

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інтегрованих автоматизованих систем управління

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні технології та програмування в АСУ
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ярослав СМІТЮХ

“ ” _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Попизенко Михайло Сергійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління цукровим виробництвом з підсистемою управління відділенням другої сатурації.

керівник роботи професор, доктор технічних наук Засць Наталія Анатоліївна

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 17 лютого 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Апаратурно-технологічна 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 принципи; 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		
	Розробка комплексу технічних засобів		
	Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів		
	Розробка принципів схем		
	Проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та засобів розподіленої периферії		
	Розробка схем з'єднань і підключень проводок мереж		
	Розробка інформаційного забезпечення		
	Розробка алгоритмів і програм для ПЛК		
	Розробка проекту SCADA/HMI		

Здобувач _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

Попизенко М.С.

(прізвище та ініціали)

Засць Н.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління цукровим виробництвом з підсистемою управління відділенням другої сатурації».

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

У проєкті використовувалися сучасні технічні засоби для вимірювання виконавчих механізмів та регулюючого органу. Також, дана відповідь на перелік питань, щодо автоматизації системи. Серед них: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, проєктне компонування мікропроцесорного контролера та схема підключення датчиків, та виконавчих механізмів до нього, відеокадри дисплейних мнемосхем АРМ оператора.

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

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

Кількість листів пояснювальної записки - листів

Аркуш1 - Схема функціональної структури

Аркуш2 - Схема КТЗ

Аркуш3 - Схема автоматизації

Аркуш4 - Схема компонування ПЛК та RІO

Аркуш5 - Схеми електричні принципи

Аркуш6 - Схема з'єднань та підключень проводок мереж

Аркуш7 - Схема інформаційної структури

Аркуш8 - Зображення мнемосхем

Аркуш9 - Алгоритм та лістинг програми реалізації

ANNOTATION

Theme: “Development of an integrated automated sugar production control system with a control subsystem of the second saturation department”.

Objective: To develop an integrated system of automated production control sugar solution using the new microprocessor technology and automation, the use of controllers and PC.

The project used modern means for measuring the actuators and regulator.

Also, this response to the list of issues concerning the automation system. These include: characteristics of automation, automation scheme, project layout and location microprocessor controller to connect sensors and actuators to it mimics display video frames AWP operator.

The control system is designed on the basis of a microprocessor controller Schneider Electric.

Pages explanatory note to the volume of graphic material is:

Number explanatory note letters - letters

Sheet1 - Scheme functional structure

Sheet2 - Scheme vehicles

Sheet 3 - Scheme of automation

Sheet 4 - Scheme of arrangement PLC and RIO

Sheet 5 - electric fundamental scheme

Sheet 6 - Scheme joints and connections, wiring networks

Sheet 7 - Scheme information structure

Sheet 8 - Picture mimics

Sheet 9 - listing algorithm and program implementation

Зміст

Вступ	8
Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління.....	11
1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем управління.....	11
1.2 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем управління.....	16
1.3 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції	29
1.4 Принцип виділення об'єктів обладнання згідно стандартів ISA-88/95/106	31
1.5 Аналіз існуючих методів аналізу ключових показників ефективності (КПІ) саме для цього типу об'єктів	32
Розділ 2 – Загально-системні рішення	35
2.1 Загальний опис об'єкту та системи.....	35
2.2 Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання.....	36
2.3 Схема функціональної структури.....	38
2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ).....	40
2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів.	42
2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення	43
Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням).	49
3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня.	49
3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS.	52
3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації.	55
3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.....	56

Розділ 4 – Спеціальне завдання.	59
4.1. Опис алгоритму.	59
4.2. Опис спеціального програмного забезпечення.	63
4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.	67
4.4 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.	68
Висновок.	70
Список використаної літератури.	71

Вступ

Автоматизація у виробничій сфері завжди була і є однією з визначальних галузей науково-технічного прогресу в сучасній промисловості. У зв'язку з швидким розвитком мікропроцесорних пристроїв та ПЕОМ (або інших технічних засобів) з'явилась можливість розробляти складні системи керування. Також стало спроможним об'єднання управління технологічним процесом і всім виробництвом в одній основній системі виробництва. Такі об'єднання прийнято звати комп'ютерно-інтегрованими системами управління (КІСУ). Комп'ютерно-інтегроване виробництво можна визначити як єдину систему, що єднає різні підрозділи підприємства з метою одержання мінімальної собівартості продуктів та максимальних прибутків від реалізації.

Харчова промисловість, на сучасному етапі економічного розвитку країни – це складний виробничий комплекс народного господарства, створений великою кількістю підприємств та організацій, головною метою яких є ефективна переробка сільгосппродуктів. Основним завданням комплексу є підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції і зростання продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки та техніки, підвищення технічного рівня та покращення виробництва взагалі. Основним спрямуванням розвитку харчової промисловості є постійна інтенсифікація технологічного виробництва та впровадження агрегатів більшої виробничої потужності при одночасному зменшенні їх габаритів, енергоспоживання, металомісткості та зниження собівартості одиниці готової продукції.

Системи автоматизації набувають нових властивостей системного характеру:

- впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем керування;

- використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації та її зберігання;
- інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту;

Використання в таких системах лише традиційних підходів до керування не може дати задовільних результатів, оскільки процеси, що відбуваються в них, надзвичайно складні.

Особливостями процесів у харчовій промисловості є:

- велика кількість та складність зв'язків між параметрами станів об'єкту;
- трудомісткість процедур побудови математичного опису і використання його результатів для практичних реалізацій;
- високий рівень похибок вимірювання технологічних параметрів, а іноді й неможливість проведення вимірювань;
- необхідність приймати рішення для управління технологічними агрегатами і виробництвами в умовах неповної інформації про стан об'єкту і інших факторів.

Це в першу чергу стосується роботи сучасних цукрових заводів, тому що цукрова галузь харчової промисловості України є однією з головних.

До основних напрямків розвитку цукрового заводу відносять: збільшення одиничної потужності обладнання, ефективність та економічність його роботи, збільшення якості виробництва, вдосконалення засобів автоматизації та систем управління. Крім того, впровадження сучасних технологій на цукровому заводі і впровадження МПК дозволить суттєво покращити якість регулювання, наочне спостереження процесів, що дасть змогу більш ефективно використовувати обслуговуючий персонал і роботу оператора.

Ріст продуктивності праці на цукровому заводі, розробка нових технологій, спрямованих на поліпшення якості продукції та підвищення ефективності виробництва, вимагають поновлення та вдосконалення систем управління на базі нових засобів вимірювання та автоматизації.

Автоматизація виробництва цукру забезпечує якісну та ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цього завдання. При такому підході необхідно підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію та вибрати необхідні засоби автоматизації для основних та допоміжних процесів.

Велике значення при підготовці об'єкту або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, за якими здійснюється доцільне управління об'єктом. При цьому вибір засобів контролю технологічних параметрів цукру повинен враховувати можливість їх роботи в різних середовищах та в різних режимах.

Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління

1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем управління

Виробництво цукру є однією із найважливіших галузей харчової промисловості країни. Цукрове 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 цукрових заводах, підвищенню рівня експлуатації, створенню організацій з розробки, виготовлення та впровадження засобів автоматизації.

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

Автоматизація технологічних процесів є найважливішим засобом підвищення продуктивності праці. Впровадження автоматизації призводить до скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції і підвищення надійності роботи.

Основними задачами автоматизації є: інтенсифікація промисловості на основі впровадження нових досягнень науки і техніки, зменшення числа технологічних переходів; впровадження неперервних схем промисловості; кількісний та якісний ріст одиничних потужностей обладнання; подальше підвищення рівня механізації і автоматизації. Метою автоматизації випарної установки є: підвищення ефективності праці, покращення якості продукції, яка випускається, створення умов для оптимального використання пари та сиропу.

Сучасна автоматизована система управління сокоочисткою в цукровому виробництві призначена для:

- 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;
- підвищення професійної підготовки технологічного персоналу, персоналу служби КВПіА.

Процес дефекосатурації полягає в наступному. У дифузійний сік з цукрового буряка переходить майже вся сахароза та близько 80% розчинних несахарів. У присутності великої кількості несахаров сахароза кристалізується повільно, і її вміст в мелясі різко збільшується. Це обумовлено тим, що одна частина несахарів при кристалізації здатна утримувати в розчині 1,3-1,5 частини сахарози.

Для отримання високого виходу товарного цукру, дифузійний сік піддається очищенню з метою видалення з нього якомога більшої кількості несахарів і доведення його до слаболужної реакції.

Станція дефекосатурації цукрового заводу є важливим об'єктом автоматизації так як при установці автоматичних приладів контролю і регулювання відбувається:

- значна економія теплоенергоносіїв;
- покращується стабільність роботи;
- покращується якість цукру;
- збільшуються об'єми переробки;
- підвищується вихід цукру.

При автоматизації станції дефекосатурації на цукровому заводі повинно бути передбачено: контроль і регулювання подачі дифузійного соку в переддефекатор, витрати пари на підігрівачі, витрати сатураційного газу в апарати 1-ї та 2-ї сатурації, витрати дефекованого соку в апарат 1-ї сатурації, контроль рН соку.

На сучасних заводах, контроль за роботою устаткування у відділенні дефекосатурації здійснюється за допомогою різних контрольно-вимірювальних приладів. Вони призначені для автоматичного відновлення заданого режиму всієї станції. По показах цих приладів ведуть оптимальний експлуатаційний режим роботи агрегатів, їх налагодження, а також стежать за надійністю і економічністю роботи установки. Контрольно-вимірювальні прилади мають винятково важливе значення для нормальної роботи процесу.

Станція дефекосатурації є споживачем сатураційного газу, а також вапнякового молока на цукровому заводі і від того як він використовується залежить її економічна ефективність, а також продуктивність. Для вимірювання витрати газу, який подається на станцію дефекосатурації використовуються такі засоби як витратоміри.

Впровадження системи автоматизації для даного параметру забезпечить надійність технологічного режиму.

В даному дипломному проєкті, система побудована на основі мікропроцесорного контролера(МПК) Schneider Electric Modicon M340 [1]. Використання МПК як центрального управляючого пристрою має значні переваги перед традиційними локальними технічними засобами управління. Найсуттєвішою перевагою використання мікропроцесорної техніки у системах управління є те, що при необхідності внесення змін у алгоритм управління об'єктом немає потреби вносити зміни у структуру технічних засобів, змінювати окремі регулятори та функціональні блоки, заново проводити монтажні роботи. У багатьох випадках все це вирішується за рахунок зміни у програмі управління об'єктом. Тому система на мікропроцесорних контролерах є вигіднішою, тому що не потрібно витратити кошти на додаткове обладнання, регулятори, а також не потрібно витратити час на монтаж нового обладнання. Крім того, значно зростає надійність системи, насамперед, за рахунок значного зменшення кількості фізичних з'єднань між окремими технічними засобами системи.

Разом з мікропроцесорним контролером в проєкті використовується операторська станція. Найбільш розповсюдженим сьогодні є варіант використання як операторської станції – персонального комп'ютера (ПК). За допомогою спеціального програмного забезпечення на ПК створюється автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога. Оператор спостерігає за технологічним процесом за допомогою кольорових мнемосхем, користуючись клавіатурою та маніпулятором "миша", може

здійснювати оперативне управління процесом: змінювати завдання регуляторам окремих технологічних параметрів, переходити на ручний режим управління і безпосередньо керувати регулювальними органами, змінювати структуру контуру регулювання (перехід з каскадного на локальне управління) і т.д. Це дає змогу зменшити персонал, який знаходиться на обслуговуванні випарної установки. Оператор зі свого місця бачить повний перебіг процесу, може управляти клапанами. Крім того, на АРМ і ведеться архівування даних, фіксування моментів виникнення аварійних та передаварійних ситуацій, ідентифікація дій оператора, підготовка та друкування рапортів і т.д.

За допомогою програм реалізуються такі функції:

- збір та зберігання інформації про хід технологічного процесу;
- відображення інформації про стан технологічного процесу;
- сигналізація порушень норм технологічного режиму;
- реєстрація та документування передаварійних і аварійних ситуацій та дій оператора;
- оперативне управління технологічним процесом;
- підготовка рапортів, звітів тощо;
- обробка інформації за алгоритмами, реалізованими у спеціально розроблених підпрограмах;
- організація обміну інформацією між окремими операторськими станціями та з системами верхнього рівня управління.

Збір та зберігання інформації про хід технологічного процесу організується таким чином, щоб захистити її від несанкціонованого доступу. Тобто ніхто не може за своїм бажанням змінити або скоректувати інформацію, яка поступила в ПЕОМ. При необхідності інформація може накопичуватись і зберігатись у пам'яті ПЕОМ тривалий час. Це в свою чергу дозволяє збирати данні для аналізу, та після обробки визначити, як краще повинен протікати процес та що в подальшому можна вдосконалити.

