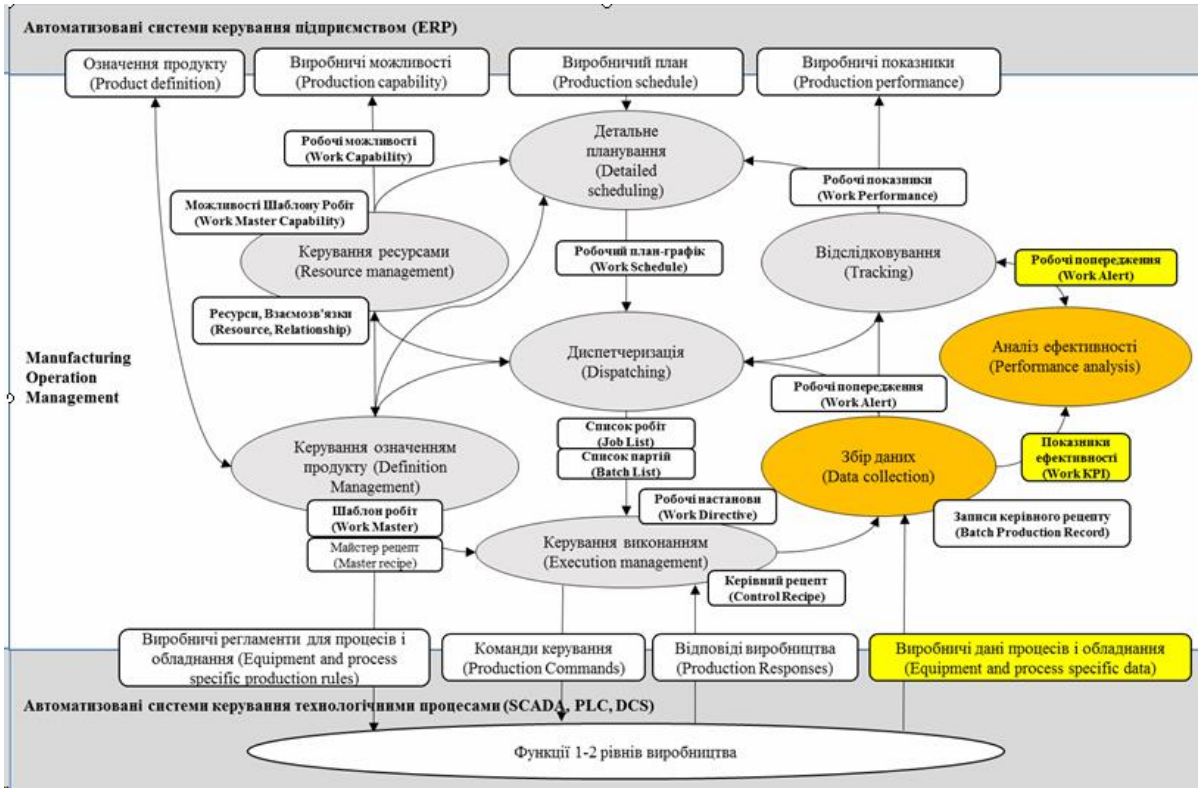


Рис.1.6 Схема автоматизованим управлінням підприємством

На сьогоднішній момент дуже важливими постають питання щодо вміння керівників правильно оцінювати в режимі реального часу ефективність функціонування підприємства. Мета роботи полягає у вивченні системи KPI як

інструменту підвищення ефективності роботи організації. Ключові показники ефективності (KPI) – це показники, які піддаються кількісному вимірюванню та вважаються найбільш важливими для оцінки ефективності діяльності фірми, відділу чи окремого працівника. KPI – це показники, досягнення яких необхідне для того, щоб наблизитися до поставлених цілей. Застосування системи KPI в організації дає змогу оцінювати її стан та формувати стратегію розвитку; довести цілі всієї організації до структурних підрозділів й окремого співробітника; контролювати ділову активність в режимі реального часу; створити ефективну систему винагороди працівників; оптимізувати фонд винагороди персоналу в організації. Основні етапи побудови системи KPI:

1. Уточнення цілей організації.

2. Підтримка та заохочення керівництва організації.

3. Формування робочої групи.

4. Формування цілісної стратегії впровадження і розвитку KPI.

5. Розробка цілей і задач підрозділів та показників їх ефективності.

6. Роз’яснення працюючим переваг застосування системи KPI.

7. Опис процесу збору даних для розрахунку преміальних виплат.

8. Узгодження показників ефективності роботи та їх важливість (вага – розподіляється у відсотках між показниками групи)

9. Планування та розрахунок преміального фонду організації та її підрозділів.

10. Формування єдиної бази даних та внесення в неї виробничих показників.

11. Відбір ключових показників ефективності для організації в цілому.

12. Розробка відповідних документів.

13. Презентація розроблюваної системи керівникам та іншому персоналу.

14. Впровадження KPI.

15. Контроль за результатами впровадження системи КПЕ.

16. Уточнення показників ефективності для підтримки їх актуальності.

Розділ 2 – Загальносистемні рішення

2.1 Розробка загальної моделі ієрархії обладнання

Аналіз вибраного об’єкту та дослідження подібних в літературі дає можливість означити модель обладнання (Equipment) вибраного підприємства та його частин. Ця модель дасть змогу розробити єдину функціональну структуру. Модель розробляється відповідно до вимог стандартів ISA-95, ISA-88 та ISA-106 та їх аналогів IEC. Моделі обладнання пересікаються у всіх наведених вище стандартах і являються їх «спільним знаменником» (рис.2).

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

1. Підприємство (Enterprise) – це виробничий комплекс, що відповідає за певну номенклатуру виробів, які випускаються. Виробнича площадка (Site) - це група об’єднаних об’єктів що забезпечують виробництво певного набору видів продукції згідно календарного плану.

2. Виробнича ділянка (Area) – це група об’єктів в рамках виробничої площадки, що забезпечує виробництво певних видів продукції згідно виробничої потужності.

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

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

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

Нижні три рівня ієрархічної моделі обладнання описується також стандартами ISA-88 або ISA-106, як і четвертий рівень. Вони повністю пов'язані з виробничим обладнанням, декомпозиція якого проводиться за функціональними ознаками.

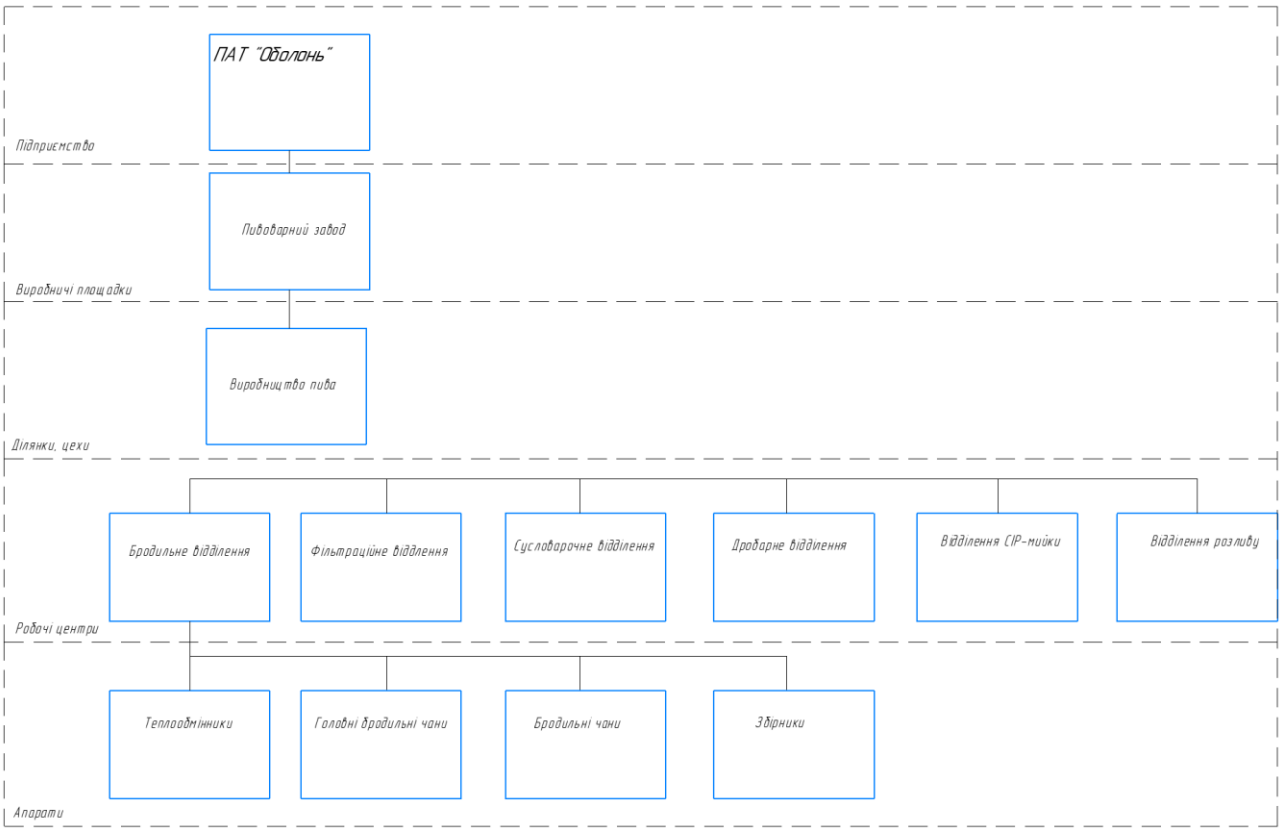


Рис.2.1 Загальна ієрархічна модель обладнання пивоварного заводу із деталізацією на рівні варильного відділення

2.2 Функціональна структура АСУ виробництвом пива

Схема функціональної структури наведена в аркуші 1 графічного матеріалу. Схема функціональної структури (рис.2.2) відображає функціональні складові підприємства на трьох рівнях: 0-й рівень – рівень польових засобів, 1-й рівень – контролерів, 2-й рівень – рівень SCADA/HMI, 4-й рівень – рівень управління виробництвом. На схемі зображено функціональну струтуру виробництва дифузійного соку: Відділення випарне, відділення вакуум апаратів. В таблиці 2.1 наведено умовні позначення до схеми функціональної струтури.

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

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

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою. При відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної. ПК БРД з функціями SCADA/HMI є координуючою станцією для всієї лінії виробництва.

Рівень управління виробництвом повинен включати робочу станцію головного технолога (диспетчерсько-координуючу станцію) для контролю за основними виробничими параметрами та технологічний сервер (ТС) для ведення архіву по параметрам виробництва.

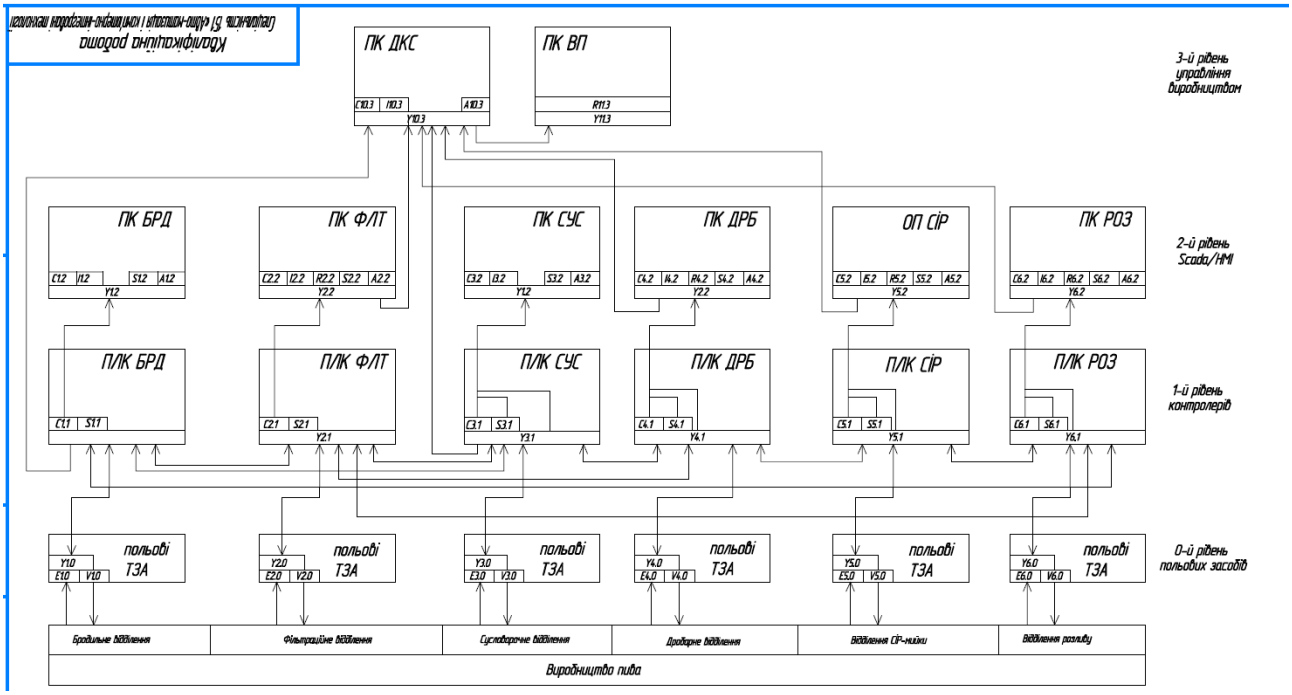


Рис.2.2 Схема функціональної структури АСУТП виробництва пива

Таблиця 2.1 Таблиця умовних позначень до схеми функціональної структури

Позначення	Найменування
Польові ТЗА	технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК БРД	мікропроцесорний контролер бродильного відділення
ПЛК ФЛТ	мікропроцесорний контролер фільтраційного відділення
ПЛК СУС	мікропроцесорний контролер сусловарочного відділення
ПЛК ДРБ	мікропроцесорний контролер дріжджового відділення
ПЛК СІР	мікропроцесорний контролер для відділення СІР-мийки
ПЛК РОЗ	мікропроцесорний контролер для розливного відділення
ОП СІП	операторська панель відділення СІР-мийки
ПК РОЗ	АРМ оператора відділення розливу (на базі комп'ютера)
ПК БРД	АРМ оператора бродильного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ФЛТ	АРМ оператора фільтраційного відділення (на базі комп'ютера)
ПК СУС	АРМ оператора сусловарочного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ДРБ	АРМ оператора дріжджового відділення (на базі комп'ютера)
ПК ДКС	диспетчерська-координуюча станція – АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ПК ВП	технологічний сервер пивоварного виробництва – сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0, E3.0, E4.0, E5.0, E6.0	вимірювальне перетворення 0-го рівня польових засобів
V1.0, V2.0, V3.0, E4.0, V5.0, V6.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами 0-го рівня польових засобів
Y1.0, Y2.0, Y3.0, Y4.0, Y5.0, Y6.0	перетворення та обробка інформації 0-го рівня польових засобів
Y1.1, Y2.1, Y3.1, Y4.1, Y5.1, Y6.1,	перетворення та обробка інформації 1-го рівня контролерів
Y1.2, Y2.2, Y3.2, Y4.2, Y5.2, Y6.2,	перетворення та обробка інформації 2-го рівня Scada/HMI
C1.1, C2.1, C3.1, C4.1, C5.1, C6.1	автоматизоване регулювання, управління технологічним процесам 1-го рівня контролерів
C1.2, C2.2, C3.2, C4.2, C5.2, C6.2	дистанційне управління, формування завдання, настройка регуляторів 2-го рівня Scada/HMI
S1.1, S2.1, S3.1, S4.1, S5.1, S6.1	автоматизоване включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач 1-го рівня контролерів
S1.2, S2.2, S3.2, S4.2, S5.2, S6.2	дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів 2-го рівня Scada/HMI
I1.2, I2.2, I3.2, I4.2, I5.2, I6.2	відображення для контролю за технологічним процесом 2-го рівня Scada/HMI
I10.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом 3-го рівня управління виробництвом
R2.2, R4.2, R5.2, R6.2	реєстрація параметрів технологічного процесу 2-го рівня Scada/HMI
R11.3	реєстрація основних виробничих параметрів 3-го рівня управління виробництвом
A1.2, A2.2, A3.2, A4.2, A5.2, A6.2	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація 3-го рівня управління виробництвом
A10.3	контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва 3-го рівня управління виробництвом

2.3. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
F води в спиртоловушку	+	-	+	-	+	+	+	-	+
F затору в бродильний чан 3	+	-	+	-	+	+	+		+
T затору після охолоджувача	+	-	+	-	+	+	+	-	+
T затору в гол.бродильному чані 1	+	-	+	-	+	+	+	-	+
T затору в гол.бродильному чані 2	+	-	+	-	+	+	+	-	+
T затору в бродильному чані 1	+	-	+	-	+	+	+	-	+
T затору в бродильному чані 2	+	-	+	-	+	+	+	-	+
T затору в бродильному чані 3	+	-	+	-	+	+	+	-	+
ВМ подачі холодної води в охолоджувач	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі холодної води в головний бродильний чан 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі холодної води в головний бродильний чан 2	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі холодної води в бродильний чан	-	+	+	-	+	+	-	-	-

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
1.									
ВМ подачі холодної води в бродильний чан 2	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі холодної води в бродильний чан 3	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі води в спиртоловушку	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна М1	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна М2	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна М3	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна М4	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна М5	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М1	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М2	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Кр	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Ті	-	-	-	-	+	+	-	-	-

2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів.

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

Структурна схема комплексу технічних засобів (КТС) розробляється для АСУТП виробництва в цілому. Враховуючи наявність ТЗА польового рівня на схемі автоматизації, на структурній схемі КТС їх можна не вказувати.

Винятком є тільки ті ТЗА, які інтегруються в єдину систему з використанням промислових мереж.

Розробка структури КТС передбачає:

- вибір промислових та комп'ютерних мереж, на базі яких проводиться технічна інтеграція засобів;
- створення мережної структури, в якій технічні засоби являються вузлами мережі;
- вибір мережного обладнання (комунікаційні модулі, карти) для всіх мережних вузлів;

вибір мережних складових з функціями перетворення: репітерів, концентраторів, комутаторів, маршрутизаторів та шлюзів.

Табл.2.2 Перелік технічних засобів автоматизації КІСУ.

Позначен-ня	Найменування	К-сть	Примітка
1	2	3	4
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	офісного виконання
ПК ТС	мікропроцесорний контролер бродильного відділення	1	офісного виконання
ПЛК БРД	мікропроцесорний контролер фільтраційного відділення	1	Modicon M340
ПЛК ФЛТ	мікропроцесорний контролер сусловарочного відділення	1	Modicon M340
ПЛК СУС	мікропроцесорний контролер дробарного відділення	1	Modicon M340
ПЛК ДРБ	мікропроцесорний контролер для відділення CIP-мийки	1	Modicon M340
ПЛК CIP	мікропроцесорний контролер для розливного відділення	1	Modicon M340
ПЛК РОЗ	операторська панель відділення CIP-мийки	1	Modicon M340
ОП CIP	мікропроцесорний контролер бродильного відділення	1	SIMATIC TP177A
ПК РОЗ	ПК оператора сокоочисного відділення	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК БРД	ПК оператора кристалізаційного відділ.	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК ФЛТ	АРМ оператора відділення розливу (на базі комп'ютера)	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК СУС	АРМ оператора бродильного відділення (на базі комп'ютера)	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК ДРБ	АРМ оператора фільтраційного віддіення (на базі комп'ютера)	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb

Позначен-ня	Найменування	К-сть	Примітка
1	2	3	4
ПК ДКС	АРМ оператора сусловарочного відділення (на базі комп'ютера)	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК ДРБ	АРМ оператора дробарного відділення (на базі комп'ютера)	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК ДКС	Диспетчерсько-координуюча станція – АРМ начальника зміни (на базі комп’ютера)		Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
ПК ТС	Технологічний сервер - сервер архівів основних виробничих параметрів		
ПК ВП	технологічний сервер пивоварного виробництва - сервер архівів основних виробничих параметрів	1	Celeron 1,7GHz, RAM 256Mb
RIO1,RIO2, RIO3,RIO4, RIO5,RIO6	Віддалені входи/виходи	6	VIPA 200
SW1	Мережевий комутатор	1	Ethernet 100
SW2	Промисловий комутатор	1	Modbus RTU
IM1-IM6	Модуль зв'язку (зв'язок по мережі Modbus RTU)	6	BMX NOM0200

2.5 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

Схема мережних інформаційних розробляються на основі деталізованої структури КТС. Основне призначення схеми — показати реалізацію інформаційних потоків з точки зору інформаційного забезпечення, оскільки апаратна частина показується та описуються на структурних схемах КТС.

Схема мережних інформаційних потоків:

- дає уявлення про обмін даними в мережі між різними типами без даних;
- служить інструментом для вияву конфліктних ситуацій, вирішення оптимальної зв’язку, зменшення надлишкових потоків;
- допомагає в формуванні технічного завдання для підрозділів або підрядників, які відповідають за певну частину (підсистему) проекту, який розробляється.

Наочність дає змогу краще розуміти процеси обміну, які діють у системі. Саме із цієї схеми можна розподіл адрес між пристроями, виділення ресурсів (змінних), визначення боку клієнта та серверу.

На рис.2.3 показано організацію збору та передачі інформації на рівні АСУТП сусловарильного відділення та АСУТП фільтраційного відділення.

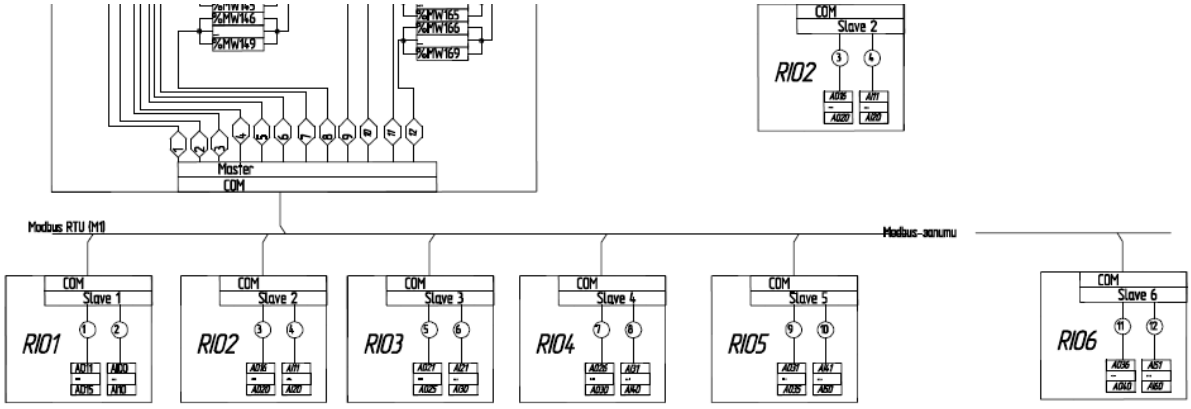


Рис.2.3 Інформаційна структура мереж M1

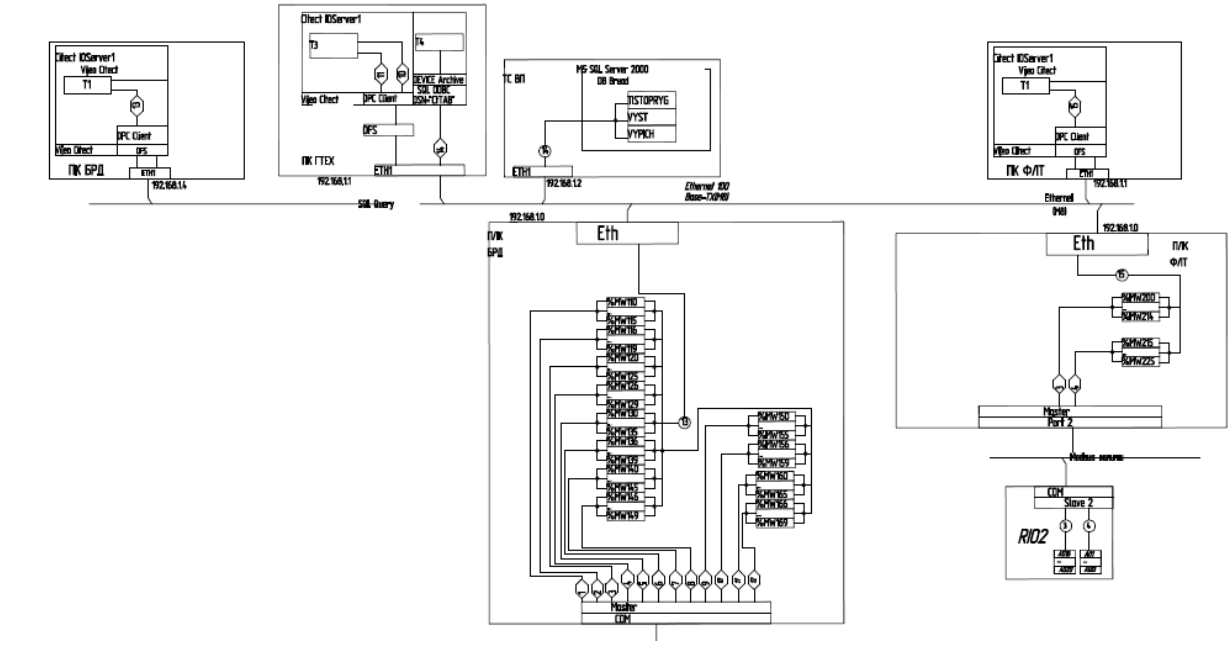


Рис.2.4 Інформаційна структура мереж M8

2.5.1. Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК БРД.

В таблиці 2.3. наведено перелік даних АСУТП сусловарильного. Дані цих масивів містять перелік мережних змінних АСУТП виробництва пива. Від зміни значень даних масивів оператор може зробити висновки про функціонування відділення і системи в цілому. Масиви створюються за допомогою програми MS SQL Server. Функціонування системи передачі даних забезпечується програмним забезпеченням Unity Pro XL та OPC OFS Server, що забезпечують передачу та архівування даних в реальному часі. Дані зберігаються на технологічному сервері.

Таблиця 2.3 Мережні змінні ІАСУ виробництвом пива

Ім'я	Адреса	Діапазон вимірювання	Область значень контролера
Температура в першому заторному котлі, ˚С	MW10	0 – 100	0 – 27648
Температура в другому заторному котлі, ˚С	MW12	0 – 100	0 – 27648
Температура в фільтр-пресі, ˚С	MW14	0 – 100	0 – 27648
Температура в сусловарочному котлі , ˚С	MW16	0 – 100	0 – 27648
Температура в гідро циклонному апараті , ˚С	MW18	0 – 100	0 – 27648
Тиск в фільтр-пресі, МПа	MW20	0 – 10	0 – 27648
Тиск в сусловарочному котлі, бар	MW22	0 – 10	0 – 27648
Рівень в першому заторному котлі,м	MW24	0 – 4	0 – 27648
Рівень в другому заторному котлі, м	MW26	0 – 4	0 – 27648
Рівень в збірнику сусло варильному апараті, м	MW28	0 – 4	0 – 27648
Рівень в ємності для хмелю, м	MW30	0 – 5	0 – 27648
Рівень в гідроциклоні, м	MW32	0 – 5	0 – 27648
Витрата первинного сусла після фільтрації , л/год	MW34	0 – 300	0 – 27648
Вміст сухих речовин в суслі після фільтрації, %	MW36	0 – 100	0 – 27648
Вміст сухих речовин в сусло варильному котлі, %	MW38	0 – 100	0 – 27648

Призначення	ПК БРД		ПЛК БРД	ЧПР БРД	RIO1
Т затору після охолоджувача	Tzator_1	T2, T4	%MW1		%MW111
Т затору в гол.бродильному чані 1	Tzator_2	T2, T4	%MW2		%MW112
Т затору в гол.бродильному чані 2	Tzator_3	T2, T4	%MW3		%MW113
Т затору в бродильному чані 1	Tzator_4	T2, T4	%MW4		%MW114
Т затору в бродильному чані 2	Tzator_5	T2, T4	%MW5		%MW115
L в головному бродильному чані 1	Lzator_1	T2, T4	%MW6		%MW116
L в головному бродильному чані 2	Lzator_2	T2, T4	%MW7		%MW117
L в бродильному чані 1	Lzator_3	T2, T4	%MW8		%MW118
L в бродильному чані 2	Lzator_4	T2, T4	%MW9		%MW119
L в бродильному чані 3	Lzator_5	T2, T4	%MW10		%MW120
F води в спиртоловушку	Fvoda	T2, T4	%MW11		%MW121
F затору в бродильний чан 3	Fzator	T2, T4	%MW12		%MW122
ВМ клапан хол. Води в підігрівник	Kl_voda_1	T2, T4	%MW13		%MW123
ВМ клапан хол. Води гол.брод. чан 1	Kl_voda_2	T2, T4	%MW14		%MW124
ВМ клапан хол. Води гол.брод. чан 2	Kl_voda_3	T2, T4	%MW15		%MW125
ВМ клапан хол. Води брод. чан 1	Kl_voda_4	T2, T4	%MW16		%MW126
ВМ клапан хол. Води брод. Чан 2	Kl_voda_5	T2, T4	%MW17		%MW127
ВМ клапан води на брод. Чан 3	Kl_voda_6	T2, T4	%MW18		%MW128

2.5.2. Перелік вхідних сигналів та даних, перелік вихідних сигналів та даних/документів.

