

1.1.1.1.1 Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кам'янець – Подільський навчально-консультаційний центр
Кафедра комп'ютерної інженерії

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ _____ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст"
зі спеціальності 7.05010201 "Комп'ютерні системи та мережі"
на тему:

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ
КІЛЬКОСТІ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРІ**

Студент групи
КСМзскп-51 _____ Савіцький І.М.
(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент _____ Трембач Р.Б.
(підпис)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент _____ Васильків
Н.М.
(підпис)

Консультант
з охорони праці
доцент _____ Сапожник
Г.В.
(підпис)

2012

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії
спеціальність 7.05010201 – “Комп'ютерні системи та мережі”

“Затверджую”
завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
к.т.н., доц. О.М.Березький

“ _____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА
Савіцького Ігора Миколайовича**

1.Тема проекту: Автоматизована система контролю кількості рідини в резервуарі

затверджена наказом по університету № 475 від “14” жовтня 2011р.

2.Термін здачі студентом закінченого проекту “15” квітня 2012р.

1.1.2 3. Вхідні дані по проекту: технічне завдання

4. Перелік задач, які мають бути вирішені:

- провести аналіз стану системи управління резервуарними парками;
- визначити об'єкт контролю;
- розробити схематичну модель та вибрати датчик;
- вибрати програмне забезпечення для візуалізації процесу управління;
- розробити алгоритм керування;
- розробити програмне забезпечення;
- провести візуалізація процесу вимірювань.

5.Перелік графічного матеріалу (з точним вказуванням обов'язкових креслень)

- Схема структурна розміщення датчиків в резервуарі
- Схема функціональна збору інформації
- Схема структурна резервуарного парку
- Загальний вигляд вікна оператора управління

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

Перелік умовних позначень і скорочень

CDK	–	середовище розробки каналів (channel development kit);
CFC	–	циклічний функціональний граф (continuous function chart);
CPU	–	центральний процесор (central processor unit);
CS	–	системи розробки (construction system);
DB	–	блоки даних (data block);
FB	–	функціональні блоки (function block);
FBD	–	функціональний план (function block diagram);
FC	–	функції (function);
HMI	–	людино-машинний інтерфейс (human machine interface);
LAD	–	релейно-контактний план (ladder diagram);
OB	–	організаційні блоки (organization block);
ODK	–	відкрите середовище розробки (open development kit);
RT	–	системи виконання (realization tech);
SCADA	–	централізований контроль і збір даних (supervisory control and data acquisition);
SCL	–	стандартна мова контролю (standard control language);
SDB	–	системні блоки даних (system data block);
SFB	–	системні функціональні блоки (system function block);
SFC	–	системні функції (system function);
STL	–	список команд (statement list);
WinCC	–	центр керування (windows control center);
APM	–	автоматизоване робоче місце;
ПАЗ	–	протиаварійний захист;
ПК	–	персональний комп'ютер;
ПЛК	–	програмований логічний контролер;

ПТК – програмно - технічний комплекс;

САПР - система автоматизованого проектування.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Автоматизація будь-яких виробничих процесів виконується на базі універсальних мікропроцесорних контролерних засобів, які одержали назву програмно-технічних комплексів. На вхід ПТК від сенсорів надходять вимірювані значення величин, що характеризують виробничий процес. Комплекси реалізують задані функції контролю, обліку, регулювання, послідовного логічного керування й видають результати на екран дисплея робочої станції оператора й керуючі команди на виконавчі механізми об'єкта автоматизації. Всі ПТК можна розбити на класи, кожний з яких розрахований на певний набір виконуваних функцій і відповідний обсяг одержуваної й оброблюваної інформації про об'єкт.

Автономний модуль, що реалізує функції контролю й керування технологічним вузлом, як, наприклад, котельні, електричні підстанції, резервуарні парки.

Майже завжди контролери мають порти для з'єднання в режимі "точка-точка" з іншою апаратурою та інтерфейсами, що зв'язують окремі пристрої через мережу з іншими засобами автоматизації. У контролер вбудовується або підключається до нього спеціальна панель інтерфейсу з оператором, що складається з алфавітно-цифрового дисплея й набору функціональних клавіш.

У цьому класі варто виділити спеціальний тип локальних контролерів, призначених для систем протиаварійного захисту.

Пристрої відрізняються особливо високою надійністю, живучістю й швидкодією. У них передбачаються різні варіанти повної поточної діагностики несправностей із глибиною до окремої плати; захисні коди, що охороняють інформацію від перекручувань під час передачі й зберігання; резервування як окремих компонентів, так і всього пристрою в цілому. Зокрема, до найпоширеніших способів резервування контролерів цього типу належать:

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

- гарячий резерв окремих компонентів контролера в цілому (при не проходженні тесту в робочому контролері керування переходить до другого контролера);
- повторювання основних компонентів контролера в цілому з виведенням результатів обробки сигналів всіма контролерами, що складають групу (за вихідний сигнал приймається той, котрий видали більшість контролерів групи, а контролер, що показав інший результат, оголошується несправним);
- робота за принципом "гарячий резерв".

Контролери реалізують найпростіші типові функції обробки вимірювальної інформації, блокувань, регулювання. Багато хто з них мають один або кілька фізичних портів для передачі інформації на інші системи автоматизації.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

2 СТАН ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Відомі рішення системи управління резервуарними парками

Системи управління резервуарними парками забезпечують:

- вимір рівня, температури, тиску продукту, рівня підтоварної води;
- сигналізацію: граничних рівнів при наливі, витоків продукту при зберіганні;
- обчислення обсягу, щільності й маси продукту в резервуарі на основі результатів вимірів параметрів продукту.

Основою системи є рівнеміри які вимірюють рівень продукту у резервуарі. Обсяг продукту визначається по таблиці резервуара на підставі вимірів рівня продукту рівнеміром.

Маса продукту обчислюється як добуток об'єму на щільність, приведеної до однієї температури, мінус маса баласту.

Залежно від специфікації встаткування система управління резервуарними парками може мати три вимірювальних канали:

- канал виміру рівня продукту з використанням радарних рівнемірів;
- канал виміру температури з використанням сенсорів температури;
- канал виміру щільності продукту з використанням сенсорів тиску.

Одноканальна система як правило використовується для виміру рівня в резервуарах зберігання, реакторах нафтохімічного виробництва та ін.

Двоканальна система (канал виміру рівня і температури продукту) є базовим варіантом побудови системи й найбільше широко розповсюдженим для комерційного обліку нафти й нафтопродуктів.

Трьохканальна система (канали виміру рівня, температури і тиску) є повністю автоматизованою системою комерційного обліку нафти й

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

нафтопродуктів. У цьому випадку з базовою комплектацією системи додатково використовуються сенсори тиску.

Розрахунок маси продукту проводиться в реальному часі з використанням даних про рівень продукту, його середньої температури й щільності, базується на основі показань сенсора гідростатичного тиску рідини (продукту), установлюваного поблизу дна резервуара.

2.1.1 Система управління SAAB TankRadar L/2

Вимір рівня продукту. У системі TRL/2 застосовуються радарні рівнеміри серій 3900 REX і Pro з різними типами антен залежно від умов виміру. Рівнеміри безупинно випромінюють частотно-модульованні високочастотні коливання й мають високу точність виміру: серія 3900 REX $\pm 0,5$ мм, серія Pro $\pm 3-10$ мм.

Радарні рівнеміри можуть застосовуватися в резервуарах різного призначення й конструкцій (рисунок 1.1).

- Рівнеміри серії PRO призначені для технологічних резервуарів із внутрішніми конструкціями або мішалками.
- Рівнеміри серії RTG 3900 REX призначені для комерційних резервуарів, що вимагають виміри рівня продукту з особливо високою точністю.
- Рівнеміри з параболічною антеною RTG 3930 REX використовуються на резервуарах з фіксованим дахом для виміру рівня нафти й нафтопродуктів.
- Рівнеміри RTG 3950 REX установлюються в напрямних трубах у резервуарах з понтоном або плаваючим дахом.
- Рівнеміри RTG 3960 REX установлюються на резервуарах зі зрідженими газами під тиском. Ці рівнеміри обладнаються кульовим клапаном і пристроєм перевірки, що дозволяє автоматично

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		8

враховувати зміну швидкості поширення сигналу в газовому просторі резервуара залежно від сорту продукту.

серія RTG 3900 RTG 3930 REX RTG 3950 REX RTG 3960 REX



Рисунок 1.1 – Рівнеміри системи SAAB TankRadar

Для захисту резервуарів від переливу застосовуються аварійні сигналізатори рівня RNT/RNL. Перевагою цих рівнемірів є наявність функції автоматичного контролю їхньої працездатності.

Вимір параметрів продукту. Для виміру температури продукту й рівня підтоварної води в комплекті з радарними рівнемірами можуть застосовуватися точкові або багато-точкові термометри опору Pt100 і сенсори рівня підтоварної води серії WLS / WLSi або серії 508-xxxx/509-xxxx.

Збір даних про температуру, рівень підтоварної води й інших додаткових даних забезпечують модулі збору даних моделей DAU 2100, які підключаються до радарного рівнеміра.

Сенсори підтоварної води підключаються також до плати аналогових входів рівнеміра. Сенсори серії WLS / WLSi використовуються для контролю

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

роздягнула "нафтопродукт-вода" і можуть монтуватися разом із багатоточковими термометрами.

Передача і обробка даних. Передача інформації від сенсорів системи в центральний комп'ютер здійснюється по двухпроводній цифровій польовій шині. Управляє передачею даних польовий комунікаційний модуль FCU2160. Як протокол обміну інформацією з польової шини використовується протокол Modbus RTU і гарантується нормальна робота системи при довжині польової шини до 4 км.

Мережна підтримка робить простою роботу в локальній мережі Ethernet. Робочі станції мережі Ethernet використовують технологію DCOM. Обновлювані в реальному часі дані доступні для всіх станцій мережі.

Обробка інформації здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного пакета, що функціонує на базі персонального комп'ютера, що у свою чергу пов'язаний із системами керування більше високого рівня.

Спеціалізоване програмне забезпечення – операторський інтерфейс, - розроблено для роботи в операційній системі WINDOWS NT(2000). Операторський інтерфейс забезпечує відображення обмірюваних величин і обчислених параметрів: рівень продукту, середня температура продукту, температура повітря, рівень підтоварної води, поточна щільність, щільність, наведена до 20°C, обсяг продукту, обсяг підтоварної води, вільна ємність, маса продукту, витоку з резервуара.

2.1.2 Система управління Entis Pro

Вимір рівня продукту. В системі управління Entis для вимірювання рівня продукти в резервуарі використовують 3 види радарних рівнемірів. Виходячи від призначення резервуара, його конструкції та продукту, що зберігається, використовуються наступні рівнеміри:

- Радарний рівнемір 970 SmartRadar ATi - Остання версія радарного рівнеміра Enraf сімейства SmartRadar для комерційного обліку

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		10

продукту. SmartRadar ATi використовує інноваційні технології й «ноу-хау» компанії Enraf для виконання вимог по надзвичайно точному вимірі рівня, що необхідно на резервуарах великої ємності;

- Радарний рівнемір 971 SmartRadar LTi - Радарний рівнемір високої точності для обліку продукту резервуарних парків. SmartRadar LTi найбільш просунута версія радарного рівнеміра Enraf сімейства SmartRadar. Прилад розширює діапазон рівнемірів Enraf і дає нові рішення для комерційного обліку продукту;
- Радарний рівнемір 973 SmartRadar LT - Удосконалений радарний рівнемір для технологічних резервуарних парків SmartRadar LT містить у собі всі переваги цифрової обробки сигналу - використовує новий цифровий Радарний Приймач (ART) і новий Інтелектуальний Аналіз Відбиттів (SEA), що дає точні й надійні виміри.

Для захисту від переливів встановлюється модуль контролю з подальшою сигналізацією на керуючий пристрій або на панель інженера.

Радарні рівнеміри SmartRadar можуть бути обладнані широким набором типів антен для будь-яких застосувань. Великий вибір антен для вільного простору, для високої температури, високого тиску й установки поблизу стінок резервуара. Антени випускаються різних діаметрів, тому немає необхідності в монтажі конусних адаптерів.

Вимір параметрів продукту. VITO-MTT забезпечує обчислення середньої температури й вимір профілю температури продукту. На додаток, може бути виміряна також, температура газової фази над продуктом. Цей параметр використовується для обчислення маси продукту, що знаходиться в газовій фазі. Наявність підтоварної води визначається з високою достовірністю.

Це багатофункціональний вимірюючий прилад є єдиний електронний блок, що обробляє дані від вимірювальних сенсорів. Для забезпечення живлення й передачі даних між VITO-MTT і іншими приладами Enraf потрібно тільки виставити пару. У системі використовується іскро-безпечні ланцюги й

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		11

сигнали, що відповідає необхідним нормам застосування встаткування в небезпечних зонах.

Передача і обробка даних. Для сканування й збору даних в системі керування Enraf використовується пристрій CIU Prime. Пристрій забезпечує безперервне сканування всіх даних, заміряних підключеними польовими приладами.

CIU Prime може бути оснащено чотирма "Полевими портами". Кожний із цих портів має свій індивідуальний процесор і інтерфейс польового зв'язку. Паралельна робота цих процесорів забезпечує високу швидкість оновлення інформації в базі даних. Всі дані, що зберігаються в базі доступні пристроям і системам більше високого рівня. Сполучення з різними рівнями здійснюється через відповідні інтерфейсні плати.

Пристрій CIU Prime пропонує два незалежних "Порта верхнього рівня" для забезпечення підключення до програмувальних логічних контролерів (PLC) / системам розподіленого керування (DCS), або пристрою верхнього рівня Enraf - CIU Plus. Зв'язок стандартизований через застосування протоколу MODBUS, з конфігурацією повного керування пам'яттю.

Завдяки можливості сполучення із програмувальним логічним контролером, пристрій CIU Prime є ідеальним для надійної обробки аварійних сигналів. У попередніх системах обліку резервуарних запасів, всі процеси обробки аварійних сигналів виконувалися на одному з високих системних рівнів, що приводило до зниження надійності. Програмувальний логічний контролер тепер може одержати всі потрібні дані через порт верхнього рівня від CIU Prime і виконати запрограмовані дії.

2.1.3 Система управління на базі продуктів фірми Siemens

Вимір рівня продукції. Для вимірювання рівня продукції в резервуарах фірмою Siemens розроблено ряд радарних рівнемірів серії SITRANS LR, які

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		12

застосовуються для вимірювання як рідких так і сипучих матеріалів. В залежності від розміру резервуара, кліматичних умов та місця розташування резервуарів можуть бути використані різні види цих рівнемірів.

Всі рівнеміри під маркою SITRANS використовують прогресивно мікрохвильову-імпульсну технологію для надійного вимірювання рівня рідин і суспензій. Для організації комутації з пристроями збору інформації зв'язок може здійснювати комунікацію по наступних протоколах: Modbus, Hart або PROFIBUS-PA.

SITRANS LR 200 - 2-х провідний імпульсний радар (рисунок 1.2 а.) для вимірювання рівня рідини у відносно простих резервуарах розташованих у закритих приміщеннях.

SITRANS LR 300 - імпульсний радар (рисунок 1.2 б.) для виміру рівня рідин і суспензій у робочих резервуарах при екстремальних умовах і у випадку небезпеки вибуху а максимальній відстані до 20 м (65 ft).

SITRANS LR 400 - радарний рівнемір (рисунок 1.2 в.) для великих рівнів з технологією FMCW. Він підходить для виміру рівня як рідких середовищ, так і для сипучих матеріалів, для виміру останніх поставляється варіант із вбудованим напрямним пристроєм Easy Aimer.

Передача і обробка даних. Передача і обробка даних відбувається безпосередньо з використання ПЛК SIMATIC S7-300 (рисунок 1.3). Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур розподіленого вводу-виводу, зручність обслуговування забезпечують економічність застосування SIMATIC S7-300 при рішенні широкого кола завдань автоматизації.

Для вирішення задач застосовується кілька типів центральних процесорів різної продуктивності й широкий спектр модулів різного призначення з безліччю вбудованих функцій дозволяють виконувати максимальну адаптацію устаткування до вимог розв'язуваного завдання. При модернізації і розвитку

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		13



а) SITRANS LR 200



б) SITRANS LR 300



в) SITRANS LR 400

Рисунок 1.2 – Рівнеміри серії SITRANS LR, виробництво Siemens



Рисунок 1.3 – ПЛК Simatic S7-300

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ

Арк.

14

виробництва контролер може бути легко доповнений набором необхідних модулів.

Велика кількість функцій забезпечує підтримку користувача на етапі програмування, установки й обслуговування S7-300.

- Висока швидкодія; виконання команд за час від 0.3 мкс.;
- Арифметика із плаваючою крапкою;
- Зручне параметрування;
- Людино-машинний інтерфейс (HMI);
- Діагностичні функції.

S7-300 може оснащуватися декількома комунікаційними інтерфейсами:

- Комунікаційні модулі для підключення контролера до AS-інтерфейсу, а також до мереж PROFIBUS і Industrial Ethernet;
- Комунікаційні модулі для організації PPI зв'язку;
- MPI інтерфейс, вбудований у кожний центральний процесор; для організації зв'язку із програматорами / комп'ютерами, системами людино-машинного інтерфейсу, іншими контролерами SIMATIC S7/M7/C7.

Вибір конфігурації систем зв'язку вибирається за допомогою зручного інтерфейсу пакета STEP 7.

Центральні процесори підтримують наступні види зв'язку:

- Зв'язок із процесом; циклічне обслуговування модулів вводу-виводу через мережу (AS-інтерфейс або PROFIBUS-DP). Зв'язок здійснюється на рівні циклічних послідовностей;
- Обмін даними; обмін даними між системою автоматизації й станцією людино-машинного інтерфейсу або між станцією людино-машинного інтерфейсу й декількома системами автоматизації. Обмін даними може здійснюватися циклічно або по перериваннях. Характер обміну визначається програмою користувача.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		15

2.2 Порівняльний аналіз компонентів системи управління резервуарними парками

Для простоти та об'єктивності рішення, сторону однієї чи іншої системи управління резервуарними парками, при втілення на реальних об'єктах автоматизації було проведено порівняльний аналіз.