За рахунок впровадження нової системи автоматизації станції дефекосатурації ми очікуємо наступні зміни таких техніко-економічних показників:

1. Зменшення витрат сатураційного газу, вапнякового молока, пари за рахунок додержання оптимального режиму роботи із збереженням основних технологічних параметрів в межах норми .
2. Збільшення виходу цукру за рахунок зменшення його втрат в технологічному процесі. Це досягається завдяки точному регулюванню за допомогою сучасного, потужного контролера Shneider Modicon M340.

Тому, враховуючи вище зазначені особливості станції дефекосатурації, необхідно з особливою увагою підходити до питання автоматизації, а саме вибір засобів автоматизації, з урахуванням економічного ефекту.

1.2 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем управління

Ієрархічна тривірнева структура АСУ ТП

Найчастіше розподілені АСУ ТП мають тривірневу структуру. Приклад структурної схеми комплексу технічних засобів такої системи наведено на рисунку 1 [3].

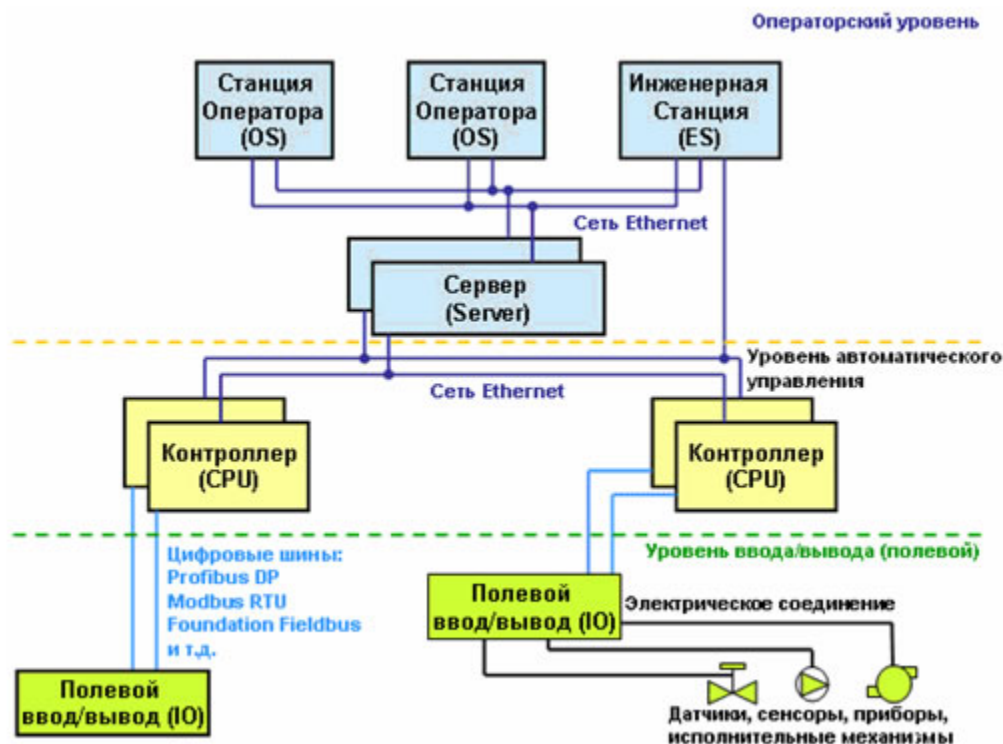


Рис.1 Приклад структурної схеми розподіленої АСУ ТП

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 ТООУ 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 шини 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 рисунку 2 [4]. 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.

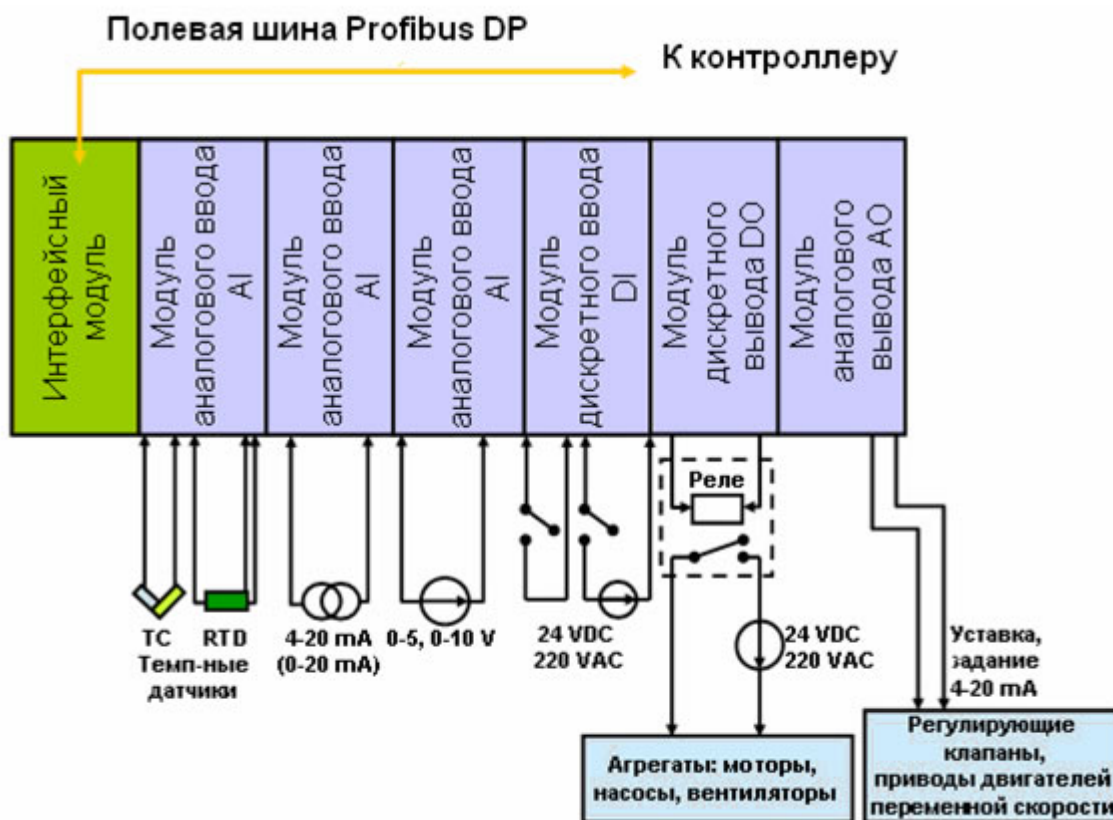


Рис. 2 Схема введения / вывода с использованием станции распределенной периферии

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

На рисунку 3 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 рисунку 4 наведено фото станції розподіленої периферії фірми Vira ET 200M. На базовій панелі 6 сигнальних модулів (модулів введення /

виведення) 1 інтерфейсний модуль Profibus DP (крайній зліва) і блок живлення [8].



Рис.3 Вузол розподіленого вводу / виводу фірми Eurotherm



Рис.4 Станція розподіленої периферії ET200M фірми Vira

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).

Припустимо, у нас є датчик тиску з діапазоном вимірювань 0-6 бар і струмовим виходом 4-20 mA. Датчик вимірює тиск P , яке в даний момент дорівнює 3 бар. Так як датчик лінійно перетворює значення вимірюваного тиску в струмовий сигнал, то на виході датчика буде:

$$I_{\text{вих}} = 4 + 3/6 \cdot (20 - 4) = 12 \text{ mA}$$

Вхід сигнального модуля AI, налаштований на ті ж діапазони (4-20 mA і 0-6 бар), приймає сигнал 12 mA і робить зворотне перетворення:

$$P = 6 \cdot (12 - 4) / 16 = 3 \text{ бар}$$

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 клеммах 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 (AO, 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%. У цьому випадку на відповідний вихід АО, до якого підключений вхід клапана, подається струм I вих:

$$I_{\text{вих}} = 4 + (20 - 4) \cdot 0.5 = 12 \text{ mA}$$

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) [10]. 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 рисунку 5 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 АІ, розташованому в слоті 6, вхідний канал 12. Тоді ПЛК формує і відправляє по шині запит такого змісту:

Узел=1	-	-	Запись выполнена	-
--------	---	---	------------------	---

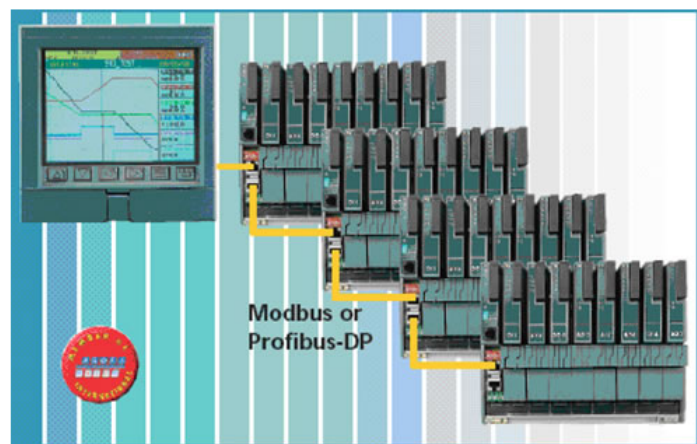


Рис. 5 Підключення ПЛК і станцій розподіленої периферії до польової шини

Кожен вузол прослуховує всі запити на шині. Вузол 5 дізнається, що запит адресовано йому, зчитує показання датчика і формує відповідь у вигляді наступного повідомлення:

Узел=1	-	-	Статус "считано"	Данные с датчика
--------	---	---	------------------	------------------

Контролер, отримавши відповідь від відомого пристрою, зчитує поле даних з датчика і виконує відповідну обробку. Нехай, наприклад, після обробки даних ПЛК виробляє керуючий сигнал на відкриття клапана на 50%. Керуючий вхід клапана підключений до другого каналу модуля АО, розташованого в слоті 3 вузла 7. ПЛК формує команду такого змісту:

Узел=5	Слот=6	Канал=12	Команда "считать"	-
--------	--------	----------	-------------------	---

Вузол 7, прослуховуючи шину, зустрічає адресовану йому команду. Він записує уставку 50% в реєстр, відповідний слоту 3, каналу 2. При цьому модуль АО формує на виході 2 необхідний електричний сигнал. Після чого вузол 7 висилає контролера підтвердження успішного виконання команди.

Узел=7	Слот=3	Канал=2	Команда "записать"	Значение=50%
--------	--------	---------	--------------------	--------------

Контролер отримує відповідь від вузла 7 і вважає, що команда виконана. Це всього лише спрощена схема взаємодії контролера з вузлами введення / виведення. У реальних АСУ ТП, поряд з розглянутими вище, використовується безліч діагностичних, керуючих і сервісних повідомлень. Хоча сам принцип "запит-відповідь" ("команда-підтвердження"), реалізований в більшості польових протоколів, залишається незмінним.

Нагадаємо ще раз, що поряд з розглянутої вище схемою введення / виведення в АСУ ТП можуть застосовуватися схеми введення / виводу через сигнальні модулі, встановлені безпосередньо в слоти (або на профільну шину) ПЛК (без використання станцій розподіленої периферії).

Обробка аналогових сигналів в процесі введення в контролер

Для введення аналогового сигналу в контролер і його подальшої обробки, він повинен бути оцифрований, тобто перетворений в цифровий код. Процес обробки сигналу від аналогового датчика до використання в контролері схематично показаний на рисунку 6.



Рис.6 Схема обработки аналогового сигнала при введении в контролер

Сигналы від датчиків доводяться до нормованого рівня (4 - 20 mA, 0 - 10 V) нормується перетворювачами (НП) і проходять етап аналогової фільтрації. Аналогові фільтри дозволяють усунути високочастотні шуми, які можуть бути викликані, наприклад, електромагнітними перешкодами при передачі сигналу по кабелю.

Необхідно відзначити, що сигнал повинен бути відфільтрований від високочастотних шумів до цифрової обробки в контролері. Це є необхідною умовою правильного вибору періоду дискретизації при введенні сигналу. Справа в тому, що для адекватного відновлення вихідного аналогового сигналу по дискретним даними, частота дискретизації повинна не менше ніж у два рази перевищувати найвищу частоту в спектральному розкладанні введеного сигналу (спектральний склад може бути отриманий в результаті розкладання сигналу в ряд Фур'є). При більш низькій частоті дискретизації у відновленому сигналі з'явиться помилкова складова (так звана псевдочастота), яку неможливо детектувати і усунути на етапі цифрової

обробки. Наявність високочастотного шуму зажадає дуже високої частоти дискретизації (частоти опитування датчика), що буде невиправдано завантажувати контролер.

Відфільтровані сигнали від датчиків надходять на аналоговий мультиплексор, основне призначення якого – послідовне підключення сигналів від N датчиків до пристрою вибірки-зберігання (ПВЗ) і аналого-цифровому перетворювача (АЦП) для подальшої обробки. Така схема дозволяє істотно знизити загальну вартість системи введення за рахунок застосування тільки одного ПВЗ і АЦП на всі канали аналогового введення. ПВЗ запам'ятовує миттєве значення сигналу в момент підключення датчика і утримує його постійним на свій вихід на час перетворення в АЦП.