В таблиці 2.4 наведений список аналогових вхідних сигналів ПЛК сусловарильного відділення, які використовуються для управління і регулювання процесом бродіння.

Таблиця 2.4 Перелік аналогових вхідних сигналів для RIO2 (B1.A.RIO2)

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність вимір у, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
11в	Рівень в збірнику дробини	0-5 м	4-20 мА	0.1	0.5	
11г	Витрата дробини на виході із відділення	0-1000 л/см3	4-20 мА	0.1	0.5	

Таблиця 2.5 Перелік аналогових вихідних сигналів для RIO1 (B2.A.RIO1)

Поз. перетв.	Найменування вихідної величини	одиниці та діапазон виходу	тип та діапазон вихідного сигналу	періодичність., с	точність формування я, %	споживана потужність	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
	Подача пари в заторний котел 1	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
	Подача пари в заторний котел 2	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
	Подача пари в сусловарочний котел	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
	Подача гарячої води в заторний котел 1	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан гар. води
	Подача гарячої води в заторний котел 2	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан гар. води
	Подача хмелю в сусло варильний котел	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР подачі хмелю

	Подача хмелю в збірник	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан хмелю
	Подача сусла в сусло варильний котел	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР подачі сусла
	Мішалка в заторному котлі 1	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР мішалки
	Мішалка в заторному котлі 2	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР мішалки
	Подача затору в котел 2	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР затору
	Подача затору на фільтрацію	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР затору
	Подача зеленого пива в гідро циклонний апарат	0-6000 об/хв	0-650 Гц	0,1	1	-	ЧПР зел. пива
	Подача дробини в заторний котел 1	0-24В	Відкр/ закрити	-	-	-	ВМ клапан дробини
	Подача сусла на охолодження	0-24В	Відкр/ закрити	-	-	-	ВМ клапан сусла 2
	Подача гар.води в фільтр прес	0-24В	Відкр/ закрити	-	-	-	ВМ клапан гар.води
	Подача сусла в хмелезбірник	0-24В	Відкр/ закрити	-	-	-	ВМ клапан сусла 3

Схеми мережних інформаційних потоків.

Схеми інформаційних потоків наведені у графічній частині (аркуш 7). Відповідно до схеми інформаційні потоки нижнього рівня вказані для підсистеми бродильного відділення. Інформаційні потоки інших відділень умовно позначені як блоки даних. З'єднання RIO з ПЛК та обмін даними між ПЛК відбувається через мережу Ethernet 100, З'єднання ПЛК та ОП з ПК відбувається через мережу Ethernet 100 .

Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК СУС.

Таблиця 2.6 Мережні змінні ІАСУ виробництвом пива

Призначення	ПЛК ВИП (SCADA)		ПЛК ВИП	ЧРП ВИП
Рівень в баці гарячої води	L_1	T1	%MW100	
Температура в баці гарячої води	Temp_1	T5	%MW101	
Температура в змішувачі	Temp_2	T5	%MW102	

Температура в заторному котлі 1	Temp_3	T5	%MW103	
Температура в заторному котлі 2	Temp_4	T5	%MW104	
Температура в баці промивної води	Temp_5	T5	%MW105	
Температура в фільтраційному чані	Temp_6	T5	%MW106	
Температура в сусловарочному котлі	Temp_7	T5	%MW107	
Температура в змішувачі перед фільтраційним чаном	Temp_8	T5	%MW108	
Температура в змішувачі перед заторним котлом 1	Temp_9	T5	%MW109	
Температура в змішувачі перед заторним котлом 2	Temp_10	T5	%MW110	
Температура в змішувачі перед сусловарочним котлом	Temp_11	T5	%MW111	
Тиск в фільтраційному чані	Tusk_1	T5	%MW112	
Тиск в заторному котлі 1	Tusk_2	T5	%MW113	
Тиск в заторному котлі 2	Tusk_3	T5	%MW114	
Тиск в сусловарочному котлі	Tusk_4	T5	%MW115	
Рівень в заторному котлі 1	L_2	T5	%MW116	
Рівень в заторному котлі 2	L_3	T5	%MW117	
Рівень в сусловарочному котлі	L_4	T5	%MW118	
Кислотність суміші в сусловарочному котлу	QE_1	T5	%MW119	
Витрата води в заторний котел 1	FE1	T5	%MW120	
Витрата води в заторний котел 2	FE2	T5	%MW121	
Витрата води в сусловарочний котел	FE3	T5	%MW122	
Подача води в збірник	Kl_1	T5	%MW123	
Клапан регулювання температури в баці гарячої води	Kl_2	T5	%MW124	
Клапан регулювання температури в заторному котлі 1	Kl_3	T5	%MW125	
Клапан регулювання температури в заторному котлі 2	Kl_4	T5	%MW126	
Клапан регулювання температури в сусловарочному котлі	Kl_5	T5	%MW127	
Клапан регулювання витрати води в заторний котел 1	Kl_6	T5	%MW128	
Клапан регулювання витрати води в заторний котел 2	Kl_7	T5	%MW129	
Клапан регулювання витрати води в сусловарочний котел	Kl_8	T5	%MW130	
Danffos Стан інвертору/керуючий вхід	Lenze _Status	T6	40009	inverter status/control

				input instruction
Danffos Режим /стан перетворювача	Lenze _Mode	T6	40010	operation mode/inverter settings
Danffos Вихідна частота	Lenze _FR	T6	40201	output frequency
Danffos Вихідний струм	Lenze _OC	T6	40202	output current
Danffos Вихідна напруга	Lenze _OV	T6	40203	output voltage
Danffos Частота настройки	Lenze _FS	T6	40205	frequency settings

Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом варіння пива

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

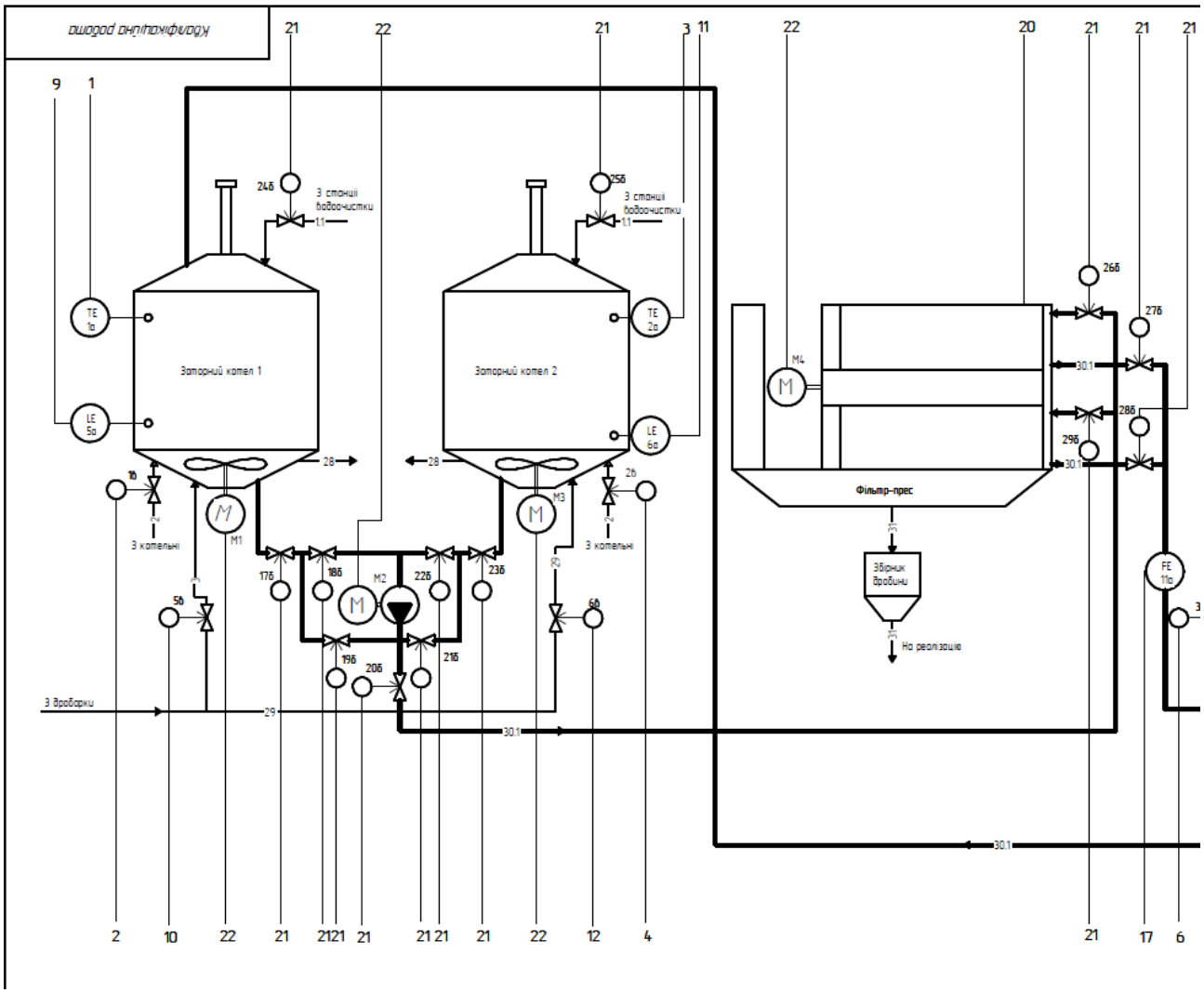


Рис.3.1 Схема автоматизації (фрагмент 1)

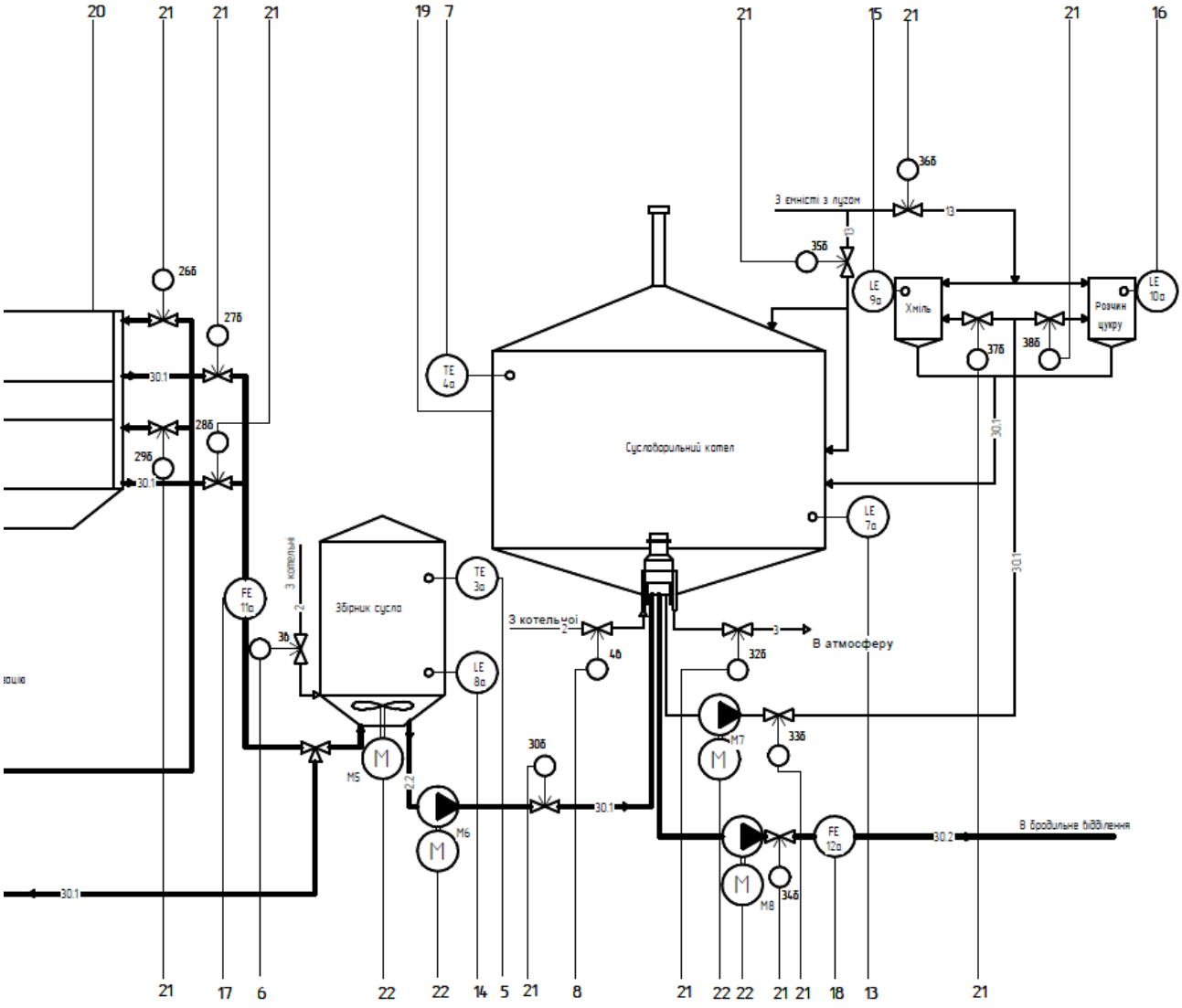


Рис.3.2 Схема автоматизації (фрагмент 2)

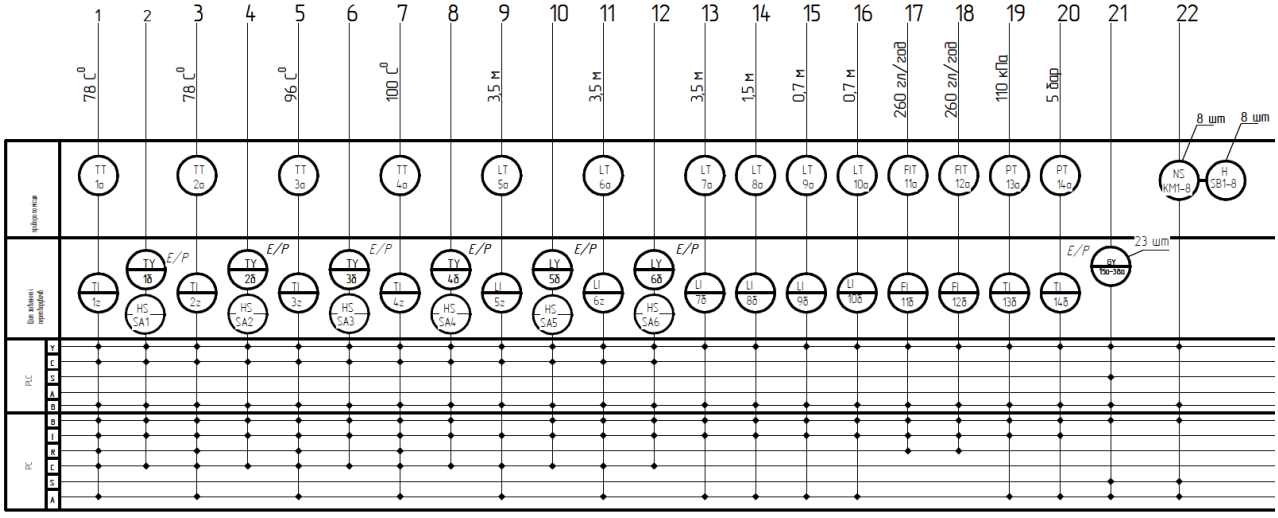


Рис.3.3 Схема автоматизації (фрагмент 3)

Позначення	Найменування
1.1	Вода
28	Конденсат
2	Пара
29	Солод
30.1	Первине сусло
30.2	Охмелене сусло
13	Луг
3	Повітря
31	Дробина

Рис.3.4 Схема автоматизації (фрагмент 4)

Для регулювання і контролю температури затору в першому та другому заторному апараті (котлі) слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans TK/TK-H (1а, 2а) який має уніфікований вихідний сигнал 4…20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (1в,2в).

Для регулювання і контролю температури первинного сусла в збірнику сусла слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans TK/TK-H TCM (3а) який має уніфікований вихідний сигнал 4…20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (3в).

Для регулювання і контролю температури кип’ятіння сусла в сусло варильному апараті(котлі) слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans TK/TK-H (4а) який має уніфікований вихідний сигнал 4…20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо

перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (4в).

Регулювання рівня заторної суміші в першому та другому заторному апараті реалізується за допомогою контуру, який включає рівномір Vega Puls 61 (5а,6а) з вихідним сигналом 4….20 мА з якого сигнал надходить до контролера і ЕОМ. З контролера сигнал подається на електро-пневмо перетворювач типу ЕП 1324, який подає пневматичний сигнал до регулювального клапана (5в,6в).

Контроль рівня в сусловарильному котлі здійснюється за допомогою контуру, що складається із рівноміра Vega Puls 61 (7а) із вихідним сигналом 4…20 мА з якого сигнал надходить на контролер і ЕОМ.

Контроль рівня первинного сусла в збірнику сусла здійснюється за допомогою контуру, що складається із рівноміра Vega Puls 61 (8а) із вихідним сигналом 4…20 мА з якого сигнал надходить на контролер і ЕОМ.

Контроль рівня хмелю і розчину в збірниках здійснюється за допомогою контурів, що складаються із рівномірів Vega Puls 61 (9а, 10а), який має вихідний сигнал 4…20 мА, сигнал від датчика надходить на контролер і ЕОМ.

Контроль витрати первинного сусла на виході із фільтрпресу, що надходить до проміжного збірника сусла контролюється вихровим витратоміром Rosemout 8600 (11а) , що має уніфікований вихідний сигнал(4…20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль витрати охмеленого сусла на виході із сусловарильного апарата, що надходить у бродильне відділення контролюється вихровим витратоміром Rosemout 8600 (12а), що має уніфікований вихідний сигнал(4…20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль тиску в сусло варильного котлі контролюється тензометричним датчиком тиску SH2T (13а), що має уніфікований вихідний сигнал(4…20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль тиску в сусло варильного котлі контролюється тензометричним датчиком тиску SH2T (14а), що має уніфікований вихідний сигнал(4…20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Мішалки які знаходяться в першому, другому заторному апараті та в збірнику первинного сусла приводяться вдію асинхронними двигунами (позиції М1,М3,М5).

Насоси, призначення яких для перекачування первинного сусла, охмеленого сусла приводяться вдію двигунами (позиції М2, М6, М7, М8).

Метою затирання подрібненого солоду або суміші солоду і несолодженої сировини (у наш час, часто використовується другий варіант) є переведення в розчиний стан за допомогою ферментів максимальної кількості речовин. При змішувані солоду або суміші солоду та несолодженої сировини із водою розчиняються частинки речовин, які здатні переходити у розчин без участь ферментів, і набухають речовини, що знаходяться в колоїдному розчині.

При використані великої кількості несолоджених сировинних матеріалів у затор вводять мікробні ферменти або їх композиції й при цьому звертають увагу на створення сприятливих умов для дії різних ферментів.

Затирання вимагає приділити особливу увагу температурним процесам. Важливими температурними паузами є: початок затирання при температурі 40-45 ^{0}C; 50-52 ^{0}C – білкова пауза; 60-65 ^{0}C – для дії В-амілази і 70 ^{0}C. Змінюючи температуру, тривалість витримування затору при певних температурах, а також pH, можна регулювати якісні показники сусла, змінювати вихід екстракту. Показник pH значно впливає на вихід екстракту та його склад . Оптимальний показник pH для дії комплексу основних ферментів лорду становить 5-5,3, а pH затору 5,6-6,0. Для зниження pH затір підкислюють молочної кислотою.

Використовується двовідварний спосіб затирання, як найбільш поширений (також є: одно відварний, три відварний). Його перевага полягає в тому, що він дає змогу переробляти солод різної якості. Виходячи із цього температурні режими можна змінювати.

У заторний апарат набирають 1/2 — 1/3 води, необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, подають подрібнений солод і

заливають решту води. Температура заторної маси досягає 50-52 ^{0}С, при ній витримують 15- 30хв.

Потім у відварний апарат подають приблизно 1/2 – 1/3 густої заторної маси, підігрівають її при перемішуванні до 63 ^{0}С , вимикають мішалку і нагрівають . Тривалість температурної паузи 15 – 30 хв. Потів відвар до 70 ^{0}С при перемішуванні , перекривають подачу пари, зупиняють мішалку й витримують 20 – 30 хв. для оцукрювання. Масу відвару швидко нагрівають до кипіння і кип’ятять 15- 30 хв, Цю частину заторної маси називають першим відваром. При увімкнених мішалках в двох заторних апаратах точніше, заторний та відварний апарат) перший відвар повільно перекачується в основний затір.

Після змішування основного затору з першим відваром температура встановлюється на рівні 62 – 63 ^{0}С витримується 10 – 15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачується у відварний апарат, де нагрівається до кипіння і протягом 5 – 20 хв кипить, тривалість залежить від якості солоду сорту пива.

Тривалість кипіння відвару подовжується при переробці погано розчиненого солоду та приготування темного пива. Після кипіння заторну частину (її називають другим відваром) , повільно перекачують весь відвар до основних маси. Потім температуру всього затору підвищують до 70 ^{0}С і витримують 30 хв.

Уразі неповного процесу оцукрювання роблять паузу при 72 ^{0}С і витримують скільки потрібно, після чого затор нагрівають до 76 – 77 ^{0} ^{0}С і перекачують насосом на фільтрацію.

Фільтрування затору відбувається на фільтрпресі, підготовка якого полягає у збиранні та наповненні гарячою водою. На кожну плиту спочатку начіплюють вимиту серветку і стискають гідростатичним затискачем плити і рами. Потім наповнюють фільтрпрес водою температура якої має не нижча 80 ^{0}С. Після перевірки ущільнене воду спускають і заторну масу починають перекачувати в фільтр при відкритих фільтраційних кранах. Звільнений заторний апарат

обполіскують водо, а промивні води перекачують у фільтр. Перше сусло направляється у сусловарильний апарат.

Після збирання першого сусла по нижньому або верхньому боковому каналу подають воду температурою 75-80 ^{0}С для промивання дробини, тиск у фільтрі на цій стадії повинен становити 0,12-0,15 МПа. Почергово відкривають клапани через одну плиту для спускання промивних вод. Підчас промивання дробини періодично перевіряють масову частку сухих речовин у промивній воді, що витікає із різних клапанів, і закінчують промивання при значенні цього показника 0,5-0,7 %.

Залишки промивних вод із дробини виділяють стисненим повітрям, фільтр розбирають, а дробину скидають у жолоб, з якого її транспортують шнеком. Фільтр промивають, серветки миють і сушать. Цикл роботи фільтрпреса триває 240 хв.

Фільтрпрес, який має товщину шару дробини 4 см, дуже чутливий до дії кисню. Тому при промиванні пивної дробини слід використовувати воду, що його не містить. Вихід продукту значною мірою залежить від якості солоду. Використання фільтрпресу потребує достатню високі витрати на миття рам і пластин.

Рекомендується проводити його очистку та дезінфекцію кожного тижня. Перед обробкою лугом і після неї промивання необхідно проводити водою під високим тиском. Процес видалення повної дробини триває 10-15 хв.

Метою кипіння сусла з хмелем є стабілізація його складу та ароматизація хмелем. Кип’ятінням досягають упарювання сусла до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин та стерилізація сусла.

Стерилізація сусла необхідна для забезпечення чистого бродіння й одержання стійкого продукту, адже подрібнений солод завжди має значну кількість мікроорганізмів. Стерилізація досягається після 15 хв. кип’ятіння, цьому в значній мірі сприяє кисла реакція сусла. Кип’ятіння руйнує всі його ферменти. Процес ароматизації при кип’ятінні сусла з хмелем відбувається

завдяки розчиненню специфічних складових хмелю і хімічного взаємодії між цурками та продуктами розкладу білків.

Гіркота сусла з тривалістю кип'ятіння посилюється, після годинного кип'ятіння вона стає неприємною, тому рекомендується кип'ятити сусло з хмелем протягом 2 год.

У сусло варильний апарат хміль вносять порціями, розмір порції залежить від масової частки сухих речовин у початковому суслі.

Хміль з обмеженими показниками якості та той, що довго зберігався, вносять у сусло однією порцією і кип'ятять не більше 1 год.

Сусло в сусло варильному апараті необхідно кип'ятити з такою інтенсивністю, щоб кількість води, яка випаровується, становила 5-6 % за 1 год. Кінець кип'ятіння визначають за масовою часткою сухих речовин у суслі і прозорості у гарячому стані. Масова частка сухих речовин визначається в охолодженій пробі сусла цукроміром. Якщо на світлі у пробній склянці сусло здається прозорим, а великі пластівці білків швидко осідають, кип'ятіння сусла закінчують. Для цього зупиняють подачу пари в сусло варильний апарат, вимірюють об'єм сусла і перекачують його у хмелевідокремлювач.

.

Таблиця 3.1.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	13а, 14а	Вимірювальний пе-ретворювач Sitrans P. Верхня межа ви-мірювання - 1,6 МПа. Кл.точн. - 0,25.	P ZD	Шт.	2	Siemens
2	1а-4а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50…180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans TK-TK/H	Шт.	4	Siemens
3	Pt100	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і	Pt100	Ом	4	ОАО Тэра

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: T (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С				
4	5а-10а	Радарний рівнемір. Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3…15 м. Частота випромінювання 44 кГц.	LR200	%	6	Siemens
5	11а, 12а	Багатопараметричний вихровий витратомір Діапазон вимірювання: 3-8 ... 3 057-280 187нм3 / год Похибка вимірювання: ± 0,7% (ЖИДКОСТЬ) ± 1% (газ або пар) Максимальний тиск: 100 бар абс; Максимальна температура: 400 ° C Приєднання: від ANSI 1/2 "до ANSI 8" від DN15 до DN200 Матеріал: нерж. сталь Вихідний сигнал: 4 - 20 мА, HART-протокол Модель датчика без ущільнення Вимірювання температури і тиску Можливо вимір загального масової витрати і щільності Сертифікати і дозволи ATEX, IEC Ex, FM	Rosemount 8600	Шт.	2	Emerson
6	КМ1-КМ8	Магнітний пускач (контактор) Кількість полюсів: 3 Номінальний струм, А: 60 Ланцюг управління, В: 220 Тип приєднання: зажим під гвинт Блок контактів: 1НО+1НЗ	LC1D95 M7	Шт.	8	“Schneider electric”
7	SB1-SB8	Вимикач кнопочний для комутації електричних ланцюгів керування змінного струму частотою 50 і 60 Гц напругою до 660 В і постійного струму напругою до 440 В.	ВК14-21	Шт.	8	ООО "Примтек"
8	1б-6б,16а-38а	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 КПа	Festo CMSX	Шт.	30	Festo
9	1в-	Пневматичний клапан.	Festo	Шт.	30	Festo

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
	6в,16б-38б	Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 76,2 ... 304,8 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	VZXF			

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

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

При проектуванні щитових приміщень (аркуш 5) дотримуються наступних вимог, які розглянуті нище.