Аналіз проводився з урахуванням наступних параметрів та характеристик системи управління:

- точність вимірювань;
- частота опитування сенсорів;
- можливість застосування різни комунікаційних мереж;
- можливість підключення до ПЛК;
- швидкість передачі та обробки даних;
- масштабованість системи;
- надійність роботи системи в цілому.

Результати аналізу наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз компонентів системи.

Показник	Одиниця вимірювання показника	Система Siemens	Система Entis Pro	Система SAAB TankRadar
Рівнеміри, сенсори температури та тиску				
Мінімальна точність сенсорів	%	0.075	0.1	0.1
Похибка вимірювання	%	0.15	0.25	0.25
Частота опитування давачів	Раз в секунду	20	18	18

Продовження таблиці 1.1.

1	2	3	4	5
Обробка та передача даних				
Швидкість передачі на рівні сенсорів	Біт/с	1200	900	900
Масштабованість, надійність та інші характеристики системи				
Кількість КП	штук	без обмежень	5000	5000
Надійність	%	95	90	95
Безпечність	%	90	90	90

2.3 Постановка задачі

Цілі створення системи:

- переведення контролю й керування процесом на комп'ютерну систему керування, з розширенням існуючих функцій керування;
- забезпечення надійної й ефективної роботи технологічного об'єкта за рахунок керування режимами його роботи відповідно до вимоги технологічного регламенту;
- підвищення рівня безпеки виробничого процесу й зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій за рахунок більш повного оперативного контролю технологічних операцій;
- підвищення рівня керованості об'єкта за рахунок організації мережі;
- підвищення інформаційного забезпечення технологічного й експлуатаційного персоналу;

- полегшення умов і підвищення культури праці оперативного й технічного персоналу.

Система контролю й керування є дворівневою й побудована відповідно до технологічної структури об'єкта керування. Структура системи наведена на рисунку 1.4.

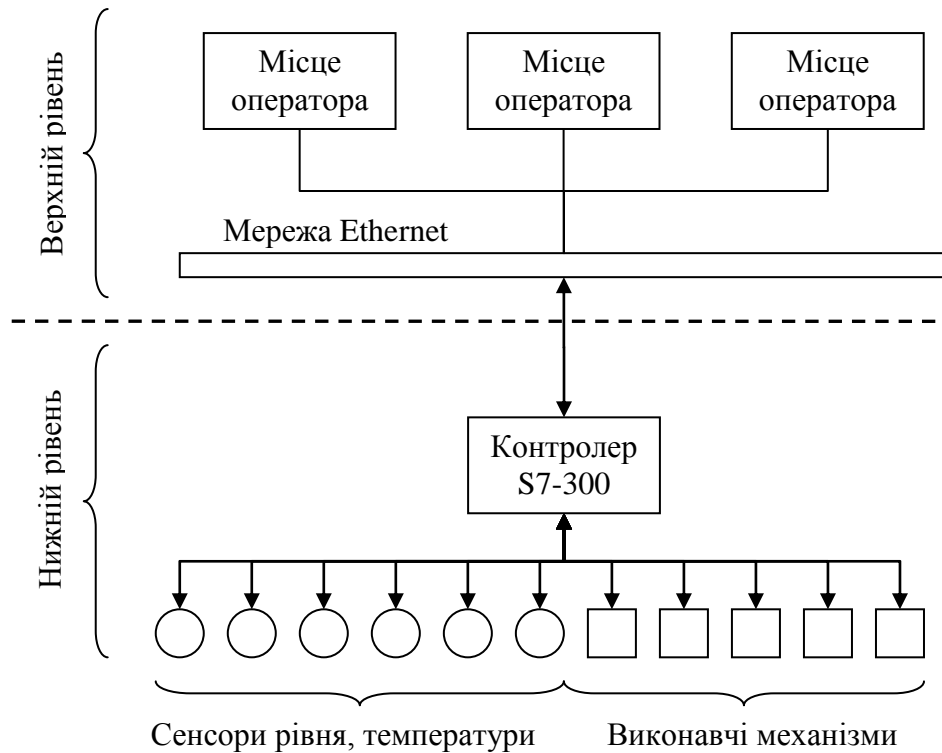


Рисунок 1.4 – Структура об'єкта керування

Нижній рівень містить у собі сенсори, вторинні перетворювачі й прилади, виконавчі механізми, підсистему вводу-виводу сигналів від сенсорів і вторинних перетворювачів (додаток А).

Функції нижнього рівня:

- збір інформації про вимірювані технологічні параметри процесу;
 - сигналізація про вихід їх за задані межі;
 - протиаварійний захист (ПАЗ) процесу по факті аварійних подій;
- передача інформації про стан об'єкта на верхній рівень.

Верхній рівень Системи містить у собі автоматизоване робоче місце оператора (АРМ), екранні кадри візуалізації технологічного процесу (мнемосхеми), а також програмне забезпечення - SCADA-систему.

Функції верхнього рівня:

- Прийом інформації про стан об'єкта з нижнього рівня і її обробка;
- Візуалізація інформації про стан об'єкта у вигляді мнемосхем, графіків і таблиць;
- Оперативне дистанційне керування об'єктом;
- Архівування інформації.

Система керування являє собою комплекс апаратних засобів центром якого є контролер Siemens Simatic S7-300. До цього контролера за допомогою протоколу PROFIBUS підключене прибори збору інформації: рівнемір SITRANS LR 300, термопари серії SITRANS ТЗК та для виміру тиску SITRANS P. В якості виконавчих механізмів служать автоматизовані крани та насоси.

Для підключення давачів та виконавчих механізмів використовуються мережі наступних типів: ProfiBus DP та ProfiBus PA. Для передачі інформації на системи візуалізації на контролю використовується мережа – Industrial Ethernet. Візуалізацію процесу керування виконується за допомогою пакету програмного забезпечення SCADA системи WinCC.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРІ

2.1 Розробка схематичної моделі

Схема мережових зв'язків для підключення до однієї системи керування декількох парків резервуарів, що зберігають різні види продукту. На цій схемі також зображено яким чином, з використанням якої мережі, підключені датчики інформації (рисунок 2.1). Функціональна схема модернізованої системи керування представлена на додатку Б.

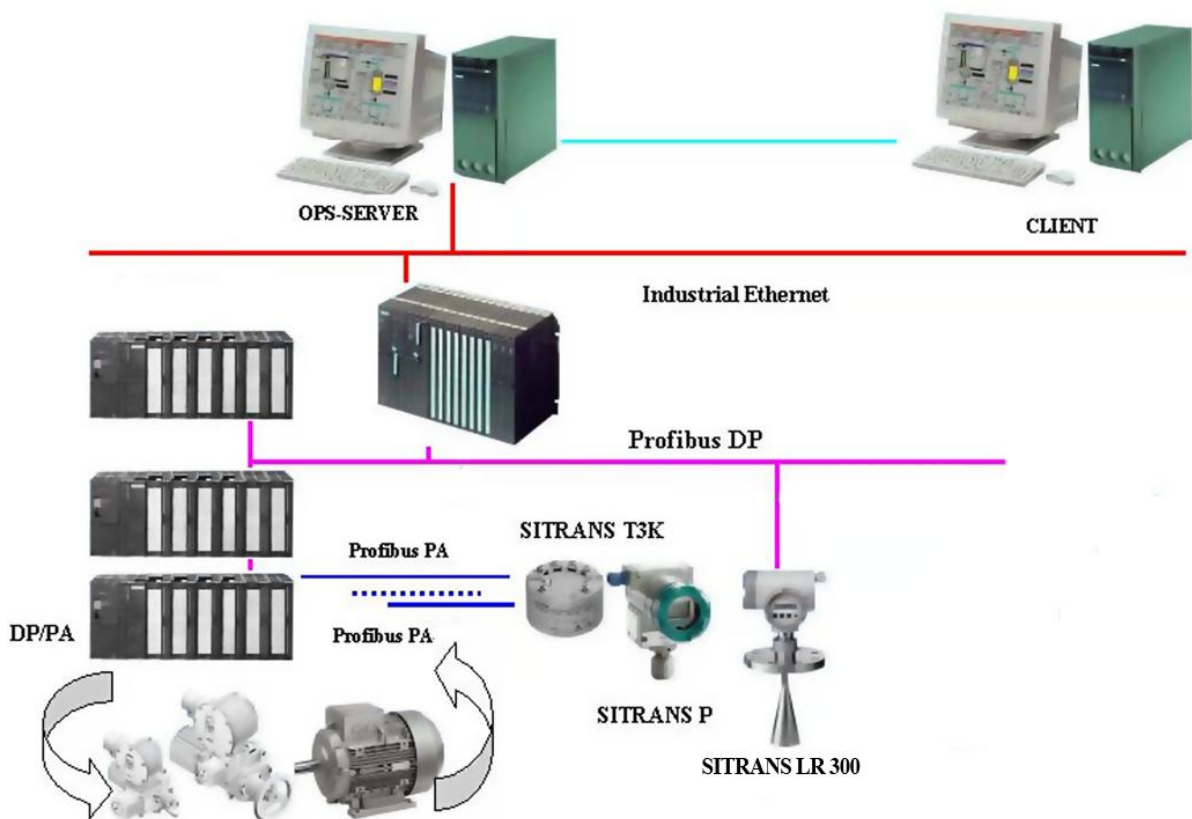


Рисунок 2.1 – Схема мережевого підключення датчиків на ПЛК

Для розробки системи керування резервуарним було обрано парк з 5 резервуарів, 9 кранів та двох насосів (рисунок 2.2). На кожному резервуарі встановлено рівнеміри, три термомпари та вимірювач тиску. Структурна схема модернізованої системи представлена на додатку В.

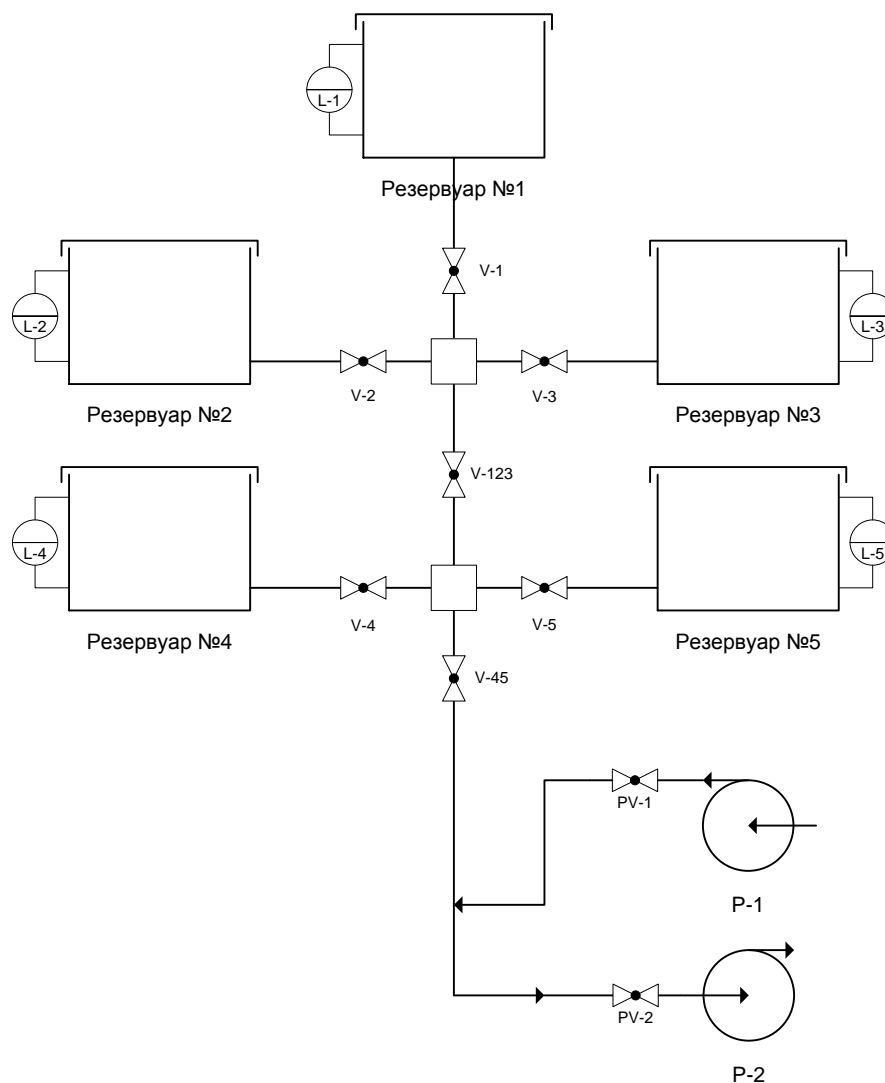


Рисунок 2.2 – Схема резервуарного парку

2.2 Характеристика та можливості САПР Step7

STEP7 – це базовий пакет програм, що включає у свій склад весь спектр інструментальних засобів, необхідних для конфігурування апаратур і промислових мереж, налаштування параметрів, програмування, діагностики й обслуговування систем керування, побудованих на основі програмованих контролерів SIMATIC S7-300/S7-400/C7/WinAC.

Відмінною рисою пакета STEP7 є можливість розробки комплексних проектів автоматизації, що базуються на використанні безлічі програмованих контролерів, промислових комп'ютерів, пристроїв і систем людино-машинного

інтерфейсу, пристроїв розподіленого вводу-висновку, мережних структур промислового зв'язку. Обмеження на розробку таких проектів накладаються тільки функціональними можливостями програма тора або комп'ютерів. При необхідності STEP7 може доповнюватися інструментальними засобами проектування, що значно спрощують розробку складних проектів.

STEP7 входить у комплект поставки програма тора SIMATIC Field PG M. Він може поставлятися у вигляді самостійного пакета програм для персональних комп'ютерів, що працюють під керуванням операційних систем Windows 2000 Professional/XP Professional. Для підключення програмованих контролерів комп'ютер повинен бути оснащений MPI картою (CP 5611 або CP 5512), PC/MPI або USB/MPI адаптером і сполучним кабелем.

STEP7 містить повний спектр інструментальних засобів, необхідних для виконання всіх етапів розробки проекту, а також наступної експлуатації системи керування:

- SIMATIC Manager (рисунок 2.3) – ядро пакета STEP 7, що дозволяє виконувати керування всіма складовими частинами проекту, здійснювати швидкий пошук необхідних компонентів, робити запуск необхідних інструментальних засобів;
- Symbol Editor (рисунок 2.4) – програма завдання символічних імен, типів даних, уведення коментарів для глобальних змінних. Символьні імена доступні у всіх програмах;
- Hardware Configuration (рисунок 2.5) – для програмного конфігурування апаратур системи автоматизації й настроювання параметрів всіх модулів. Виконується автоматична перевірка коректності всіх даних, що вводять;

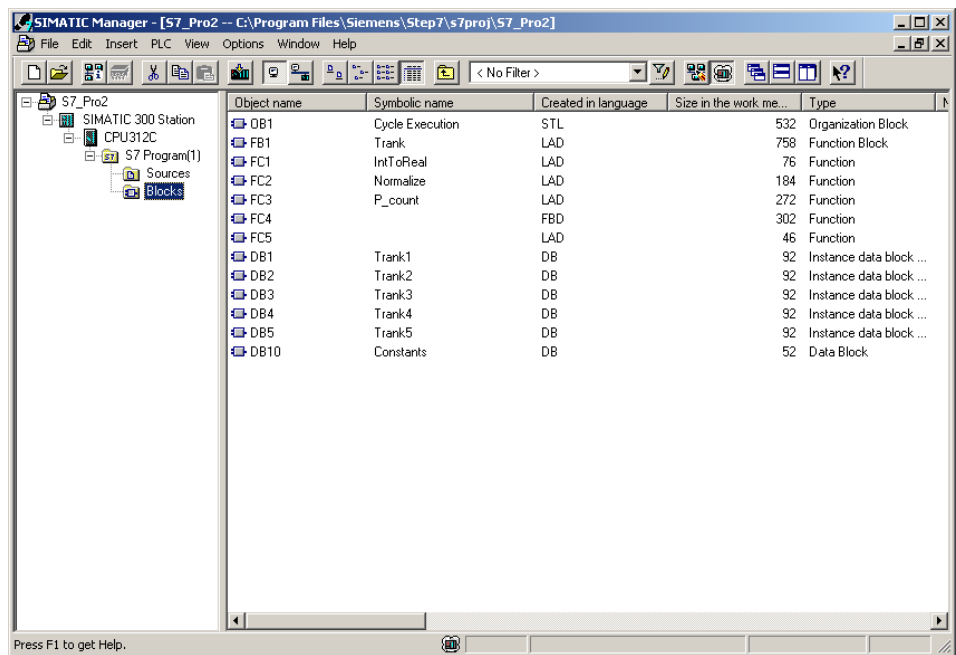


Рисунок 2.3 – Вікно програми SIMATIC Manager

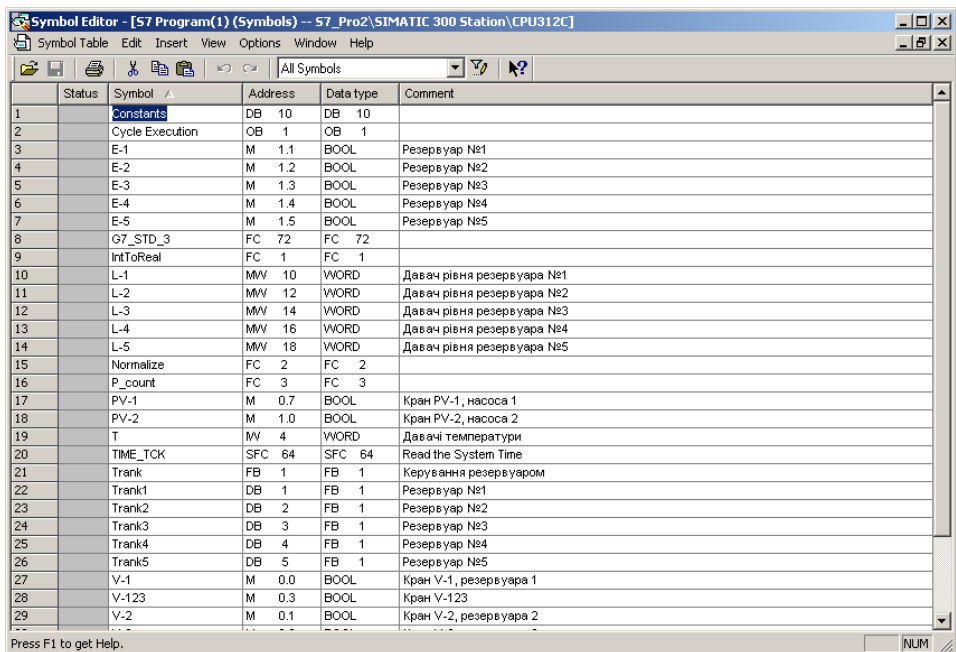


Рисунок 2.4 – Вікно програми Symbol Editor

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

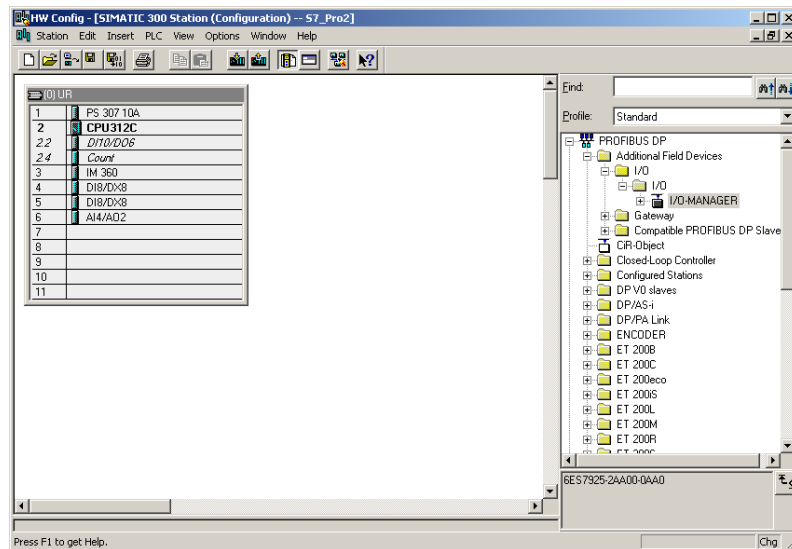


Рисунок 2.5 – Вікно програми Hardware Configuration

- Communication (рисунок 2.6) – для завдання керованої за часом циклічної передачі даних між компонентами автоматизації через MPI або для подійно-керованої передачі даних через MPI, PROFIBUS або Industrial Ethernet;