У контролері введений цифровий сигнал перевіряється на фізичну достовірність і, при необхідності, проходить етап цифровий (програмної) фільтрації.

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 проєктні, 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;
- **устраняюча**, 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 підрозділами.

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.

1.3 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 Рис. 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, проєктуванням виробів і технологічних процесів тощо.

Сутність інтеграції в АСУ економічного об'єкта (ЕО) полягає в удосконаленні зв'язків управління процесами проєктування 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):

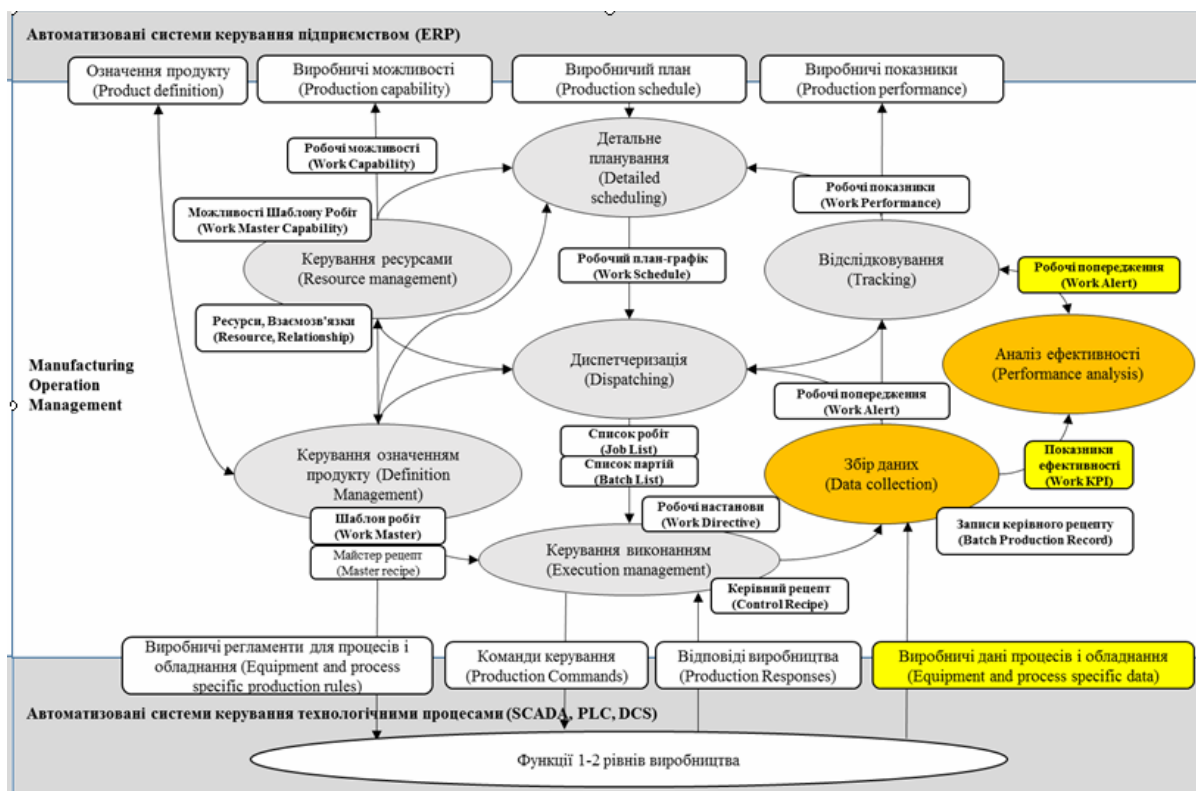
- формальне визначення процесу виготовлення партії продукту - рецептури (recipe);
- інформація про обладнання, яким потрібно керувати (модель обладнання);
- формальне визначення керуючих впливів.

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 ділянка (Area);
- виробництво (Site);
- підприємство (Enterprise).

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



На сьогоднішній момент дуже важливими постають питання щодо вміння керівників правильно оцінювати в режимі реального часу

ефективність функціонування підприємства [12]. Мета роботи полягає у вивченні системи КРІ як інструменту підвищення ефективності роботи організації. Ключові показники ефективності (КРІ) – це показники, які піддаються кількісному вимірюванню та вважаються найбільш важливими для оцінки ефективності діяльності фірми, відділу чи окремого працівника. КРІ – це показники, досягнення яких необхідне для того, щоб наблизитися до поставлених цілей. Застосування системи КРІ 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 КРІ:

1. Уточнення цілей організації.
2. Підтримка та заохочення керівництва організації.
3. Формування робочої групи.
4. Формування цілісної стратегії впровадження і розвитку КРІ.
5. Розробка цілей і задач підрозділів та показників їх ефективності.
6. Роз'яснення працюючим переваг застосування системи КРІ.
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 розробленої системи керівникам та іншому персоналу.

14. Впровадження КРІ.

15. Контроль за результатами впровадження системи КПЕ.

16. Уточнення показників ефективності для підтримки їх актуальності

Розділ 2 – Загально-системні рішення

2.1 Загальний опис об'єкту та системи

Для очистки дифузійного соку від органічних домішок на цукрових заводах застосовується процес декосатурації. Він складається із ряду послідовно виконуваних операцій: попередня дефекація, основна дефекація, I сатурація, II сатурація. Дифузійний сік піддається дії реагентів, які визивають випад в осад колоїдних домішок в такому вигляді, який допускає ефективне відділення осаду від цукрового розчину.

За схемою очистки дифузійного соку з холодною прогресивною преддефекацією і комбінованою холодною-гарячою дефекацією дифузійний сік без підігріву подається в першу секцію преддефекатора пргресивної дії. Востанню секцію вводиться вапнякове молоко в кількості, яка забезпечує вихід соку із нього з рН 10,8-11,5. На ділянці попередньої дефекації, де рН досягає 8,5-9,5 вводиться сік I сатурації із фільтрів- згущувачів. Кількість введеною суспензії залежить від складу макромолекул і рідин в колоїдному стані в дифузійному соці.

Преддефегований сік небагато підігрівається невеликою кількістю поверненої суспензії і вапняковим молоком. Якщо температура цього соку нижче 50 °С, то преддефекація називається холодною, а якщо лежить в інтервалі 50-60 °С теплою. Тривалість холодної преддефекації 20-30 хв, а теплою-15 хв.

Із преддефекатора сік без підігріву поступає на першу ступінь основної дефекації, де змішується з вапняковим молоком (1,0-1,8 % СаО до маси буряку). Оптимальна тривалість холодної дефекації 30 хв., теплої 15 хв. Після цього сік підігрівається в підігрівачі до

температури 85-90 °С і подається на другу ступінь основної дефекації тривалістю 10 хв. В переливну коробку дефекатора добавляється вапнякове молоко (0,5-0,7 % СаО до маси буряку), призначене для підвищення фільтраційних властивостей осаду I сатурації. Із дефекатора сік надходить в рециркуляційний збірник, де змішується з 5-7-разовою кількістю рециркулюючого соку I сатурації, який підлягає I сатурації тривалістю 10 хв. Самопливом виливається в збірник і подається в напірний збірник, який розташований перед листовими фільтрами.

Вхід нефільтрованого соку в збірник повинен завжди бути вільним, щоб не порушувати режим роботи I сатурації. Ємність збірника повинна бути рівна повній ємності одного фільтру.

Фільтрований сік I сатурації нагрітий до 90-95 °С, подається насосом в дефекатор на дефекацію перед II сатурацією. В трубопровод насосу вводиться вапнякове молоко (0,2-0,4 СаО % до маси буряку) . Тривалість дефекації -5хв.

Із дефекатора сік самовиливом поступає на II сатурацію, оброблюється сатураційним газом 10 хв. до оптимальної лужності 0,02-0,03 % СаО (рН 9,2-9,7) і насосом перекачується в збірник над листовими фільтрами II сатурації.

2.2 Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання

Аналіз вибраного об'єкту та дослідження дає можливість означити модель обладнання (Equipment) цукрового виробництва 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.2.1).

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

1. Підприємство (Enterprise) – це виробничий комплекс, що відповідає за певну номенклатуру виробів, які випускаються. Наприклад, це може бути

агропромислове підприємство з декількома цукровими заводами, розташованими в різних місцях.

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

3. Виробнича ділянка (Area) – це група об'єктів в рамках виробничої площадки, що забезпечує виробництво певних видів продукції згідно виробничої потужності. Наприклад, для цукрового заводу це може бути лінія виробництва цукру-піску або ТЕЦ. Робочий центр – це технологічна комірка (Process Cell) для періодичних процесів, виробнича установка (Production Unit) для неперервних чи виробнича лінія (Production Line) для дискретних:

- представлення моделі технологічної комірки описується в ISA-88. Наприклад, для цукрового виробництва технологічною коміркою може бути випарне відділення цукрового заводу.

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

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.

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

На рис.2.1 зображена загальна ієрархічна модель обладнання цукрового заводу із деталізацією на рівні випарного відділення. Дана схема приведена для підприємства «КИЇВЦУКОР» Яготинського цукрового заводу. На ділянці

виробництва цукру показані робочі центри випарного відділення, сатураційного відділення, дифузійного відділення, відділення кристалізації цукру, сушильного відділення, допоміжного відділення. До апаратів випарного відділення відносяться випарні апарати в кількості 5-ти штук, збірник соку, підігрівник соку, збірник згущеного соку, сульфітатор, та насоси подачі продукту в кількості 3-ох штук.

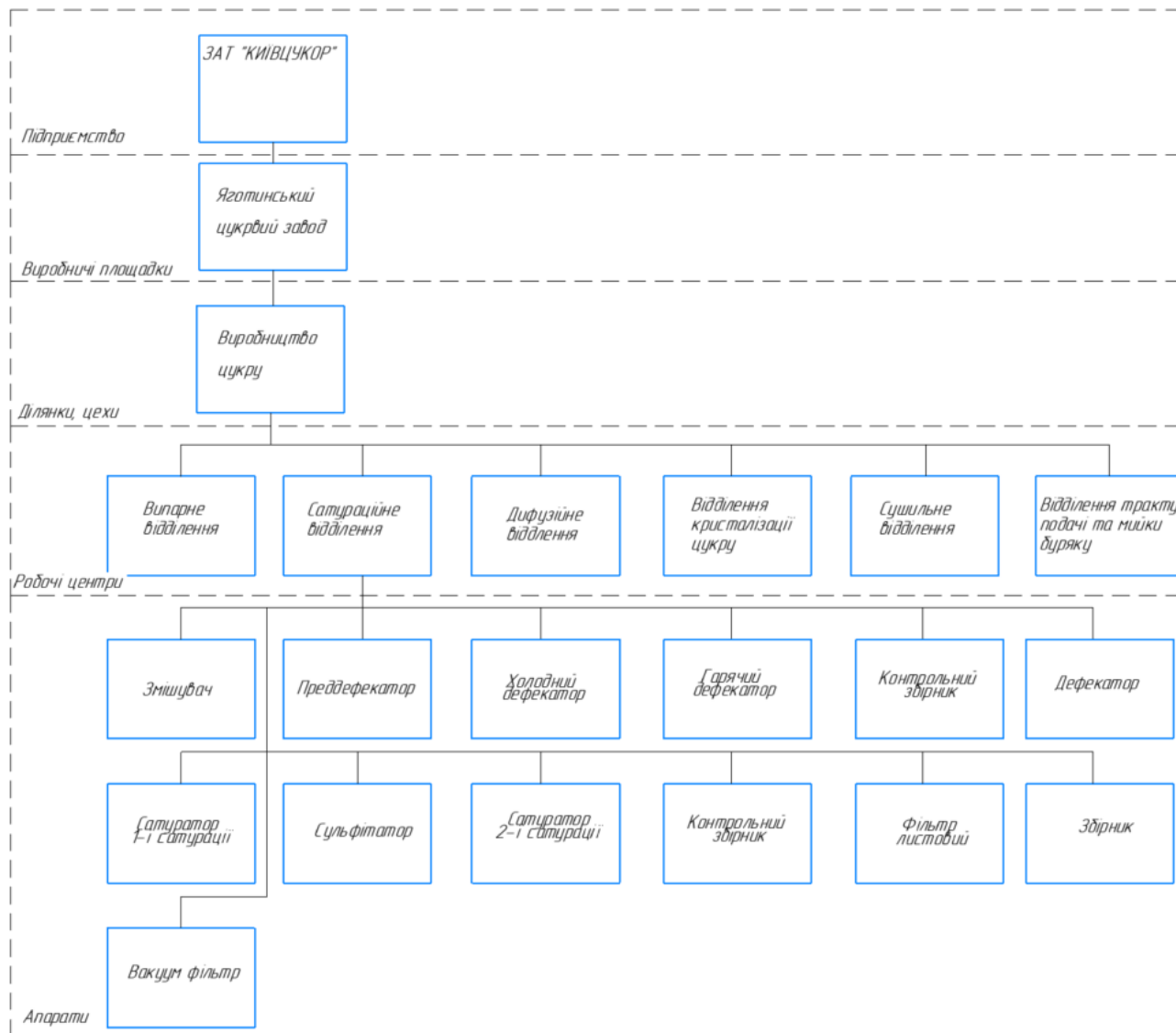


Рис.2.1 Загальна ієрархічна модель обладнання цукрового заводу із деталізацією на рівні випарного відділення

2.3 Схема функціональної структури

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

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

- рівень датчиків (датчики, частотні перетворювачі (PDS), розподілені засоби вводу/виводу (RIO));

- рівень контролерів ;

- рівень SCADA/HMI;

- рівень управління виробництвом.