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

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

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

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

Параметри оточуючого середовища повинні створювати комфортні умови для роботи оператора: температура 19-20°С, відносна вологість 40-60%, рівень шуму не більше 70 дБ, вентиляція приміщення повинна забезпечити п’яти кратний обмін очищеного повітря за годину, природне освітлення не менше 100% (площа вікон до площі підлоги 12-18%), освітленість 100-150Люкс.В якості засобів пожежотушіння в пунктах управління слід застосовувати

вуглекислотні і порошкові вогнегасники, а також пісок і інші засоби пожежогасіння.

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

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

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

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

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

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

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

Конфігурування МПК MODICON M340

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

Таблиця 3.3 Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	14
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	30
Кількість дискретних виходів 24 VDC	8

Вибір процесорного модуля

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

Вибір модулів вводу/виводу

4 ВА 4-20 мА – BMX AMI 0800 – 2 шт.

8 АВ 4-20 мА – BMX AMO 0802 – 4 шт.

16 ДВ 24 VDC - BMX DDO1602 – 1 шт.

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з просесором: 1 CPU + 2AI + 4 AO+ 1 ДВ+1БЖ =9. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (BMX XBP 12EX)

Таблиця 3.4 специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
'Найменування	Кількість	
1	2	3
BMX XBP 12EX Шасі	1	Шассі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
BMX CPS 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення100…240 VAC Загальна корисна потужність (*PPS*) 20 Вт Потужність на виході 3V3_BAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_BAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_BAC та 24V_BAC (*P3V3_24V*) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання

		зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 1000 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX AMI 0800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу ±10В,0…10В,0…5В, …20мА,4…20 мА Характеристики каналів16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення20-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0802 Модуль аналогових виходів	4	Діапазон сигналу±10В,0…20мА,4…20 мА Характеристики каналів16-бітні, ізоляція між каналами Підключення20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1602	1	Модуль на 16 дискретних виходів. 24 VDC, позитивна логіка, 0,5 А.
BMX FTB 2010	7	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації

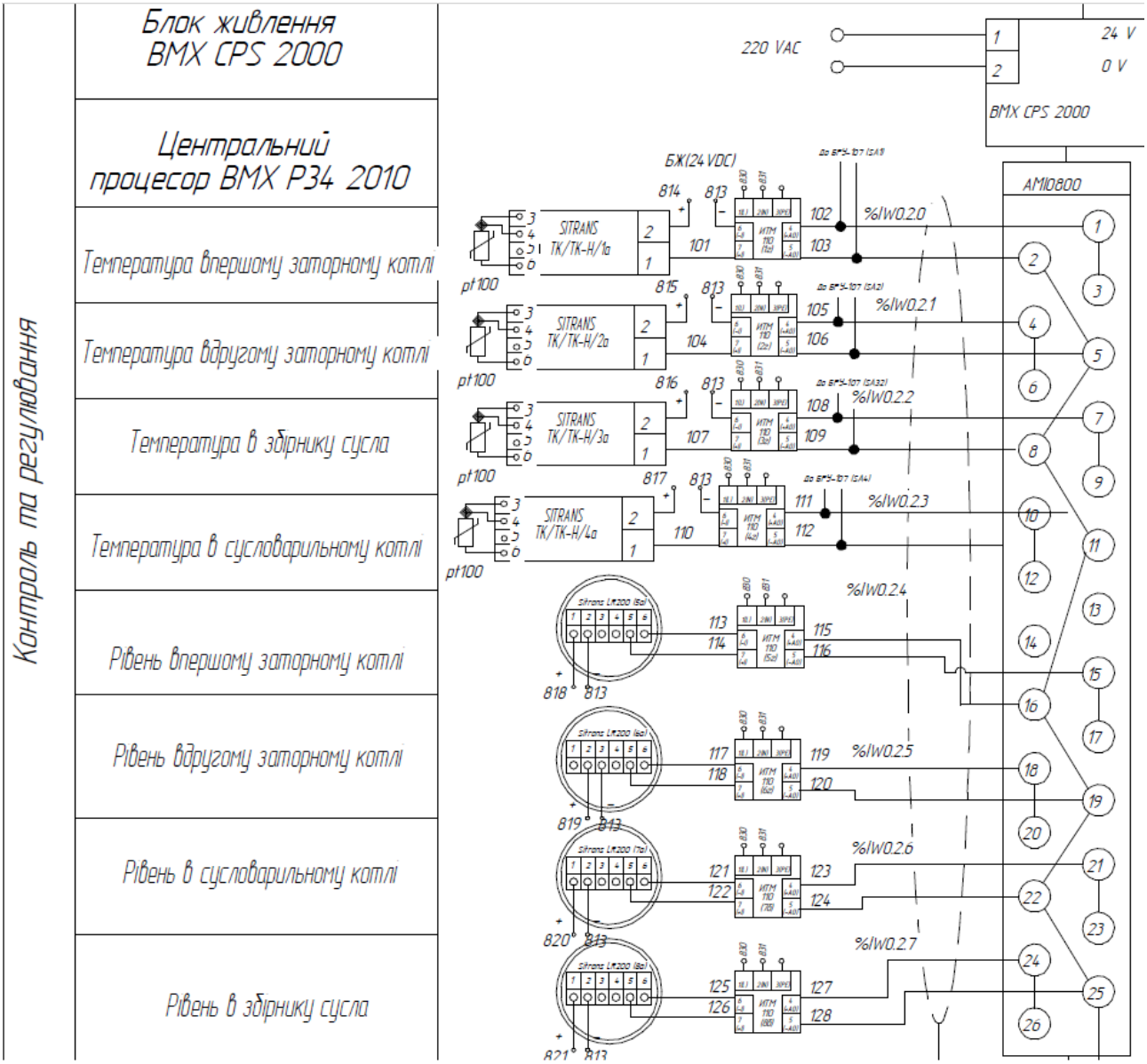


Рис.3.5 Схема автоматизації (фрагмент 1)

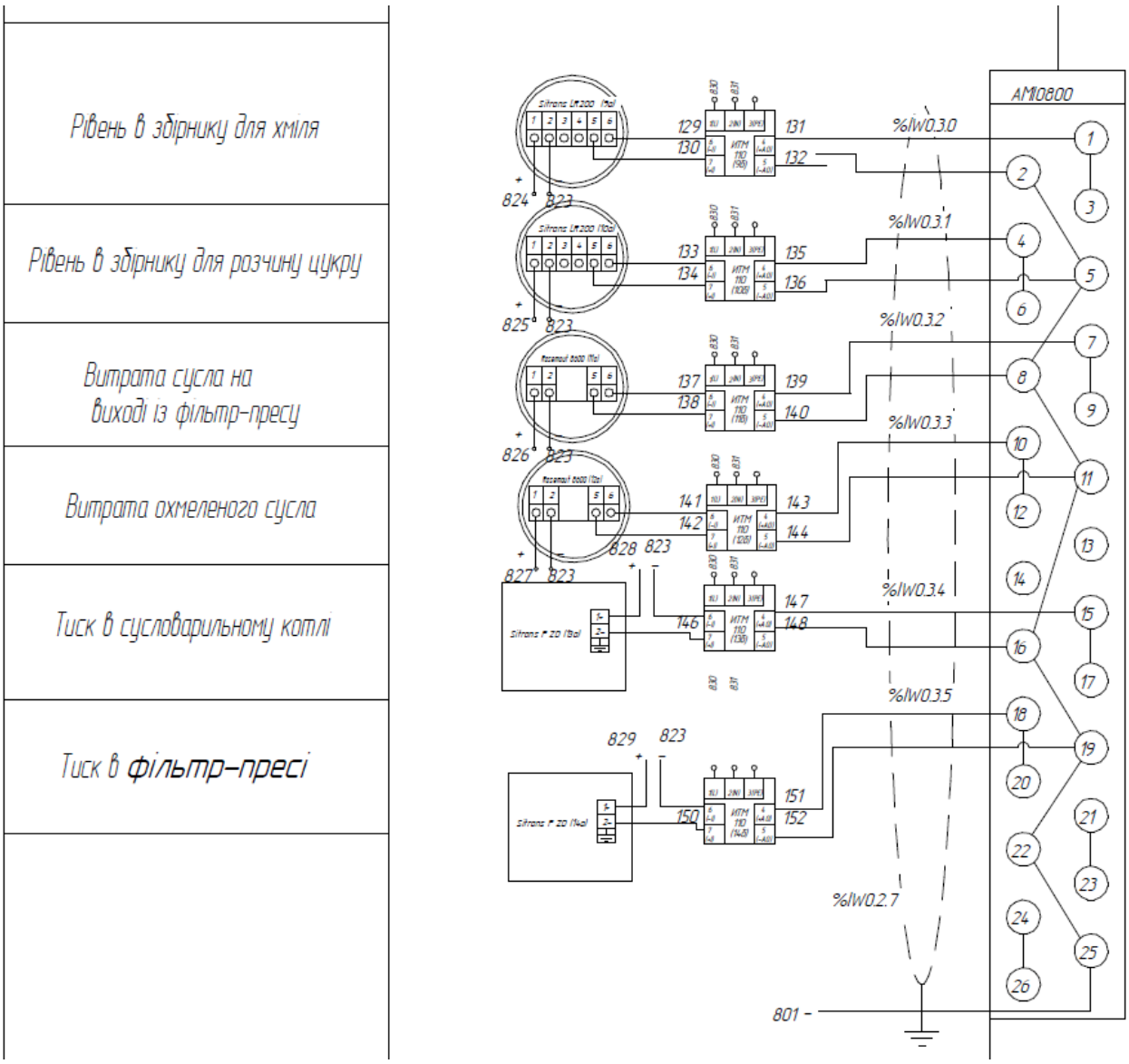


Рис.3.6 Схема автоматизації (фрагмент 2)

	Блок живлення Siemens 6EP1332-1SH43
	Кнопка СТОП двигуна М1 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М1 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М2 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М2 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М3 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М3 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М4 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М4 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М5 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М5 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М6 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М6 по місцю
	Кнопка СТОП двигуна М7 по місцю
	Кнопка ПУСК двигуна М7 по місцю

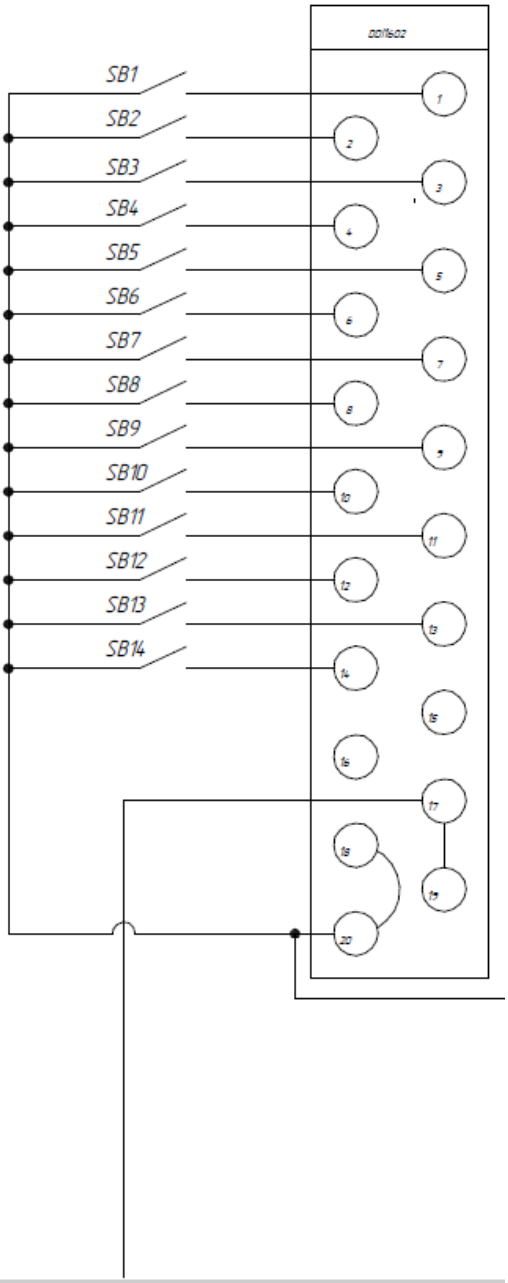


Рис.3.7 Схема автоматизації (фрагмент 3)

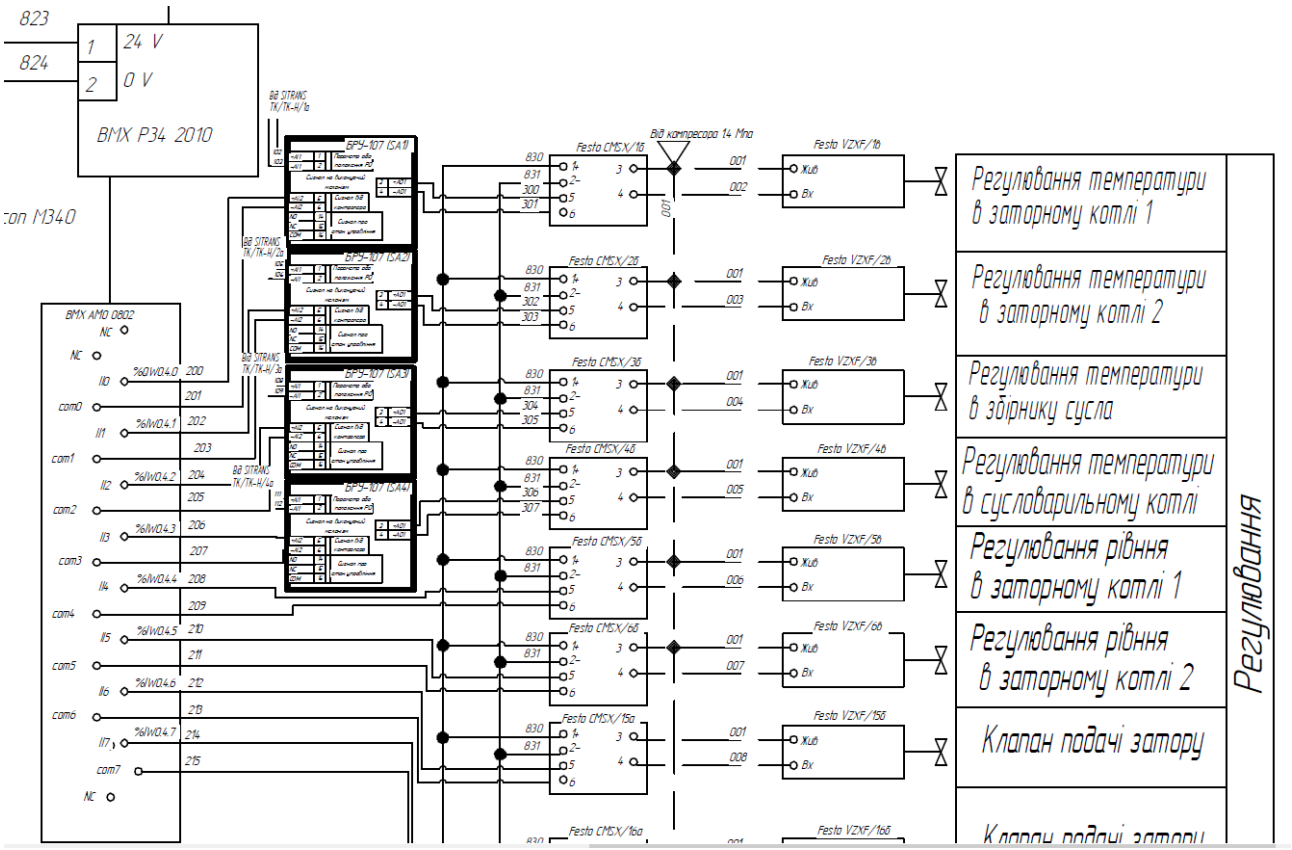


Рис.3.8 Схема автоматизації (фрагмент 4)

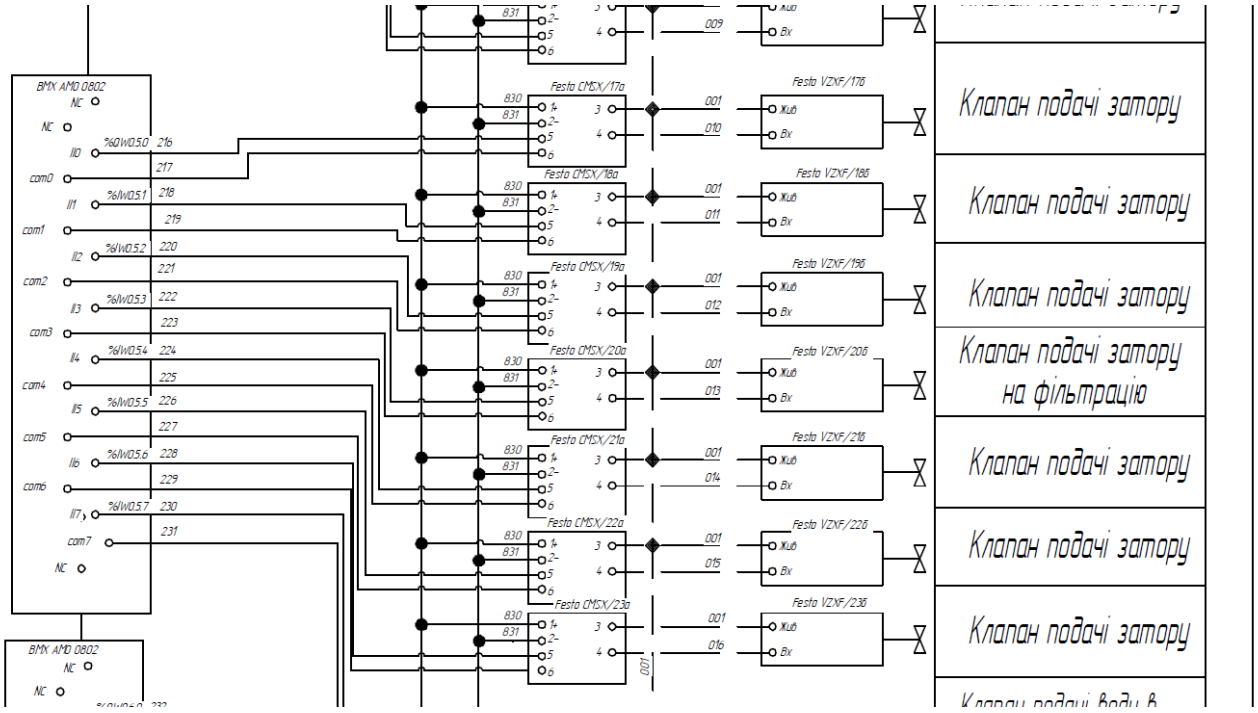


Рис.3.9 Схема автоматизації (фрагмент 5)

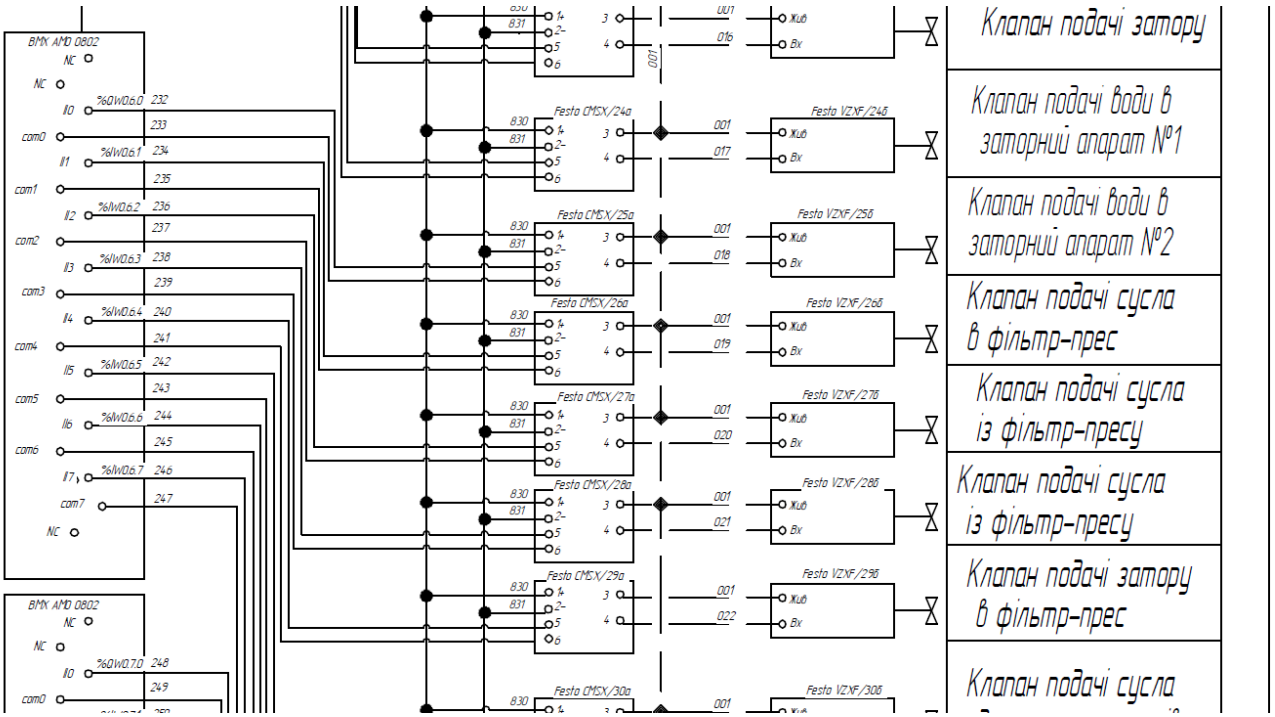


Рис.3.10 Схема автоматизації (фрагмент 6)

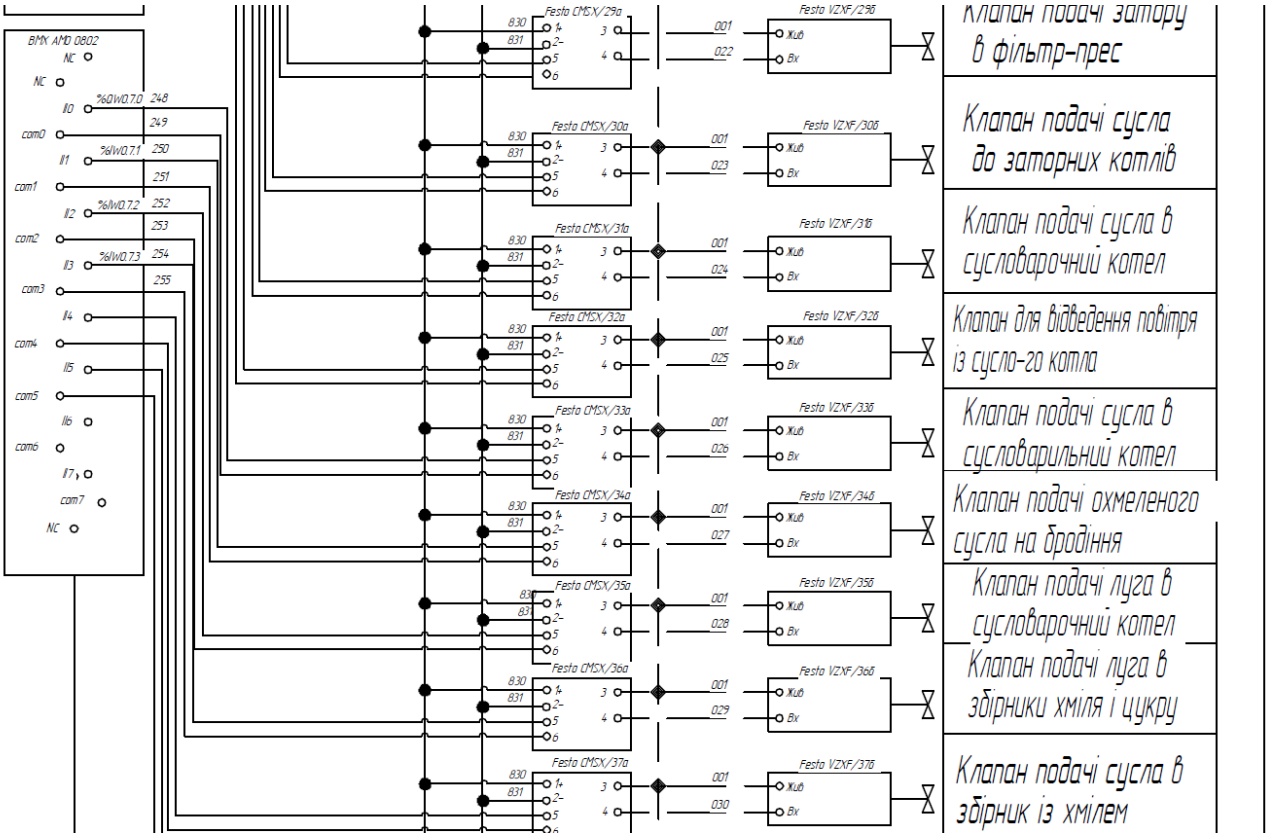


Рис.3.11 Схема автоматизації (фрагмент 7)

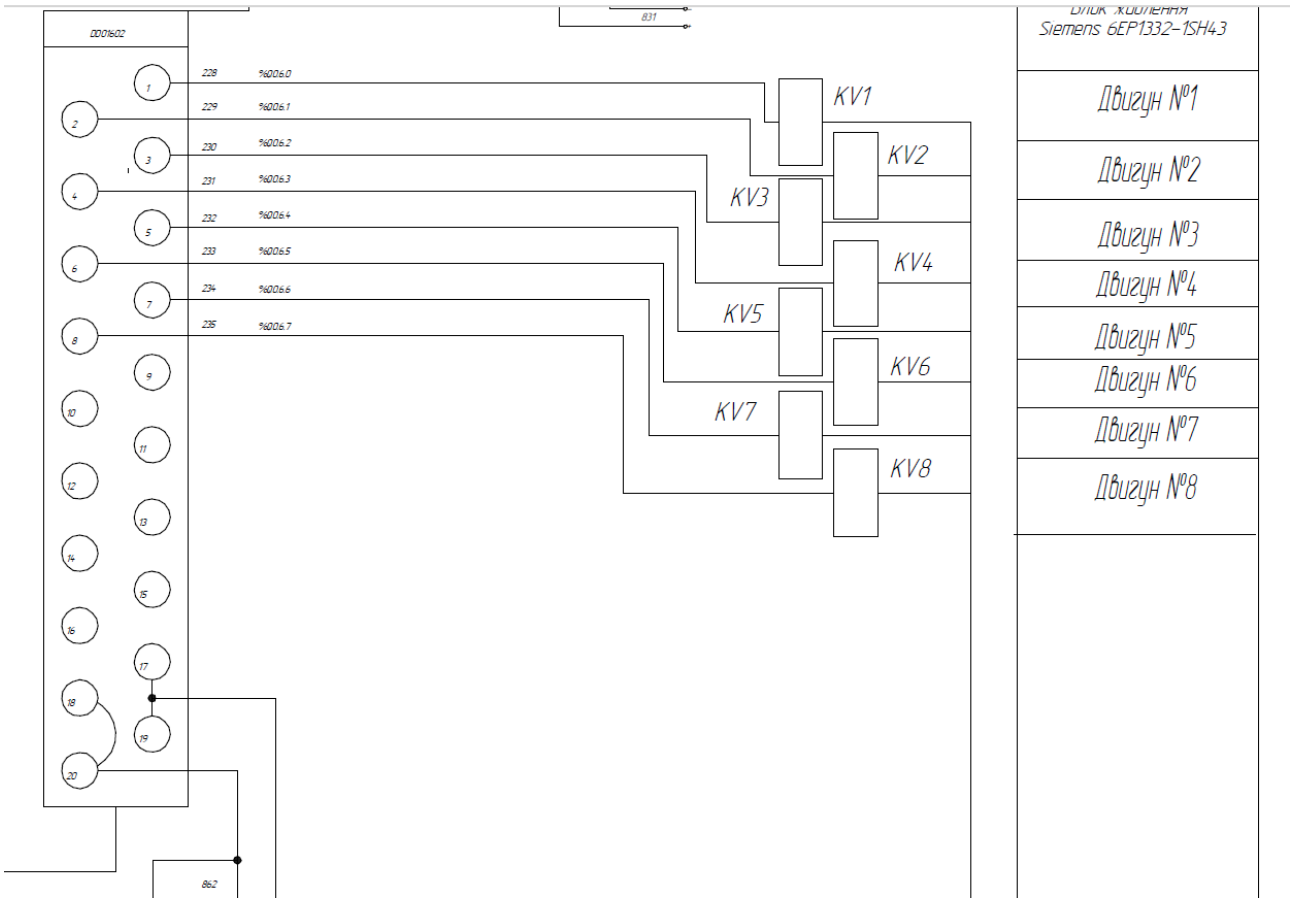


Рис.3.12 Схема автоматизації (фрагмент 8)

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

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 4 каналів кожний AMI 810 призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – АМО 802 – модуль аналогових виходів на 8 каналів.