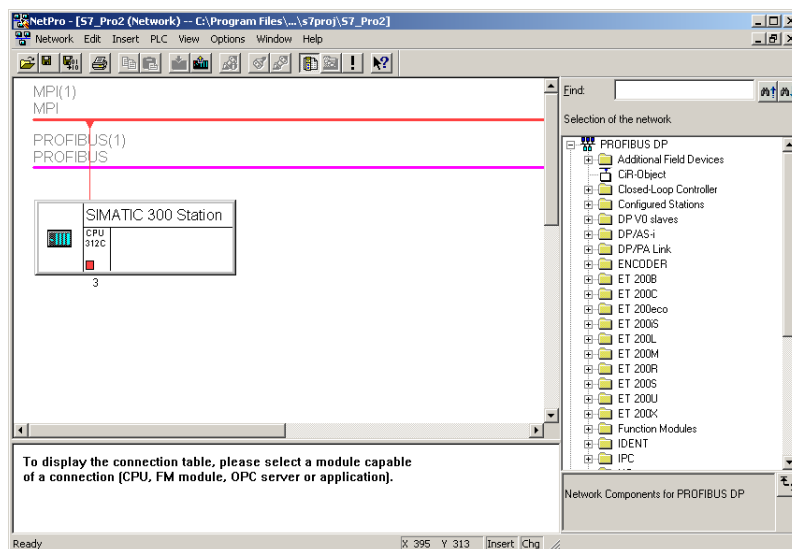


Рисунок 2.6 – Вікно програми Communication

- System diagnosis (рисунок 2.7) - надає користувачеві огляд стану контролера;

- Information functions (див. рисунок 2.7) - для швидкого огляду даних CPU і поводження написаної користувачем програми;

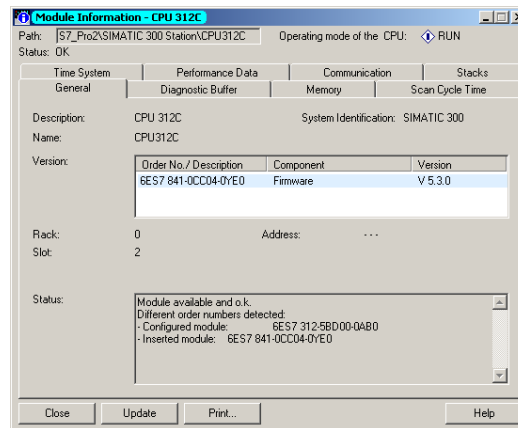


Рисунок 2.7 – Вікно програми System diagnosis та Information

- Документування – надає користувачеві функції документування всього проекту.

Редактор програм STEP7 дозволяє виконувати розробку програм на мовах Statement List (STL – список команд); Ladder Diagram (LAD – релейно-контактний план); Function Block Diagram (FBD – функціональний план), що відповідають вимогам стандарту IEC 61131-3. Більше того, для спеціальних завдань можуть використатися додаткові мови програмування високого рівня або технологічно орієнтовані мови.

STEP7 поєднує всі файли програм користувача й всі файли даних у блоки. У межах одного блоку можуть бути використані інші блоки. Механізм їхнього виклику нагадує виклик підпрограм. Це дозволяє поліпшувати структуру програми користувача, підвищувати їхню наочність, забезпечити зручність їхньої модифікації, перенос готових блоків з однієї програми в іншу.

Програма STEP7 може містити організаційні блоки (OB), функціональні блоки (FB), функції (FC), блоки даних (DB), а також блоки, убудовані в операційну систему CPU: системні функціональні блоки (SFB), системні функції (SFC) і системні блоки даних (SDB).

STEP7 підтримує потужну систему команд, що дозволяє виконувати безліч логічних і математичних операцій з фіксованою й плаваючою крапкою, керування ходом виконання програми, обслуговувати таймери й лічильники, пересилати й перетворювати формати даних, забезпечувати роботу мультипроцесорних систем S7-300 та S7-400.

2.3 Застосування SCADA системи WinCC для візуалізації процесу управління

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – централізований контроль і збір даних) система SIMATIC WinCC (Windows Control Center) – це комп’ютерна система людино-машинного інтерфейсу, що працює під керуванням операційних систем Windows і пропонує широкі функціональні можливості для побудови систем керування різного призначення:

- проста побудова конфігурацій клієнт-сервер;
- можливість використання в складі резервованих систем автоматизації;
- розширені функції контролю граничних значень завдяки використанню Active елементів;
- OPC (OLE for Process Control) інтерфейс для реалізації функцій обміну даними;
- просте й швидке конфігурування системи в сполученні з пакетом STEP 7.

Базова конфігурація системи включає у свій склад набір функцій, що дозволяють виконувати подійно-керовану сигналізацію, архівування результатів вимірів, реєструвати технологічні дані й параметри настроювання конфігурації, функції керування й візуалізації.

Система SIMATIC WinCC розроблена для рішення завдань візуалізації й оперативного керування. Система оснащена потужним інтерфейсом для зв’язку

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		26

із процесом, придатна для роботи з усім спектром виробів SIMATIC, забезпечує парольний доступ до керування процесом, має високу продуктивність. Базова конфігурація системи має високу універсальність і може бути використана для побудови систем керування найрізноманітнішого призначення.

2.3.1 Основні механізми забезпечення відкритості

Відкритість WinCC підтримується на всіх рівнях роботи цієї системи за рахунок використання відкритих інтерфейсів і доступності внутрішніх структур WinCC. Обмін даними з іншими Windows-програмами здійснюється за допомогою механізмів DDE, OLE, ODBC/SQL (рисунок 2.8).

Підтримка інтерфейсу OLE 2.0 дозволяє розробникові вбудовувати в WinCC-програму як OLE-документи, так і компоненти Active.

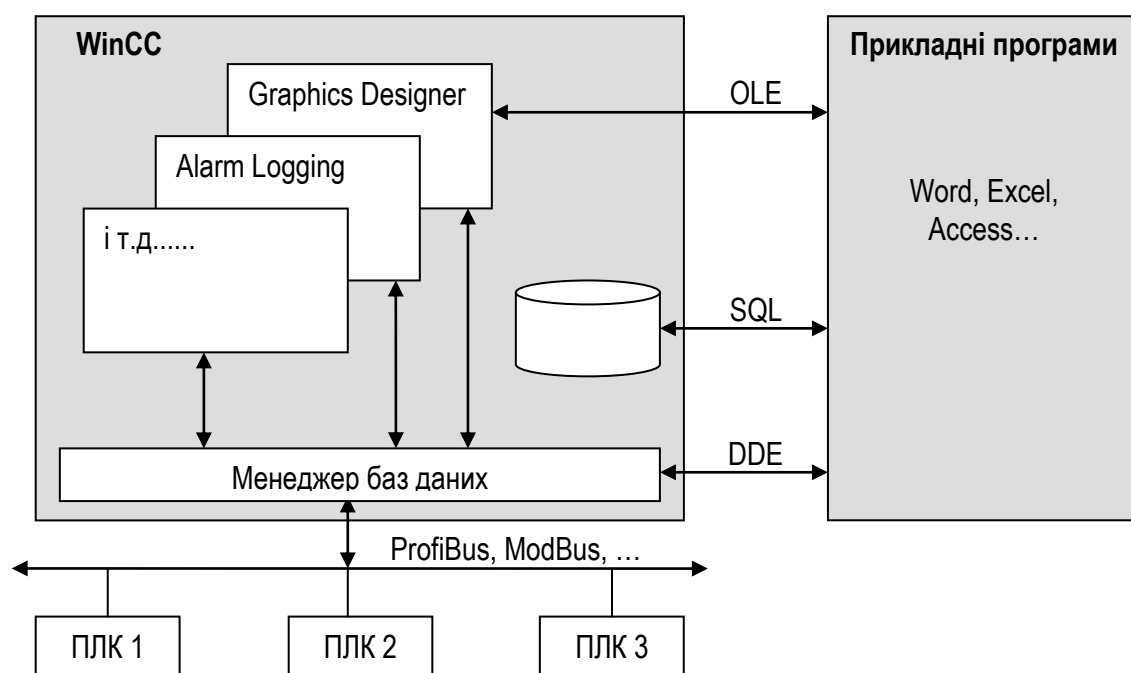


Рисунок 2.8 – Підтримка відкритих інтерфейсів в WinCC

Доступ до баз даних здійснюється через стандартний інтерфейс ODBC і через WinCC API. Підсистема архівації базується на відомих реляційних базах даних. Існує можливість вибору між dBase і Sybase. Підсистема Global Scripts в WinCC містить у собі ANSI C інтерпретатор для написання оброблювачів подій і функцій мовою C. Крім стандартних C функцій в основний пакет входить WinCC API. В оброблювачі подій можна включати свої DLL бібліотеки, розроблені, наприклад, на Visual C++.

WinCC дотримується відкритих стандартів і в комунікаційних драйверах. Крім наявності пакета комунікаційних драйверів для SIMATIC S5, S7, WinCC підтримує також відомі специфікації обміну даними, серед яких: Modbus Serial, Industrial Ethernet, Allen Bradley-DF1, Mitsubishi FX і інших. В WinCC також використовуються комунікаційні драйвера, які не залежать від виробника. До складу цих драйверів входять DDE, OPC (OLE for Process Control), Profibus DP/FMS. У випадку, якщо з боку WinCC не виявиться потрібного драйвера для обраного програмованого логічного контролера (ПЛК), розробникові надається можливість розробити свій драйвер, використовуючи Channel Development Kit (CDK).

WinCC пропонує максимум можливостей розробникові для написання своїх доповнень. Розробник одержує доступ до внутрішніх структур, процедур і функціям компонентів системи. Опис цих функцій поставляється спеціально окремою опцією Open Development Kit (ODK).

Система WinCC може використовуватись як в дно користувальницькому варіанті, так і в клієнт-серверному варіанті. До WinCC-сервера (приймаючому дані із ПЛК, наприклад) може бути підключене до 16 WinCC-клієнтів.

2.3.2 Модульна структура WinCC

WinCC є модульною системою. Вона містить у собі стандартний набір модулів (базовий пакет) і додаткові опції, список яких постійно збільшується.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		28

Кожний модуль являє собою редактор, що виконує певну функцію й складається із системи виконання й системи розробки.

На рисунку 2.9 схематично зображена модульна структура WinCC. Ядром WinCC є програма Control Center, що дозволяє легко орієнтуватися по проекту й виконує роль менеджера всіх опцій WinCC. В Control Center здійснюється оголошення й настроювання протоколу передачі даних, а також оголошення внутрішніх і зовнішніх тегів. В оголошення тегів входить нормування, перетворення форматів, установка початкових значень і ряд інших корисних функцій.

Control Center (рисунок 2.10) виконує роль менеджера всіх опцій WinCC і є для них з'єднувальною ланкою (див. рисунок 2.9). Кожна опція складається із системи виконання (RT) і системи розробки (CS).

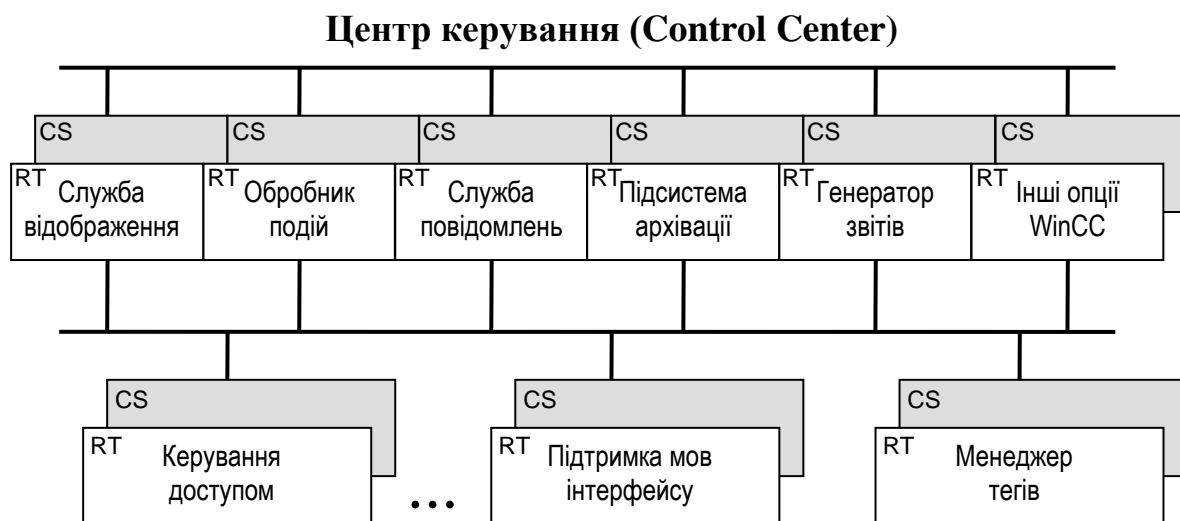


Рисунок 2.9 – Модульна структура WinCC

У стандартний набір опцій входять наступні редактори (див. рисунок 2.10):

- Graphics Designer – графічний редактор, призначений для створення мнемосхем;

Global Scripts – служба обробки подій – це загальна назва для 3 функцій і оброблювачів подій у всьому WinCC-проекті. За допомогою цієї підсистеми можна обробляти подія, ініційована будь-яким графічним об’єктом, а також змінювати зі скрипту ці об’єкти;

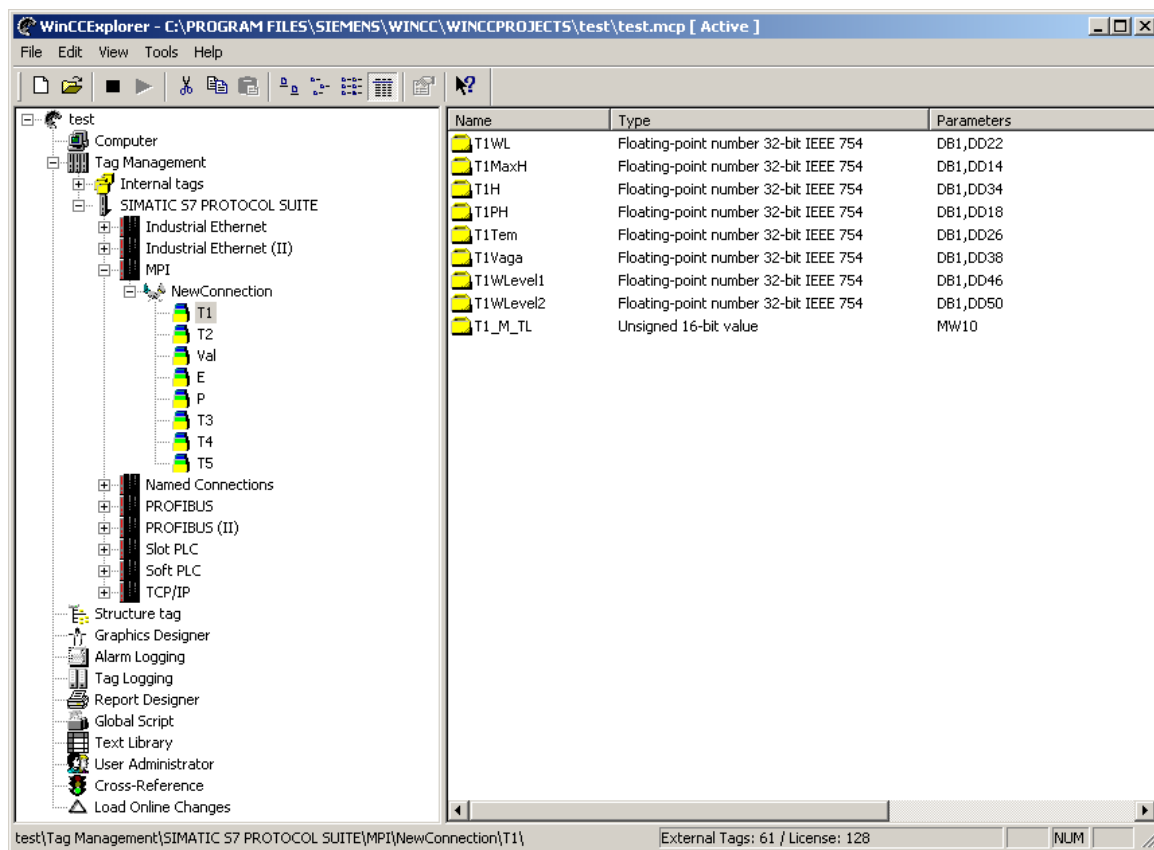


Рисунок 2.10 – Вікно програми WinCC

- Tag Logging – служба архівації для ведення оперативних і довгострокових архівів;
- Alarm Logging – служба повідомлень, призначена для висновку повідомлень про хід контролюваного технологічного процесу в процесі роботи WinCC-програми, підтвердження повідомлень оператором і ведення архівів цих повідомлень;

- Report Designer – убудований генератор звітів, що складає з редактора схеми звітів і системи генерації звітів;
- Text Library – редактор для багатомовної підтримки;
- User Administrator – адміністратор користувачів для контролю прав доступу користувачів WinCC-програми.