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою. При відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної.

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.

Таблиця 1. Пояснення до схеми функціональної структури

Позначення	Найменування
польові ТЗА	технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ДИФ	мікропроцесорний контролер для дифузії
ПЛК САТ	мікропроцесорний контролер відділення дефекосатурації
ПК ДИФ	АРМ оператора дифузії
ПК САТ	АРМ оператора дефекосатурації
ПК ДКС	диспетчерсько-координуюча станція – АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ТС ВЦ	технологічний сервер виробництва цукру - сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0	вимірювальне перетворення
W1.0, W2.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
У	перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1	автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом
C1.11	координація роботи насосу
C1.2, C2.2	дистанційне управління, формування завдання, настройка регуляторів
S1.1, S2.1	автоматизоване включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач
I1.2, I2.2	відображення для контролю за технологічним процесом
I3.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом

R3.2, R2.2, R1.2	реєстрація параметрів технологічного процесу
R4.3	реєстрація основних виробничих параметрів
A1.2, A2.2	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація
A3.3	контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва
I1.2, I2.2	відображення для контролю за технологічним процесом
I3.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом

2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

Таблиця 2.1 Опис функцій, що автоматизуються

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.2	R1.2	S1.2	A1.2
Т соку перед гарячим дефекатором	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Т після I сатуратора	+	-	+	-	+	+	+		+
Т соку перед дефекатором II сатур	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Р сатур. газу	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Р вапнякового молока	+	-	+	-	+	+	+	-	+
F диф. соку	+	-	+	-	+	+	+	-	+
F вап. молока	+	-	+	-	+	+	+	-	+
F вап. молока на змішувач	+	-	+	-	+	+	+	-	+
F вап. мол. на деф II ступації	+	-	+	-	+	+	+	-	+
L у дефекаторі II сатур.	+	-	+	-	+	+	+	-	+
L у холод дефекат	+	-	+	-	+	+	+	-	+
D вап. молока	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Q соку у преддефекат	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Q соку після II сатур	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Q соку після I сатур	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Q соку після	+	-	+	-	+	+	+	-	+

сульфитатора									
ВМ подачі пари в підігрівник 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі пари в підігрівник 2	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі пари в підігрівник 3	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ випуска сатур газу в атм.	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі вап. мол. на зміш	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі вап. мол. на преддефекат	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі вап. мол. деф перед II сатур	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі соку на гар. дефекатор	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі сатур газу на II сатур	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі сатур газу на I сатур	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі повітря на сульфитатор	-	+	+	-	+	+	-	-	-
ВМ подачі соку на дефекатор	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна M1	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна M2	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна M3	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на пуск двигуна M4	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Команда на	-	-	+	+	+	+	-	-	-

пуск двигуна М5									
Дистанційна команда на пуск двигуна М1	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М2	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М3	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М4	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Дистанційна команда на пуск двигуна М5	-	-	-	-	+	-	-	+	-
РУЧ/АВТ	-	-	-	-	+	+	-	+	-
Кр	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Ті	-	-	-	-	+	+	-	-	-

2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів.

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

Перелік технічних засобів автоматизації КІСУ.

Таблиця 2.2. Відомість мережних технічних засобів.

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	2	3	4
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	Офісного виконання
ПК САТ	АРМ оператора відділення дефекосатурації	1	I5 3,2 GHz, RAM 4096Mb
ПЛК	Програмований логічний контролер відділення		Modicon

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	2	3	4
CAT	дефекосатурації	1	M340
ПЛК ДИФ	Програмований логічний контролер відділення дифузійної станції	1	TSX Premium (з Unity)
ПК ДИФ	АРМ оператора відділення дифузійної станції	1	I5 3,2 GHz, RAM 4096Mb
PDS	Частотний перетворювач	5	ALTIVAR
RIO	Віддалені входи/виходи	2	VIPA 200
КАМ	Комунікаційний адаптер перетворювач RS-232<->RS-485	1	TSX PCX 1031 (Schneider Electric)

2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

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 MPI.

Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК САТ

Таблиця 2.4. Мережні змінні ІАСУ виробництвом цукру

Призначення	ПК САТ		ПЛК САТ	ЧПР САТ	RIO1
Т соку перед гарячим дефекатором	Tsok_gar_pred	T2, T4	%MW1		%MW111
Т після І сатуратора	Tsok_1satyr	T2, T4	%MW2		%MW112
Т соку перед	Tsok_2satyr	T2,	%MW3		%MW113

Призначення	ПК САТ		ПІК САТ	ЧПР САТ	RIO1
дефекатором II сатур		T4			
P сатур. газу	Psatyr_gaz	T2, T4	%MW4		%MW114
P вапнякового молока	Pvap_moloka	T2, T4	%MW5		%MW115
F диф. соку	Fduf_soky	T2, T4	%MW6		%MW116
1	2	3	4	5	6
F вап. молока	Fvap_moloka	T2, T4	%MW7		%MW117
F вап. молока на змішувач	Fvap_mol_zmish	T2, T4	%MW8		%MW118
F вап. мол. на деф II сатурації	Fvap_mol_2satyr	T2, T4	%MW9		%MW119
L у дефекаторі II сат.	L_def_2satyr	T2, T4	%MW10		%MW120
L у холод дефекат	L_hol_def	T2, T4	%MW11		%MW121
D вап. молока	Dvap_mol	T2, T4	%MW12		%MW122
Q соку у преддефекат	Qsok_pred	T2, T4	%MW13		%MW123
Q соку після II сатур	Qsok_2satyr	T2, T4	%MW14		%MW124
Q соку після I сатур	Qsok_1satyr	T2, T4	%MW15		%MW125
Q соку після сульфитатора	Qsok_sylf	T2, T4	%MW16		%MW126
ВМ подачі пари в підігрівник 1	Kl_paru_1	T2, T4	%MW17		%MW127
ВМ подачі пари в підігрівник 2	Kl_paru_2	T2, T4	%MW18		%MW128
ВМ подачі пари в підігрівник 3	Kl_paru_3	T2, T4	%MW19		%MW129
ВМ випуска сатур газу в атм.	Klvup_gazy	T2, T4	%MW20		%MW130
ВМ подачі вап. мол. на зміш	Klpod_vap_mol_zmish	T2, T4	%MW21		%MW131
ВМ подачі вап. мол. на преддефекат	Klpod_vap_mol_pred	T2, T4	%MW22		%MW132
ВМ под.в.м. перед II сат	Klpod_vap_mol_def_2satyr	T2, T4	%MW23		%MW133
1	2	3	4	5	6
ВМ подачі соку на гар. дефекатор	KLpod_sok_gar_def	T2, T4	%MW24		%MW134
ВМ подачі сатур газу на II сатур	KLpod_gaz_2satyr	T2, T4	%MW25		%MW135

Призначення	ПК CAT		ПЛК CAT	ЧПП CAT	RIO1
ВМ подачі сатур газу на I сатур	Klpod_gaz_1satur	T2, T4	%MW26		%MW136
ВМ подачі повітря на сульфитатор	Klpod_povitra	T2, T4	%MW27		%MW137
ВМ подачі соку на дефекатор	KLpod_sok_defek	T2, T4	%MW28		%MW138
Рівень у збірнику ВС	Lzbir_vup_stan		%MW777		
MTS вихідна частота	Mts_FreqOut	T2, T6	%MW40	Output frequency	
MTS вихідна частота двигуна	Mts_FreqOut	T2, T6	%MW41	Motor torque	
MTS швидкість обертання	Mts_MotSpeed	T2, T6	%MW42	Running speed	
MTS струм у двигуні	Mts_MotCur	T2, T6	%MW43	Output current	
MTS напруга живлення	Mts_LineVolt	T2, T6	%MW44	Output voltage	
MTS код помилки	Mts_LastFault	T2, T7	%MW47	EEPROM value	
MTS DRIVECOM статус	Mts_EtaStatus	T2, T6	%MW48	Command reg./status	
MTS DRIVECOM команда		T2, T7	%MW100	Command reg./status	
MTS задана частота		T2, T7	%MW101	Frequency com.	
MTS вимкнення двигуна	Mts_reset	T2, T7	%MW102	Inventer reset	

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

Таблиця 2.5. Аналогові вхідні сигнали для RIO1 (B1.A.RIO1)

Поз . вим . пер етв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодич ність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
16	Температура соку перед гарячим дефекатором	0-120 °C	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 1а
26	Температура соку після першого сатуратора	0-120 °C	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 2а
36	Температура соку перед дефекатором другої сатурації	0-120 °C	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 3а

4а	Тиск сатураційного газу	0-1000 бар	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 4а
5а	Тиск вапнякового молока у колекторі	0-1000 бар	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 5а
6б	Витрата дифузійного соку на преддефектор	1-250 л/хв	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 6а
7б	Витрата вапнякового молока на преддефектор	1-250 л/хв	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 7а
8б	Витрата вапнякового молока на змішувач	1-250 л/хв	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 8а
9б	Витрата вапнякового молока дефектор другої сатурації	1-250 л/хв	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 9а
10б	Рівень у дефекторі другої сатурації	0-5 м	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 10а

Таблиця 2.6. 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 виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
11б	Рівень у холодному дефекаторі	0-5 м	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 11а
12б	Щільність вапнякового молока	0-3 г/см ³	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 12а
13б	Концентрація соку у преддефекаторі	0-14 рН	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 13а
14б	Концентрація соку після другої сатурації	0-14 рН	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 14а
15б	Концентрація соку після першої сатурації	0-14 рН	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 15а
16б	Концентрація соку сульфитатора	0-14 рН	4-20 мА	0.1	0.5	датчик 16а

Таблиця 2.7 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, %	споживана потужність	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1г	Подача пари в підігрівник 1	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан пари
2г	Подача пари в підігрівник 2	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан пари
3г	Подача пари в підігрівник 3	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан пари
4в	Випуск сатураційного газу в атмосферу	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан подачі газу
7г	Подача вапнякового молока на змішувач	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан подачі молока
8г	Подача вапнякового молока на преддефекатор	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан подачі молока
9г	Подача вапнякового молока на дефекатор перед II сатурацією	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	0.5	-	ВМ клапан подачі молока

Таблиця 2.8 Перелік аналогових вихідних сигналів для RIO2 (B2.A.RIO2)

Поз. перетв.	Найменування вихідної величини	одиниці та діапазон виходу	тип та діапазон вихідного сигналу	періодичність, с	точність формування, %	споживана потужність	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
11г	Подача соку на гарячий дефекатор	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
14г	Подача сатураційного газу на другий сатуратор	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
15г	Подача сатураційного газу на перший сатуратор	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари
16г	Подача повітря на сульфитатор	0-100 %ХРО	20-100 кПа	0.1	1	-	ВМ клапан пари

Таблиця 2.9. Мережні вхідні сигнали від польових ТЗА для ПЛК САТ (B1.I.ПЛК)

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
PDS1, PDS2, PDS3, PDS4, PDS5	Статус вкл./викл	-	12 біт	0.1	0.5	
	Вихідна частота	0-800 Гц	12 біт	0.1	0.5	
	Швидкість обертання	0-6000 об/хв	12 біт	0.1	0.5	± 15 об/хв
	Струм	0-100 000 А	12 біт	0.1	0.5	
	Напруга живлення	-480 В	12 біт	0.1	0.5	+1, -3 В

Таблиця 2.10. Мережні вихідні сигнали на польові ТЗА від ПЛК САТ (B2.I.ПЛК)

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
PDS1, PDS2, PDS3, PDS4, PDS5	Команда вкл./викл	-	12 біт	0.1	0.5	
	Задана частота	0-800 Гц	12 біт	0.1	0.5	

Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням).

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

Схема автоматизації наведена у графічній частині (аркуш 3). Очищення дифузійного соку від домішок здійснюється на ділянці дефекосатурації, яка дозволяє за рахунок послідовних дій реагентів провести ефективно відділення осаду від цукрового сиропу. Очищення соку - найважливіша операція, яка впливає на всі послідуочі процеси. Основною умовою для досягнення максимального ефекту очищення є чітке виконання технологічного режиму, будь-яке порушення режиму збільшує кількість нецукрів, та збільшує втрати цукрози. Встановлено, що зменшення ефекту очищення на 1% збільшує вихід меляси на 0,09% до м.б. Для того, щоб забезпечити значний ефект очистки необхідно постійно контролювати основні параметри даної станції (рН, лужність, рівень та витрати соку, вміст CO₂ та інше). Все це можна регулювати більш ефективно лише за допомогою автоматичного регулювання. Автоматизація процесів очищення соку покращить якість соку, скоротить втрати цукрози. Так, встановлено, що автоматизація регулювання рН соку I сатурації збільшує ефект очищення на 4-6%, що зменшує вміст цукру в мелясі на 0,3-0,35% до м.б.