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

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

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 4 каналів кожний AMI 810 призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – АМО 802 – модуль аналогових виходів на 8 каналів.

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

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об’єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому

персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

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

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

1) схеми електричні принципові живлення;

2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;

3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;

4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуючими механізмами.

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

При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

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

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

1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;

2) апаратура контролю напруги:

3) назва споживачів електроенергії;

4) загальні пояснення і примітки;

5) креслення, які відносяться до даної схеми;

6) перелік апаратури.

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

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

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

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

III. По призначенню:

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

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

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

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

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

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

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

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

В даному проекті схема сигналізації з використанням релейно-контактної схеми і лампочок не розроблялася. Сигналізація розроблена у вигляді дисплейної мнемосхеми.

На принциповій схемі показано електричне та пневматичне підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролера. Всі проводи пронумеровані. Датчики, які використані в системі мають уніфікований вихідний сигнал по струму 4-20 мА. Для живлення всіх датчиків використовується блок живлення на 24 В

Схема електрична принципова – графічне зображення, за допомогою умовних графічних і буквено-цифрових позначень, зв'язків між елементами електричного пристрою. Схема електрична принципова, на відмінну від розводки друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розміщення елементів, а лише вказує на те, які елементи з якими з'єднуються. Зазвичай, при розробці радіоелектронного пристрою, процес створення схеми електричної принципової є проміжною ланкою між стадіями розробки функціональної схеми і проектуванням друкованої плати.

Принципова електрична схема є своєрідною «картою» всіх електричних з'єднань електрообладнання. Використання принципової електричної схеми не тільки дає повне уявлення про проект, але і дозволяє на її основі створювати схеми окремих з'єднань, здійснювати розробку конкретних вузлів підключення.

По цій же електросхемі проводиться перевірку правильності монтажу електрообладнання.

Принципові електричні схеми призначенні для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових електросхемах за допомогою умовних позначень зображенні пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями. На схемі міститься наступна інформація: умовне зображення принципу дії функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Принципові електросхеми розділяються на два типи. Перший тип (повна принципова схема) служить для відображення силових мереж. В залежності від призначення креслення, на схемі можуть знаходитися окремо кола живильної і розподільчої мереж, так і їх суміщені зображення. На основі повної принципової схеми створюються «локальні» принципові електричні схеми – другий тип, що включає в себе зображення окремих об'єктів, наприклад, принципова схема блоку управління. Відповідно, на ній будуть розміщенні дані по конкретній області виробу.

Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка "Пуск") напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки "Пуск", тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

3.4. Схеми з’єднань та підключень проводок промислових мереж

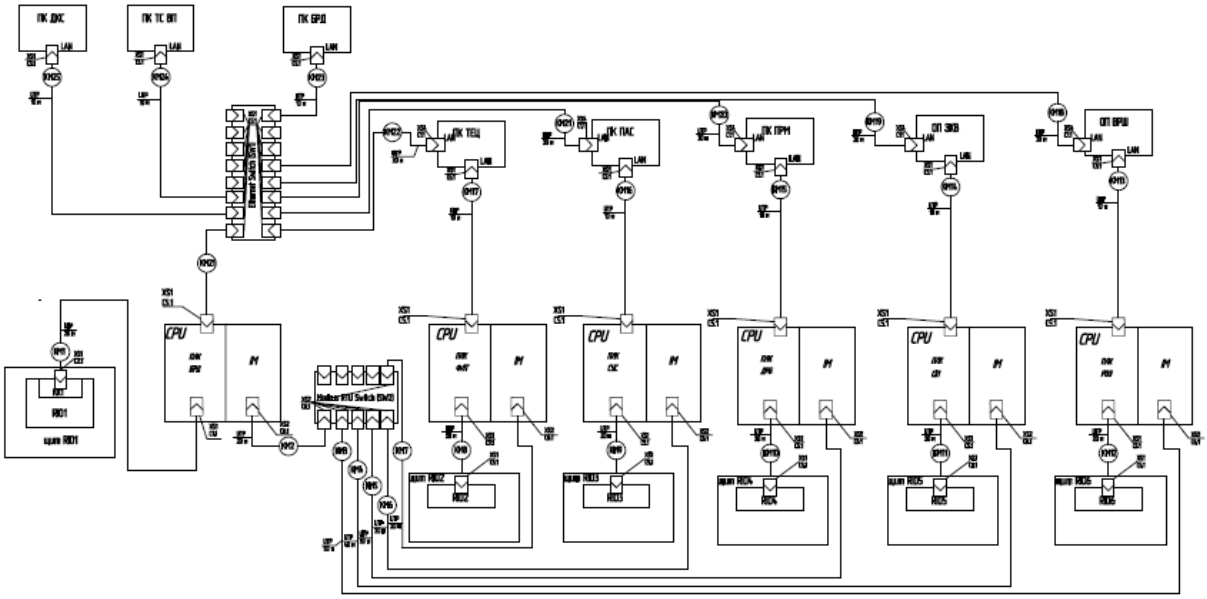


Рис.3.12. Схема з’єднань проводок промислових мереж

Таблиця 3.4.1 Перелік елементів до схеми з’єднань

Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
	Комунікаційні адаптери та карти		
КМ RIO1-RIO6	VIPA 243 -1DA10, Mini-HUB CM 243 4port-switch	2	шт
SW1	Промисловий керований комутатор JetNet 4508 V2? 8 портів	2	Шт
SW2	Промисловий комутатор для мережі Modbus RTU	1	шт
	Мережні з’єднувачі		
XS1, XS2	Неекранований RJ-45 типу вилка	30	шт
	Мережні кабелі		
КМ2-КМ25	Кабель вита пара (UTP), 2 пари, категорія 5, solid, PE	500	м

Розділ 4 – Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

4.1. Опис алгоритму роботи програми

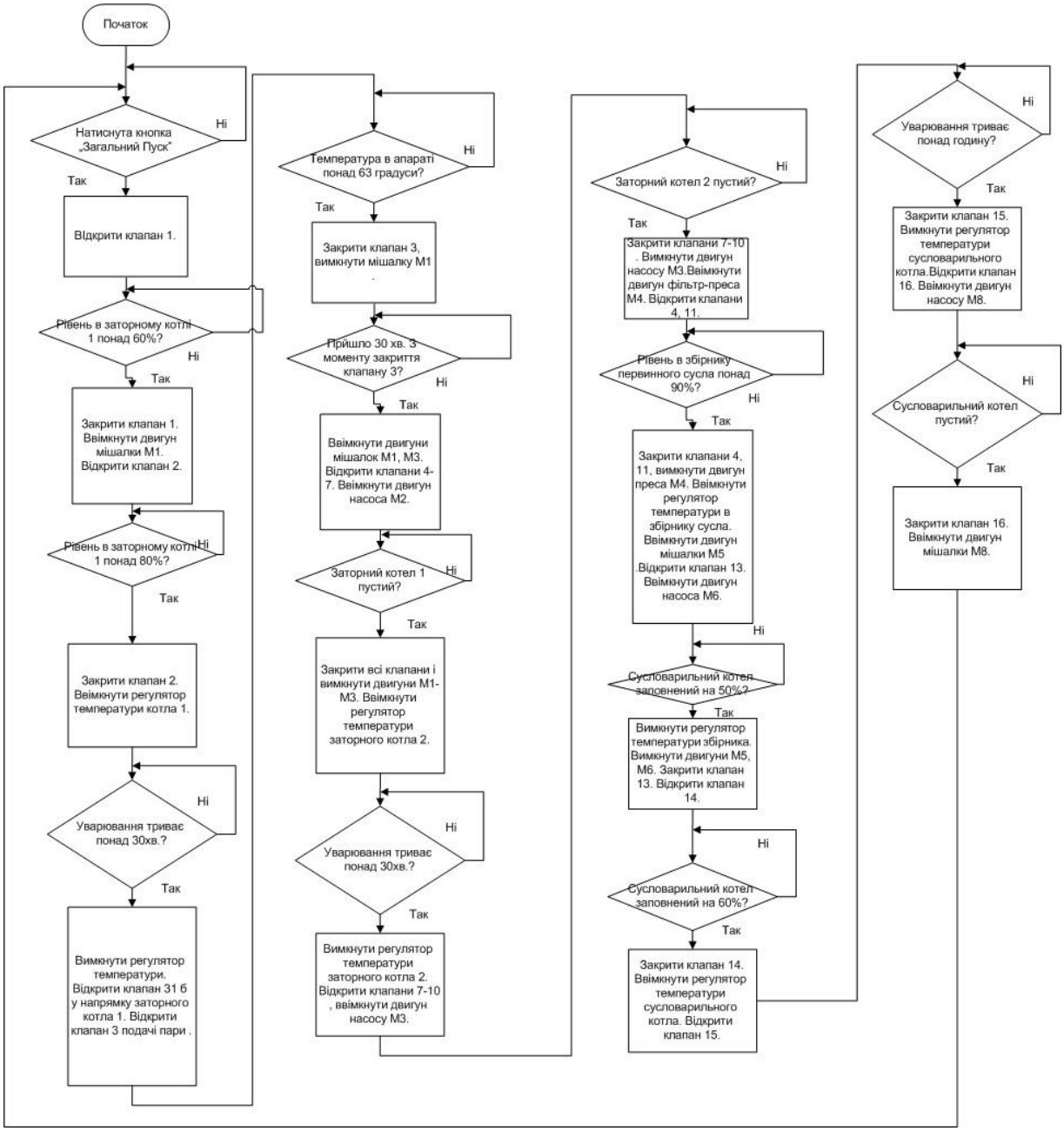


Рис.4.1. Блок-схема алгоритму управління

4.2. Опис спеціального програмного забезпечення

Програма для дипломного проекту була розроблена у програмному забезпеченні Unity Pro від компанії Schneider Electric.

Система Unity Pro - багатофункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження і оперативного управління ПЛК Modicon M340, Premium і Quantum, а також Atrium.

Система Unity Pro, що відповідає стандарту МЕК 61131-3, має визнаними перевагами пакетів PL7 і Concept, і в її основу покладені відомі стандарти PL7 і Concept.

Вона пропонує повний набір готових функцій для поліпшення продуктивності:

- сучасна функціональність;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
- численні засоби тестування програми і поліпшення роботи системи;
- нові вбудовані засоби діагностики.
- При розробці програми були враховані питання міграції існуючих додатків. Це дозволить істотно збільшити вигоду від використання програмного забезпечення з одночасним зменшенням витрат на навчання і величезним потенціалом для розробки та сумісності.

Каталог Unity включає в себе спеціальне програмне забезпечення для підвищення продуктивності:

- відкритість для розробок на мові C або VBA (Visual Basic для додатків);
- розробка і створення додатків з інтеграцією ПЛК / людино-машинного інтерфейсу.
- природна комунікабельність.

Платформи автоматизації Modicon з підтримкою технології "прозорого виробництва" Transparent Ready на базі Ethernet TCP / IP і web-технологій пропонують відмінне рішення для оптимізації продуктивності. Служби web-

сервера, відправки електронних поштових повідомлень, прямий доступ до баз даних, синхронізація пристроїв, розподілений введення-виведення сигналів і багато іншого - ПЛК Modicon пропонує всі кращі можливості Ethernet.

Замість розробки закритих систем компанія Schneider Electric адаптувала такі ринкові стандарти як мови програмування МЕК, Ethernet TCP / IP, Modbus IDA, XML, OPC, IT-стандарти та ін.

Партнерство з загальновизнаними світовими лідерами в області розробки програмного забезпечення та виробництва апаратних засобів в рамках партнерської програми з спільної автоматизації Collaborative Automation Partner Program призвело до більш ефективному обміну технологіями.

Вам буде гарантовано краще рішення без компромісу з простотою інтеграції.

Проста в обігу і багатофункціональна інструментальна система "все в одному"

Інструментальна система Unity Pro дозволяє розкрити і по достоїнству оцінити переваги, пропоновані сучасним графічним інтерфейсом при роботі під управлінням операційної системи Windows XP або Windows 2000:

- прямий доступ до інструментів та інформації;
- стовідсоткова графічна настройка конфігурації;
- настроюється панель інструментів і піктограми;
- функції drag & drop і масштабування;
- вбудоване вікно діагностики.

Всі переваги стандартизації:

Інструментальна система Unity Pro пропонує повний набір інструментів і функцій, необхідних для структурування додатки відповідно до особливостей процесу або агрегату.

Програма розбита на ієрархічно впорядковані функціональні блоки, що містять:

- область програми;
- таблиці анімації;
- екрани оператора;
- гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можна запрограмувати в призначених для користувача функціональних блоках (DFB) на мовах МЕК 61131.

Економія часу завдяки можливості багаторазового використання модулів:

Всі модулі оптимізовані і в точності відповідають вашим вимогам, зменшуючи час, необхідний на розробку і налагодження на місці одночасно оптимізуючи якість:

- функціональні модулі можна багаторазово використовувати в додатку і застосовувати XML для імпорту / експорту між проектами;
- функціональні блоки легко "перетягуються" в проект з бібліотеки за допомогою "миші" - технологія drag & drop;
- автоматичне оновлення примірників блоків в телепрограми при змінах в бібліотеці (опціонально).

Гарантія високої якості:

Вбудована функція емулятора ПЛК дозволяє в точності відтворити поведінку програми ПЛК на комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження, що дозволяють домогтися максимальної якості перед установкою:

- покрокове виконання програми;
- контрольні точки зупинки програми і точки перевірки зміни змінних;
- анімація в реальному часі для перевірки змінних і логіки під час роботи.
- Зниження часу вимушеного простою

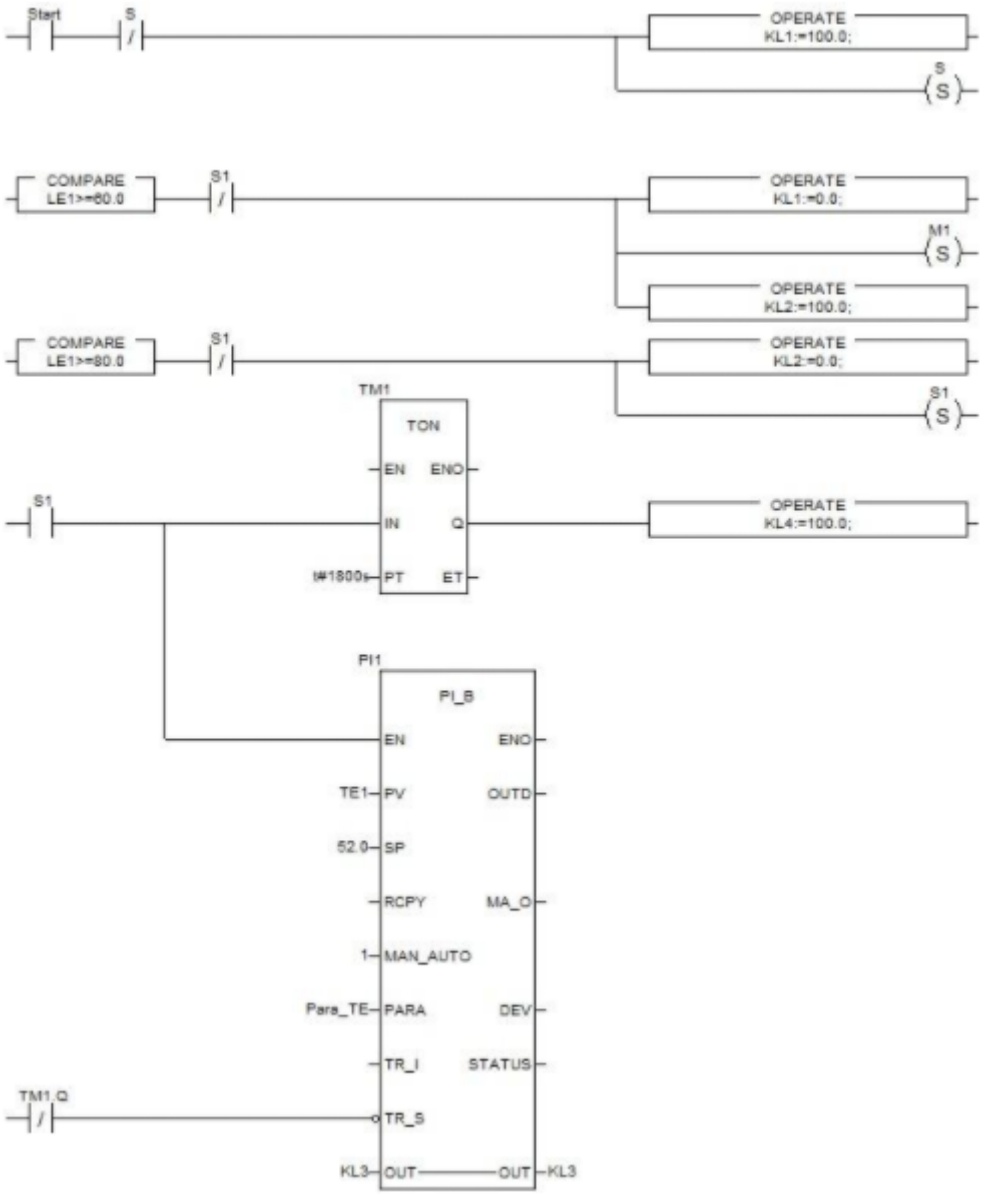
Інструментальна система Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Інтегровані в програму функціональні блоки використовуються (в залежності від їх призначення) для моніторингу умов безпечної роботи і розвитку процесу в часі.

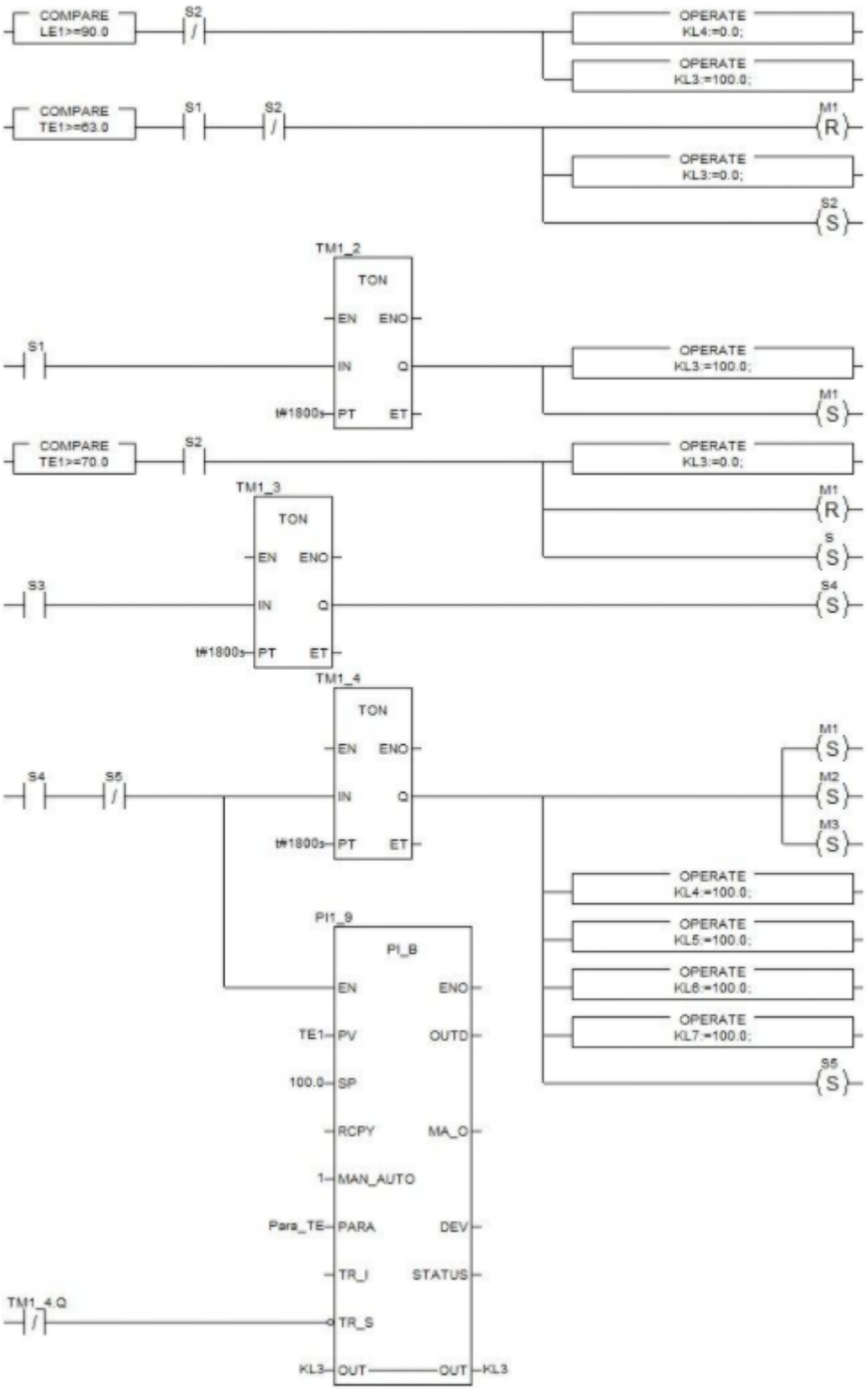
У вікні програми в хронологічному порядку виводяться всі повідомлення про несправності системи і про помилки додатки з міткою часу, коли вони відбулися. З цього вікна можна одним клацанням "мишки" запустити редактор

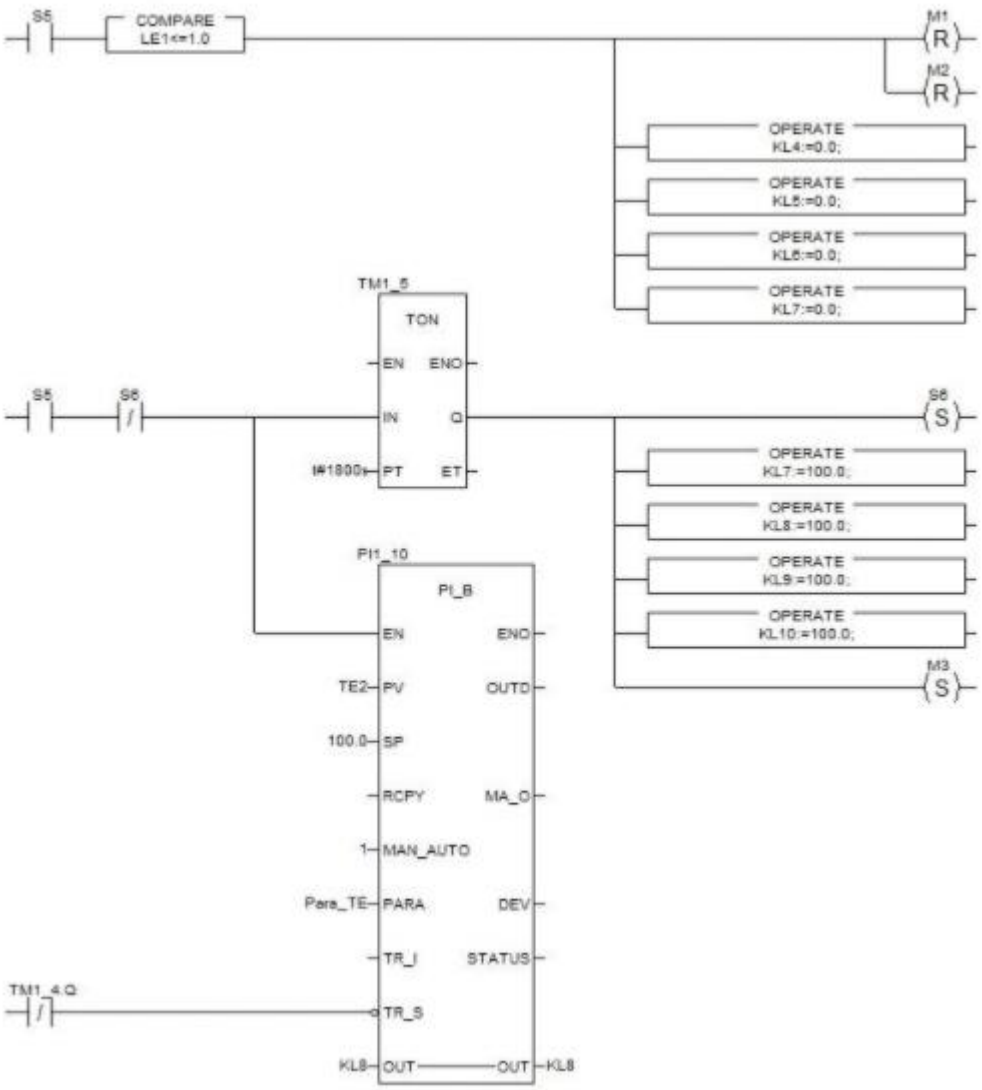
для усунення помилок в програмі (пошук помилок в початковому тексті). Зміни, зроблені в режимі он-лайн, можна згрупувати в автономному режимі на комп'ютері і відразу все їх завантажити безпосередньо в ПЛК, щоб всі зміни враховувалися в одному циклі сканування.

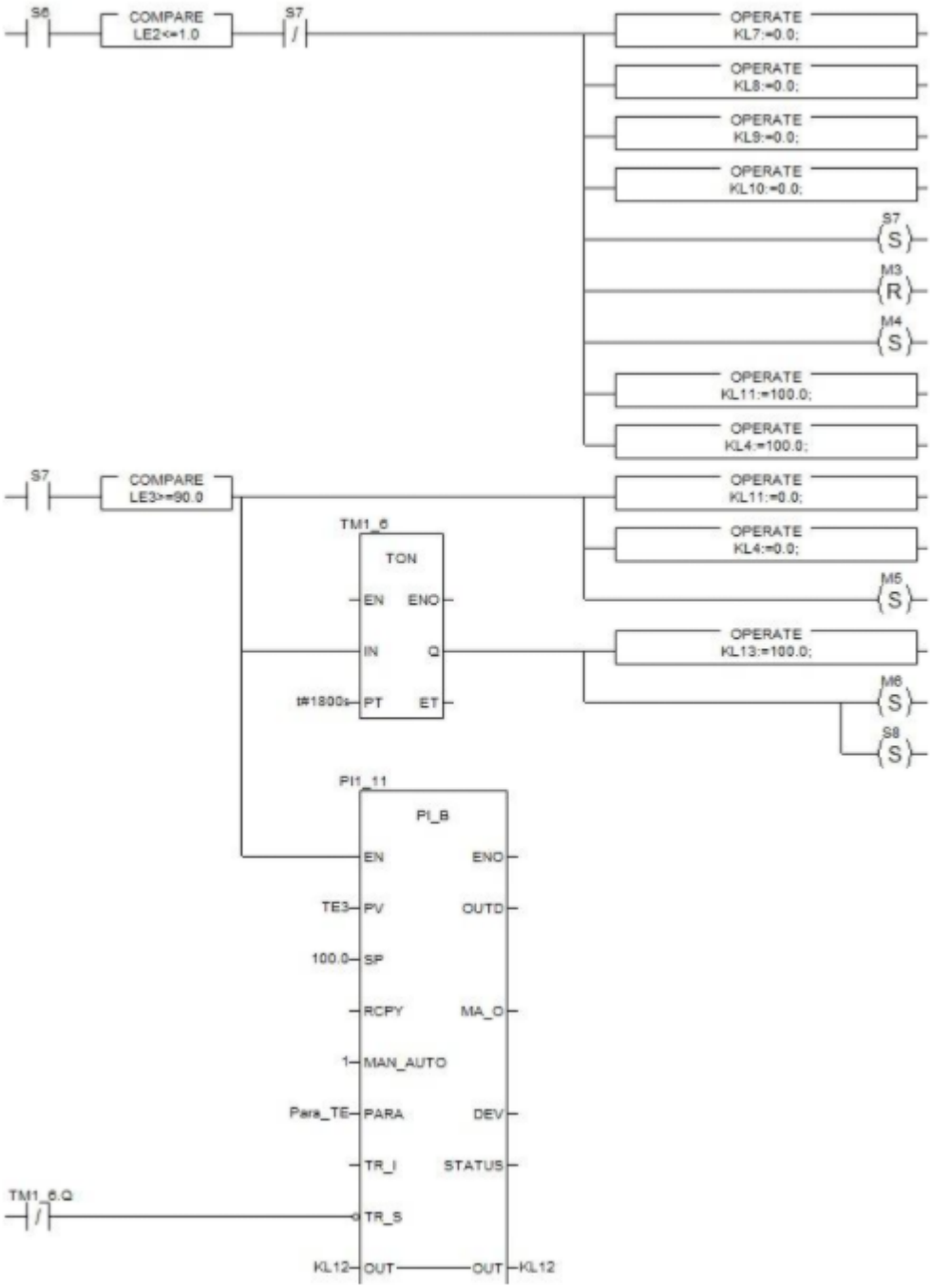
Розширений діапазон функцій забезпечує точне управління вашими операціями і економить час:

- журнал історії дій оператора в системі Unity Pro, що зберігається в захищеному файлі;
- профайл користувача та захист паролем;
- інтегровані робочі екрани оператора.