Базове програмне забезпечення SIMATIC WinCC формує ядро системи універсального призначення, що допускає застосування модульного розширення для нарощування функціональних можливостей. Таке розширення може виконуватися застосуванням опціональних пакетів WinCC options і доповнень WinCC add-ons.

WinCC/Server – Додатковий пакет WinCC/Server забезпечує підтримку операцій клієнт-сервер у рамках одного підприємства. До одного сервера можна підключати до 16 клієнтів, які використовують сервер для зберігання оперативних даних, архівів, повідомлень, діаграм, протоколів і т.д. Зв'язок між сервером і клієнтами здійснюється по протоколі TCP/IP. Допускається інтерактивне конфігурування як із сервера, так і із клієнтів.

- Підтримка операцій клієнт-сервер з можливістю обслуговування до 16 клієнтів;
- Інтерактивне конфігурування як із клієнтів, так і із сервера.

WinCC/Redundancy – Додатковий пакет WinCC/Redundancy забезпечує підтримку паралельної роботи двох WinCC серверів і гарантує виключення можливості втрати даних у випадку виходу з ладу одного із серверів. Пакет виконує автоматичне порівняння архіву (оперативних повідомлень, змінних, рецептур) під час нормальної роботи й після відмови сервера, забезпечуючи безперервність потоку даних. У випадку виявлення відмови пакет робить автоматичне перемикаєння клієнта на активний сервер:

- автоматичне порівняння архівів, як під час роботи, так і після відмови сервера;

- автоматичне перемикання клієнта у випадку виникнення відмови;
- просте параметрування компонентів резервованої системи керування.

WinCC/User Archives – Додатковий пакет WinCC/User Archives дозволяє зберігати користувальницькі дані в базі даних WinCC. Для роботи із записами в інтерактивному режимі служить елемент Active, за допомогою якого вони можуть пересилатися або зчитуватися з нижніх рівнів керування. Забезпечується підтримка функцій імпорту/експорту, що дозволяють здійснювати обмін даними із зовнішніми програмами (наприклад, Excel). Для вибору й відображення даних можуть бути використані SQL-фільтри з набудовує набором, що, критеріїв. Відображення даних може перемикатися на табличну форму або форму огляду:

- просте підключення WinCC/User Archives до процесу за рахунок вибору необхідного складу змінних;
- просте конфігурування відображення даних за рахунок використання елемента керування ActiveX;
- підтримка функцій імпорту й експорту для обміну даними із зовнішніми програмами.

WinCC/ProAgent – Додатковий пакет WinCC/ProAgent є реальним втіленням у життя концепції інтегрованих діагностичних систем SIMATIC. Він може використатися разом з пакетами програм STEP 7, S7-PDIAG, S7-GRAPH і оптимізованих для роботи в системах, побудованих на основі програмованих контролерів SIMATIC S7-300 і S7-400.

WinCC/Messenger & Guardian – Додатковий пакет WinCC/Messenger & Guardian забезпечує тривалу підтримку моніторингу, аналізу й діагностики несправностей.

WinCC/Messenger дозволяє робити збір оперативних даних, постачати їхніми необхідними коментарями й додатковою інформацією, і передавати по

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		32

електронній пошті, Існує можливість прийому повідомлень, переданих по електронній пошті, безпосередньо на інтерфейс оператора.

WinCC/Guardian дозволяє інтегрувати в діаграми WinCC зображення, що надходять із відеокамери. Конфігуровані функції контролю зображення дозволяють фіксувати зміни форми або кольори об'єктів, деякі інші ознаки. Вступники зображення можуть зберігатися в базі даних відео зображень. У багатокористувацьких системах зображення із всіх підключених відеокамер можуть передаватися по мережах.

WinCC/Industrial Control Designer – Додатковий пакет WinCC/Industrial Control Designer містить додатковий набір інструментальних засобів конфігурування, що розширюють можливості базового пакета SIMATIC WinCC. Він використовується для впровадження в діаграми WinCC різних технологічних об'єктів (двигунів, засувок, контролерів і т.д.). Майстер конфігурування й еталонні зразки компонентів дозволяють легко й просто формувати свої власні об'єкти, для створення яких використовуються елементи керування Active. Пакет легко адаптується до вимог різних програм.

WinCC/Web Navigator (WinCC від V5.0 і вище) – Додатковий пакет WinCC/Web Navigator дозволяє здійснювати керування процесом через Intranet/Internet. За допомогою MS Personal Web Server або Internet Information Server (IIS V4.0 включений у комплект поставки пакета) без додаткового конфігурування через Internet/Intranet/LAN може бути отриманий доступ до діаграм, змінним, повідомленням, трендам кривих і інших даних. Для роботи пакета на комп'ютері повинен бути встановлений Internet Explorer V4.0 або більше пізньої версії. Інші додаткові компоненти автоматично завантажуються із сервера. Пакет поставляється в наступних варіантах:

- базовий пакет з ліцензіями на обслуговування 3 одночасно підключених клієнтів;

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		33

- пакет розширення з ліцензіями на обслуговування 10, 25 або 50 клієнтів.

WinCC/Basic Process Control – Пакет WinCC/Basic Process Control містить набір додаткових даних і функцій, що дозволяють із мінімальними інженерними витратами готувати робочі станції до застосування в різних областях промисловості:.

- базовий набір даних, що дозволяють ділити весь екран на область перегляду, робочу область і область клавіатури;
- ієрархія діаграм процесу з редактором;
- скролінг ієрархії діаграм у процесі роботи;
- збереження/виклик екранних зображень;
- групування зображень для відображень підказок в ієрархії діаграм процесу;
- вибір діаграм процесу по їхніх іменах;
- оперативний моніторинг із використанням діаграми конфігурування підприємства;
- майстер журналу реєстрації аварійних повідомлень;
- контроль сигналів сенсорів екстремальних значень параметрів;
- поліпшені графічні об'єкти: 3D графіки, комбіновані зображення;
- майстер керування екраном для вибору розв'язної здатності й забезпечення мультимоніторних режимів роботи (до 4-х моніторів);
- синхронізація часу між контролерами й операторською станцією;
- інтерфейс @aGlance, що дозволяє встановлювати додаткові компоненти.

WinCC/Storage – Додатковий пакет WinCC/Storage призначений для довгострокового зберігання всіх даних WinCC: результатів вимірів, протоколів,

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		34

повідомлень і т.д. За допомогою цієї опції всі перераховані дані можуть автоматично експортуватися на зовнішній носій (магнітооптичний диск, мережний диск і т.п.) Можливий зворотний імпорт даних для наступного аналізу. Може використатися також для «чищення» бази даних Runtime. Набір функцій Storage включає у свій склад:

- автоматичний експорт результатів вимірів, повідомлень і протоколів через задані тимчасові інтервали або по події;
- зчитування й збереження даних;
- керування збереженими даними з використанням реєстраційного журналу.

WinCC/ODK (Open Development Kit) – це додатковий пакет, що представляє із себе набір API функцій для системи конфігурування й Runtime WinCC. Дозволяє розробляти як свої WinCC-скріпти, так і зовнішні програми й dll-бібліотеки з доступом практично до будь-якої інформації WinCC проекту. Містить у собі безліч готових прикладів. Інтерфейс розроблений під компілятор MS Visual C++.

WinCC/CDK – Пакет WinCC/CDK дозволяє розробляти канали зв'язку WinCC з будь-якими програмованими контролерами й оформляти їх у вигляді DLL.

2.3.3 WinCC – масштабована SCADA-система

WinCC призначена для роботи в клієнт-серверній архітектурі. До виходу WinCC 5.0 система могла підтримувати 1 WinCC-сервер і до 8 WinCC-клієнтів у рамках одного WinCC-проекту. В якості операційної системи для WinCC-сервера використовується Windows NT Server або Workstation 4.0. Для WinCC-клієнтів можуть використатися Windows 95/98/NT. База даних проекту є централізованою й майже завжди розташовується на WinCC-сервері. Є також можливість розташування даних проекту на файловому сервері. Окремі служби

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		35

можуть виконуватися на WinCC-клієнтах. Наприклад, для того щоб не навантажувати сервер, що приймає дані із ПЛК і здійснює архівацію, служба візуалізації може бути відключена на сервері й запускатися тільки на клієнті. У багатьох випадках рекомендується саме так і робити, тому що візуалізація становить приблизно половину витрат на ресурси. WinCC-клієнт не обмежен взаємодією тільки з одним сервером. Є можливість перемикання між серверами, але при цьому змінюється поточний проект. Прямий зв'язок між WinCC-клієнтами неможливий, однак між WinCC-серверами зв'язок можливий за допомогою OPC.

Вибір протоколу передачі даних (якщо такий вибір можливий) впливає на гнучкість і на наступне вдосконалення системи. Промислові мережні специфікації, які дозволяють створювати загальну шину й працюють на високій швидкості (наприклад, Profibus), завжди переважніше, ніж більше прості специфікації (наприклад, Modbus Serial).

WinCC пропонує вже якісно новий інструментарій для створення розподілених систем. Тепер WinCC підтримує до 6 WinCC-серверів в одному проекті й дозволяє обслуговувати до 16 мульті-клієнтів WinCC (multi-clients). Термін мульті-клієнт означає, що доступ може бути одночасним до багатьом серверам (у цьому випадку до 6 серверів). Використання ресурсів і служб WinCC може оптимально розподілятися між WinCC-серверами. Кожний із серверів може бути підключений до ПЛК і приймати дані. У цьому випадку загальна схема, зберігається, але система стає більше гнучкою й дозволяє розподіляти витрати на ресурси між серверами. Архівація параметрів також може бути розподілена. Наприклад, якщо кількість параметрів становить кілька тисяч, має сенс розподілити архівацію параметрів між серверами. По-перше, це знизить загальне завантаження системи, а по-друге, при великій кількості параметрів тимчасові пропуски в архівах неминучі й, отже, такий розподіл тільки поліпшить ефективність.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		36

2.4 Промислові комунікаційні мережі

Залежно від вимог, для організації промислового зв'язку доступні різноманітні комунікаційні мережі. На рисунку 2.11 представлені окремі рівні автоматизації й підходящі для них комунікаційні мережі.

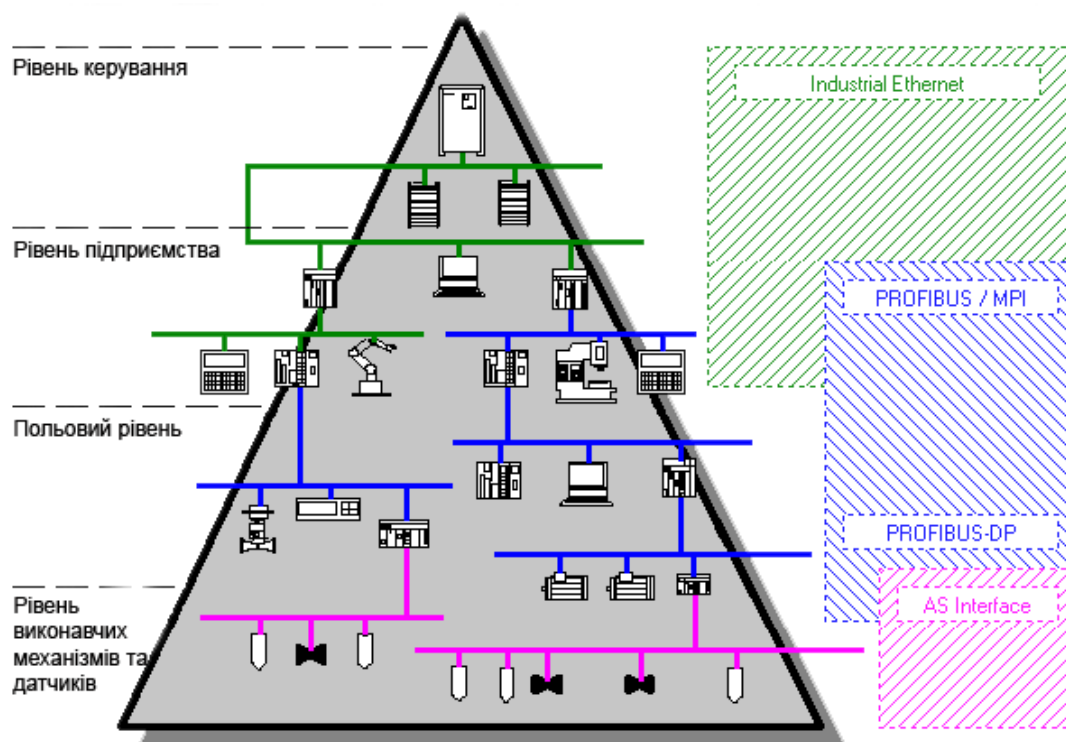


Рисунок 2.11 – Рівні автоматизації і комунікаційні мережі

2.4.1 Рівень керування

На рівні керування вирішуються завдання, що стосуються всього технологічного процесу. На цьому рівні здійснюються архівація, обробка, оцінка й складання звітів про значення процесу й повідомлення. Що збирають і оброблювані дані можуть бути отримані від різних вузлів – рівень керування має доступ до всіх вузлів. Кількість станцій у такій мережі може перевищувати 1000. Для рівня керування краща мережа Ethernet. У більшості випадків використовується протокол TCP/IP.

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

2.4.2 Рівень підприємства

На рівні підприємства виконуються завдання автоматизації. На цьому рівні з'єднано один з одним ПЛК, пристрою спостереження і ПК. Залежно від вимог, в основному використовуються Industrial Ethernet і PROFIBUS.

2.4.3 Польовий рівень

На польовому рівні встановлюється зв'язок між ПЛК і підприємством. Пристрої, використовувані на польовому рівні, дають значення процесу, посилають повідомлення й т.д., а також передають команди установок іншим пристроям. У більшості випадків на польовому рівні передаються невеликі обсяги даних. На польовому рівні краще використання PROFIBUS. Для взаємодії з польовими пристроями часто використовується протокол DP.

2.4.4 Рівень виконавчих механізмів – сенсорів

На рівні виконавчих механізмів-сенсорів провідний пристрій взаємодіє з виконавчими механізмами й сенсорами, підключеними до даної ід мережі. Головна особливість цього рівня в тому, що він повинен забезпечувати передачу дуже маленьких обсягів даних, але за короткий час.

2.4.5 Сімейство мереж SIMATIC NET

SIMATIC NET ця загальна назва для сімейства мереж, використовуваних у системах промислової автоматизації SIMATIC.

Всі мережі сімейства базуються на використанні загальновизнаних міжнародних стандартів:

- Industrial Ethernet (IEEE 802-3 і IEEE 802.3u) – міжнародний стандарт організації обміну даними на рівні локальних і глобальних інформаційних мереж.
- PROFIBUS (IEC 61158/EN 50170) – міжнародний стандарт побудови мереж локального й польового рівня.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		38

- AS-Interface (EN 50295) – міжнародний стандарт організації зв'язку з сенсорами й виконавчими механізмами польового рівня.

2.4.5.1 Industrial Ethernet

Industrial Ethernet це потужна мережа верхнього рівня керування, що відповідає міжнародним стандартам IEEE 802.3 (Ethernet, 10 Мбіт/с) і IEEE 802.3u (FastEthernet, 100 Мбіт/с). У сполученні з використанням технології мереж, що комутирують, і автоматичним настроюванням режимів передачі Industrial Ethernet дозволяє створювати системи зв'язку, що найбільшою мірою відповідають вимогам замовника. Автоматична підтримка двох швидкостей передачі даних дозволяє здійснювати поступовий перехід з 10 на 100 Мбіт/с мережі. Ethernet займає 80% ринку світових локальних мереж.

Використання Industrial Ethernet дозволяє здійснити інтеграцію систем автоматизації з корпоративною мережею й Internet, відкриваючи нові можливості по організації зв'язку із системами автоматизації, їхньому дистанційному обслуговуванню й діагностиці. Всі ці нові можливості активно використовуються компонентами SIMATIC NET. Залежно від вимог, поставлених до мережі Industrial Ethernet, для передачі даних можуть використатися різні види каналів зв'язку:

- коаксіальні канали зв'язку;
- канали зв'язку на основі витої пари;
- оптичні канали зв'язку.

Залежно від використовуваного встаткування й виду каналу зв'язку швидкість передачі даних може бути 10 або 100 Мбіт/с, а гранична довжина сегмента мережі може становити від 100 м (для каналів зв'язку на основі витої пари) до десятків кілометрів (для оптичних каналів зв'язку).