Ефективність роботи станції характеризується повнотою видалення нецукрів, швидкістю осадження твердих частинок з сатураційних соків, а також витратами вапна і сатураційного газу на очищення. Для забезпечення оптимальних умов протікання процесу необхідно забезпечити автоматичне дозування реагентів і стабілізація на заданому рівні значень рН соків.

В залежності від якості цукрових буряків, що переробляються, для очищення соку застосовують технологічні схеми різних варіантів. Типова схема включає попередню та основну дефекацію, I (двоступеневу) та II сатурацію, сульфитацію.

По типовій схемі дифузійний сік подається в апарат попередньої дефекації, куди подають 70% до маси буряків нефільтрованого соку I сатурації, розчин коагулянту ОСА - 0,05% до маси буряків та 0,2-0,3 % СаО. При цьому рН соку підвищується від 5,5-6,5 до 10,8-11,2, під дією вапна та коагулянта відбувається нейтралізація кислот, коагуляція макромолекул в колодному стані і осадження органічних кислот у вигляді солей кальцію. Далі переддефекований сік надходить на основну дефекацію

Температура

Регулювання температури здійснюється в дефекаторі термометром опору (1а,2а,3а) та встановленням керувальної дії з ЕОМ чи МПК через електропневматичний перетворювач Dwyer 2700 (1в,2в,3в) на пневматичний сидельчатий клапан Dwyer (1г,2г,3г) що змінює положення регулюючого органу в трубопроводі пари.

Рівень

Контури регулювання рівня в збірниках та апаратах реалізовані на радарних рівнемірах Rosemount (10а,11а), що передають дискретний сигнал на МПК, керуючий сигнал з якого управляє пневматичним клапаном (11г) та насосом (МЗ),.

Тиск

Контроль тиску здійснюється в трубопроводі подачі сатураційного газу шляхом вимірювання перетворювачем тиску Sitrans P 300.

Витрата

Контроль витрати здійснюється в трубопроводах соку, вапняного молока та сатураційного газу шляхом вимірювання перетворювачем витрати MAG 5000.

Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 3.1 Специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня (В4.1)

№ п\п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6
Прилади по місцю					
1а,2а,3а	Термометр опору з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC Діапазон вимірювань - 50...+200 С	TF2	шт.	3	Siemens, Німеччина
10а-11а	Гідростатичний рівнемір, Rosemount діпазон вимірювання до 50 м	3300	шт.	2	Siemens, Німеччина
4а-5а	Первинний перетворювач тиску Sitrans	P 300	шт.	1	Siemens, Німеччина
6б-9б	Електромагнітний витратомір	5000	шт	4	MAG
1г-3г,4г,7г-9г,11г,14г-16г	Клапан сідельчатий регулюючий, живлення 140 кПа, сигнал управління 20-100 кПа	V300	шт	11	Dwyer, США
1в-3в,4б,7в-9в,11в,14в-16в	Перетворювач електропневматичний	2700	шт	11	Dwyer, США
13б-16б	рН метр з вимірювальним електродом в комплекті,	рН 662	шт	4	Укркомфорт

	діапазон 0-14рН, вихід 4-20 мА				
12a	Густиномір з нержавіючої сталі, діапазон вимірювання: 0 - 10 г/см ³ , вихідний сигнал 4-20мА	Solartron 7828 Каталог "Measurement"	шт	1	Mobrey Measurement
PDS1-PDS5	Частотний перетворювач	312		5	Lenze

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

Таблиця 3.2 Специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS

По з.	Найменування та технічна характеристика засобу	Тип, марка, позначення документа, листа опитування	Код об'єднання	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР ПЛК САТ - М 340							
PS	1. Модуль живлення BMX CPS 2000	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric, Франція	шт	1		
0001	2. Процесорний модуль BMX P34 2010	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric, Франція	шт	1		
	Шасі на 4 місця	TSX RKY 4EX Каталог Modicon TSX Premium 2004		Schneider Electric, Німеччина	шт	1		
	СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНОГО ВВОДУ ВИВОДУ RIO1, RIO2 - VIPA 200V							
0	Модуль живлення PS-207 2A	VIPA 207-1BA00 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		
1	Інтерфейсний модуль Ethernet slave IM-253NET	VIPA 253-1NE00 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		
2	Сигнальний модуль 8 AI SM231-1BF00	VIPA 231-1BF00 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		
3	Сигнальний модуль 4 AI SM231-1FD00	VIPA 231-1FD00 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	1		

По з.	Найменування та технічна характеристика засобу	Тип, марка, позначення документу, листа опитування	Код обл адна ння	Завод- виготовлю вач/ виробник	Од ини ця вим іру	Кі льк іст ь	Мас а оди ниці , кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Сигнальний модуль 4 АО SM232-1BD51	VIPA 232-1BD51 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		
5	Mini Switch-HUD 4 port CM 240	VIPA 243-1DA10 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		
	Шинний з'єднувач	VIPA 290-0AA20 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	12		
	35 мм DIN-рейка	VIPA 290-1AF30 Catalog VIPA System-200V		VIPA, Німеччина	шт	2		

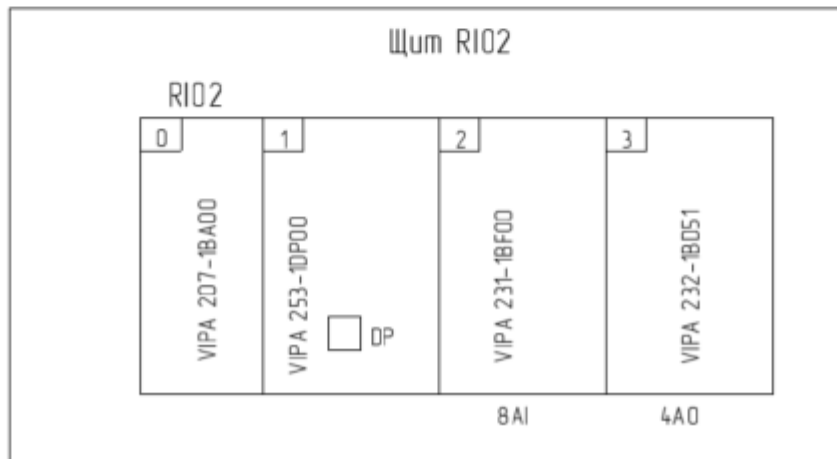
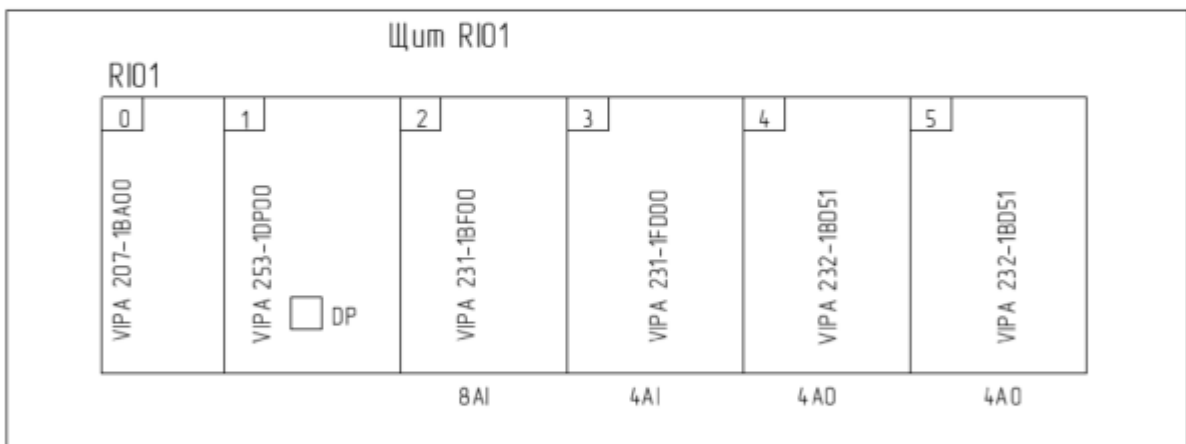
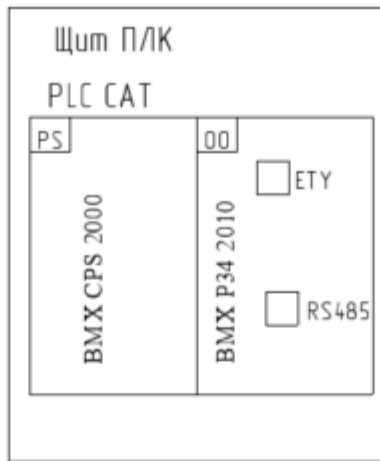


Рис.3.1 Схема компонування ПЛК та RIO

3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації.

В даному проєкті 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 проєктуванням друкованої плати.

Принципова електрична схема є своєрідною «картою» всіх електричних з'єднань електрообладнання. Використання принципової електричної схеми не тільки дає повне уявлення про проєкт, 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 призначені 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 розміщені дані по конкретній області виробу.

3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

Схема з'єднань та підключень проводок промислових мереж наведена на рис.3.2, та рис.3.3. Перелік обладнання наведений в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Перелік елементів на схемі з'єднань

Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
	Комунікаційні адаптери та карти		
KK1, KK2 Ethernet	FR-A7N-ETH комунікаційна карта для підключення Ethernet Modbus/TCP	1	шт
KM RIO1, RIO2	VIPA 243 -1DA10, Mini-HUB CM 243 4port-switch	2	шт
SW1, SW2	Промисловий керований комутатор JetNet 4508 V2? 8 портів	2	шт
SW3	Некерований комутатор Fast Ethernet D-Link DES-1008D/PRO з вбудованим захистом портів	1	шт
	Мережні з'єднувачі		
XS1	Неекранований RJ-45 типу вилка	33	шт
	Мережні кабелі		
KM1	TSX PCX1031 – кабель з адаптером RS232-RS485, SUB-D 9 пін з боку RS232, MiniDIN з боку RS485	2.5	м
KM2, KM3,	Кабель вита пара (UTP), 2 пари, категорія 5, solid, PE		м

Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
КМ4, КМ5, КМ6,КМ8, КМ9, КМ10, КМ11, КМ12, КМ13, КМ14, КМ15		330	

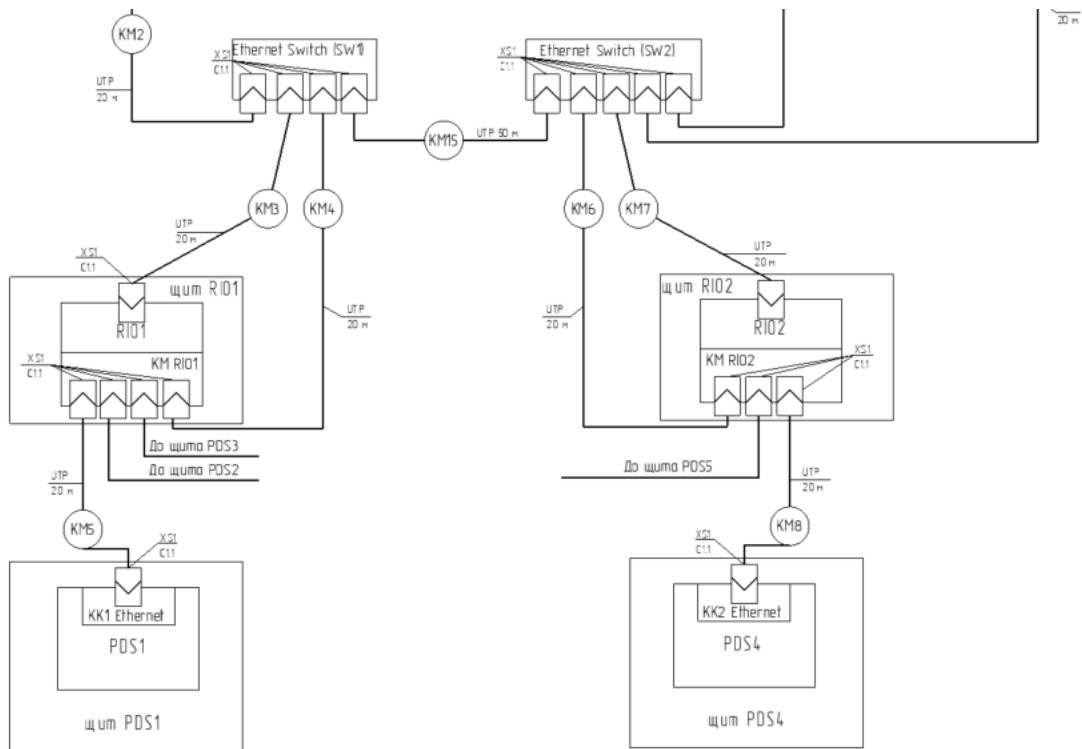


Рис.3.2 Схема з'єднань проводок промислових мереж (частина 1)