Start
S
OPERATE
KL1:=100.0;
S
COMPARE
LE1>=80.0
S1
OPERATE
KL1:=0.0;
M1
OPERATE
KL2:=100.0;
COMPARE
LE1>=80.0
S1
OPERATE
KL2:=0.0;
S1
TM1
TON
EN
ENO
S1
IN
Q
OPERATE
KL4:=100.0;
t#1800s
PT
ET
PI1
PI_B
EN
ENO
TE1
PV
OUTD
52.0
SP
RCPY
MA_O
1
MAN_AUTO
Para_TE
PARA
DEV
TR_I
STATUS
TM1.Q
TR_S
KL3
OUT
OUT
KL3


COMPARE
LE1>=90.0
S2
OPERATE
KL4:=0.0;
OPERATE
KL3:=100.0;
COMPARE
TE1>=63.0
S1
S2
M1
R
OPERATE
KL3:=0.0;
S2
S
TM1_2
TON
EN
ENO
S1
IN
Q
t#1800s
PT
ET
OPERATE
KL3:=100.0;
M1
S
COMPARE
TE1>=70.0
S2
OPERATE
KL3:=0.0;
TM1_3
TON
M1
R
S
EN
ENO
S3
IN
Q
S4
S
t#1800s
PT
ET
TM1_4
TON
M1
S
EN
ENO
S4
S5
IN
Q
M2
S
M3
S
t#1800s
PT
ET
OPERATE
KL4:=100.0;
PI1_9
PI_B
OPERATE
KL5:=100.0;
EN
ENO
TE1
PV
OUTD
OPERATE
KL6:=100.0;
100.0
SP
OPERATE
KL7:=100.0;
RCPY
MA_O
1
MAN_AUTO
S5
S
Para_TE
PARA
DEV
TR_I
STATUS
TM1_4.Q
TR_S
KL3
OUT
OUT
KL3


S5
COMPARE
LE1<=1.0
M1
R
M2
R
OPERATE
KL4:=0.0;
OPERATE
KL5:=0.0;
OPERATE
KL6:=0.0;
OPERATE
KL7:=0.0;
TM1_5
TON
EN
ENO
S5
S6
IN
Q
S6
S
T#1800s
PT
ET
OPERATE
KL7:=100.0;
OPERATE
KL8:=100.0;
OPERATE
KL9:=100.0;
OPERATE
KL10:=100.0;
PI1_10
PI_B
EN
ENO
M3
S
TE2
PV
OUTD
100.0
SP
RCPY
MA_O
1
MAN_AUTO
Para_TE
PARA
DEV
TR_I
STATUS
TM1_4.Q
TR_S
KL8
OUT
OUT
KL8


S6
COMPARE
LE2<=1.0
S7
OPERATE
KL7:=0.0;
OPERATE
KL8:=0.0;
OPERATE
KL9:=0.0;
OPERATE
KL10:=0.0;
S7
S
M3
R
M4
S
OPERATE
KL11:=100.0;
OPERATE
KL4:=100.0;
S7
COMPARE
LE3>=90.0
OPERATE
KL11:=0.0;
OPERATE
KL4:=0.0;
TM1_6
TON
EN
ENO
IN
Q
t#1800s
PT
ET
M5
S
OPERATE
KL13:=100.0;
M6
S
S8
S
PI1_11
PI_B
EN
ENO
TE3
PV
OUTD
100.0
SP
RCPY
MA_O
1
MAN_AUTO
Para_TE
PARA
DEV
TR_I
STATUS
TM1_6.Q
TR_S
KL12
OUT
OUT
KL12

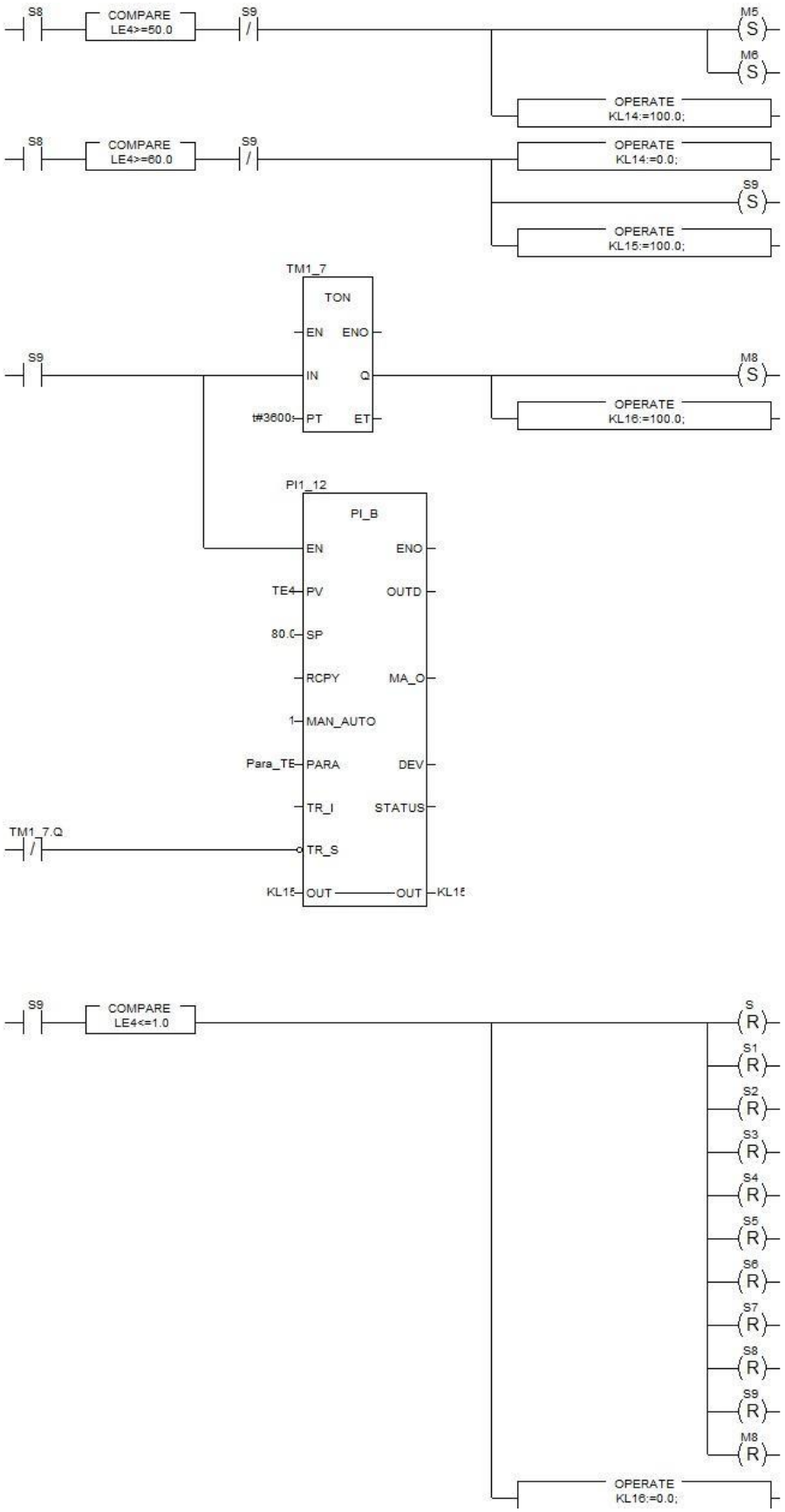
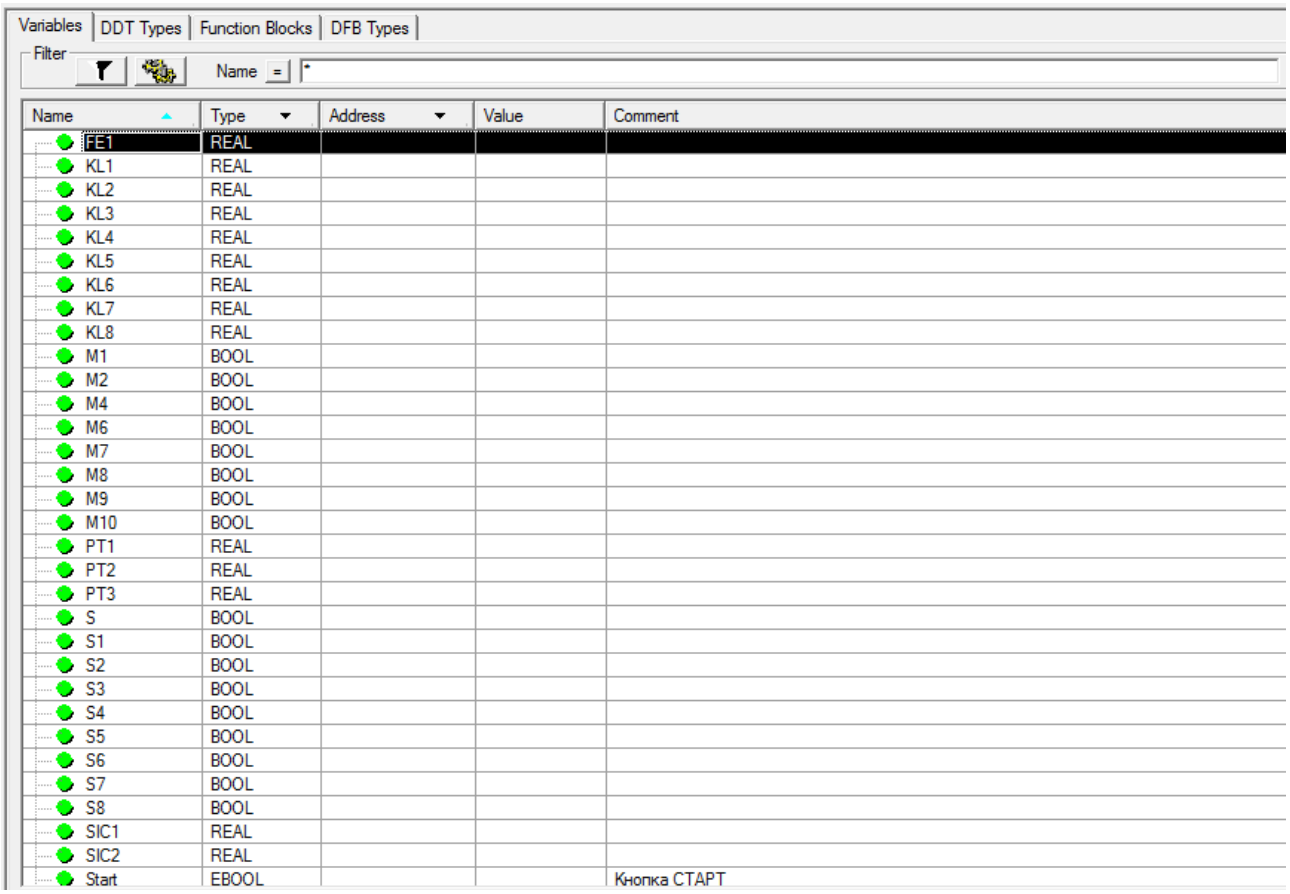


Рис.4.2 Фрагмент програми



Name	Type	Address	Value	Comment
FE1	REAL			
KL1	REAL			
KL2	REAL			
KL3	REAL			
KL4	REAL			
KL5	REAL			
KL6	REAL			
KL7	REAL			
KL8	REAL			
M1	BOOL			
M2	BOOL			
M4	BOOL			
M6	BOOL			
M7	BOOL			
M8	BOOL			
M9	BOOL			
M10	BOOL			
PT1	REAL			
PT2	REAL			
PT3	REAL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
SIC1	REAL			
SIC2	REAL			
Start	EBOOL			Кнопка СТАРТ

Рис.4.3 Змінні, що використовуються у програмі

4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

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

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

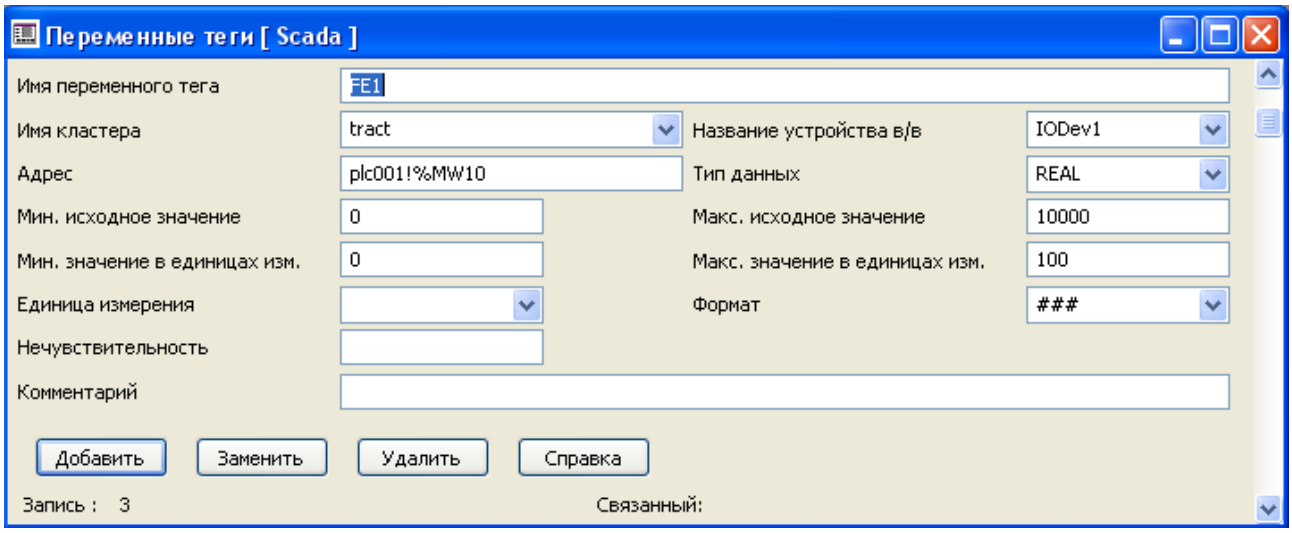


Рис.4.4. Вікно опису змінної

Таблиця 4.1 Змінні та їх настройки

Ім’я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	150	INT
LE1	%IW0.2.4	0	10000	0	100	INT
LE2	%IW0.2.5	0	10000	0	100	INT
LE3	%IW0.2.6	0	10000	0	100	INT
LE4	%IW0.2.7	0	10000	0	100	INT
LE5	%IW0.3.0	0	10000	0	100	INT
LE6	%IW0.3.1	0	10000	0	100	INT
LE7	%IW0.3.2	0	10000	0	100	INT
LE8	%IW0.3.3	0	10000	0	100	INT
WE1	%IW0.3.4	0	10000	0	3000	INT
WE2	%IW0.3.5	0	10000	0	3000	INT
TE5	%IW0.3.6	0	10000	0	150	INT
TE6	%IW0.3.7	0	10000	0	150	INT
KL1	%QW0.4.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.4.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.4.2	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.4.3	0	10000	0	100	INT
KL5	%QW0.4.4	0	10000	0	100	INT
KL6	%QW0.4.5	0	10000	0	100	INT
KL7	%QW0.4.6	0	10000	0	100	INT
KL8	%QW0.4.7	0	10000	0	100	INT
KL9	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL10	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
KL11	%QW0.5.2	0	10000	0	100	INT
KL12	%QW0.5.3	0	10000	0	100	INT
KL13	%QW0.5.4	0	10000	0	100	INT
KL14	%QW0.5.5	0	10000	0	100	INT
KL15	%QW0.5.6	0	10000	0	100	INT
KL16	%QW0.5.7	0	10000	0	100	INT
KL17	%QW0.6.0	0	10000	0	100	INT
KL18	%QW0.6.1	0	10000	0	100	INT

KL19	%QW0.6.2	0	10000	0	100	INT
KL20	%QW0.6.3	0	10000	0	100	INT
KL21	%QW0.6.4	0	10000	0	100	INT
KL22	%QW0.6.5	0	10000	0	100	INT
KL23	%QW0.6.6	0	10000	0	100	INT
KL24	%QW0.6.7	0	10000	0	100	INT
KL25	%QW0.7.0	0	10000	0	100	INT
KL26	%QW0.7.1	0	10000	0	100	INT
KL27	%QW0.7.2	0	10000	0	100	INT
KL28	%QW0.7.3	0	10000	0	100	INT
KL29	%QW0.7.4	0	10000	0	100	INT
KL30	%QW0.7.5	0	10000	0	100	INT
KL31	%QW0.7.6	0	10000	0	100	INT
M1	%Q0.6.0	-	-	-	-	BOOL
M2	%Q0.6.1	-	-	-	-	BOOL
M3	%Q0.6.2	-	-	-	-	BOOL
M4	%Q0.6.3	-	-	-	-	BOOL
M5	%Q0.6.4	-	-	-	-	BOOL
M6	%Q0.6.5	-	-	-	-	BOOL
M7	%Q0.6.6	-	-	-	-	BOOL
M8	%Q0.6.7	-	-	-	-	BOOL

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

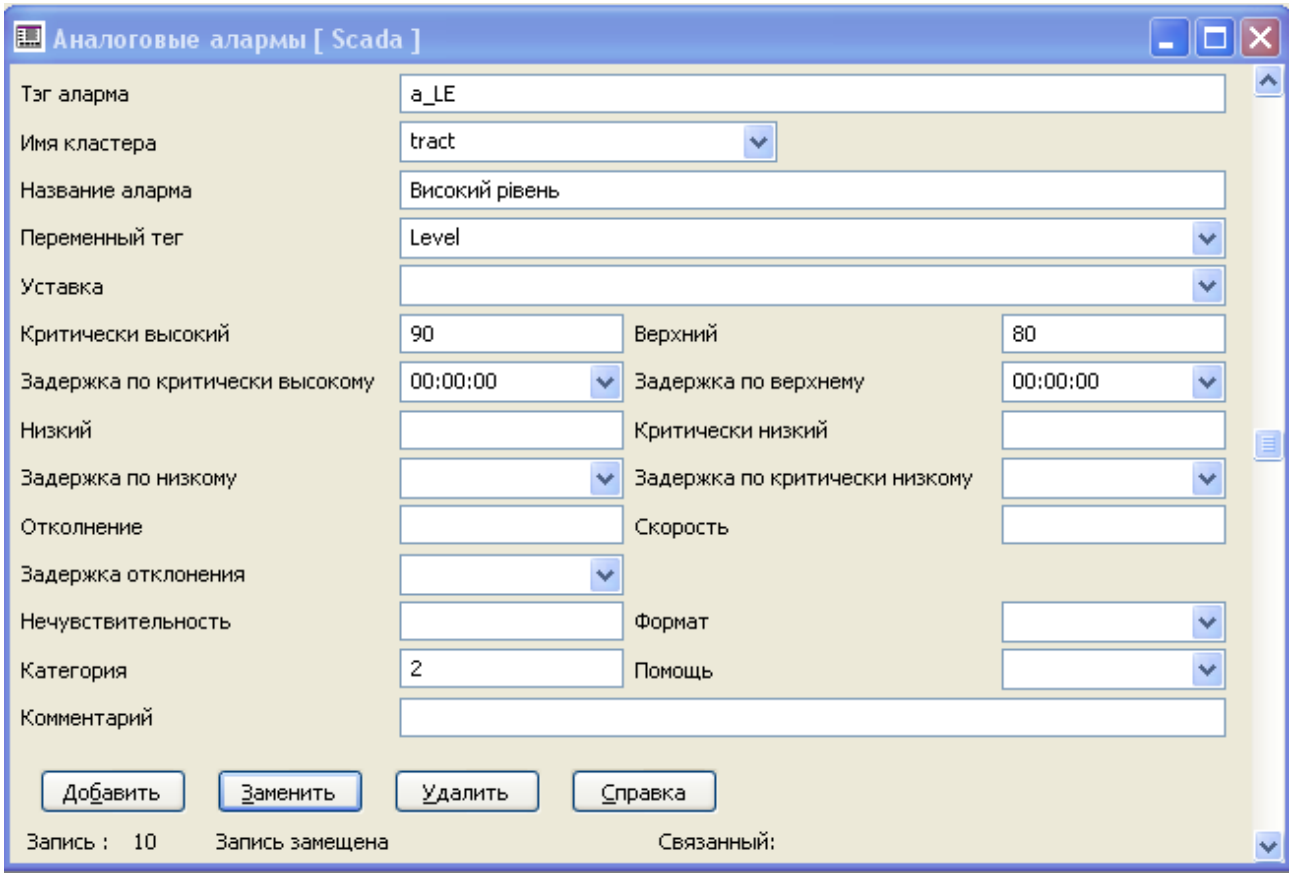


Рис.4.5. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 4.2. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_FE1	Витрата затору в котел	FE1	-	1200
A_PT1	Тиск в котлы	PT1	-	0,35
A_TE1	Температура в заторному котлі	TE2	-	90

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

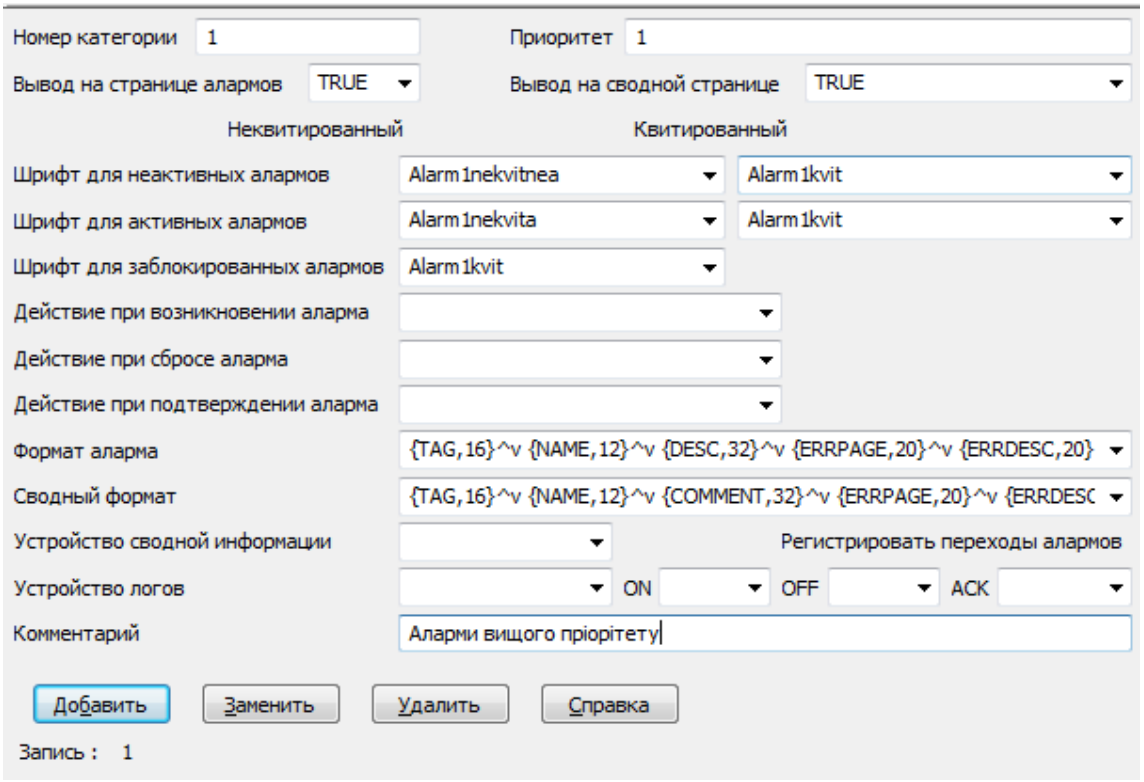


Рис.4.6. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача. Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка

відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія І не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим.

Двигуни коли працюють мають зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.