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

2.4.5.2 PROFIBUS

PROFIBUS це потужна мережа польового рівня, що може бути використана в системах автоматизації для більшості практичних застосувань. Розроблена відповідно до Європейського стандарту EN 50 170, PROFIBUS припускає відкритість для комунікаційних компонентів інших виробників, розроблених відповідно до цього стандарту. У цей час понад 300 великих виробників випускає встаткування з убудованим інтерфейсом PROFIBUS-DP. Конфігурування, запуск і усунення проблем може бути зроблене в будь-якій точці мережі.

У мережі PROFIBUS використовуються наступні протоколи обміну даними:

- PROFIBUS-FMS - універсальне рішення для комунікаційних завдань по обміну даними між інтелектуальними мережевими пристроями на польовому рівні.
- PROFIBUS-DP - протокол, що забезпечує швидкісний обмін даними між системами автоматизації й пристроями розподіленої периферії польового рівня. Протокол характеризується мінімальним часом реакції й високою стійкістю до впливу зовнішніх електромагнітних полів.
- PROFIBUS-PA - протокол організації зв'язку з устаткуванням, розташованим у вибухо- і пожежонебезпечних зонах. Мережа будується відповідно до вимог міжнародного стандарту IEC 61158-2.

Залежно від пропонованих вимог, у мережі PROFIBUS можуть використовуватися наступні канали зв'язку:

- Електричні - виконуються екранованою витою парою. Екрановані виті пари випускаються у вигляді кабелів, призначених для різних умов експлуатації. Більшість кабелів відповідає вимогам технології FastConnect, що забезпечує можливість швидкого монтажу кабельних ліній зв'язку;

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		40

- Оптичні - можуть виконуватися скляними або пластиковими оптоволоконними кабелями, призначеними для різних умов експлуатації;
- Інфрачервоні - Використовуються модуля ІІМ, що дозволяє здійснювати передачу інформації з інфрачервоних каналів на відстань до 15 м.

Структура мережі відповідає європейському стандарту EN 50170. В одній мережі може бути до 127 кінцевих пристроїв (до 32 пристроїв на сегмент). Залежно від обладнання й виду каналу зв'язку швидкість передачі даних може бути від 1,5 Мбіт/з (для PROFIBUS-DP - від 12 Мбіт/с) до 9,6 Кбіт/с, а гранична довжина сегмента мережі може становити по витій парі - від 100 м (для швидкості передачі 3-12 Мбіт/с) до 1200 м(для швидкості передачі 9,6-187,5 Кбіт/с), а с використанням оптичних ліній зв'язку - до 15 км.

2.4.5.3 AS-Interface

AS-Interface (Actuators/Sensors Interface – інтерфейс виконавчих пристроїв і сенсорів) це відкрита промислова мережа польового рівня, призначена для організації зв'язку з виконавчими пристроями й сенсорами відповідно до вимог міжнародного стандарту EN 50295.

В раніше існуючих раніше рішеннях для підключення сенсорів і приводів до систем автоматизації використовувалося безліч керуючих кабелів. Збільшувалися невиправдані витрати на придбання кабельної продукції, її монтаж і експлуатацію. AS-Interface дозволяє вирішити те ж завдання інакше. Всі сенсори й приводи підключаються до мережі, виконаної двожилиним кабелем. По цьому кабелі забезпечується живлення всіх мережних пристроїв, провадиться опитування сенсорів і видача команд керування виконавчими пристроями.

AS-Interface – це система з одним ведучим пристроєм. Функції ведучих пристроїв можуть виконувати комунікаційні процесори програмувальних

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		41

контролерів SIMATIC S7-200 і S7-300. Контролери S7-400 підключаються через модулі зв'язку DP/AS Link. Через модулі DP/AS Link AS-Interface може підключатися безпосередньо до мережі PROFIBUS-DP і використовуватися в якості її підмережі. В одній мережі AS-Interface може бути до 31 веденого пристрою. Максимальна довжина лінії зв'язку - 100 метрів(300 з повторювачами)

Оболонка кабелю AS-Interface має спеціальний профіль, що виключає можливість неправильного підключення мережевих компонентів. Більшість мережевих компонентів підключається до кабелю методом проколювання ізоляції, що підвищує гнучкість мережі й скорочує строки її монтажу.

2.4.5.4 MPI (Multi Point Interface)

MPI (Multi Point Interface) інтерфейс вбудований в усі центральні процесори систем автоматизації SIMATIC S7/C7, всі промислові комп'ютери SIMATIC PC, всі панелі оператора, кнопкові панелі й текстові дисплеї SIMATIC. Через MPI можуть бути організовані найбільш недорогі варіанти мережного обміну даними з невеликою довжиною каналів зв'язку. У мережу MPI можуть входити до 32 станцій, максимальна швидкість обміну даними - 187,5 Кбіт/с.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

4.1 Методи та способи програмування програмованих логічних контролерів

У якості стандартних засобів використовуються останні версії пакетів Siemens - зокрема, STEP7 5.2 для програмування контролерів сімейства SIMATIC S7-300/400. Для кожного проекту, залежно від типу контролера, складності проекту й вимог до ефективності коду проводиться вибір додаткових засобів розробки, зокрема, мови програмування, визначення необхідності використання проектування, а також планується обмін даними між інтелектуальними партнерами по зв'язку (програмованими контролерами, промисловими комп'ютерами, системами людино-машинного інтерфейсу й т.д.).

В якості основних мов використовуються:

- STL – низькорівнева мова, що застосовується для реалізації особливо критичних за часом модулів проекту. Характеризується високим часом розробки й поглибленим знанням структури контролерів сімейства SIMATIC S7; широко використовується при оптимізації;
- LAD, FBD - візуальні мови проектування, що часто використовуються для реалізації алгоритмів керування. Їх відрізняє наочність і порівняна легкість застосування персоналом, не знайомим з STEP7 і специфікою програмування контролерів SIMATIC S7; таким чином, зміни в алгоритми можуть безпосередньо вносити інженери, технологи конкретного підприємства;
- SCL - високорівнева Pascal-подібна мова, що найбільше широко застосовується в цей час для розробки проектів. Скорочує час розробки, зручний як для реалізації алгоритмів, так і складних математичних обчислень;

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		43

- SFC, CFC - візуальні мови проектування; використовуються при розробці проекту за допомогою пакета PCS7. В алгоритмі, реалізованому на даних мовах, без праці можна використати блоки, написані, наприклад, на мовах STL або SCL.

При розробці нових проектів широко використовуються існуючі набірочки "СМС", реалізовані у вигляді готових до застосування модулів, що включають такі блоки:

- керування різноманітним технологічним устаткуванням (насосами, клапанами, засувками);
- збору, обробки і якісної оцінки вимірювальних даних;
- контролю параметрів технологічного процесу, при необхідності з видачею повідомлень і сигналізації;
- самодіагностики самого контролера SIMATIC і окремих каналів;
- організації інтерфейсу із засобами відображення (Protool, WinCC);
- мережної взаємодії й передачі інформації.

Наявність широко спектра готових рішень у вигляді вже налагоджених функцій, а також використання стандартної бібліотеки S7, що містить велику кількість часто вживаних функцій полегшує процес розробки й тестування, скорочує загальний час створення й пуско-відладки проекту.

У ряді проектів використовуються внутрішні розробки, що полегшують процес пуско-відладочних робіт і обслуговування системи.

4.2 Інструментальні засоби проектування

Інструментальні засоби проектування розширюють функціональні можливості базового програмного забезпечення STEP7. Вони включають у свій склад набір мов високого рівня й технологічно орієнтованих мов, що дозволяють істотно скоротити час проектування системи автоматизації. Це програмне забезпечення дозволяє виконувати розробку проектів систем

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		44

автоматизації найбільш оптимальним способом, поєднуючи для рішення поставлених завдань функціональні можливості C, SCL, STL і LAD. Нижче наведено короткий опис найпоширеніших пакетів:

4.2.1 S7-SCL

S7-SCL (Standard Control Language) - це паскалеподібна мова високого рівня, призначена для програмування контролерів. S7-SCL використовується для опису комплексних алгоритмів керування й обробки даних.

S7-SCL забезпечує:

- просту й швидко розробку програм;
- висока якість розроблювальних програм;
- просту і ясну структуру програми;
- простоту тестування.

Таким чином, мова дозволяє створювати недорогі рішення для різних завдань автоматизації. мова може бути використаний для програмування систем автоматизації SIMATIC S7-300 (від CPU 314 і вище, від CPU 312C), SIMATIC S7-400, SIMATIC C7 і систем комп'ютерного керування SIMATIC WinAC.

4.2.2 S7-GRAPH

Додатковий пакет S7-GRAPH дозволяє виконувати конфігурування й програмування систем графічними способами. Всі операції по керуванню процесом діляться на послідовні або паралельні кроки. Це робить програму ПЛК більше простої для розуміння й аналізу. Пакет рекомендується використовувати для програмування систем, у яких необхідно звести до мінімуму час простою.

Сучасний інтерфейс S7-GRAPH базується на технології Windows з використанням піксельної графіки, вікон і масштабування. Систематизовані

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		45

процедури й добре організовані зображення роблять S7-GRAPH найбільш ефективним для опису послідовних процесів.

S7-GRAPH може використатися для програмування систем автоматизації SIMATIC S7-300 (рекомендується від CPU 315 або від CPU 312C), SIMATIC S7-400, SIMATIC C7 і систем комп'ютерного керування SIMATIC WinAC.

4.2.3 CFC

CFC (Continuous Function Chart) дозволяє створювати проекти систем автоматичного керування, побудованих на основі систем автоматизації SIMATIC S7-400 і SIMATIC WinAC. Програмування логічних завдань у системах автоматизації SIMATIC S7-300 рекомендується виконувати мовою FBD. У той же час взаємозв'язку більших блоків (наприклад, технологічних блоків регуляторів) у програмах контролерів SIMATIC S7-300 можуть виконуватися із використанням CFC.

Проектування нагадує розробку структурної схеми системи автоматичного керування. З бібліотек витягають необхідні програмні блоки й позиціюються в потрібних місцях екрана, після чого визначаються зв'язки між цими блоками. Існує можливість розробки власних програмних блоків і включення цих блоків до складу бібліотек.

4.2.4 S7-PDIAG

Пакет S7-PDIAG дозволяє розробляти однорідні процедури діагностування систем автоматизації SIMATIC S7-300 із центральними процесорами CPU 314, SIMATIC S7-400/C7/WinAC. Ці процедури включаються в програми користувача, написані на мовах STL, LAD або FBD. Розроблювальні діагностичні процедури здатні виявляти не тільки внутрішні відмови систем автоматизації, але й відмови в їхніх зовнішніх ланцюгах. S7-PDIAG у сполученні із системами візуалізації й додатковим пакетом ProAgent дозволяє створювати потужні діагностичні системи, які забезпечують:

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		46

- вивід текстових повідомлень про виникаючі несправності в системі автоматизації;
- вивід на екран набору даних, що дозволяють проаналізувати причину виникнення відмови. Критерії вибору цієї інформації визначаються на етапі конфігурування діагностичної системи;
- істотне скорочення часу пошуку й усунення несправностей.

4.2.5 S7-PLCSIM

Пакет S7-PLCSIM (рисунок 3.1) дозволяє симулювати роботу систем автоматизації SIMATIC S7-300/-400/C7/WinAC і призначений для налагодження програм зазначених систем на програматорі/комп'ютері без використання реальних технічних засобів автоматизації.

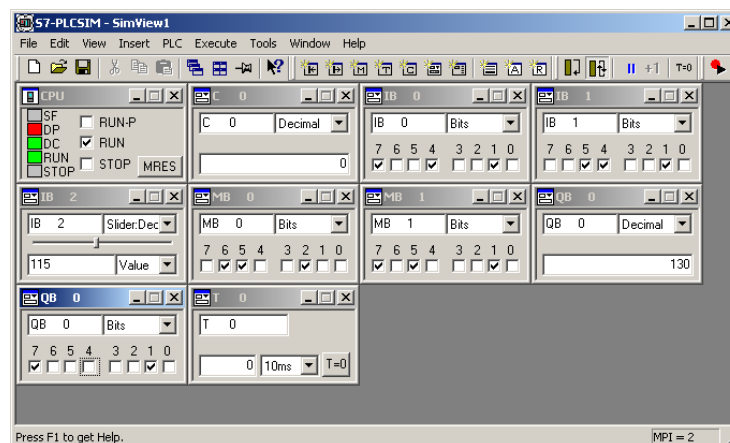


Рисунок 3.1 – Вікно програми PLCSIM

Пакет інтегрується в STEP 7 і дозволяє:

- здійснювати швидкий пошук і усунення помилок у програмі на ранніх стадіях розробки проекту;
- істотно підвищувати якість розробки програм за рахунок їхньої попередньої перевірки.

Пакет S7-PLCSIM дозволяє виконувати налагодження програм, розроблених:

- у середовищі STEP 7 на мовах STL, LAD або FBD;
- у середовищі S7-GRAPH;
- у середовищі S7-HiGraph;
- у середовищі S7-SCL;
- у середовищі CFC;
- у середовищі S7-PDIAG;
- у середовищі SIMATIC WinCC (локальна інсталяція).

4.3 Розробка алгоритму керування

Алгоритм керування резервуарним парком можна розбити на 3 головних блоки:

- блок керування резервуаром;
- блок керування кранами на трубопроводах;
- блок керування насосною станцією.

Всі ці блоки тісно пов'язані між собою. При досяганні критичного відмітки рівня в резервуарі подається команда на закриття крана подачі продукту до нього. Відповідно при закритті всіх кранів на запобігання розриву трубопроводу від надлишкового тиску – подається команда на відключення насосів.

Блок керування резервуаром виконує функції обліку продукції на основі показників рівню та температури. Це блок веде контроль над рівнем продукту у резервуарі та контролює критичну відмітку встановлену для кожного резервуара. При досяганні цієї відмітки подає команду на закриття кранів. В цей блок також включені функції розрахунку щільності продукти виходячи з таблиці щільності та коефіцієнтів розширення продукту від зміни температури.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		48

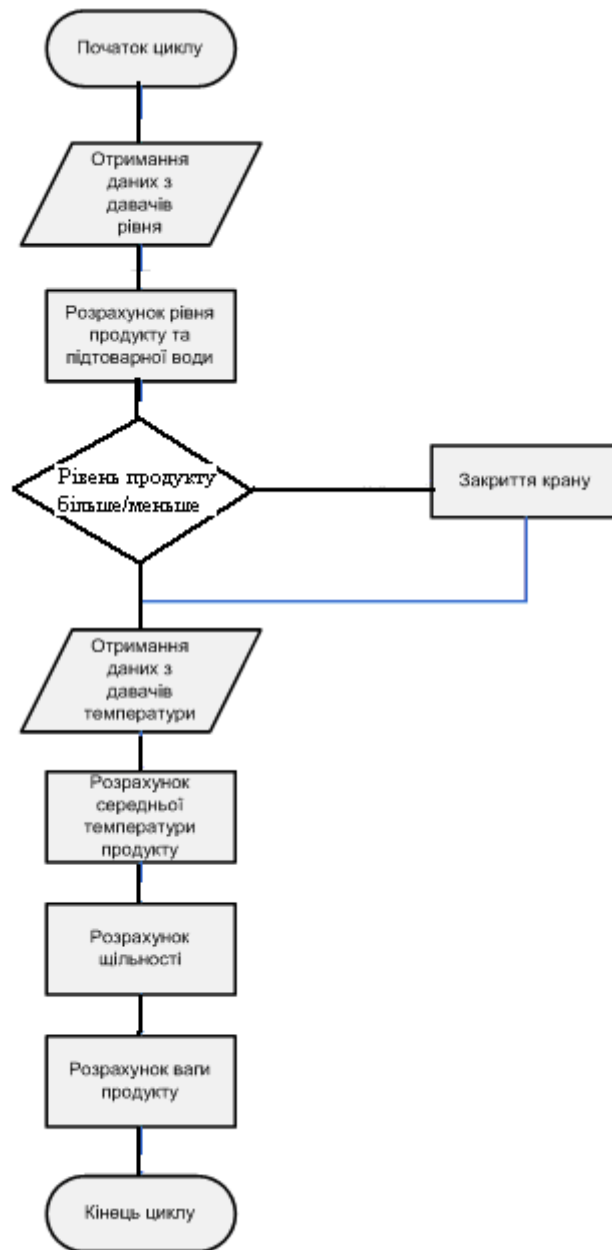


Рисунок 3.2 – Алгоритм керування резервуаром

Блок керування кранами на трубопроводах. Основною задачею цього блоку є керування кранами для забезпечення проходження продукту від насосів до резервуарів і в зворотному напрямку при загрузці та відгрузці продукту. На цей блок також покладена функція слідкування за станом насосів, та їх відключення при закритті всіх кранів на трубопроводах.

Блок керування кранами та блок керування насосами можна об'єднати в один логічний алгоритм (рисунок 3.3).