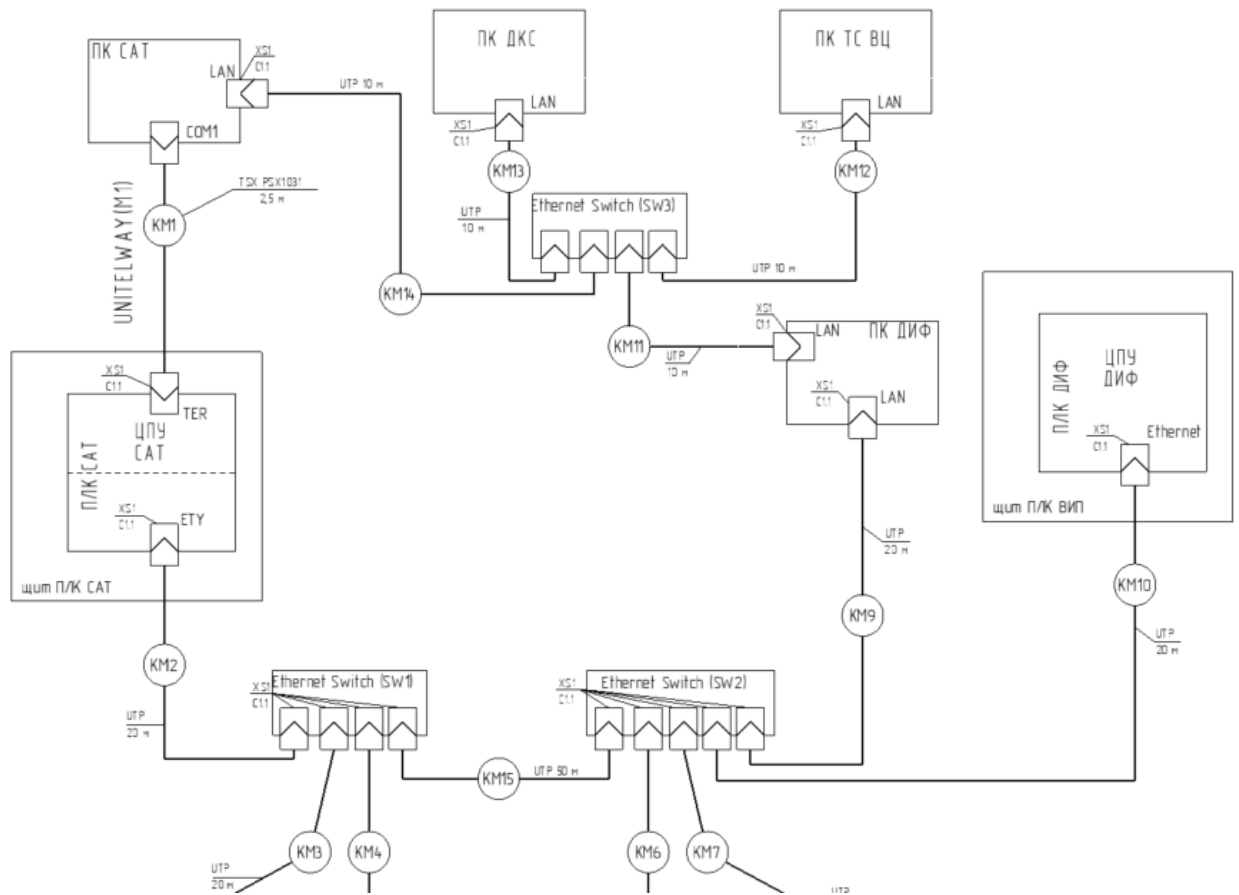


Рис.3.3 Схема з'єднань проводок промислових мереж (частина 2)

Розділ 4 – Спеціальне завдання.

4.1. Опис алгоритму.

Для програмування ПЛК Modicon M340 використовується програмне забезпечення UnityPro, яке постійно розвивається і існує багато його версій. Тому дуже важливо звертати увагу на те, щоб версія операційної системи, яка записана у пам'ять контролера співпадала з версією програмного забезпечення, за допомогою якого планується програмувати ПЛК.

Розробка прикладної програми включає в себе декілька етапів. На першому етапі розробки прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути однозначною чи багатозначною. Крім того вона може включати в себе підпрограми та задачі обробки подій. Кожна з цих задач програмується окремо. Програмування кожної задачі може відбуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК.

1. LAD - мова релейно-контактної логіки;
2. FBD - мова функціональних блокових діаграм;
3. STL - мова списку інструкцій.

ZenOn – єдина HMI / SCADA програма, що підтримує всі операційні системи Microsoft.

Проекти для Windows CE і Windows ME/NT/2000/XP/Vista/7 можуть бути створені з використанням єдиного технічного інструменту - Редактора (Editor). Дана можливість відкриває цілий ряд переваг:

- для створення нових проєктів не потрібно проходити додаткове навчання, оскільки весь час використовується один і той же інструмент;
- необмежені можливості тестування і моделювання СЕ-проєктів;
- автоматична конвертація проєктів для різних операційних систем.

Найбільш яскраво універсальність zenon проявляється завдяки ефективній роботі як на 32-бітних операційних системах, так і на 64-бітних.

Основні переваги ZenOn:

- висока надійність
- велика гнучкість
- можливість децентралізованої розробки
- високу швидкодію
- ефективність і масштабованість

ZenOn базується на стандартних і відкритих технологіях і пропонує величезний набір простих у використанні графічних функцій для побудови систем візуалізації. Завдяки розробці COPA-DATA системи циркуляційної надмірності даних ZenOn гарантує повне резервування і запобігає ситуації втрати даних.

Простота розробки. Легке проєктування завдяки стандартним параметрам і необмеженій кількості змінних. Розробка здійснюється за допомогою графічно-інтуїтивного інтерфейсу. Модульна структура програмного забезпечення і вільно настроюються помічники для реалізації часто повторюваних завдань. Ефективні операції по збору даних з певним їх аналізом. Архівування даних процесів і подання їх у графіках трендів і звітах. Модуль повідомлень для відправки операцій або повідомлень про помилку електронною поштою та SMS на мобільний пристрій.

Сучасні мережеві технології. ZenOn пропонує унікальну, сучасну мережеву технологію, яка дає користувачеві необмежені можливості для децентралізації систем автоматизації з розподіленою клієнт-серверної

структурою. Інтегроване віддалене адміністрування, розробка та обслуговування проєктів. Циркуляційна надмірність даних – інноваційна розробка компанії COPA-DATA. Автоматичне поширення змін проєктів в мережі.

Відкритість. Вертикальна інтеграція – основна особливість ZenOn. Потоки даних збираються в центральній базі даних для планування (прийняття рішень) і, навпаки, центральні рішення автоматично передаються на польовій рівень. Підтримка різних виробників реляційних баз даних (Oracle, Microsoft, IBM). Також підтримується горизонтальна інтеграція - управління місцевим проєктом може враховувати зміни на інших об'єктах (ZenOn WEB Server).

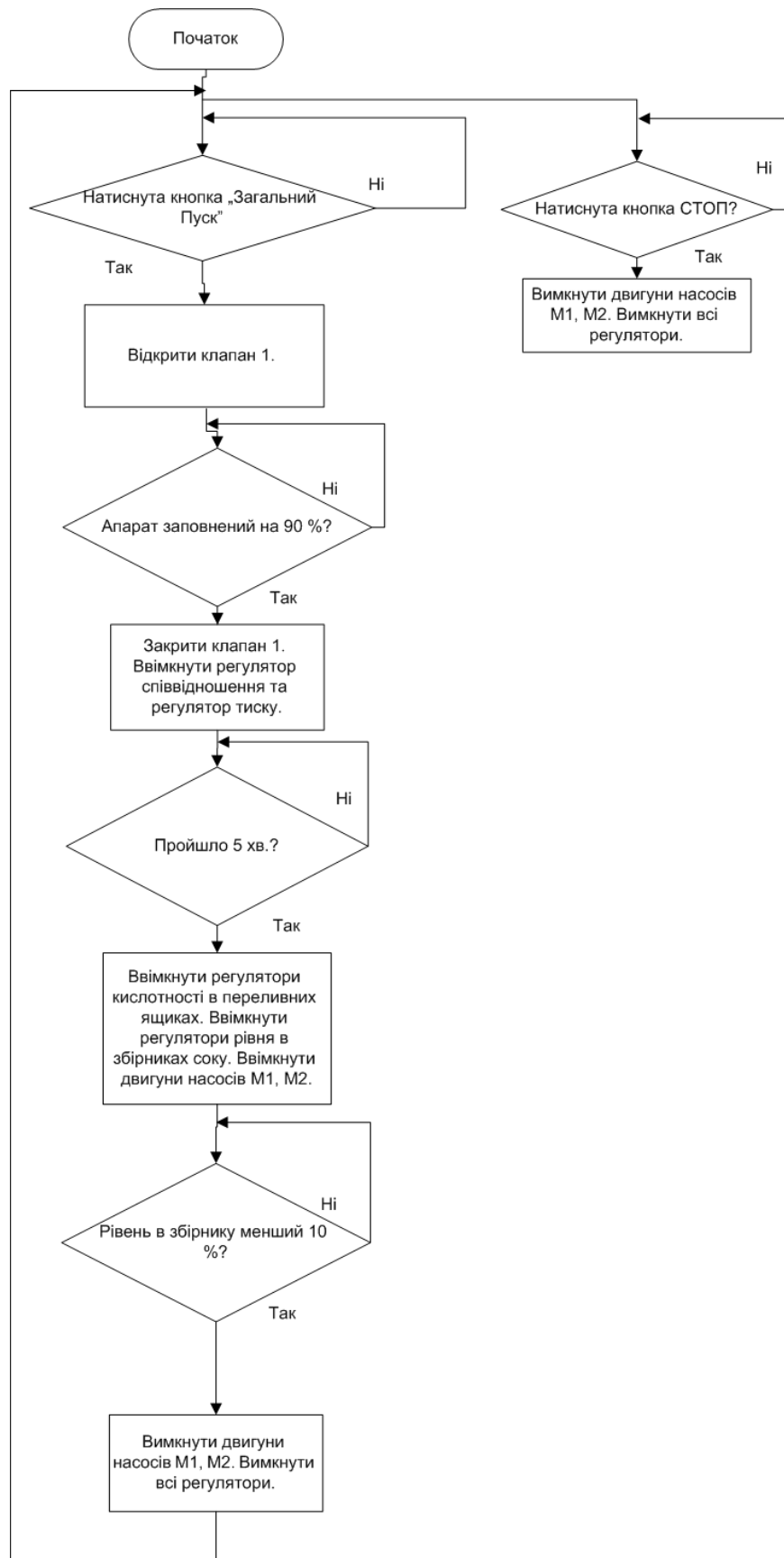
Сумісність – ключова характеристика ZenOn. Розроблено більше 250 драйверів для підключення стандартного устаткування, підтримується OPC. Є інструменти для самостійної розробки драйверів власних пристроїв. У редактор програмного забезпечення інтегрована підтримка VBA-скриптів, COM, XML, технологій ActiveX, SQL і ZenOn Gateway, в якому реалізована велика кількість протоколів і інтерфейсів.

Безпека ZenOn пропонує обширний комплект безпеки, інтегрований в програмне забезпечення: відстеження стану процесів, автоматична передача файлів по мережі, сумісність різних проєктів однаковою версією, хронологія змін і резервних копій, ZenOn Log server для аналізу мережі та зв'язку з PLC.

Універсальність і підтримка відкритих стандартів. Програмне забезпечення може бути встановлене майже на всіх операційних системах сімейства Windows.