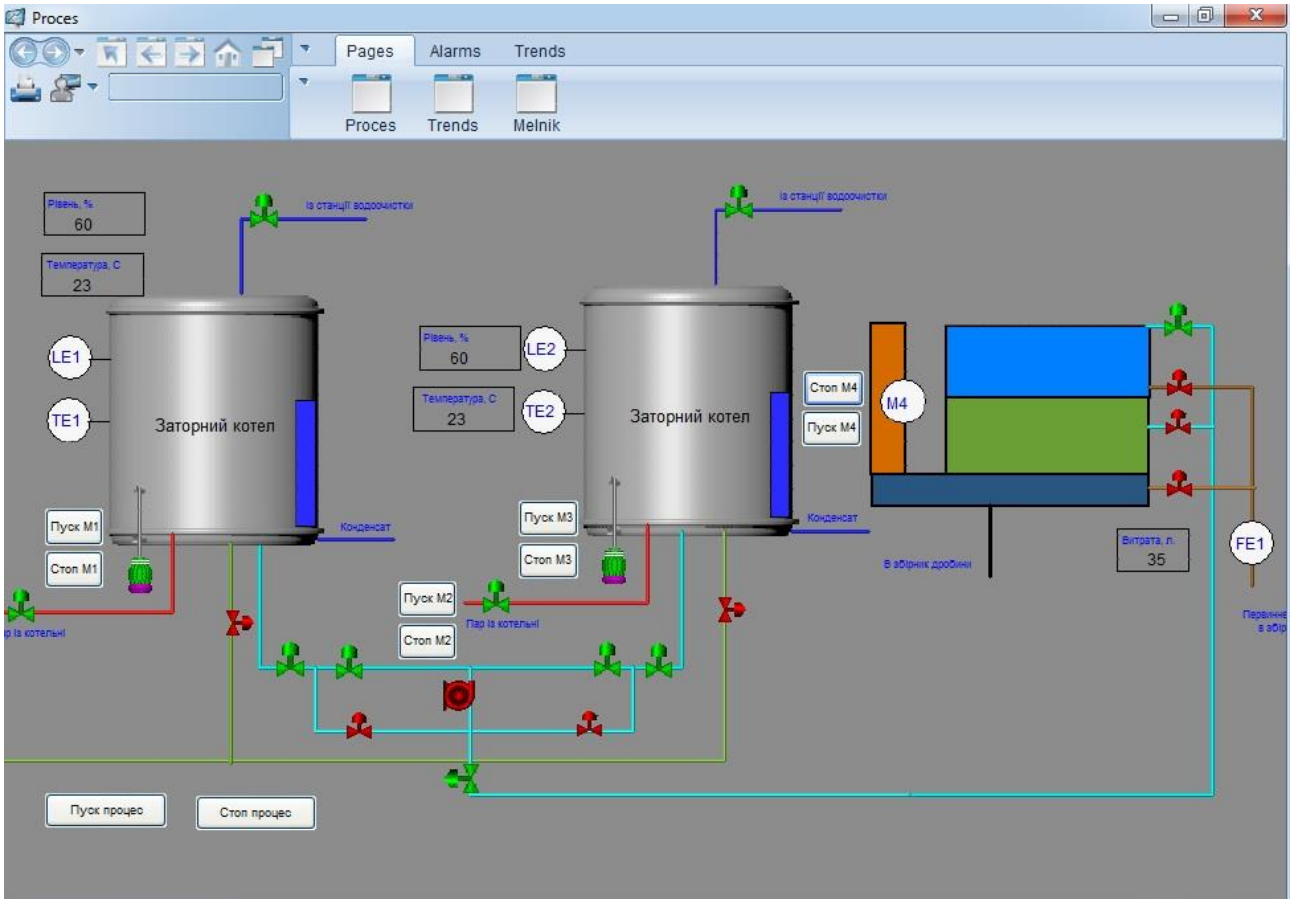


Рис.4.7. Мнемосхема відділення

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

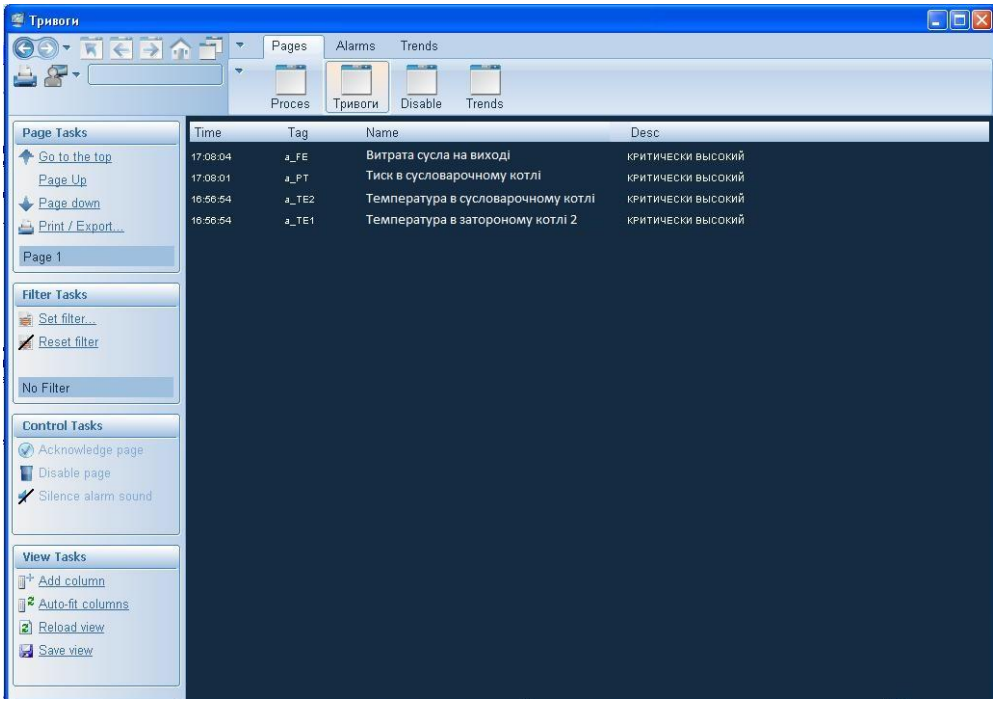


Рис.4.8. Вікно алармів

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

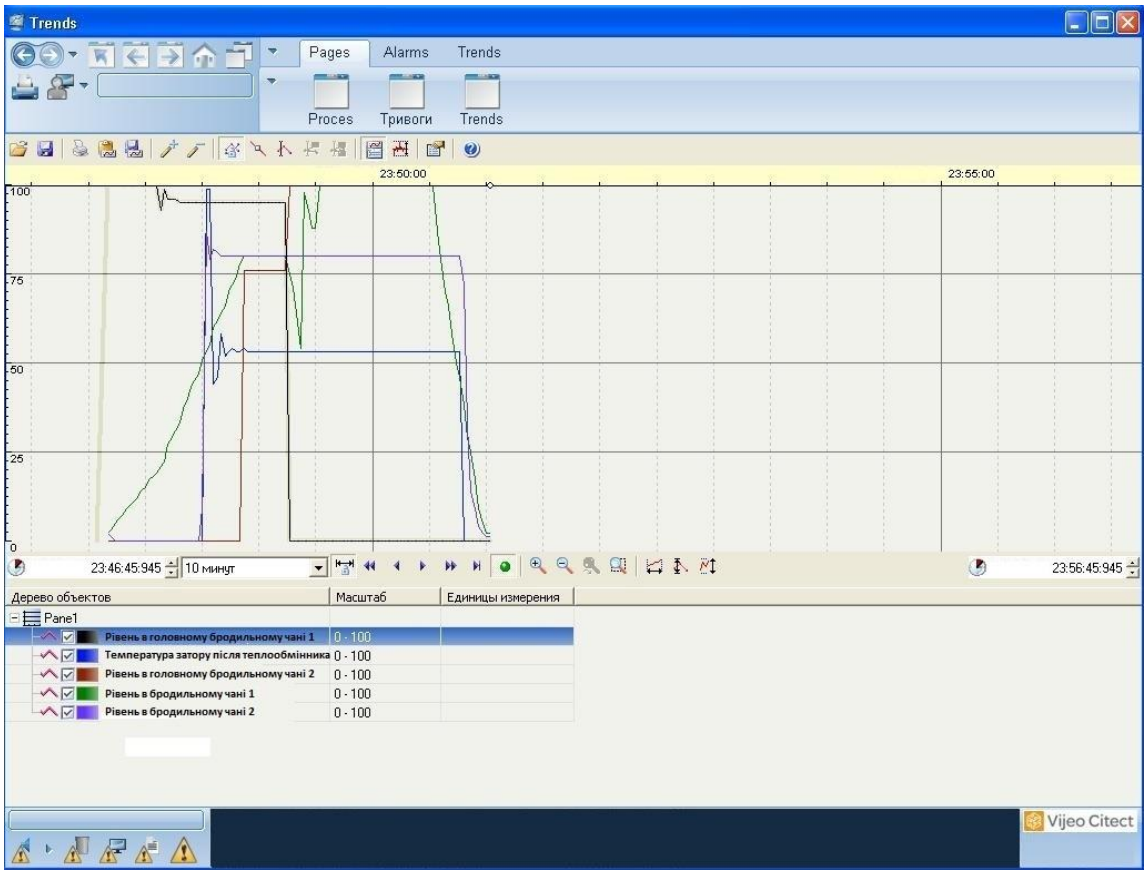


Рис.4.9. Вікно трендів

5. Розробка системи моніторингу процесу бродіння пива на основі нечіткої логіки

Бродильний апарат має динамічну систему з декількома взаємопов'язаними вхідними величинами. Зате явно виражена спрямованість контурів регулювання за основними каналами регулюючих дій, таких як температура в кожній зоні апарату, вирата сульфітованої та жомопресової води, рівень в апараті, вміст сухих речовин в заторі, швидкість обертів двигуна насосу відкачки. Оскільки наше дослідження спрямоване на енергоефективність процесу, то наша адаптивна система буде спрямована на ефективне регулювання двигуном через частотний перетворювач. Ці параметри дозволяють здійснювати стабілізацію регульованих величин за допомогою незалежних одноконтурних систем, пов'язаних лише через об'єкт керування. На виході ми отримуємо сік із певним значенням вмісту сухих речовин.

За основу взято три вхідні змінні:

T1: [(0-100)C] - температура в першій зоні бродильного апарату;

T2: [(0-100)C] - температура в другій зоні бродильного апарату;

T3: [(0-100)C] - температура в третій зоні бродильного апарату;

FE1: [(0-1000)л./год.] - витрата води в апарат;

FE2: [(0-1000)л./год.] - витрата затору в апарат;

LE: [(0-100) %] - рівень в апараті.

QE: [0-30 %] – вміст сухих речовин;

Вихідна змінна:

SE: [0-80 об./хв.] – шв. обертів двигуна відкачки;

В роботі використовуються трикутні функції належності. Нечіткі змінні: низька, нижче норми, норма, вище норми, висока.

В протоколі роботи зафіксувати правила нечіткого висновку, поверхні відгуку бази знань та зробити відповідні висновки.

5.2 СТРУКТУРА СИСТЕМОГІЧНОГО ВИСНОВКУ

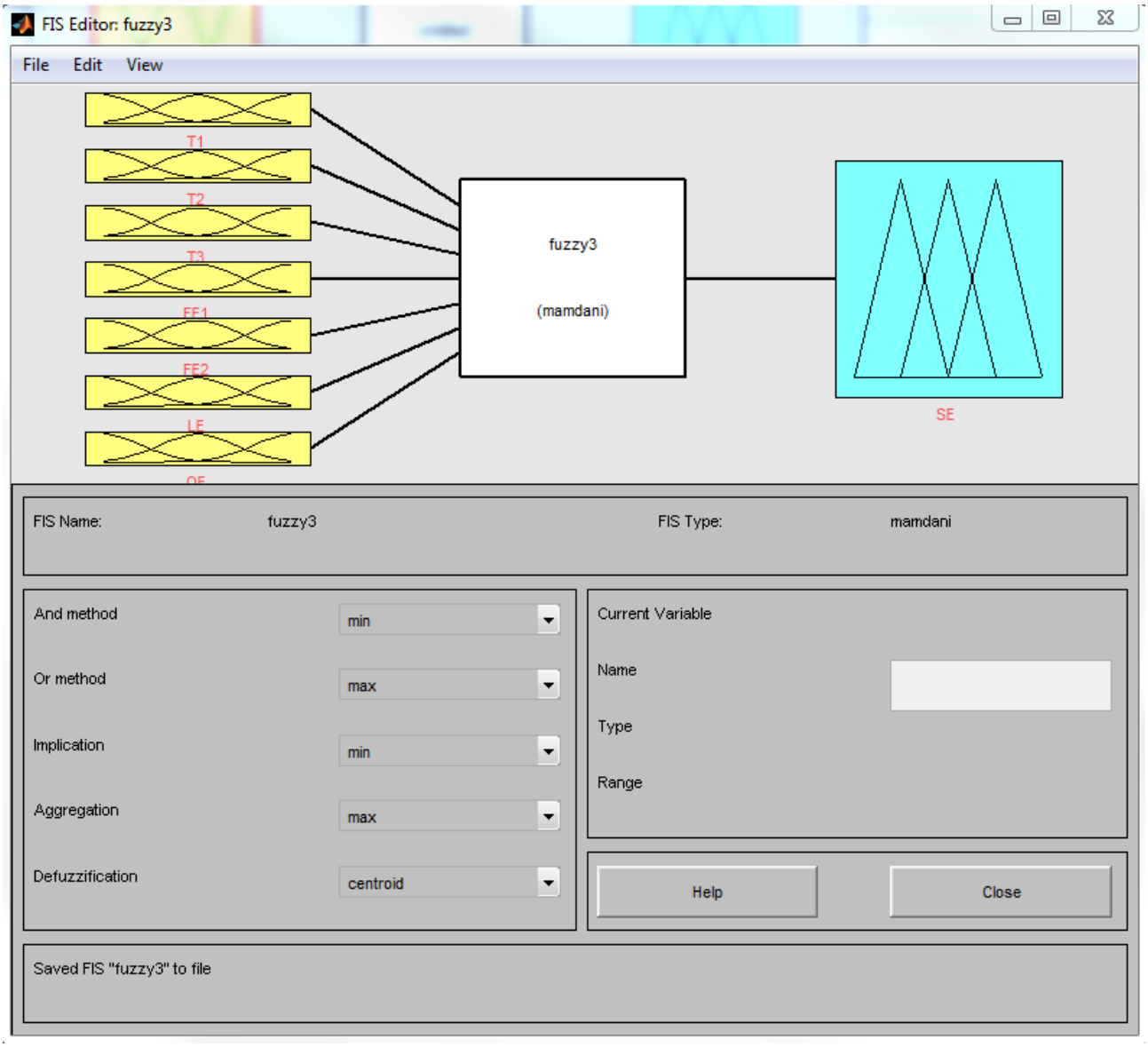


Рисунок 5.1 – Параметрична структура підсистеми (нечіткого висновку)

Настроювання функції належності:

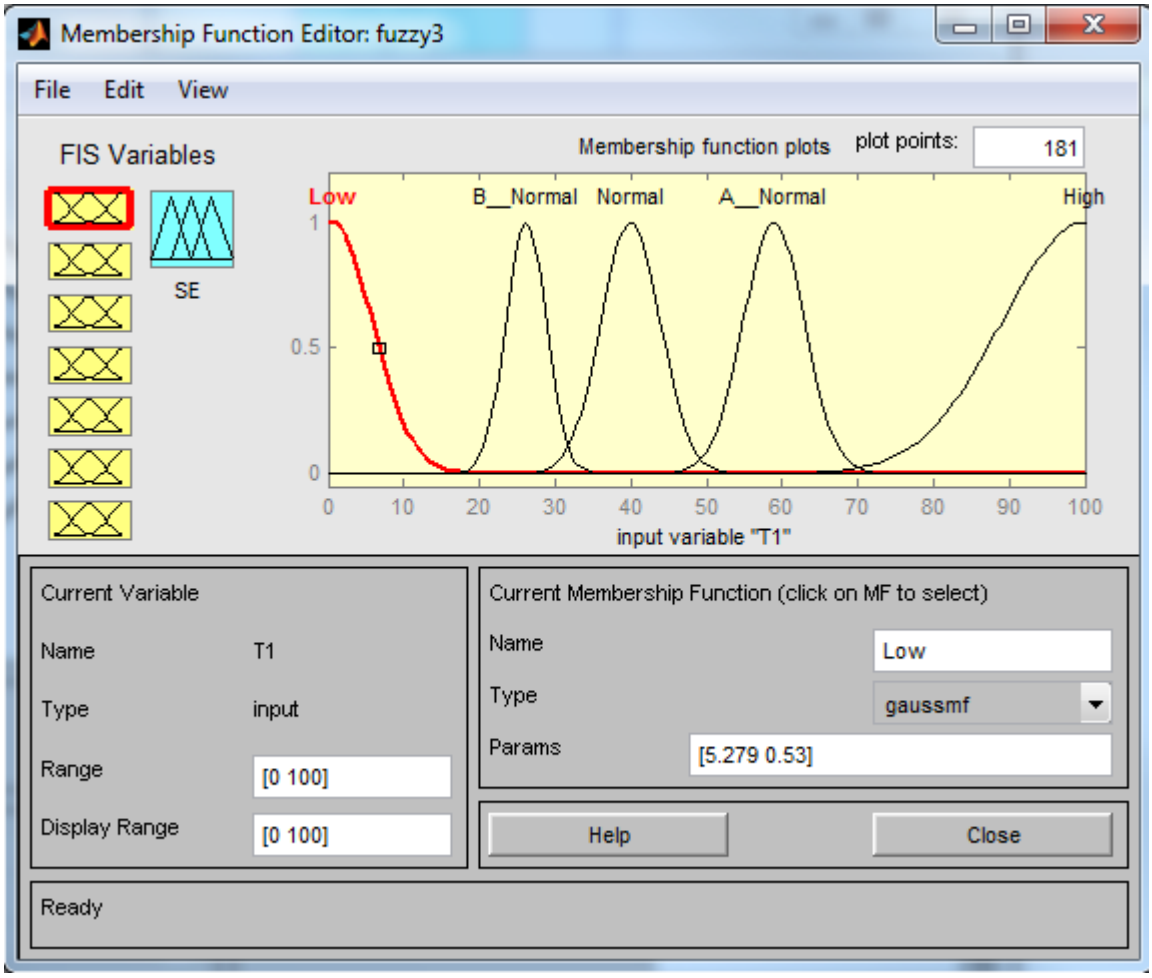


Рисунок 5.2 – Вікно редагування функції належності (температура в першій зоні бродильного апарату)

Виділяємо курсором миші функцію належності і в нижній частині вікна змінюємо в зоні параметрів Current Variable параметри Range (ряд) і Display Range (ряд, що відображається) - діапазон змінювання вхідного параметру. Як правило, це мінімальне і максимальне значення параметру.

Лінгвістичні поняття	Температура соку, С		
Низька (LOW)	10,56	1,06	
Нижче норми (B_NORMAL)	5,33	32,3	
Норма (NORMAL)	7,82	50,95	
Вище норми (A_NORMAL)	8,07	70	
Висока (HIGH)	21,79	100	

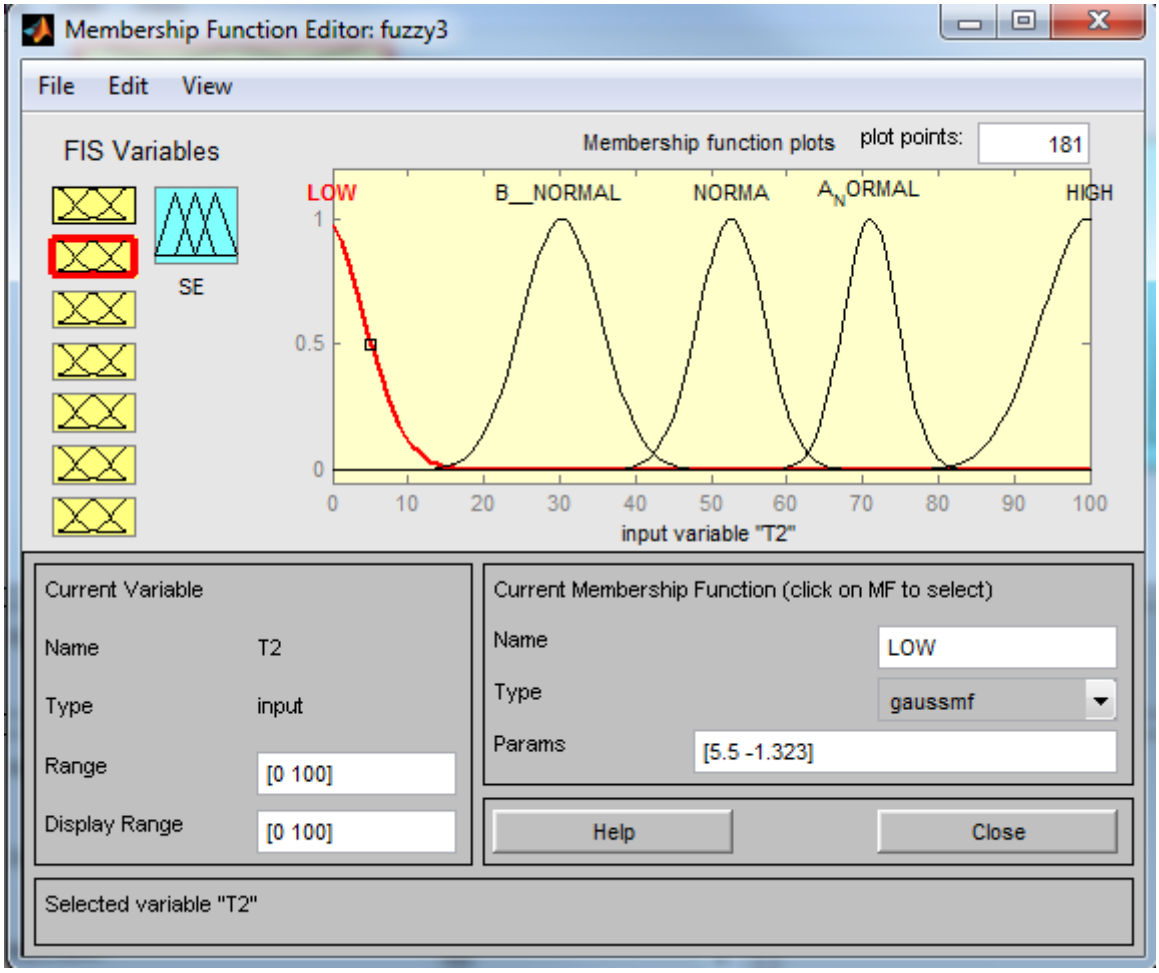


Рисунок 5.3 - Вікно редагування функції належності (температура в другій зоні бродильного. апарату)

Лінгвістичні поняття	Температура соку, С		
Низька (LOW)	10,56	1,06	
Нижче норми (B_NORMAL)	5,33	32,3	
Норма (NORMAL)	7,82	50,95	
Вище норми (A_NORMAL)	8,07	70	
Висока (HIGH)	21,79	100	

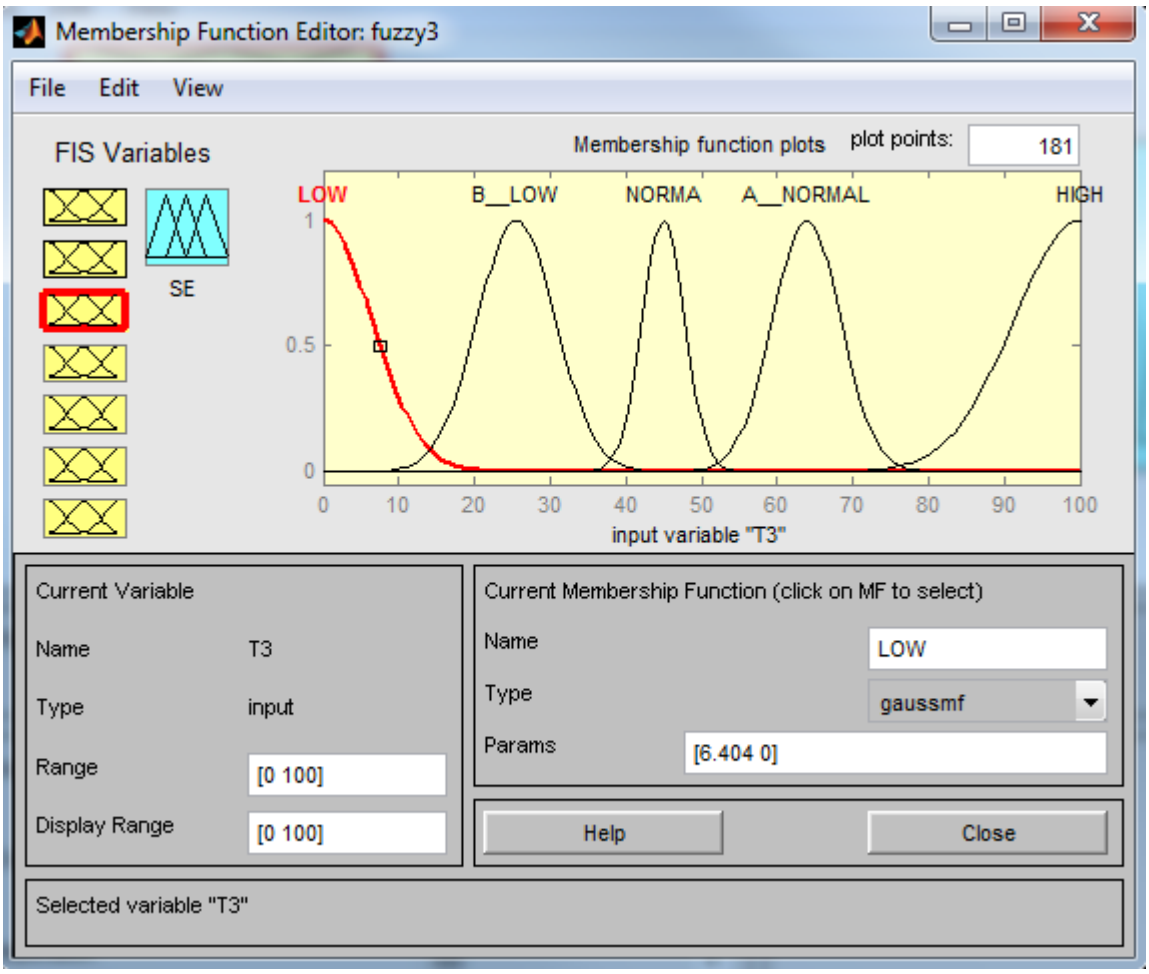


Рисунок 5.4 - Вікно редагування функцій належності (температура в третій зоні бродильного апарату)

Лінгвістичні поняття	Температура соку, С		
Низька (LOW)	10,56	1,06	
Нижче норми (B_NORMAL)	5,33	32,3	
Норма (NORMAL)	7,82	50,95	
Вище норми (A_NORMAL)	8,07	70	
Висока (HIGH)	21,79	100	

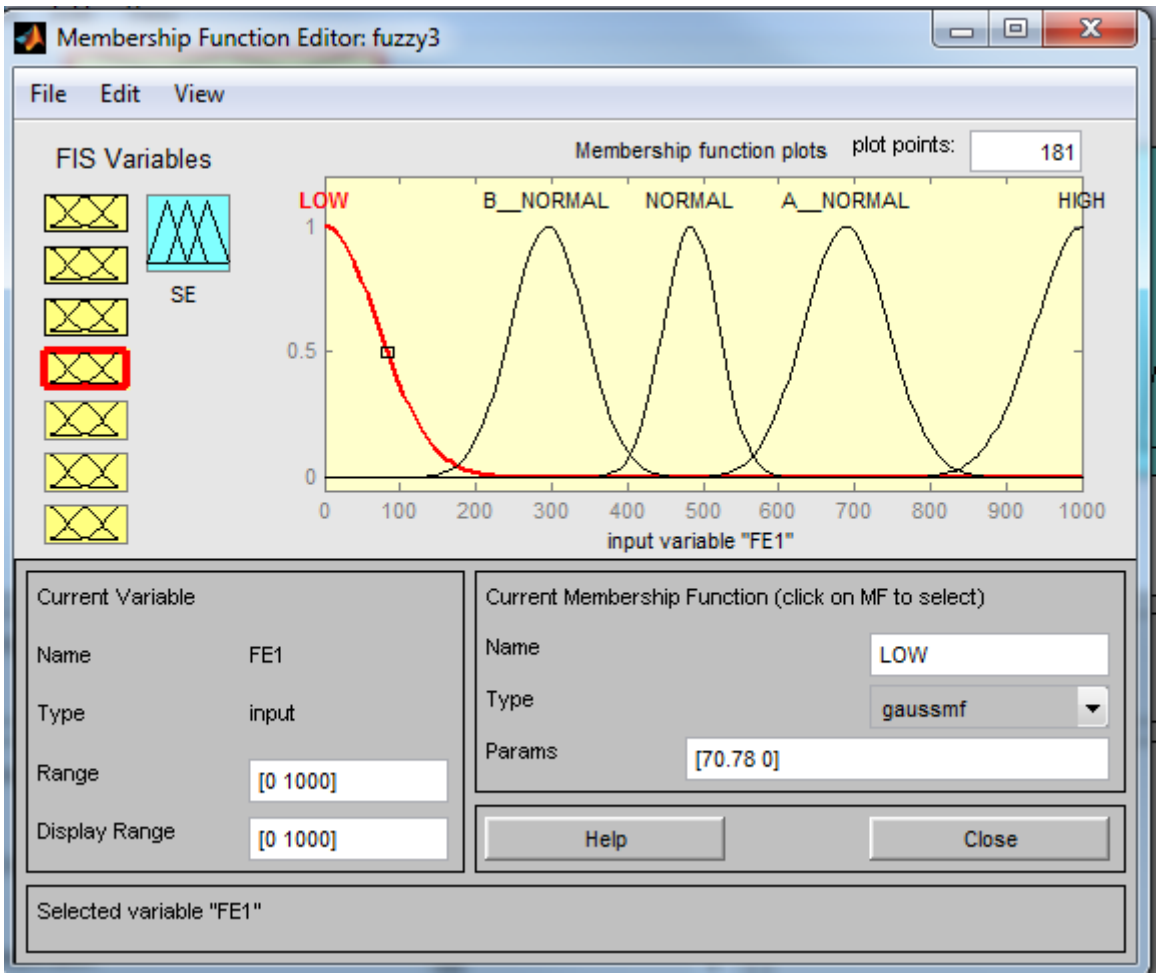


Рисунок 5.5 - Вікно редагування функцій належності (витрата води)