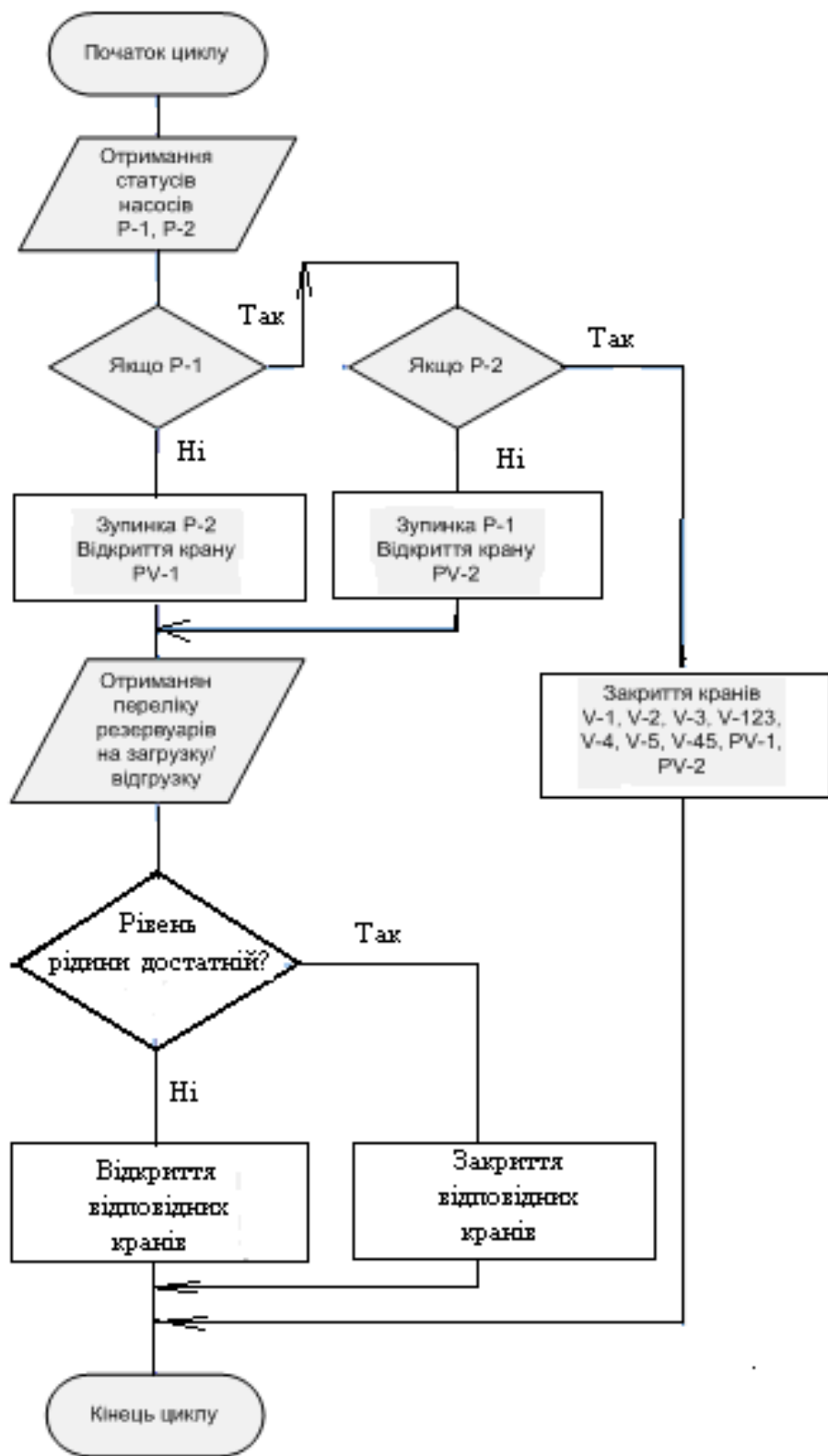


Рисунок 3.3 – Алгоритм керування кранами і насосами

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

4.4 Розробка програми

Розробка програми проводилась в декілька етапів:

- Створення переліку вхідних даних, та визначення їх формату та меж вимірювань;
- Створення переліку вихідних даних та параметрів резервуара;
- Створення програми керування резервуаром;
- Створенні програми керування кранами та насосами.

4.4.1 Перелік вхідних даних, та визначення їх формату

Для початку роботи над створенням програми керування треба чітко визначитись з переліком вхідних даних та меж значень які вони надають (таблиця 3.1). Зважаючи на те, що висота резервуара 14 м – межі вимірювання рівня від 0 то 14 м.

Таблиця 3.1 – Перелік вхідних даних та їхні межі значень.

Назва	Межі значення (одиниці)	Межі вимірювання	Адреса/розмір (байт) X – резервуар
Загальний рівень	0 – 20 000	0 – 14 (м.)	DBX.0 / 2
Рівень підтоварної води	0 – 20 000	0 – 14 (м.)	DBX.2 / 2
Показники температури №1	0 – 3 000	-50 – 120 (C°)	DBX.6 / 2
Показники температури №2	0 – 3 000	-50 – 120 (C°)	DBX.8 / 2
Показники температури №3	0 – 3 000	-50 – 120 (C°)	DBX.10 / 2

Для представлення даних на екрані оператора та їх використанні в розрахунках необхідно їх привести з даних отриманих від датчиків в безрозмірних одиницях в реальні одиниці вимірювань. Для виконання даної процедури було створено функцію переходи від безрозмірних одиниць в реальні значення (рисунок 3.4).

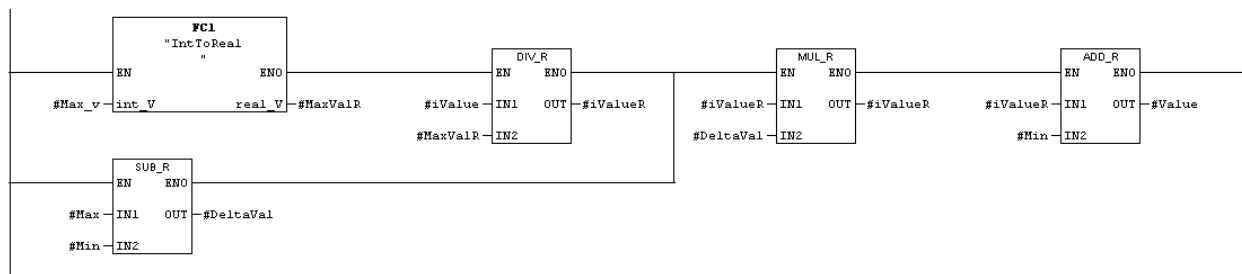


Рисунок 3.4 – Блок програми перетворення даних

На вхід функції подають наступні данні:

- #iValue – реальне значення з датчика;
- #Max_v – максимальне значення датчика;
- #Min – мінімальне значення меж вимірювання в одиницях виміру;
- #Max – максимальне значення меж вимірювання в одиницях виміру.

В результаті виконання отримаємо з датчиків дані в одиницях виміру того чи іншого параметру.

4.4.2 Перелік вихідних даних та параметрів резервуара

Вихідні дані це дані як будуть представлені на екрані оператора, виводяться вони в одиницях вимірювання.

Для збереження вихідних даних для подальшого отримання статистики та історії вимірів, всі дані по кожному резервуару зберігаються в носіях даних DB. Перелік та параметри цих даних представлені в таблиці 3.2

Під параметрами резервуара розуміють його фізичні розміри, що необхідні про розрахунок ваги продукту, та значення граничних рівнів наповнення резервуара (таблиця 3.3).

Таблиця 3.2 – Перелік вхідних даних та їхні межі значень.

Назва	Межі вимірювання	Адреса/розмір (байт) X – резервуар
Загальний рівень	0 – 14 (м)	DBX.34 / 4
Рівень підтоварної води	0 – 14 (м)	DBX.22 / 4
Рівень продукту	0 – 14 (м)	DBX.18 / 4
Середня температура	-50 – 120 (C°)	DBX.26 / 4
Вага продукту	тон	DBX.38 / 4

Таблиця 3.3 – Перелік параметрів резервуара та їхні межі значень.

Назва	Межі вимірювання	Адреса/розмір (байт) X – резервуар
Висота резервуара	0 – 14 (м)	DBX.14 / 4
Граничний рівень №1 (жовта межа)	0 – 14 (м)	DBX.46 / 4
Граничний рівень №2 (червона межа)	0 – 14 (м)	DBX.50 / 4
Радіус резервуара	метр	DBX.46 / 4

4.4.3 Програма керування резервуаром

Основною задачею керування резервуара є облік продукції з визначення її тоннажу та контроль за рівнем наповнення резервуара з подальшим закриттям крану подачі. Блок програми перетворення даних з датчиків рівня представлено на рисунку 3.5 , блок програми перевірки рівня представлено на рисунку 3.6.

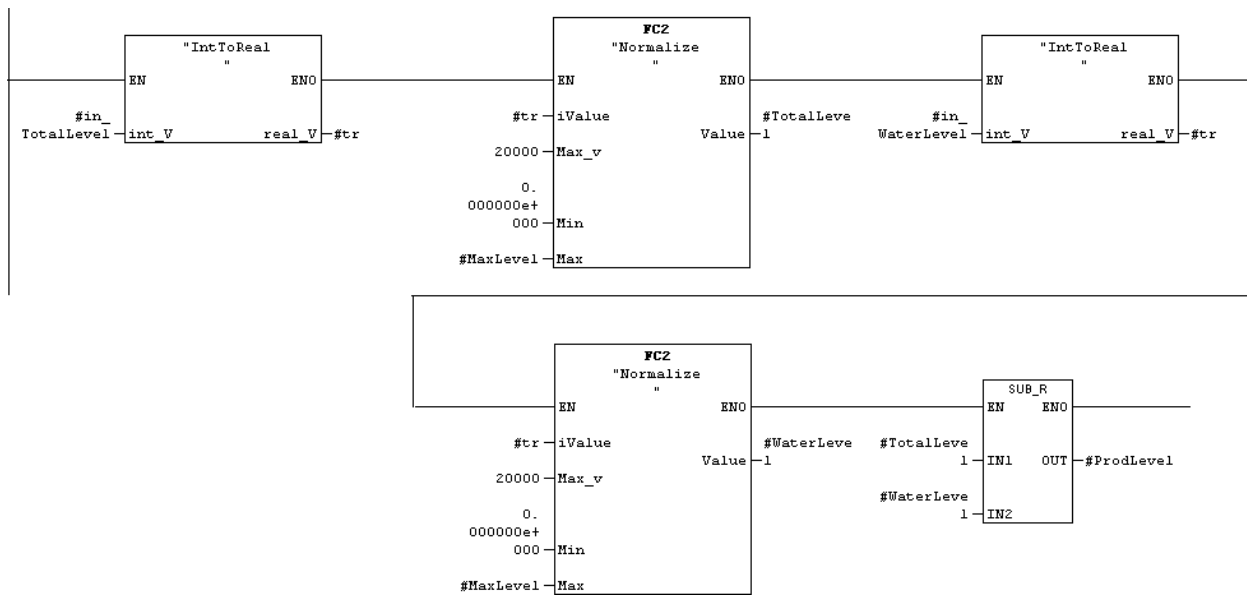
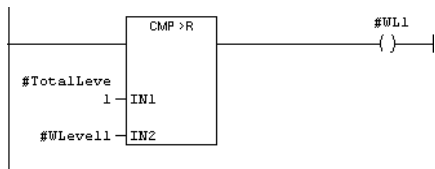
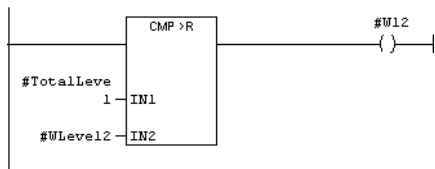


Рисунок 3.5 – Блок програми перетворення даних з датчиків рівня



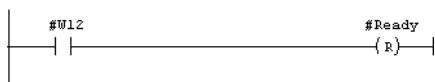
Перевірка граничного рівня №1 (жовта лінія).

Встановлення параметра #W1



Перевірка граничного рівня №2 (червона лінія).

Встановлення параметра #W2



Якщо червона лінія (#W2) – закриття крану подачі

Рисунок 3.6 – Блок програми перевірки рівня

Зняття показників температури у резервуарі проводиться в трьох точках. Для отримання середньої температури продукти створено блок програми (рисунок 3.7) в якій спочатку вираховується середньоарифметичне значення давачів температури а потім приводиться до одиниць вимірювання.

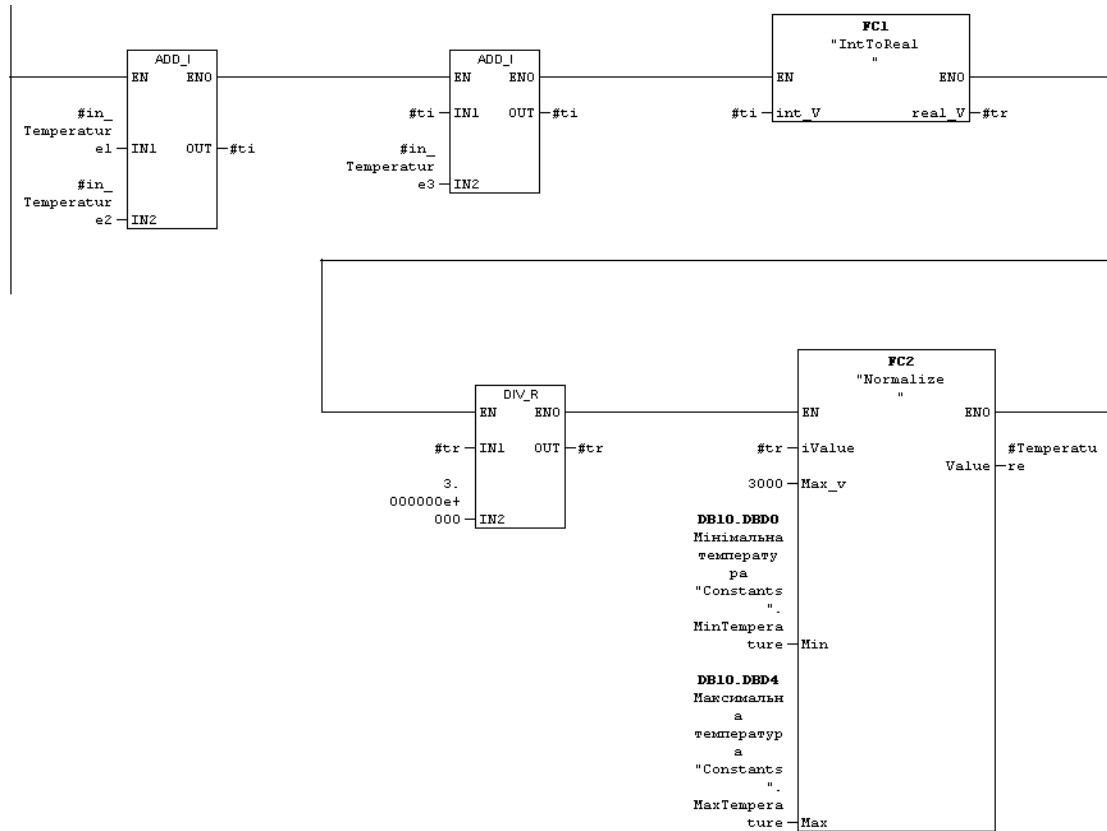


Рисунок 3.7 – Блок програми по розрахунку середньої температури

Наступним етапом є розрахунок ваги продукту. Для цього нам необхідно розрахувати щільність продукту, яка змінюється в залежності від температури (рисунок 3.8).

Для розрахунку щільності продукту (в нашому випадку нафта) використано за основу щільність при 15 C° та коефіцієнт об'ємного розширення при 15 C°. Формула розрахунку наступна:

$$\rho_t = \rho_{15} \exp \left[\alpha_{15} (t - 15) \right] + 0.8 \alpha_{15} (t - 15), \quad (3.1)$$

де ρ_t - щільність при температурі t ;

ρ_{15} - щільність при температурі 15 C°;

α_{15} - коефіцієнт об'ємного розширення при 15 C°

t - температура

Блок розрахунку щільності був створений окремою функцією FC3.

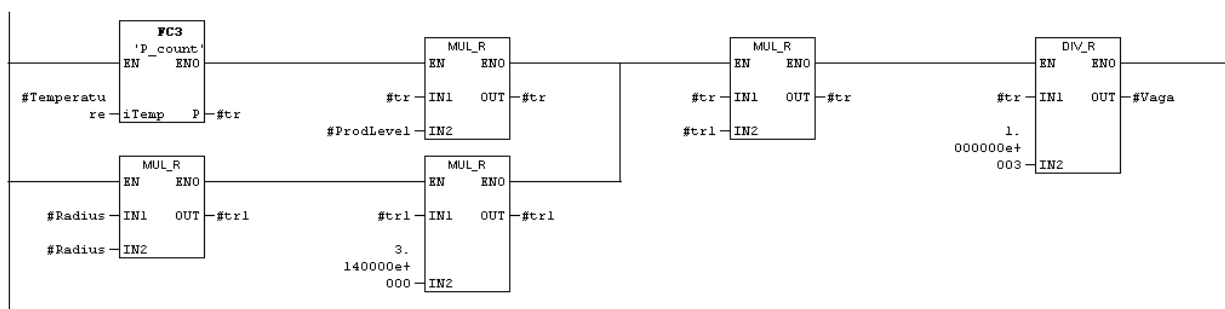


Рисунок 3.8 – Блок програми по розрахунку ваги продукту

В результаті виконання створеної програми ми отримали вісі параметри продукту, що зберігається у резервуарі.