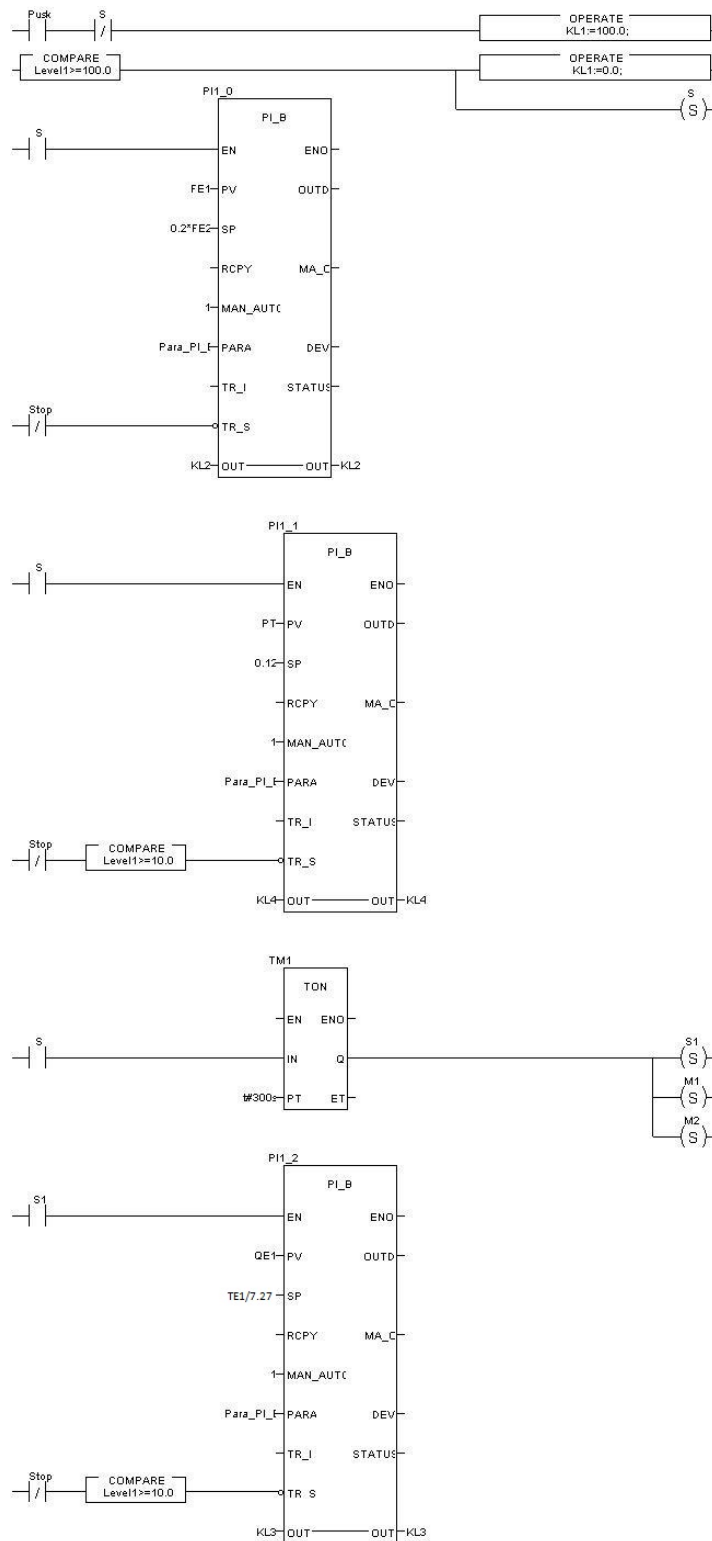
Інтерфейс ZenOn підтримує декілька мов (в тому числі і російська), причому переключатися з однієї мови на іншу можна в режимі on-line (не закриваючи проєкт). Розширений модуль побудови графіків і діаграм (Extended Trend Module) дозволяє користувачеві налаштувати їх зовнішнє подання для досягнення максимальної наочності та інформативності.

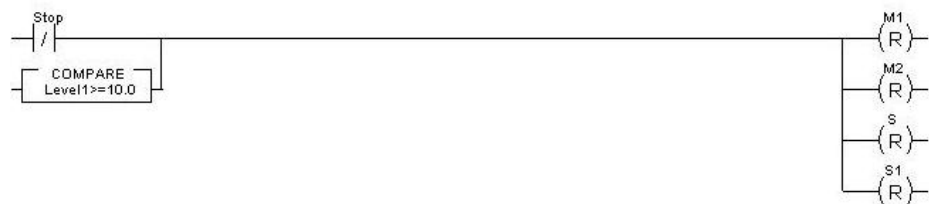
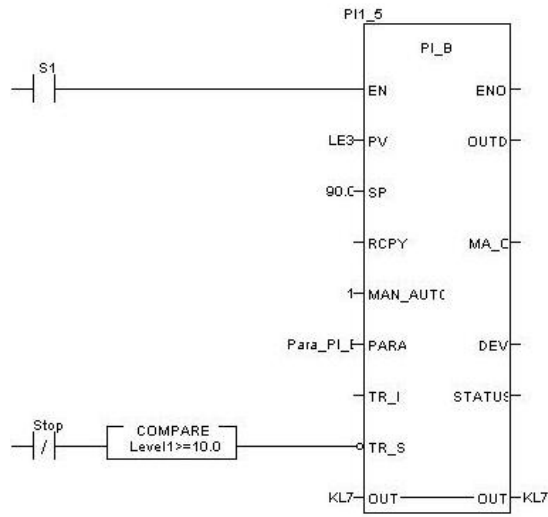
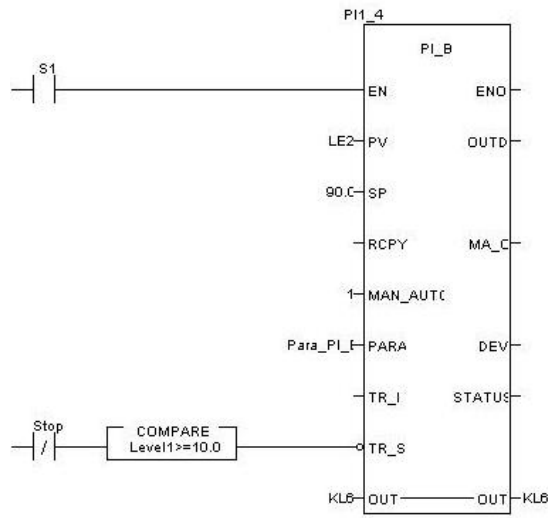
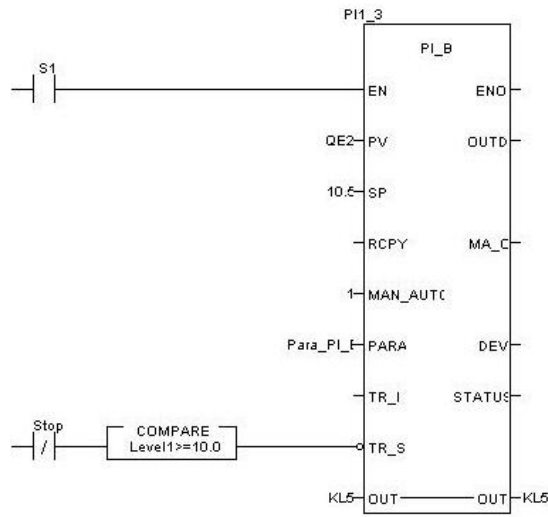
Нижче наведена блок-схема алгоритму роботи сокоочистки



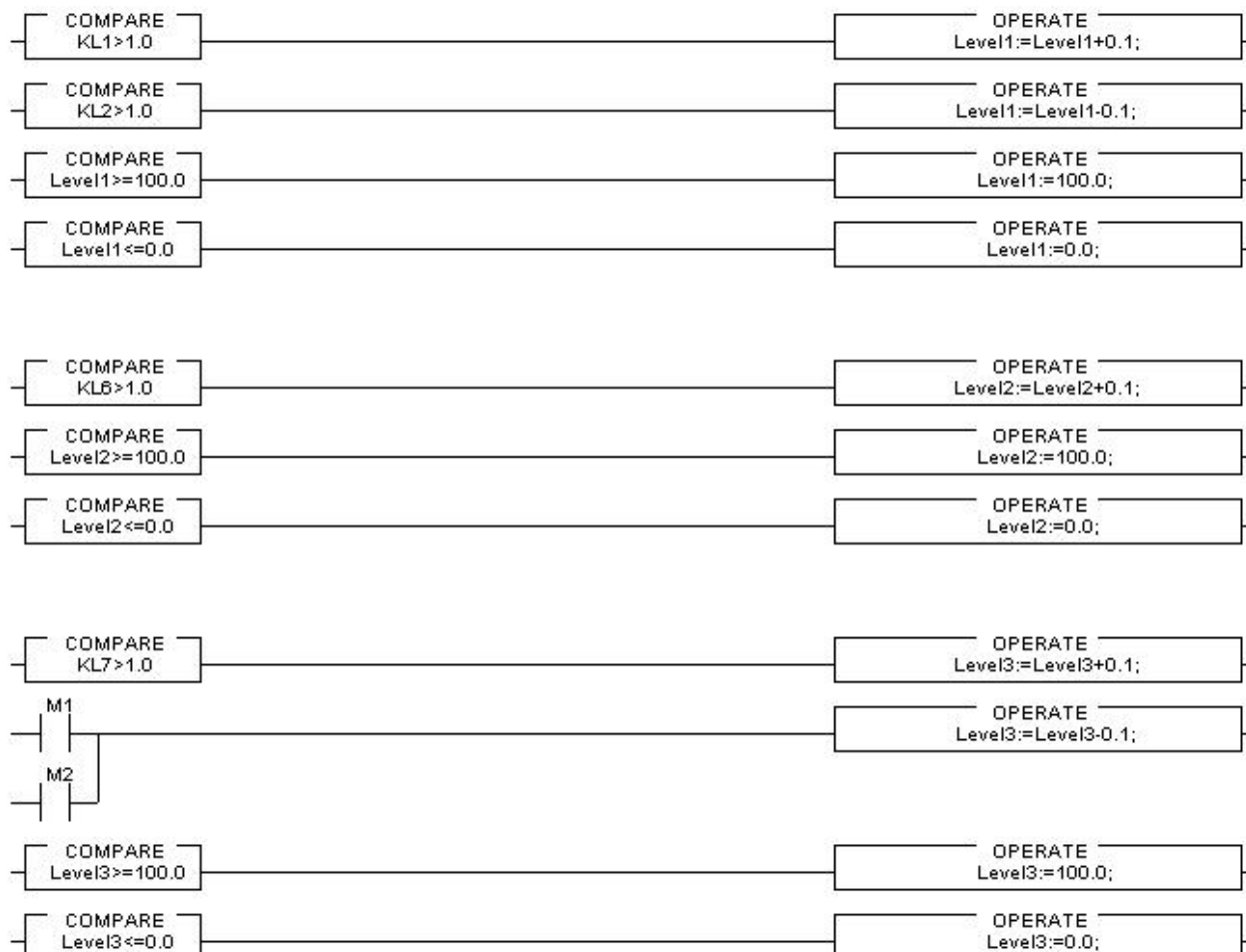
4.2. Опис спеціального програмного забезпечення.

Лістинг програми на мові LD наведено нижче





Фрагмент програми імітації рівня на мові LD



Фрагмент програми імітації витрати

на мові ST

```
IF M2=1 THEN
```

```
FE3:=100.0;
```

```
END_IF;
```

```
IF M2=0 THEN
```

```
FE3:=0.0;
```

```
END_IF;
```

```
%M100:=%S5;
```

```
IF %M100 THEN
```

```
FE1:=FE1*0.98+KL2*0.02;
```

```
END_IF;
```

```
FE2:=200.0;
```

Фрагмент програми імітації тиску

на мові ST

```
%M100:=%S5;
```

```
IF %M100 THEN
```

```
PT:=PT*0.98+KL4*0.02;
```

```
END_IF;
```

```
%M100:=%S5;
```

```
IF %M100 THEN
```

```
QE1:=QE1*0.98+KL3*0.02;
```

```
END_IF;
```

```
IF %M100 THEN
```

```
QE2:=QE2*0.98+KL5*0.02;
```

```
END_IF;
```

4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

Таблиця 4.1. Змінні Scada/HMI

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Настроювання						
			Період опитування	Перетворення		Аварійні межі			
				Контрольні одиниці	Фізичні одиниці	Аварійний min	Перед-аварійний min	Перед-аварійний max	Аварійний max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура в предеф	Зовнішня	MW00	30 с	0-10000	0-120 °C	-	-	-	54, П
Температура в деф1	Зовнішня	MW01	30 с	0-10000	0-120°C	-	-	-	79, П
Температура в деф2	Зовнішня	MW02	30 с	0-10000	0-120°C	-	-	-	78, П
Рівень в 1деф	Зовнішня	MW03	30с	0-10000	0-50м	-	-	-	45м
Рівень в 2деф	Зовнішня	MW04	30с	0-10000	0-50м	-	-	-	45м
Густина Вап.мол	Зовнішня	MW05	30с	0-10000	0-3г/см3	-	-	-	2.7
%рН В пред	Зовнішня	MW06	30с	0-10000	5-12	-	-	-	6
%рН 1сат	Зовнішня	MW07	30с	0-10000	5-12	-	-	-	6
%рН 2 сат	Зовнішня	MW07	30с	0-10000	5-12	-	-	-	6
Тиск Сат.газу	Зовнішня	MW07	30с	0-10000	1-75кПа	-	-	-	70кПа

Таблиця 4.2. Перелік листів підсистеми моніторингу

Назва мнемосхеми	Тип мнемосхеми	Призначення мнемосхеми
1	2	3
Сатурація (Рис. 3.1)	Постійна	Головна мнемосхема проєкту. На мнемосхемі зображена спрощена машинно-апаратна схема відділення сатурації, на яку нанесені динамічні елементи виведення значень основних технологічних параметрів, відображення стану приводів і кнопки переходу на інші мнемосхеми.