Лінгвістичні поняття	Витрата, л/год		
Низька (LOW)	35,39	0	
Нижче норми (B_NORMAL)	24,5	147,7	
Норма (NORMAL)	18,48	242	
Вище норми (A_NORMAL)	27,8	344,3	
Висока (HIGH)	31,74	501	

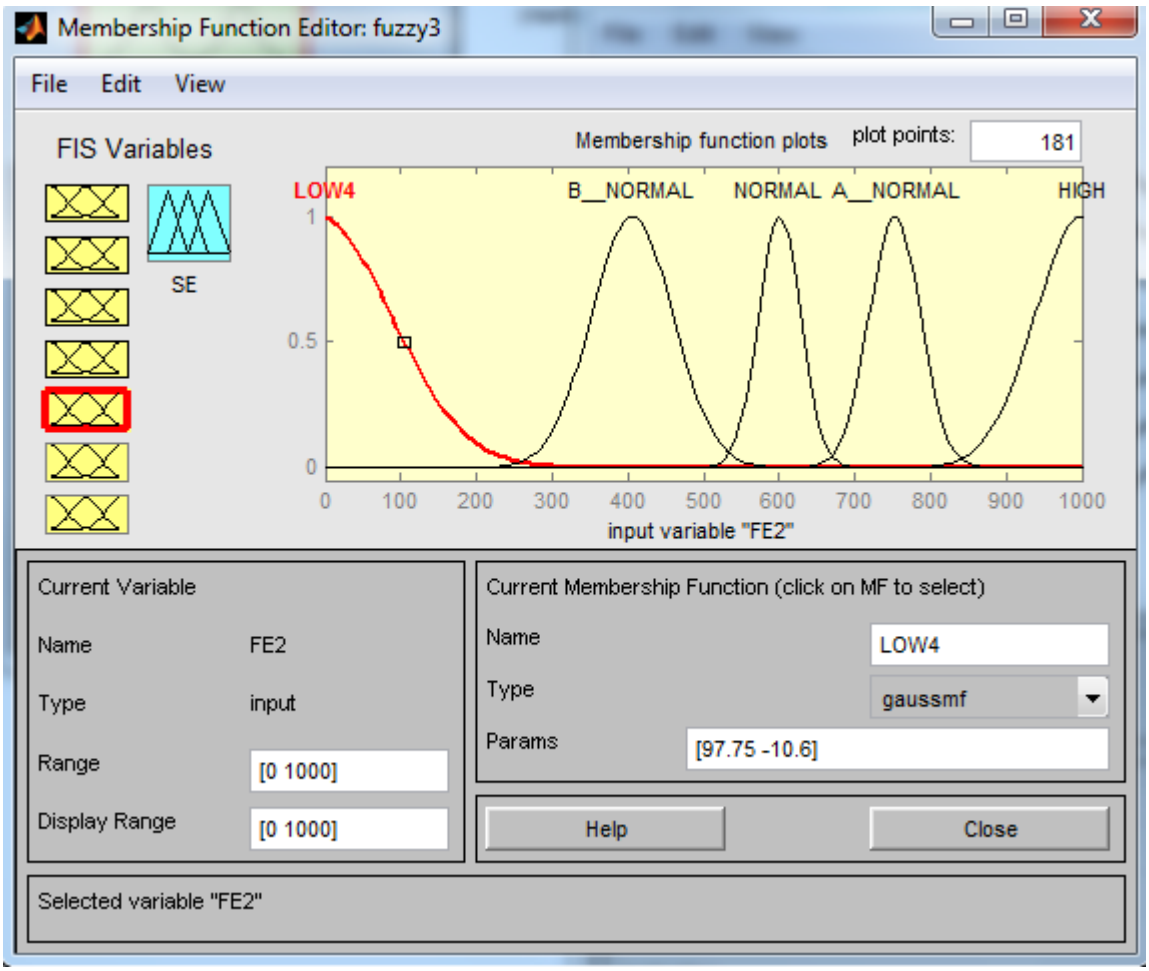


Рисунок 5.6 - Вікно редагування функцій належності (витрата затору води)

Лінгвістичні поняття	Витрата, л/год		
Низька (LOW)	35,39	0	
Нижче норми (B_NORMAL)	24,5	147,7	
Норма (NORMAL)	18,48	242	
Вище норми (A_NORMAL)	27,8	344,3	
Висока (HIGH)	31,74	501	

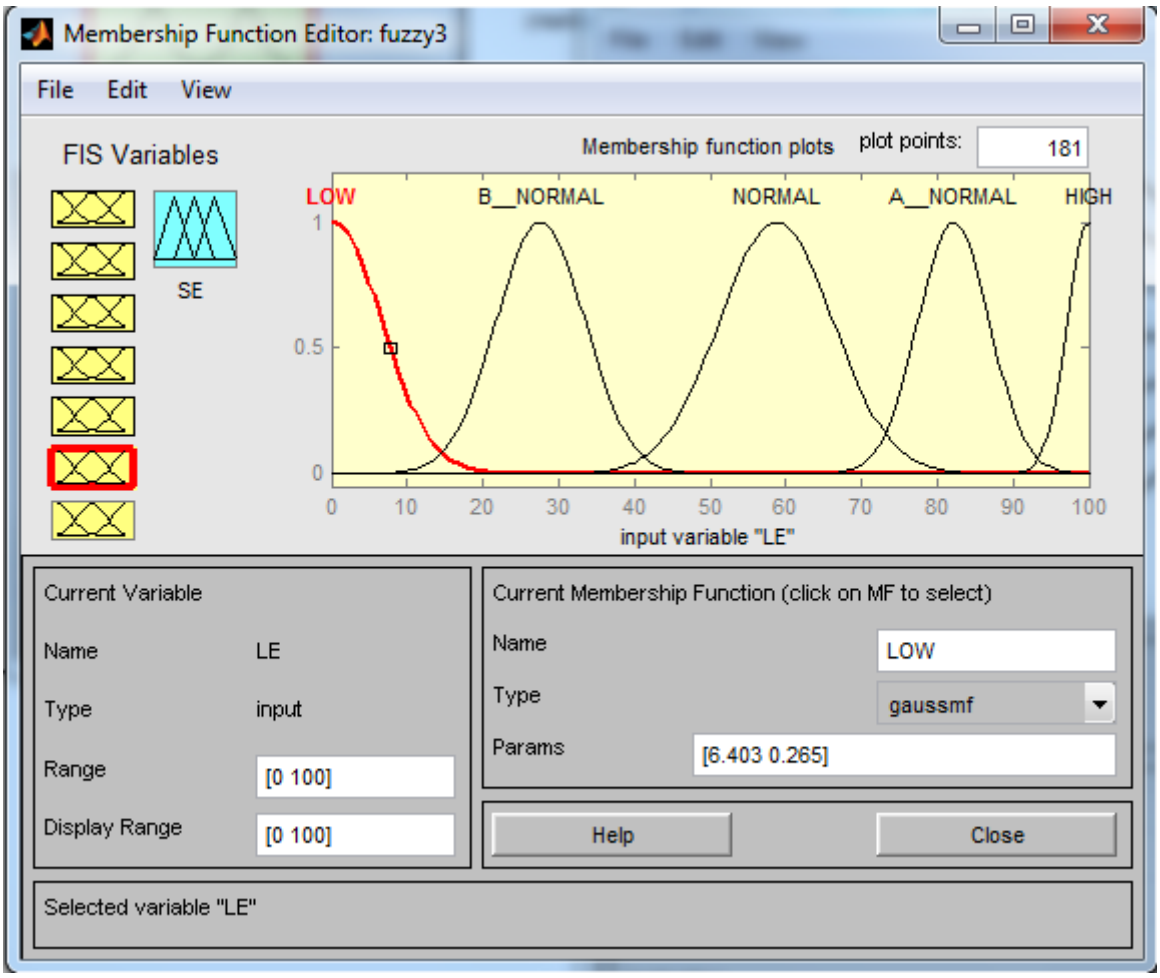


Рисунок 5.7 - Вікно редагування функцій належності (рівень в апараті)

Лінгвістичні поняття	Температура соку, С		
Низька (LOW)	10,56	1,06	
Нижче норми (B_NORMAL)	5,33	32,3	
Норма (NORMAL)	7,82	50,95	
Вище норми (A_NORMAL)	8,07	70	
Висока (HIGH)	21,79	100	

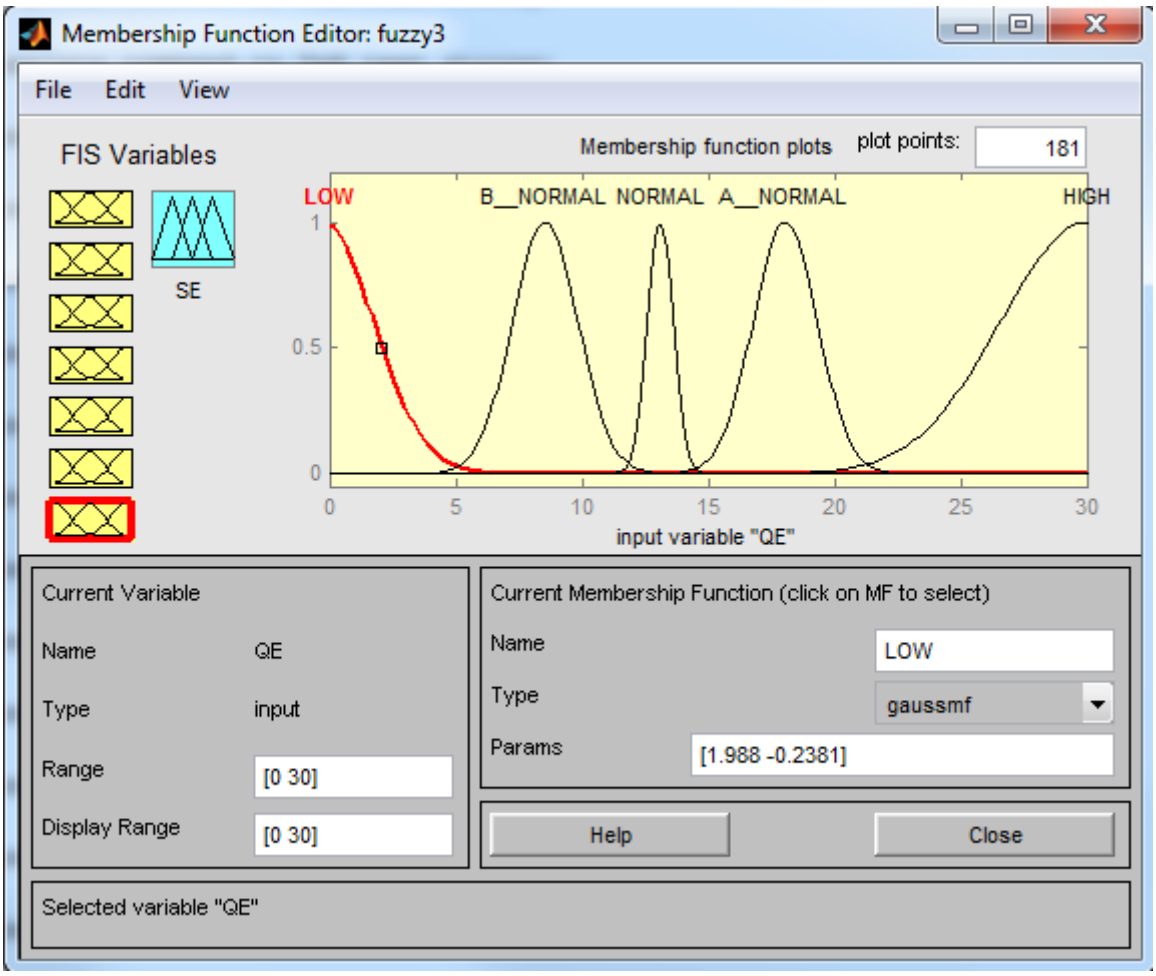


Рисунок 5.8 - Вікно редагування функцій належності (вміст сухих речовин)

Лінгвістичні поняття	Вміст сухих речовин, %		
Низька (LOW)	0	1,98	
Нижче норми (B_NORMAL)	1,3	8,55	
Норма (NORMAL)	0,507	13,2	
Вище норми (A_NORMAL)	1,272	18,05	
Висока (HIGH)	3,405	30	

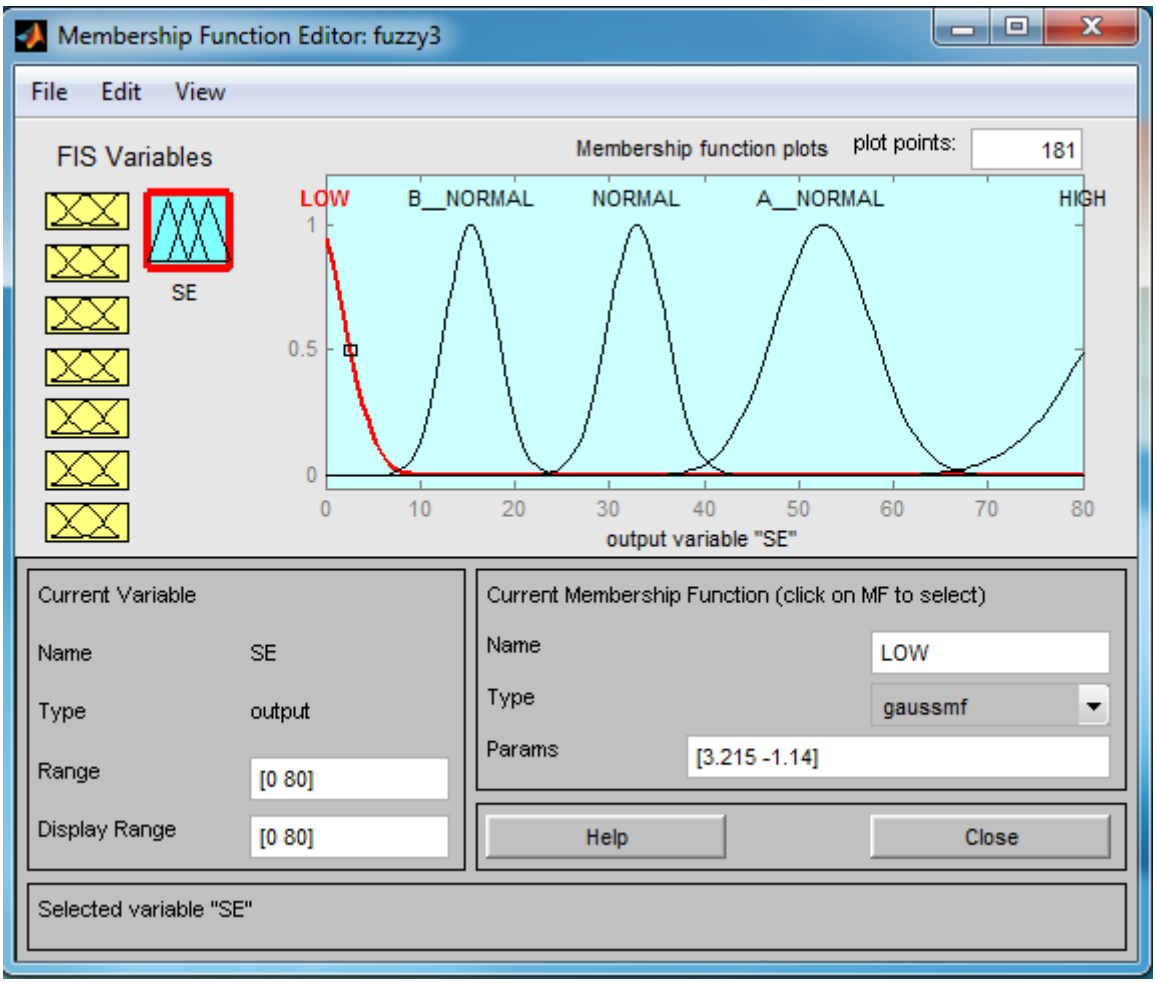


Рисунок 5.9 - Вікно редагування функцій належності (швидкість обертів двигуна насосу відкачки, об./хв.)

Лінгвістичні поняття	Шв. обертів, об/хв.		
Низька (LOW)	0	3,215	
Нижче норми (B_NORMAL)	2,68	15,36	
Норма (NORMAL)	3,047	32,9	
Вище норми (A_NORMAL)	5,039	52,6	
Висока (HIGH)	8,489	90,16	

5.3 ПРАВИЛА НЕЧІТКОГО ВИСНОВКУ

В головному вікні FIS Editor в меню Edit→Rules… відкриється вікно Rule Editor. Це вікно також відкриється подвійним натисканням лівої клавіші миші на центральному білому прямокутнику. В даному вікні визначаються нечіткі правила поведінки системи, що створюється (рис. 5.10).

Для перегляду результату роботи системи (підсистеми) нечіткої логіки в головному вікні FIS Editor обирають в меню View команду Rules – графічне відображення роботи алгоритму нечіткого висновку (рис.5.11) або команду Surface – відображення поверхні відгуку (рис.5.12).

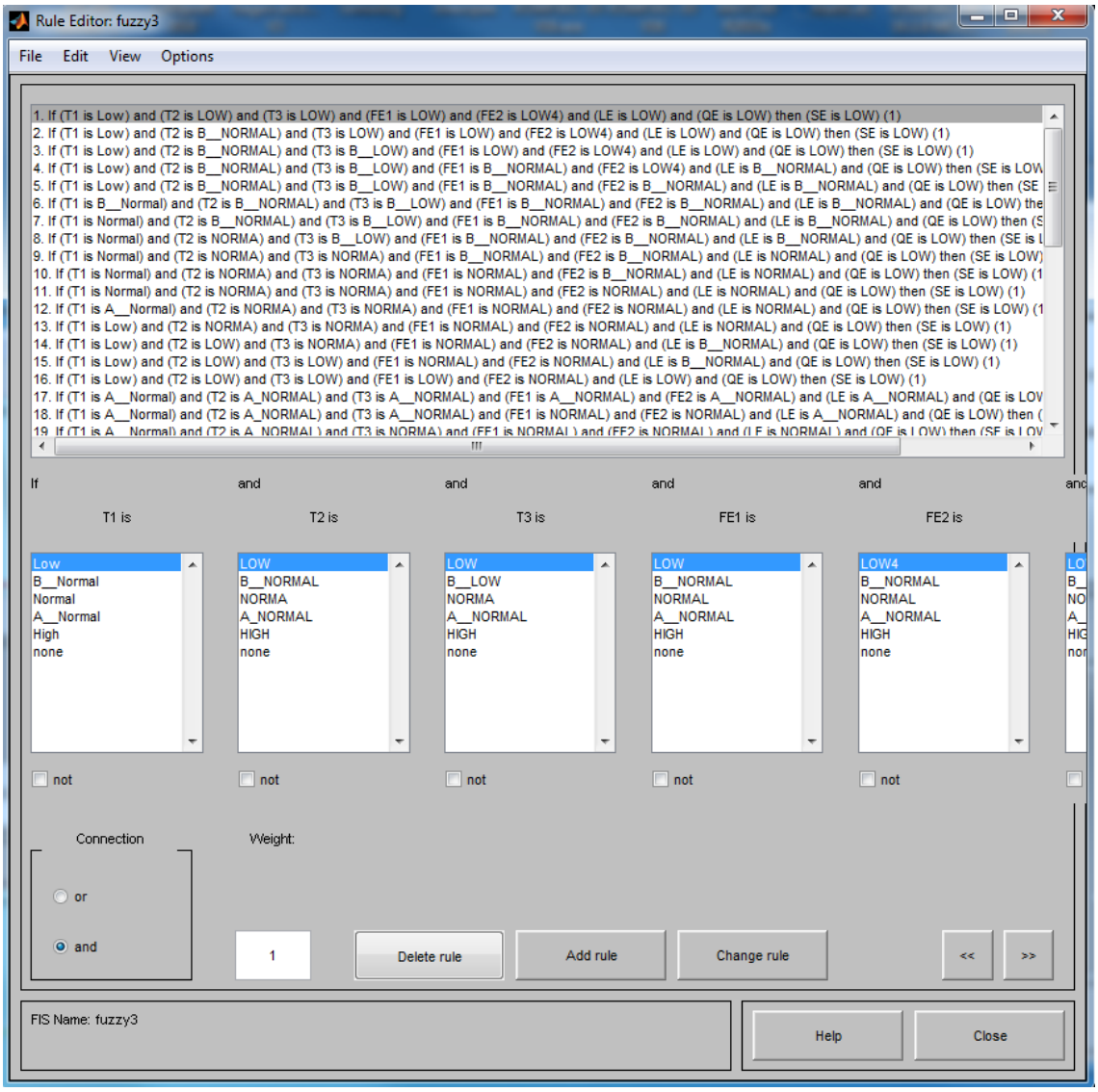


Рис.5.10 Графічне відображення роботи алгоритму нечіткого висновку. Вікно редагування правил нечіткого висновку.

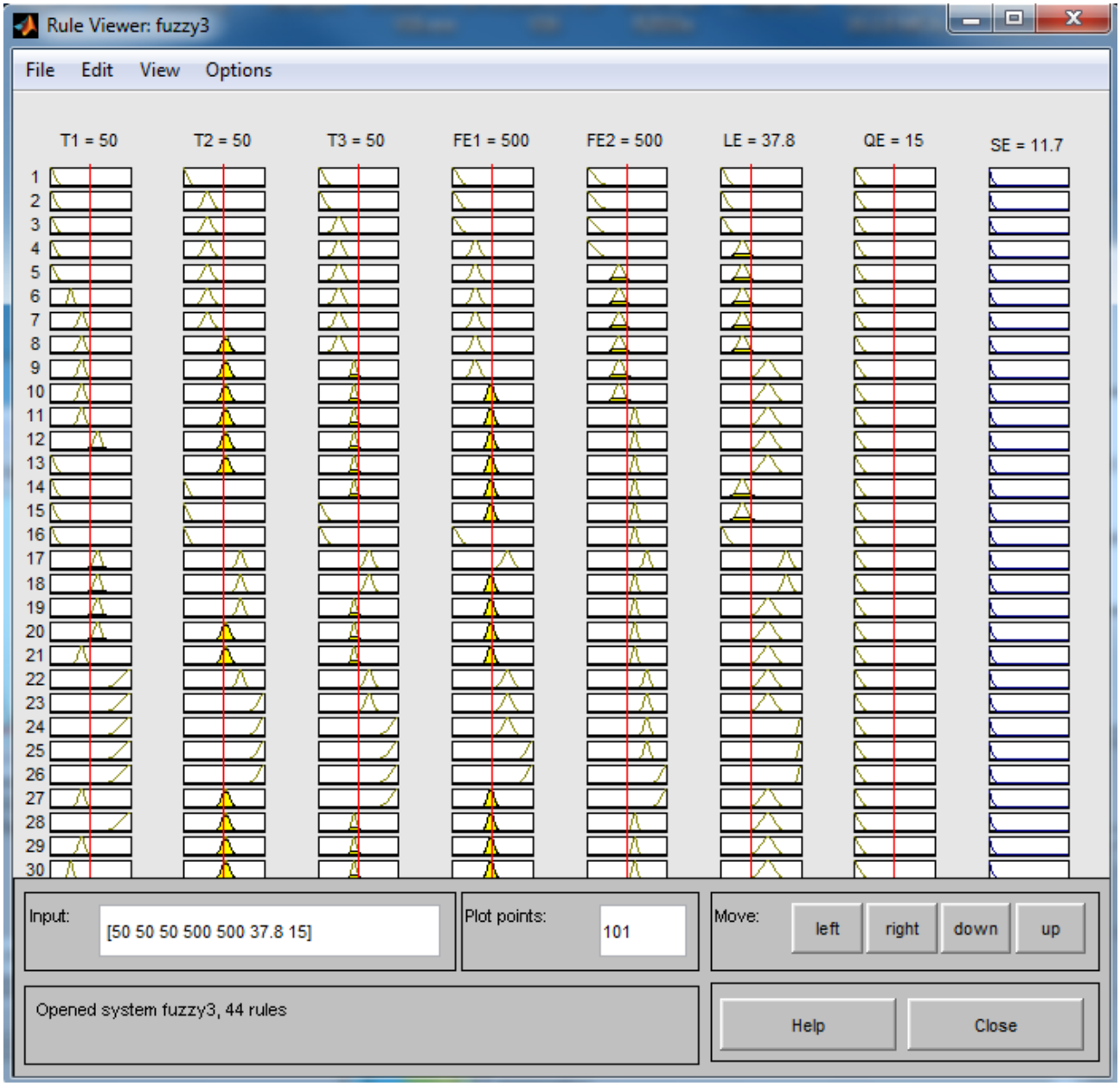


Рисунок 5.11 – Вікно графічного відображення роботи алгоритму нечіткого висновку

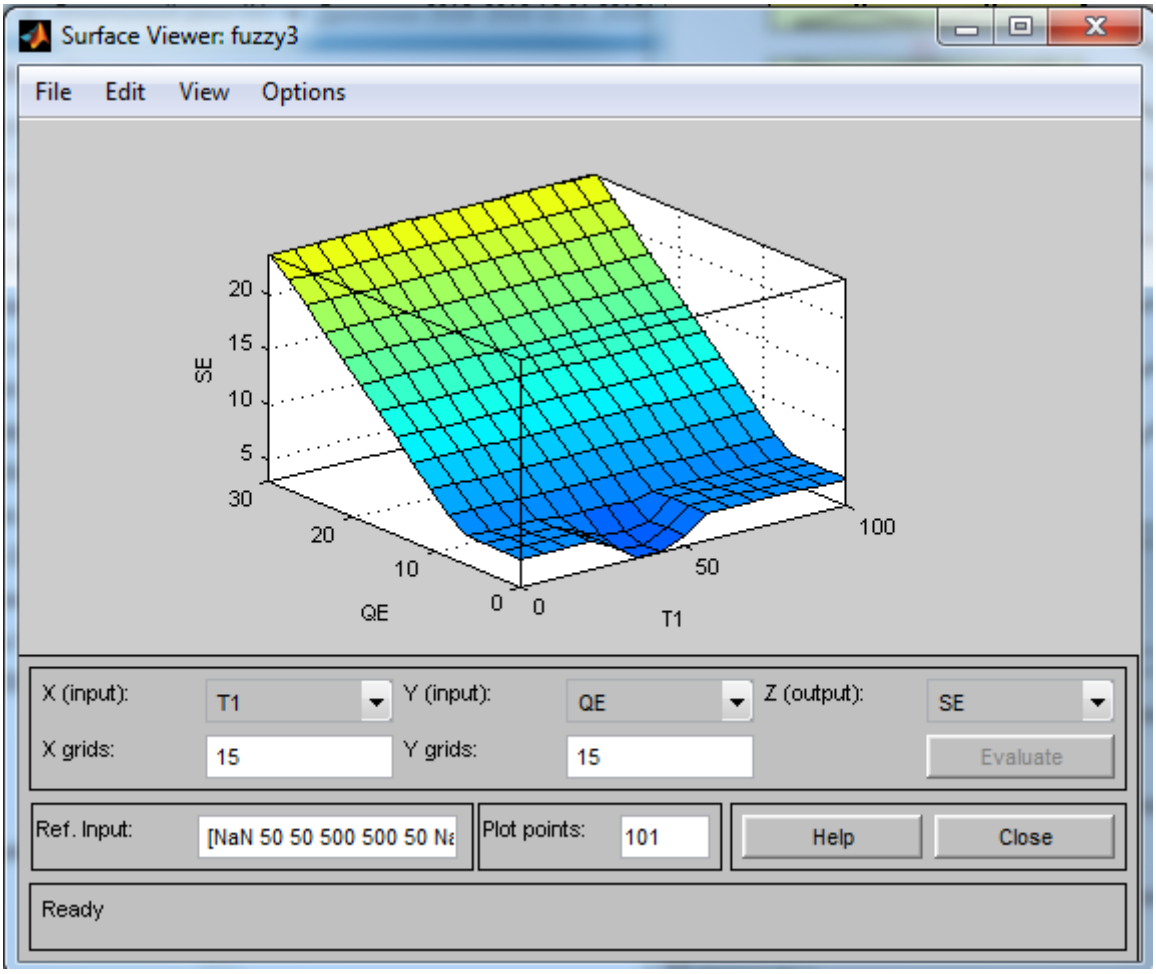


Рисунок 5.12 – Вікно відображення поверхні відгуку залежності вмісту сухих речовин від температури в першій зоні апарату.