Завдяки можливостям програмного комплексу STEP7 достатньо один раз написати програми керування а потім просто підставляти різні вхідні данні для кожного резервуара окремо (рисунок 3.9).

```

CALL "Trank" , "Trank1"          FB1 / DB1      -- Керування резервуаром / Резервуар №1
in_TotalLevel := "L-1"          MW10           -- Давач рівня резервуара №1
in_WaterLevel := 1000
in_Preasure   := 0
in_Temperature:= "T"            IW4            -- Давачі температури
in_Temperature2:= "T"           IW4            -- Давачі температури
in_Temperature3:= "T"           IW4            -- Давачі температури
Ready         := "E-1"          M1.1           -- Резервуар №1
iVal          := "V-1"          MO.0            -- Кран V-1, резервуара 1

CALL "Trank" , "Trank2"          FB1 / DB2      -- Керування резервуаром / Резервуар №2
in_TotalLevel := "L-2"          MW12           -- Давач рівня резервуара №2
in_WaterLevel := 1000
in_Preasure   := 0
in_Temperature:= "T"            IW4            -- Давачі температури
in_Temperature2:= "T"           IW4            -- Давачі температури
in_Temperature3:= "T"           IW4            -- Давачі температури
Ready         := "E-2"          M1.2           -- Резервуар №2
iVal          := "V-2"          MO.1            -- Кран V-2, резервуара 2

CALL "Trank" , "Trank3"          FB1 / DB3      -- Керування резервуаром / Резервуар №3
in_TotalLevel := "L-3"          MW14           -- Давач рівня резервуара №3
in_WaterLevel := 1000
in_Preasure   := 0
in_Temperature:= "T"            IW4            -- Давачі температури
in_Temperature2:= "T"           IW4            -- Давачі температури
in_Temperature3:= "T"           IW4            -- Давачі температури
Ready         := "E-3"          M1.3           -- Резервуар №3
iVal          := "V-3"          MO.2            -- Кран V-3, резервуара 3

CALL "Trank" , "Trank4"          FB1 / DB4      -- Керування резервуаром / Резервуар №4
in_TotalLevel := "L-4"          MW16           -- Давач рівня резервуара №4
in_WaterLevel := 1000
in_Preasure   := 0
in_Temperature:= "T"            IW4            -- Давачі температури
in_Temperature2:= "T"           IW4            -- Давачі температури
in_Temperature3:= "T"           IW4            -- Давачі температури
Ready         := "E-4"          M1.4           -- Резервуар №4
iVal          := "V-123"        MO.3            -- Кран V-123

CALL "Trank" , "Trank5"          FB1 / DB5      -- Керування резервуаром / Резервуар №5
in_TotalLevel := "L-5"          MW18           -- Давач рівня резервуара №5
in_WaterLevel := 1000
in_Preasure   := 0
in_Temperature:= "T"            IW4            -- Давачі температури
in_Temperature2:= "T"           IW4            -- Давачі температури
in_Temperature3:= "T"           IW4            -- Давачі температури
Ready         := "E-5"          M1.5           -- Резервуар №5
iVal          := "V-4"          MO.4            -- Кран V-4, резервуара 4

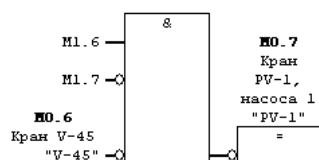
```

Рисунок 3.9 – Блок програми по керування окремими резервуарами

4.4.4 Програма керування кранами та насосами

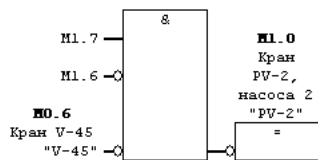
Виходячи з алгоритму керування можна зробити висновок, що керування кранами і насосами зводяться до логічних функцій І, АБО та НЕ. Тому програмування цього блоку виконувалось на мові FBD.

Програмний код наступний:



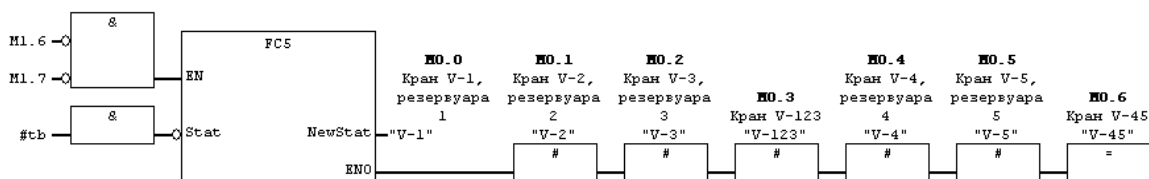
Крок №1

Відкриття крану PV-1, якщо відкритий кран V-45 та включений насос P-1



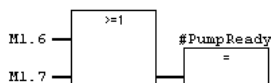
Крок №2

Відкриття крану PV-2, якщо відкритий кран V-45 та включений насос P-2



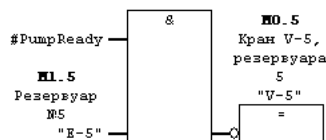
Крок №3

Закриття всіх кранів, якщо зупинені всі насоси



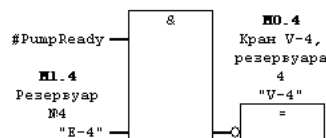
Крок №4

Статус готовності одного з насосів



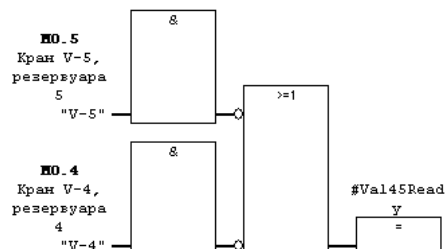
Крок №5

Якщо насос готовий та резервуар E-5 готовий то відкриття крану V-5



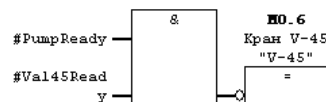
Крок №6

Якщо насос готовий та резервуар E-4 готовий то відкриття крану V-4



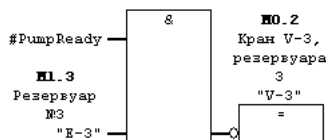
Крок №7

Якщо відкритий кран V-4 або V-5, статус готовності крану V-45



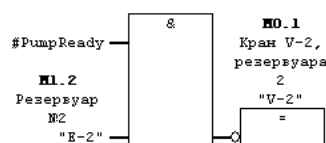
Крок №8

Якщо насос готовий та готовий кран V-45 то відкриття крану V-45



Крок №9

Якщо насос готовий та резервуар E-3 готовий то відкриття крану V-3



Крок №10

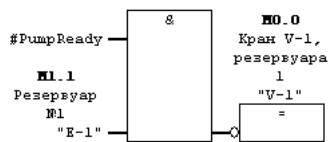
Якщо насос готовий та резервуар E-2 готовий то відкриття крану V-2

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ

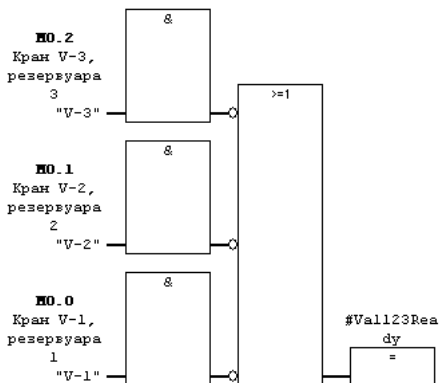
Арк.

59



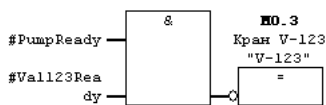
Крок №11

Якщо насос готовий та резервуар E-1 готовий то відкриття крану V-1



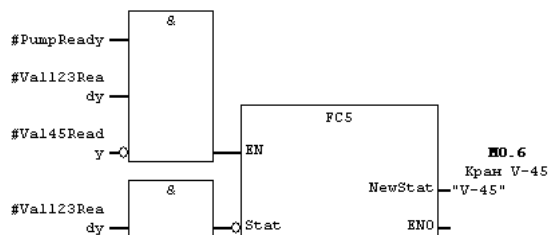
Крок №12

Якщо відкритий кран V-1 або V-2 або V-3, статус готовності крану V-123



Крок №13

Якщо насос готовий та готовий кран V-123 то відкриття крану V-123



Крок №14

Якщо насос готовий, відкритий кран V-123 та не відкритий кран V-45 то відкриття крану V-45

4.5 Візуалізація процесу вимірювань

Для візуалізації процесу вимірювання було використано програмний пакет WinCC.

Візуалізація процесу зводилась до створення операторського вікна керування 5 резервуарами та системою заправки / відправки продукту. На панелі керування певним резервуаром необхідно було вивести інформацію про стан резервуара, рівень продукту, температуру та вагу. Вигляд створеної панелі керування зображений на рисунку 3.10

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ

Арк.

60



Рисунок 3.10 – Панель керування резервуаром

Для прив'язки даних з контролера на панель оператора використовуються декілька методів:

- Пряме посилання на адресу з даними
- Через програмування на VBasic або C++;
- Через посилання на інший об'єкт з даними.

Для відображення інформації про рівні та температуру використовується пряме посилання де встановлюється адреса та частота опитування (рисунок 3.11).

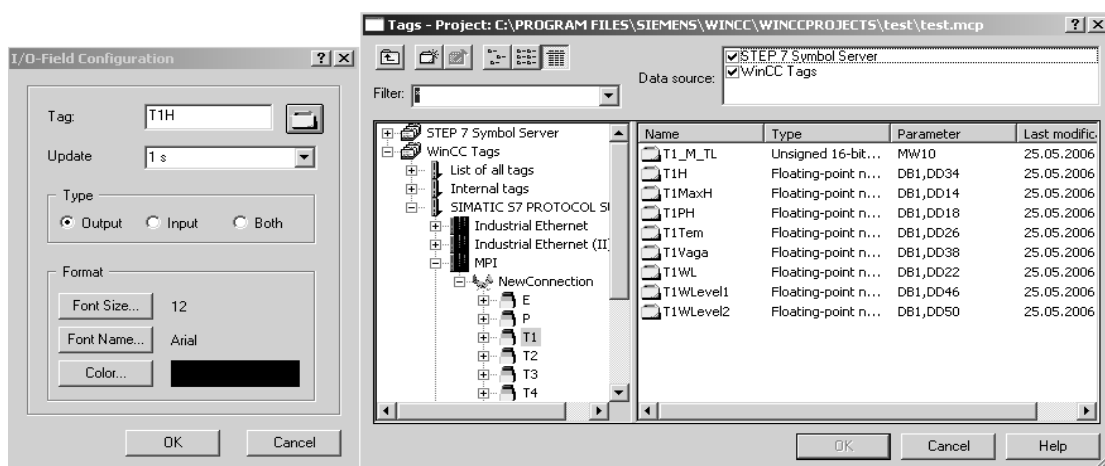


Рисунок 3.11 – Пряме посилання на адресу з даними

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

Для відображення рівня на смузі рівня використано подію зміни даних вже отриманого рівня, і шляхом посилання на об'єкт внесено інформацію (рисунок 3.12).

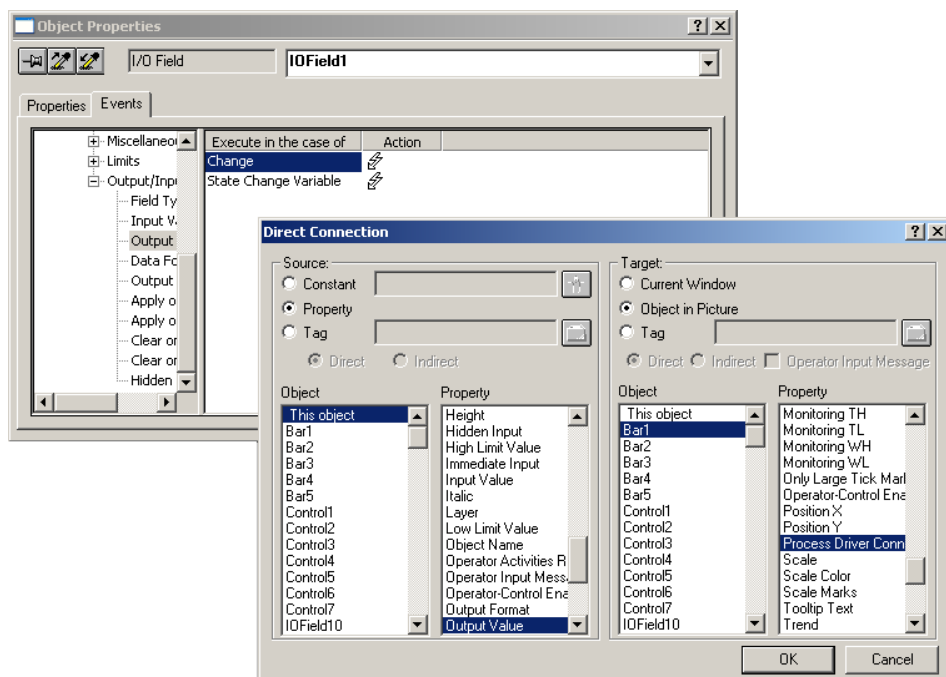


Рисунок 3.12 – Посилання за даними на інший об'єкт за подією

Останні від зміни даних був використаний для включення та виключення насосів та відкриття кранів. Зміна даних проводилася за допомогою написаного коду на VBasic (рисунок 3.13).

З цілому вікно оператора включає в собі панелі інформації п'яти резервуарів, інформацію про стан кранів та насосів (додаток Г). Дії які може виконувати оператор обмежуються визначенням резервуарів для загрузки / відгрузки та включенням одного чи іншого насосу.

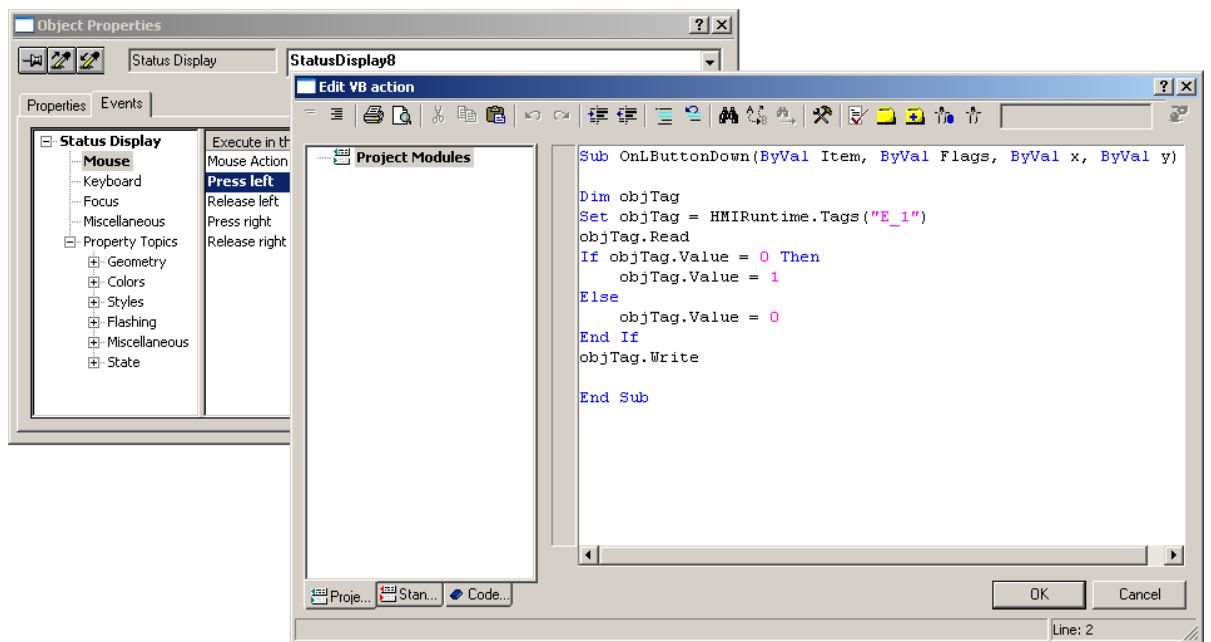


Рисунок 3.13 – Зміна даних за допомогою коду на VBasic

Дії по відкриттю кранів для забезпечення шляху проходження продукту по трубопроводу та реакцію системи на переповнення резервуара виконує ПЛК.

Для імітації процесу наповнення або розвантаження резервуарів на вікні оператора було розміщено 5 об'єктів керування. З допомогою маніпулятора можна змінювати рівні продукти в резервуарі та візуально оцінювати реакцію системи на критичні події.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

В процесі роботи людина взаємодіє із предметами праці, знаряддями праці та іншими людьми. На неї діють різні фактори виробничого середовища, в якому протікає процес праці (температура, вологість повітря, шум, вібрація, шкідливі речовини, різні випромінювання та інші). Від умов праці в великій мірі залежить здоров'я, працездатність людини, відношення до праці і її результати. При несприятливих умовах різко знижується продуктивність праці і виникають передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

У зайнятих переважно розумовою працею, робота яких супроводжується нервово-психічним напруженням (оператори, диспетчери і т.д.), частіше реєструється патологія, у якої є істотною роль порушень нервово-ендокринної регуляції: це захворювання нервової системи, органів травлення, органів чуття.

Недоліки при проектуванні і створенні обчислювальних центрів неминуче відбивається на якісних і кількісних показниках діяльності робітників, у тому числі призводить до уповільнення або помилок у процесі роботи.

Особливості характеру і режиму праці, значна розумова напруга й інші навантаження призводять до зміни в робітників обчислювальних центрів функціонального стану центральної нервової системи, нервово-м'язового апарату рук (при роботі з клавіатурою введення інформації). Нераціональні конструкція і розташування елементів робочого місця викликають необхідність підтримки змушеної робочої пози. Тривалий дискомфорт в умовах гіпокінезії викликає погашену пізлотонічну напругу м'язів і обумовлює розвиток загального стомлення і зниження працездатності.

При тривалій роботі за екраном дисплея в операторів відзначається виражена напруга зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головну біль, дратівливість, порушення сну, втома і хворобливі

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		64

відчуття в очах, в області шиї, руках і ін. Вони також піддаються впливу шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища: електромагнітних подів (радіочастот), статичній електриці, шуму, недостатньо задовільних метеорологічних умов, недостатньої освітленості і психоемоційної напруги. Праця робітників з електронно-обчислювальною технікою повинна відносити до 1-2 класу по гігієнічних умовах праці; його тяжкість не повинна перевищувати оптимальних.

Представимо в таблиці 4.1 небезпечні виробничі фактори.

Таблиця 4.1 - Аналіз потенційно небезпечних виробничих факторів

Виробничий об'єкт	Небезпечний фактор (технологічна операція)	Фактичне значення	Нормативне значення (безпечна величина)	Характер дії на людину
1	2	3	4	5
ЕОМ	Шум	LP=40дБА	LP=50дБА	Роздратування, втома, втрата слуху
	Рентгенівське випромінювання	20 мкР/год	75 мкР/год	Загальна втома, головний біль
	Ультрафіолетове випромінювання	0,1 Вт/м ²	0,01 Вт/м ²	
	ГЧ - випромінювання	0,05-4 Вт/м ²	100 Вт/м ²	
	Електростатичне поле	15 кВ/м	20-60 кВ/м	
Яскравість	75-80 кД/м ²	не менше 35 кД/м ² не більше 60 кД/м ²	Різь в очах	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	4
Резервуар	Електричний струм	U=380/220В; I=110А; f=50Гц		Можливість ураження електричним струмом
	Посудини та лінії під тиском	P=30МПа		Можливість травмування працівників в аварійних ситуаціях
	Робота на висоті	H = 15м		Можливість механічного травмування

5.2 Заходи для забезпечення нормальних умов праці в операторній

Виробничі приміщення даної категорії проектується відповідно до вимог СНІП 2.09.04-87 "Адміністративні і побутові будинки приміщення виробничих підприємств". Розміщення приміщень здійснюються за принципом однорідності видів виконуваних робіт. З метою оптимізації умов праці робітників, необхідно встановлювати відео-термінали в приміщення, суміжні й ізольовані від приміщень із технологічним обладнанням.