Тренди	Спливаюча	На даній мнемосхемі можна спостерігати за зміною контрольованих змінних у вигляді трендових діаграм режимі реального часу, ведення історії процесу
--------	-----------	--

4.4 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

Мнемосхеми відділення сатурації, тренди, аларми зображені у графічному матеріалі (аркуш 9).

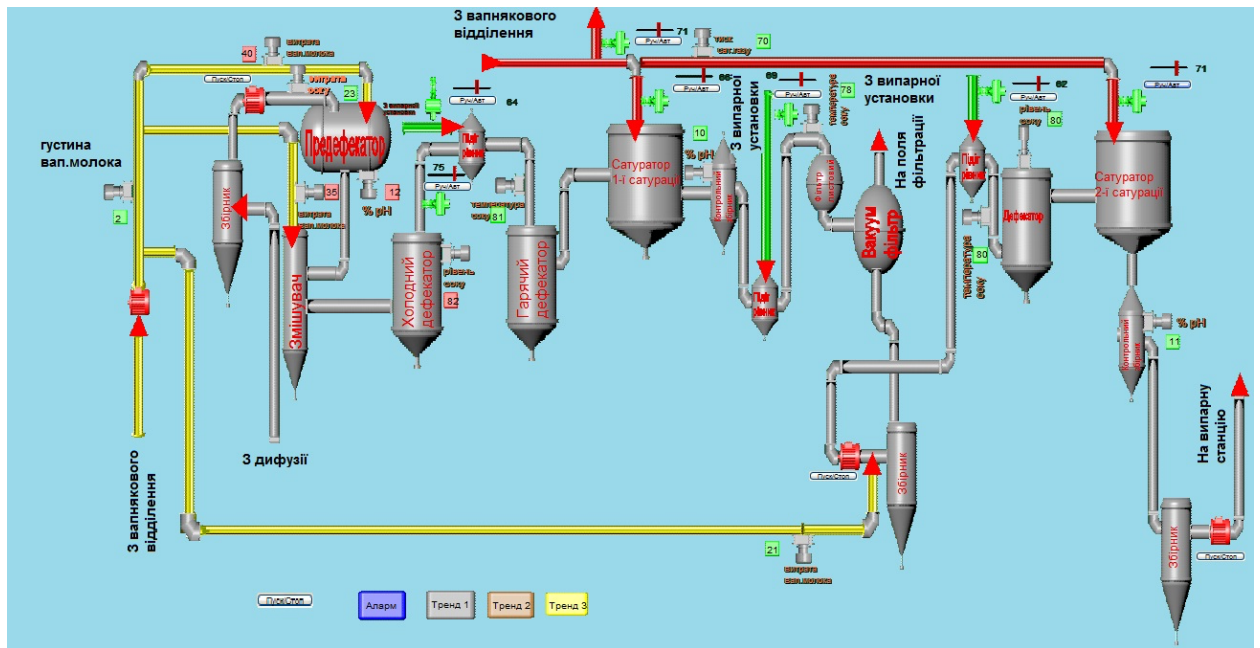


Рис 4.1 Головна мнемосхема проекту

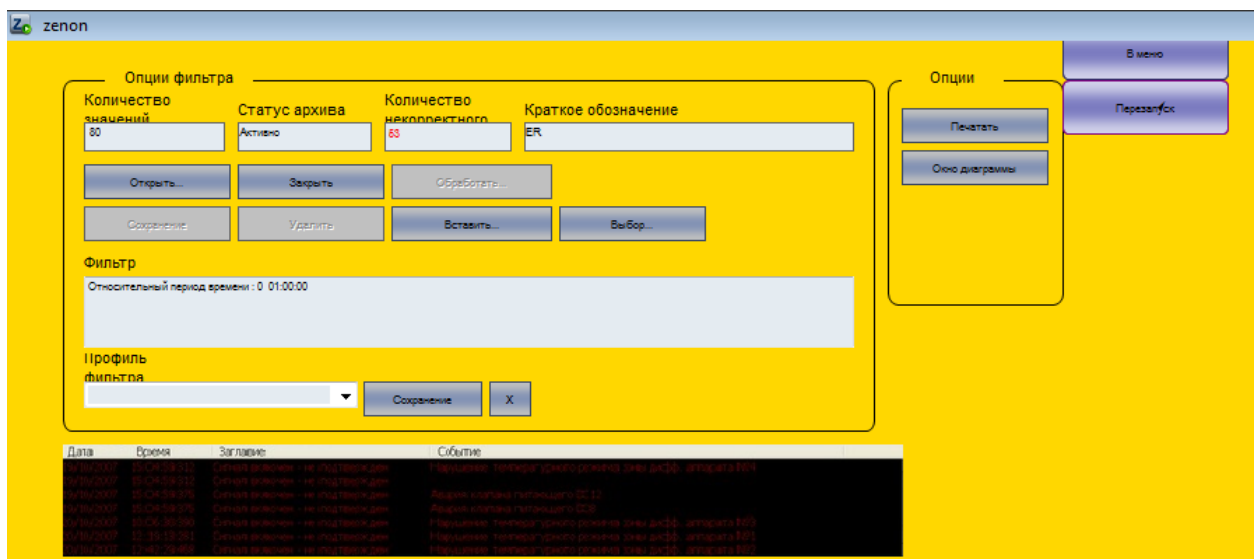


Рис 4.2 Вікно архіву мнемосхеми

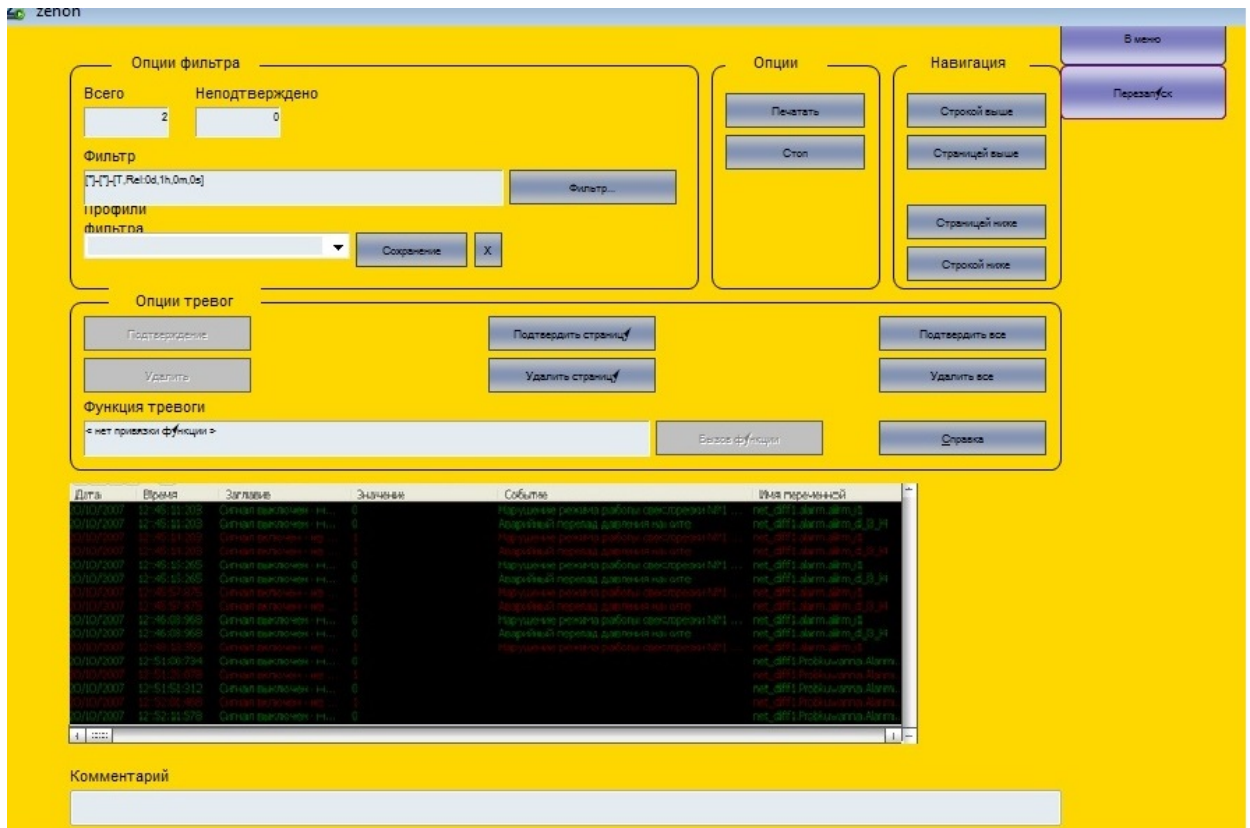


Рис. 4.3 Вікно алармів відділення

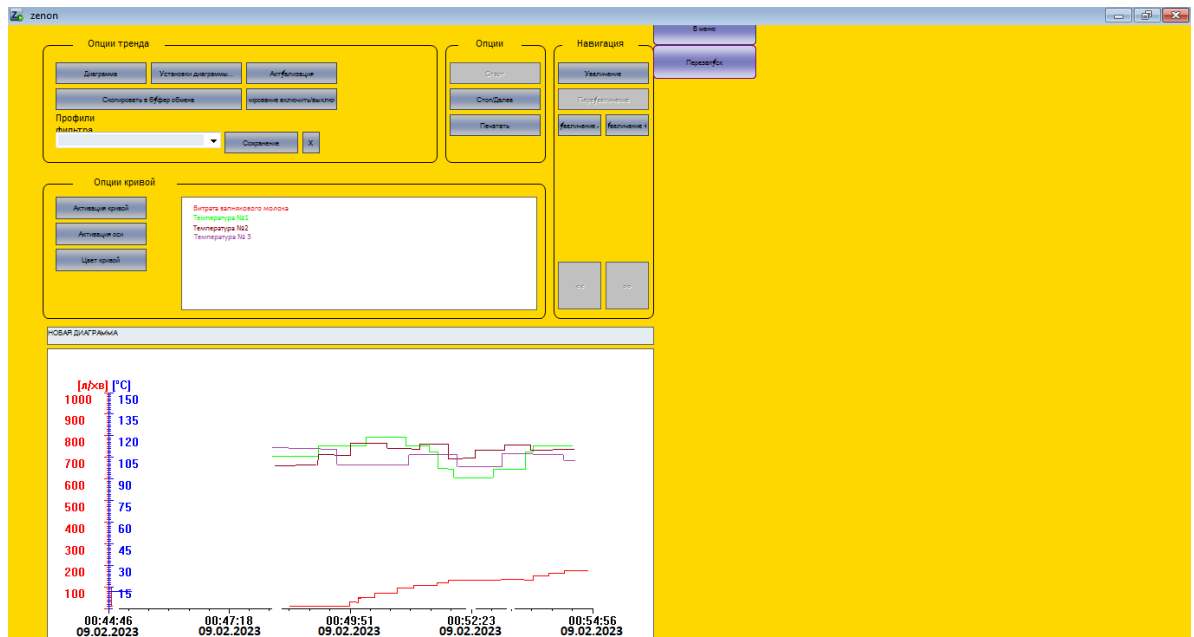


Рис. 4.4 Вікно трендів відділення

Висновок

В проєкті розроблена технічна документація системи автоматизації процесу дефекосатурації цукру.

Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проєкту. 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 цукру. 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 дипломного проєкту були по можливості враховані всі вимоги, які ставляться до сучасних систем автоматизації.

Список використаної літератури

1. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації / А.К.Бабіченко. – Харків.: НТУ «ХП», 2001. – 470 с.
2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 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., Ладанюк А. П., Плужников Л. Н. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности: Учебник для вузов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 352 с.
6. Трегуб В. Г., Ладанюк А. П. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 352 с.
7. Трегуб В. Г. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації: Навч. посібник – К.: НМК ВО, 1990. – 80 с.
8. 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.
9. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник для вузов по специальности "Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов". – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с., ил.
10. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / Нестеров А. Л.: – СПб. Издательство: ДЕАН. 2006. –

11. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 2. / Нестеров А. Л.: - СПб. Издательство: ДЕАН. 2009. –
12. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Под ред. А.В.Калиниченко: М.: "Инфа-Инженерия", 2008. – 576 с.
13. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
14. Монтаж средств измерений и автоматизации: Справ. / Под ред. А. С. Ключева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 728 с.
15. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А. С. Ключева. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.

20. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности. Л.А. Широков, В. И. Михайлов, Р.З. Фельдман и др; под ред. Л.А. Широков. - М: Агропромиздат, 1986.-311 с.
21. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности М. 1994.В. С. Никитин Бурашников В. К.
22. Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП 1.8.10. - 1.13 – 97. “Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв”. К.: 1997.
23. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Учебник для ВУЗов. Под редакцией Е. Б. Каприна – 2-е изд. 1989.
24. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Емельянов А. И. Капник О. В. Справочное пособие. 3-е издание Энергоиздат 1983.
25. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности. Л.А. Широков, В. И. Михайлов, Р.З. Фельдман и др; под ред. Л.А. Широков. - М: Агропромиздат, 1986.-311 с.