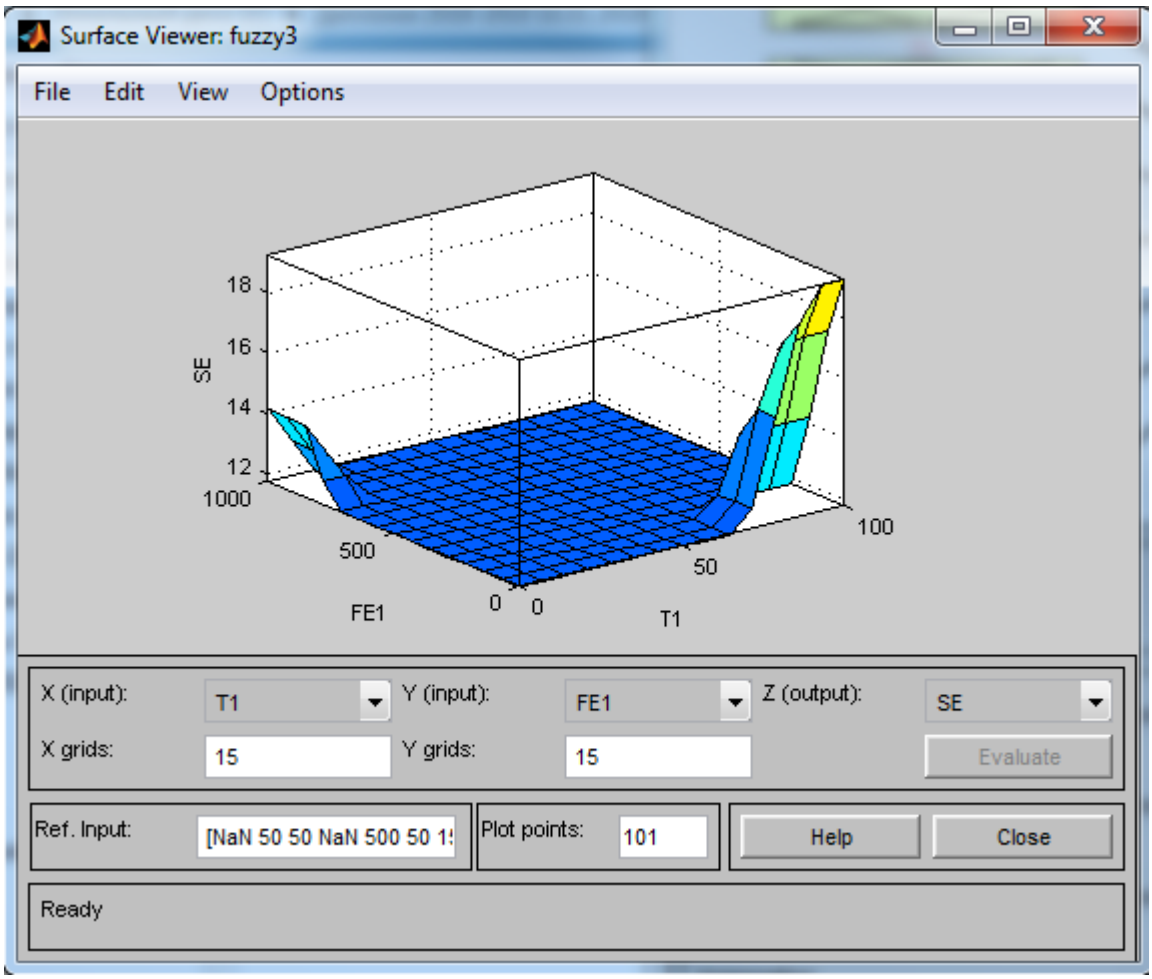


Рисунок 5.13 – Вікно відображення поверхні відгуку залежності витрати води від температури в першій зоні апарату.

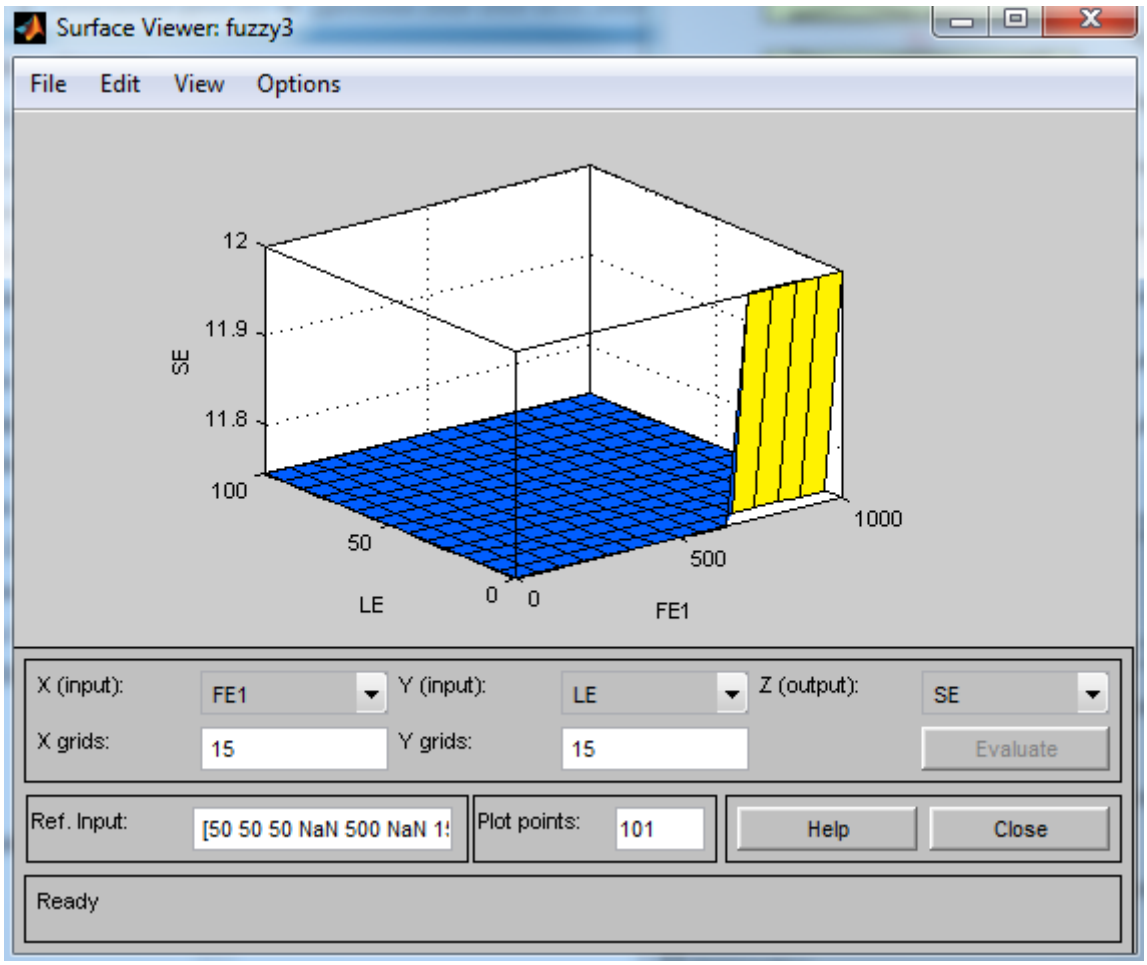


Рисунок 5.14 – Вікно відображення поверхні відгуку залежності витрати води від рівня апараті.

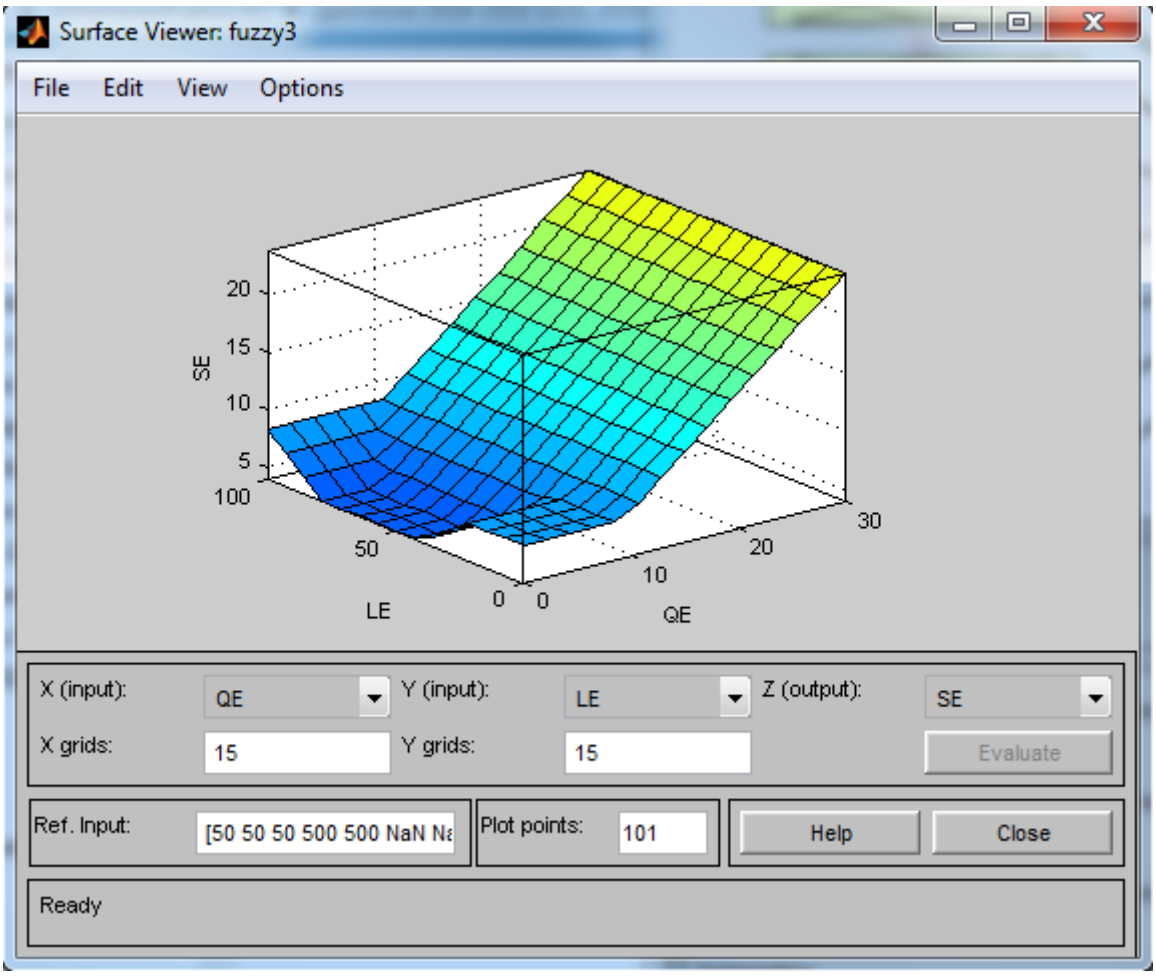


Рисунок 5.15 – Вікно відображення поверхні відгуку залежності рівня в апараті від вмісту сухих речовин.

5.4 Побудова нечіткого регулятора

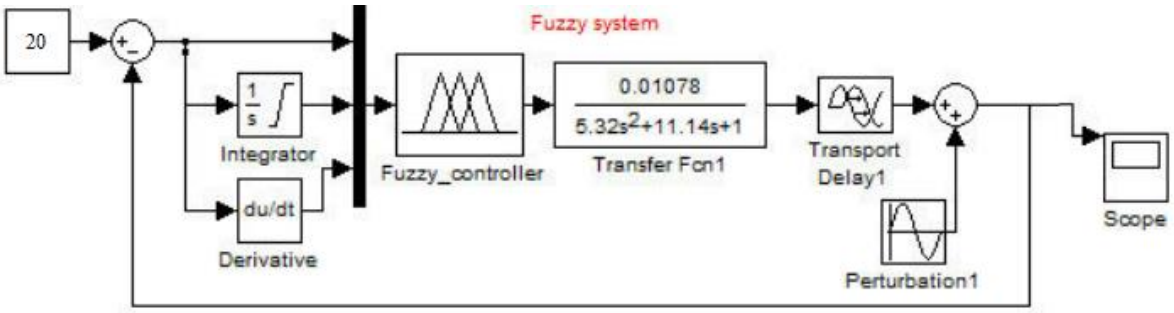


Рис.5.16 Схема ОУ з нечітким регулятором.

Якщо схема створена правильно, то яка б не була задана початкова температура, система з часом повинна підібрати оптимальну кількість обертів, в яку входить функціональна приналежність NORMAL до перемінної «SE».

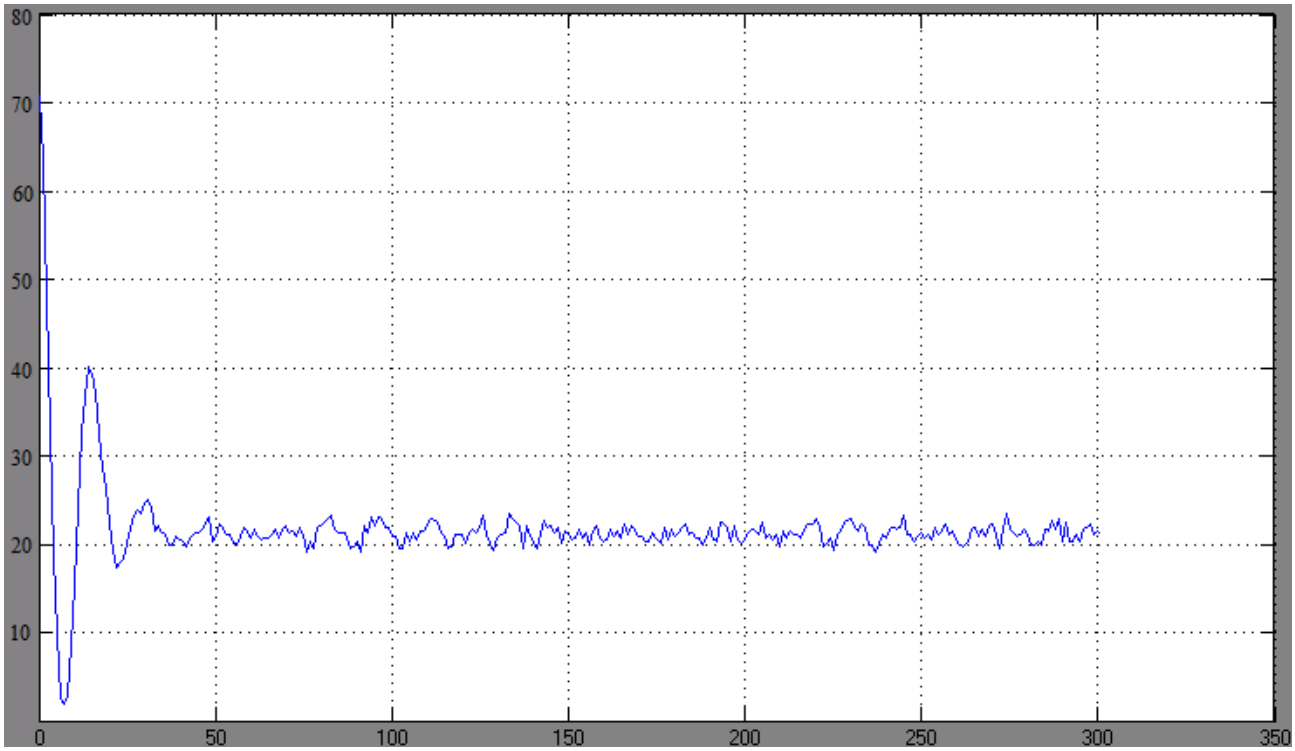


Рис.5.17. Перехідний процес АСР з нечітким регулятором.

ВИСНОВОК

В даному проекті було створено нечітку систему логічного висновку для управління швидкістю двигуна насосу відкачки затору з апарату. Основні етапи побудови систем інтелектуального управління на основі нечіткої логіки. З аналізу процесу було визначено 7 входів та 1 вихід процесу.

Функція належності являє собою імовірнісну оцінку, що показує наближене відтворення числового діапазону до лінгвістичного поняття. Для вхідних параметрів використовувалися такі функції належності: «низька», «нижче норми», «норма», «вище норми», «»висока», а для вихідного: «низька», «нижче норми», «норма», «вище норми», «»висока». В роботі використано гаусівську функцію належності і алгоритм Мамдані, приведення до чіткості приводиться центроїдним методом.

Визначено лінгвістичну апроксимацію параметрів, сформовані правила нечіткого висновку.

Результат роботи відображено за допомогою графічного відображення роботи алгоритму нечіткого висновку.

Висновки

В кваліфікаційній роботі розроблена технічна документація системи автоматизації процесу варіння пива.

Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проекту. Внаслідок впровадження системи автоматизації підвищиться якість продукту, а також обсяг виробництва, зменшаться витрати на паливо та електроенергію, а також на ремонт та обслуговування лінії виробництва. Всі ці фактори дають можливість отримати додатковий прибуток.

Система автоматизації розроблена із використанням сучасних програмованих логічних контролерів, а саме із використанням програмованого контролера Modicon M340, що має переваги перед локальними системами, а також забезпечує оптимальне ведення процесу виробництва пива. Завдяки автоматичним системам регулювання температури та рівня, контролю основних технологічних параметрів виробництва програмований логічний контролер забезпечує високу якість продукту, компенсує збурення, що негативно впливають на процес виробництва.

Прийняті технічні рішення описані в пояснювальній записці, проілюстровані в графічній частині.

При розробці даного кваліфікаційної роботи були по можливості враховані всі вимоги, які ставляться до сучасних систем автоматизації.

.

Бібліографічний список

Бібліографічний список

1. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації / А.К.Бабіченко. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
2. Дорф Р. Сучасні системи управління / Р. Дорф, Р. Бішоп - М.: Лабораторія Базових Знань, 2002. - 832 с.
3. Дейнеко Л. В. Розвиток харчової промисловості України в умовах ринкових перетворень / Л. В. Дейнеко. – К. : Знання, 1999. – 331 с
4. Пупена О.М., Ельперін І.В., Луцька Н.М., Ладанюк А.П. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник. – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.
5. Трегуб В. Г. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації: Навч. посібник – К.: НМК ВО, 1990. – 80 с.
6. Основи проектування систем автоматизації з елементами САПР: Метод. вказівки до практичних занять для студ. напряму 0925 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: В.Г. Трегуб. – К.:НУХТ, 2008. – 67 с.
7. Основи проектування систем автоматизації з елементами САПР: Метод. вказівки до практичних занять для студ. напряму 0925 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: В.Г. Трегуб. – К.:НУХТ, 2008. – 67 с.
8. Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем: Метод. вказівки до викон. курс. проекту для студ. спец. 7.05020202 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: О.М.Пупена К.: НУХТ, 2011. 45 с.
9. Людино-машинні інтерфейси: Метод. вказівки до виконан. курсової роботи для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: В.М. Кушков. – К.: НУХТ, 2010. – 15 с.
10. Контролери та їх програмне забезпечення: Метод. вказівки до виконання курс. проекту для студ. спец. 6.092500 "Автоматизоване управління технологічними процесами" і "Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва" ден. та заоч. форм навчання /Уклад.: І.В. Ельперін, О.М. Пупена, М.Д. Місюра, С.М. Швед - К.: НУХТ, 2008.- 36 с.
11. Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП 1.8.10. - 1.13 – 97. "Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв". К.: 1997.
12. Каталог Siemens https://www.siemens.com/ua/uk.html
13. Каталог Schneider Electric https://www.se.com/ua/uk/
14. Каталог Schneider Electric https://schneider.kiev.ua/

15. Каталог https://vipa.com.ua/
16. Глибовець М.М. Штучний інтелект [Текст]: Підручник/ М.М. Глибовець, О.В. Олецький. – К.: КМ Академія, 2002. – 366 с.
17. Дубровін В.І. Методи оптимізації та їх застосування в задачах навчання нейронних мереж [Текст]: Навчальний посібник/ В.І. Дубровін, С.О. Субботін. —Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. —136 с.
18. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем [Текст]: навчальний посібник/ Ю.П. Зайченко. — К.: Слово, 2004. — 352 с.
19. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч./ В.Д. Кишенько – К.:НУХТ, 2008. –133 с.
20. Куссуль Н.М. Інтелектуальні обчислення [Текст]: навч. посібник/ Н.М. Куссуль., А.Ю. Шелестов., А.М. Лавренюк. –К.: "Наукова думка", 2006. — 186 с.
21. Литвин В. В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень [Текст]/ В. В. Литвин . — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. —240 с.
22. Ободан Н.І. Створення інтелектуальної системи [Текст]: навч. посібник / Н.І. Ободан, Н.А. Гук ; Дніпропетр. нац. ун-т. — Д., 2001. — 84 с.
23. Інтернет ресурс http://www.google.ru, http://www.yandex.ru, http://www.rambler.ru,
24. Інтернет ресурс http://www.yahoo.com
25. Інтернет ресурс http://intl-jb.asm.org, Biotechnology and Applied
26. Інтернет ресурс http://bab.portlandpress.com)
27. Інтернет ресурс Державне підприємство "Український інститут промислової власності" (Укрпатент) http://www.ukrpatent.org,
28. Інтернет ресурс Державний департамент інтелектуальної власності http://www.sdip.gov.ua
29. S. Peresada, S. Kovbasa, V. Bovkunovich "Comparison study of the vector and voltage-frequency torque control in the electromechanical systems of the electrical transportation" // Proc. of the Kremenchug State University, 2009, no. 4, Vol. 1, p. 13 -16.

30. Serre T., Wolf L., Poggio T. Object recognition with features inspired by visual cortex // Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, USA, 2005. V. 2. P. 994–1000.
31. Gujjar H.S., Siddappa M. Recognition and classification of different types of food grains and detection of foreign bodies using neural networks // International Journal of Computer Applications. 2014. P. 12–17.
[19] Yao B., Khosla A., Fei-Fei L. Combining randomization and discrimination for fine-grained image categorization // Computer Vision and Pattern Recognition. 2011. P. 1577–1584. doi: 10.1109/CVPR.2011.5995368 118
32. Ciresan D., Meier U., Schmidhuber J. Multi-column deep neural networks for image classification // Computer Vision and Pattern Recognition. 2012. P. 3642–3649. doi: 10.1109/CVPR.2012.6248110
33. Korytkowski M., Rutkowski L., Scherer R. Fast image classification by boosting fuzzy classifiers // Information Sciences. 2016. V. 327. P. 175–182. doi: 10.1016/j.ins.2015.08.030
34. Xingha Y., Weifeng L., Dapeng T., Jun C. Canonical correlation analysis networks for two-view image recognition // Information Sciences. 2017. V. 385–386. P. 338–352. doi: 10.1016/j.ins.2017.01.011
35. Panda P., Ankit A., Wijesinghe P., Roy K. FALCON: feature driven selective classification for energy-efficient image recognition // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. 2017. V. PP. N 99. P. 1– 13. doi: 10.1109/tcad.2017.2681075
36. Stepinski T., Niesterowicz J., Stepinski J. Pattern-based regionalization of large geospatial datasets using complex object-based image analysis // Procedia Computer Science. 2015. V. 51. N 1. P. 2168–2177. doi: 10.1016/j.procs.2015.05.491
37. Romei A., Ruggeieri S. A multidisciplinary survey on discrimination analysis // Knowledge Engineering Review. 2014. V. 29. N 5. P. 585–638. doi: 10.1017/S0269888913000039
38. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Курс лекцій / В.Г. Трегуб. – К.: НУХТ, 2007.- 42 с.
39. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М. Пупена, І.В.Ельперін, Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк – К.: Вид-во "Ліра-К", 2011. – 552 с.
40. Методичні вказівки до проектування принципових схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсового та дипломного проектів студентами спеціальності 21.03.05 денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.В. Г. Трегуб, І. В. Ельперін, А. О. Карнаух. – К.:УДУХТ, 1994. – 35с.

41. Методичні вказівки до проектування пунктів управління мікропроцесорних систем автоматизації у курсовому та дипломному проектуванні для студентів спеціальності 21.03.05 денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.В. Г. Трегуб. – К.: КТІХП, 1993. – 36 с.

42. Монтаж засобів вимірювань і автоматизації: Справ. / Під ред. А. С. Клюєва. – 3-е изд., перероб. і доп. – М.: Енергоатомиздат, 1988. – 728 с.

43. Проектування систем автоматизации технологічних процесів: Навч. посібник. / Під ред. А. С. Клюєва. – 2-е вид. перероб. і доп. – М.: Енергоатомиздат, 1990. – 464 с.

44. Проектування систем автоматизації. Програмне забезпечення ком-п'ютерно-інтегрованих технологій. Метод. вказівки до розробки програмного забезпечення беззахисних пунктів управління у курсовому та дипломному проектуванні для студентів спец. 7.0925.01 та 7.0925.02 денної та заочної форм навчання / Уклад.: І.В.Ельперін, В.Г.Трегуб, А.П.Ладанюк, В.М.Кушков, В.В.Авдєєнко. – К.: УДУХТ, 1997. – 44 с.

45. Технічні засоби автоматизації хімічних виробництв: Справ. / В. С. Балакирев, Л. А. Барський, А. В. Бугров і др. – М.:Хімія, 1991. – 272 с.

46. Трегуб В . Г., Ладанюк А. П., Плужников Л. Н. Проектування, монтаж і експлуатація систем автоматизації в харчовій промисловості: Посібник для вузів. – М.: Агропромиздат, 1991. – 352 с.

47. Трегуб В . Г., Ладанюк А. п. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації харчових виробництв. – М.: Лег. і харчова пром-сть, 1982. – 352 с.

48. Трегуб В . Г. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації: Навч. посібник – К.: НМК ВО, 1990. – 80 с.

49. Adair, J. (2003). *Effective Motivation How to Get Extraordinary Results from Everyone*. Pan Books Limited.

50. Back, K., & Back, K. (1999). *Assertiveness at Work A Practical Guide to Handling Awkward Situations*. McGraw-Hill Publishing.

51. Berne, E. (1985). *Games People Play*. Penguin UK.

Bloom, M. (2005). *The Independent Guide to Bullying and Stress in the Workplace*. First Law.

52. Bourne, M., & Bourne, P. (2003). *Change Management in a Week*. Hodder & Stoughton.

53. Brinkman, R., & Kirschner, R. (2002). *Dealing with People you Can't Stand*. McGraw Hill.

54. Browning, G. (2003). *Grass Roots Management*. Prentice Hall.

Buckingham, M., & Clifton, D. (2002). *Now, Discover Your Strengths*. Free Press.

55. Carnegie, D. (1990). *How to Stop Worrying and Start Living*. Vermilion.

Covey, S. (1999). *The 7 Habits of Highly Effective People*. Simon & Schuster.

56. Crother, C. (2004). *Catch! A Fishmongers Guide to Greatness*. Berrett-Koehler Publishers.

57. Dann, J. (2007). *Emotional intelligence*. Hodder Education.

Dell, T. (1993). *Motivating at Work - Empowering Employees to Give Their Best*. Crisp Publications.

58. Doherty, N., & Guyler, M. (2008). *The Essential Guide to Workplace Mediation & Conflict Resolution*. Kogan Page Publishers.

59. Elkin, A. (1999). *Stress Management for Dummies*. Wiley Publishing.

Field, T. (1996). *Bully in sight*. Success Unlimited.

60. Glouberman, D. (2003). *The Joy of Burnout*. Hodder.

Goldacre, B. (2009). *Bad Science*. Harper Collins Publishers.

61. Goleman, D. (1996). *Emotional intelligence; Why it can matter more than IQ*. Bloomsbury Publishing.