Для екрану монітора використовується спеціальний фільтр який захищає очі оператора від ультрафіолетових і рентгенівських променів, а також підвищує контрастність зображення.

Переважно застосовуються захисні екрани трьох типів - сіткові, плівкові і скляні. Результат досліджень властивостей фільтрів наведено в таблиці 4.2.

Сіткові екрани, зменшують блищання, але значно знижують контрастність і видимість об'єктів розрізнення, що неприпустимо. Плівкові,

поліпшуючи видимість і контрастність зображення, швидко вигоряють і утруднюють видимість.

Таблиця 4.2 - Характеристики захисних екранів

Тип фільтру	Конструкція	Позитивні якості	Негативні якості
Сітковий без провідного шару	Чорна капронова сітка з ниток різної товщини та різного плетіння	Зменшує блищання скляної поверхні	Захисних функцій не виконує; знижує видимість на 50%; зменшує чіткість і контрастність зображення
Сітка з провідними нитками, або провідним покриттям і заземленням	Чорна металева або капронова сітка з металевим покриттям	Захищає від ЕСПП при високій провідності від ЕМП (СЧ і НЧ спектрів)	Зменшує чіткість, контрастність і видимість зображення
Плівковий токований	Тонка плівка фірми "Polaroid" CP-50; "Polaroid" CP-60	Знижує блищання і мерехтіння екрану, дещо підвищує контрастність і чіткість	Не призначений для захисту від випромінювання, мала прозорість (25%); швидко вигоряє при користуванні
Скляний тонкий: токований з поглинаючим шаром	Тонке неpolіроване скло	Знижує блищання від екрана ЕПТ	Як правило, не має сертифіката якості
Скляний товстий	Товсте скло, леговане іонами важких металів	Забезпечує захист від випромінювань ЕМП (ВЧ, НЧ, СЧ), УФ.	Дуже яскравий блиск від фільтра
Комбінований; скляний з плівковим покриттям	Тонке скло і плівка	Прозорість, послаблює всі види випромінювання	Високе блищання

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ

Арк.

67

По можливості екран дисплею необхідно розмістити трохи вище рівня очей. Це створить розвантаження тих груп м'язів, які напружені при нормальному погляді - вниз або вперед.

У операторних, а також інших приміщеннях, де особливості експлуатації устаткування обумовлюють підвищену рухливість повітря, значні рівні звуку й інші несприятливі чинники виробничого середовища, постійні робочі місця операторів ЕОМ необхідно розміщувати в ізольованих кабінах, площа яких із розрахунку на одну людину повинна бути не менше 6 м², а об'єм не менше 20 м³.

Кабіна оператора повинна розміщатися з протилежної сторони від гучних агрегатів обчислювальних машин, вона повинна мати природне освітлення при коефіцієнті природної освітленості не менше 1,0% з організованим повітрообміном (таблиця 4.3).

На постійних робочих місцях і в кабіні оператора повинні бути забезпечені мікрокліматичні параметри, рівні освітленості, шуму і стан повітряного середовища, визначені чинними санітарними правилами і нормами.

Таблиця 4.3 - Оптимальні значення метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень

Виробниче приміщення	Категорія важкості фізичних робіт	Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Приміщення з ЕОМ	І - а легка	Теплий	22-25	40-60	0,1
		Холодний	20-23	40-60	0,1
Приміщення оперативного виводу інформації	І-б легка	Теплий	23-25	40-60	0,1
		Холодний	20-22	40-60	0,1

У виробничих приміщеннях повинні дотримуватися такі об'єми зовнішнього повітря:

- при об'ємі приміщення більше - 10 м³ на одного працюючого, присутності вікон і відсутності виділення шкідливих речовин припускається природна вентиляція приміщення, якщо не потрібно дотримання технологічних параметрів чистого повітря;
- у виробничих приміщеннях без вікон і ліхтарів подача повітря на одного працюючого повинна бути не менше 60 м³/год, при дотриманні норм мікроклімату, шкідливих речовин і пилуки.

В усіх операторних на постійних робочих місцях параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам СН 4088-86 "Мікроклімат виробничих приміщень".

Кондиціонування повітря повинно забезпечувати автоматичну підтримку параметрів мікроклімату у необхідних межах в перебіг усіх сезонів року, очищення повітря від пилуки шкідливих речовин, створення невеличкого надлишкового тиску у чистих приміщеннях для виключення надходження неочищеного повітря. Необхідно також передбачити можливість індивідуального регулювання роздачі повітря у окремих приміщеннях. Температура повітря, яке подається, повинна бути не нижче 19°C. Характеристика системи вентиляції наводиться в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Характеристика системи вентиляції

Виробниче приміщення	Вид вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітряного обміну, 1/год
Відділ управління	витяжна	кондиціонер LG 4x12	1.5

Освітлення в приміщеннях операторних повинно бути змішаним, природним і штучним.

Природне освітлення повинно здійснюватися у виді бічного освітлення. Значення коефіцієнту природного освітлення повинно відповідати нормативним рівням по СНП 11-4-79 "Природне і штучне освітлення, Норми проектування". При виконанні роботи категорії високої зорової точності цей показник повинен бути не нижче 1,5%, при роботі середньої точності - не нижче 1,0%. Орієнтація світло-отворів для приміщень з ЕОМ повинна бути північною.

Штучне освітлення в приміщеннях операторів варто здійснювати у виді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення. Для запобігання підсвічування екранів дисплеїв прямими світловими потоками застосовуються світильники загального освітлення, розташовані між рядами робочих місць або зон із достатнім бічним освітленням. При цьому лінії світильників розташовуються паралельно світло-отворам.

Освітлювальні установки повинні забезпечувати рівномірну освітленість (таблиця 4.5) за допомогою переважно відбитого або розсіяного світлорозподілу. Вони не повинні створювати світних відблисків на клавіатурі й інших частинах пульта, а також на екрані. Для уникнення відблисків на екранах від світильників загального освітлення необхідно застосовувати антиблікові сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран.

Таблиця 4.5 - Рівні освітленості у приміщеннях з відео терміналами

	Розряд зорових робіт	загальне	комбіноване	аварійне	евакуаційне	тип освітлення
		Е, не менше, ЛК	Е, не менше, ЛК	Е, не менше, ЛК	Е, не менше, ЛК	
Приміщення з ЕОМ	III	400	450	15	-	ЛДОР з ламп ЛД-80

Місцеве освітлення забезпечується світильниками, встановленими безпосередньо на столі або на його вертикальній панелі, а також вмонтованими в козирок пульта. Якщо виникає необхідність використання індивідуального світлового джерела, то він повинен мати можливість орієнтації в різних напрямках і бути оснащений пристроєм для регулювання яскравості і захисної сітки, що охороняє від осліплення і відбитого блиску.

Джерела світла стосовно робочого місця розташовують таким чином, виключити влучення в очі прямого світла. Захисний кут арматури в цих джерел повинний бути не менше 30°.

Пульсація освітленості використовуваних люмінесцентних ламп не повинна перевищувати 10%. При природному освітленні варто застосовувати засоби сонцезахисну, що знижують перепади яскравості між природним світлом і світінням екрану. У якості таких засобів можна використовувати плівки з металевим покриттям або регульовані жалюзі з вертикальними ламелями. Крім того, рекомендується розміщення вікон з однієї сторони робочих приміщень.

У полі зору оператора повинен бути забезпечений відповідний розподіл яскравості. Відношення яскравості екрана до яскравості навколишніх його поверхонь не повинно перевищувати в робочій зоні 3:1.

М'яке рентгенівське випромінювання, що виникає при напрузі на аноді 20-22 кВ, а також висока напруга на струмоведучих ділянках схеми викликають іонізацію повітря, з утворенням позитивних іонів, що вважаються несприятливими. Оптимальним рівнем аероіонізації в зоні подиху працюючого рахується вміст легких аеро-іонів обох знаків від $1,5^{-102}$ до 5^{-103} у 1 см^3 повітря.

Організацію робочого місця оператора необхідно здійснювати на основі сучасних ергономічних вимог. Конструкція робочих меблів (столи, крісла або стільці) повинна забезпечувати можливість індивідуального регулювання

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		71

відповідно росту працюючого і створювати зручну позу. Часто використовувані предмети праці й органи керування повинні знаходитися в оптимальній робочій зоні.

5.3 Розрахунок природної освітленості

Схема приміщення операторної представлено на рисунку 4.1.

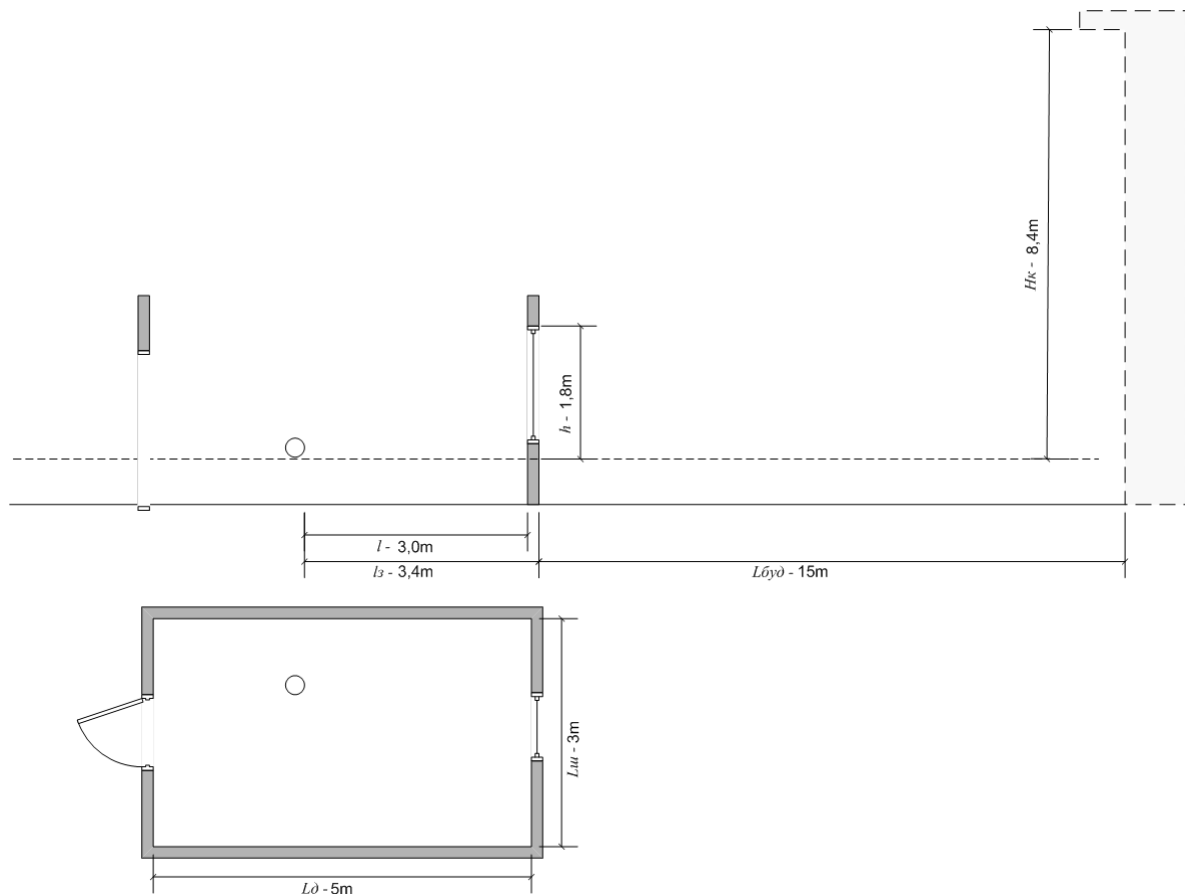


Рисунок 4.1- Схема приміщення

На рисунку 4.1 показано:

- L_0 - довжина приміщення: 5,0м;
- $L_{ши}$ - ширина приміщення: 3,0м;
- l - глибина приміщення: 3,0м;

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата

ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ

Арк.

72

- h - висота від рівня робочої поверхні до верхньої грані вікна: 1,8м;
- I_3 - відстань від розрахункової точки до зовнішньої поверхні стіни: 3,4м;
- $L_{\text{буд}}$ - відстань між розрахунковим будинком і будинком навпроти: 15,0м;
- H_k - висота розміщення карнизу будинку навпроти над підвіконником розрахункового вікна: 8,4м.

- 1) Розглянемо схему приміщення, де встановлено персональний комп'ютер (див. рисунок 4.1).
- 2) По ширині приміщення яка не перевищує 12 м вибираємо бокове одностороннє освітлення.
- 3) Визначаємо розряд роботи по зоровій напруженості і характеру зорової роботи і по них визначаємо коефіцієнт освітлення: $e = 1.0\%$.
- 4) По поясу світлового клімату визначаємо коефіцієнт світлового клімату: $m = 0.8$.
- 5) По поясу світлового клімату і орієнтації вікон по сторонах горизонту (на захід) визначаємо коефіцієнт сонячності: $C = 0.8$.
- 6) По коефіцієнтах e , m , C визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення e_n :

$$e_n = e \cdot m \cdot C = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0.64 (\%) \quad (4.1)$$

- 7) Визначаємо відношення довжини приміщення до глибини приміщення:

$$Ld / l = 5 / 3 \approx 1.7 \quad (4.2)$$

- 8) Визначаємо відношення глибини приміщення до висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна:

$$L / h = 3 / 1,8 \approx 1.7 \quad (4.3)$$

- 9) Визначаємо світлову характеристику щ бокових світлових прорізів (вікна) по відношеннях (4.1), (4.2) та (4.3): $\eta_0 = 17$.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		73

10) Визначаємо відношення відстані $L_{\text{б\у\д}}$ між нашим приміщенням до висота $H_{\text{к}}$ розміщення карнизу будинку навпроти над підвіконником вікна:

$$L_{\text{б\у\д}} / H_{\text{к}} = 15 / 8,4 \approx 1,8 \quad (4.4)$$

11) Визначаємо значення коефіцієнта $K_{\text{б\у\д}}$ який враховує затіненість вікон будинком навпроти: $K_{\text{б}} = 1$

12) Визначаємо загальний коефіцієнт світло пропуску матеріалу:

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 = 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,416 \quad (4.5)$$

13) Площа підлога: $S_{\text{підлоги}} = 15\text{м}^2$

14) Площа стелі: $S_{\text{стелі}} = 15\text{м}^2$

15) Площа стін: $S_{\text{стін}} = 48\text{м}^2$

16) Коефіцієнт відбиття від стін, підлога і стелі:

$$P_{\text{стін}} = 70\%, P_{\text{стелі}} = 70\%, P_{\text{підлоги}} = 56\%$$

17) Середньоваговий коефіцієнт відбиття:

$$p_c = (70 \cdot 48 + 70 \cdot 15 + 56 \cdot 15) / (48 + 15 + 15) = 67.3 \% \quad (4.6)$$

18) Площа підлоги освітлена вікнами:

$$S_{\text{підлоги}} = Ld(1 - \delta_{\text{СТ}}) = 13,5 (\text{м}^2) \quad (4.7)$$

19) Площа світлопрорізів вікон:

$$S = \frac{e_{\text{н}} \cdot \eta_0 \cdot K_{\text{б}} \cdot S_{\text{підлоги}}}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100} \quad (4.8)$$

$$S = \frac{0.64 \cdot 17 \cdot 1 \cdot 15}{0.416 \cdot 3.1 \cdot 100} \approx 1.3 (\text{м}^2)$$

20) Необхідне число вікон:

$$n = \frac{S}{S_{\text{в}}} = \frac{1.3}{3.6} \approx 0.4 (\text{шт}) \quad (4.9)$$

На основі проведеного розрахунку можна зробити висновок, що в приміщенні, що має вказані розміри, достатньо одного вікна площею 3.6 м^2 . Отже воно відповідає нормам природного освітлення.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		74

ВИСНОВКИ

Системи автоматизації управління резервуарними парками проходять стадію інтенсивного розвитку. З кожним роком з'являються нові, більш точні, системи вимірювання параметрі продукту. Розробляються нові системи логічного керування які охоплюють всі сфери управління процесом зберігання, відвантаження та завантаження продукту, системи керування аварійними ситуаціями, системи комерційного обліку продукції, що зберігається, та багато інших систем, що супроводжують керування парками резервуарів.

В ході аналізу продукції фірми SIEMENS, а саме серії продуктів для автоматизації процесів управління – SIMATIC, прийшов до висновку, що це повністю інтегровані системи автоматизації. Такі системи являють собою якісно новий метод уніфікації систем автоматизації виробництва й технології, у якому апаратні й програмні засоби керування є єдиною системою - SIMATIC.

В основі цієї системи лежать наступні ідеї:

- в області обробки даних - принцип однократного введення даних у систему, після чого вони стають доступними на всіх рівнях керування. Помилки в передачі даних і їхньої несумісності виключені;
- в області конфігурування й програмування - всі компоненти і системи конфігуруються, програмуються, запускаються, тестуються й обслуговуються з використанням простих стандартних блоків, вбудованих у систему розробки. Всі операції виконуються з використанням єдиного інтерфейсу і єдиних інструментальних засобів;
- в області зв'язку - питання, хто буде зв'язуватися й з ким, вирішується простим використанням таблиць з'єднань. З'єднання можуть бути легко модифіковані в будь-який час у будь-якому місці. Різні мережні рішення конфігуруються просто й одноманітно.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		75

В данні роботі було вивчено можливості системи автоматизованого проектування (САПР) Siemens Step7. Ця система не тільки дозволяє проводити розробку програм для логічних контролерів, а і дозволяє в реальному часі спостерігати процес керування. Це функція дозволяє в реальному часі проводити налагодження програми та значно зменшує час пошуку неточностей та помилок в керування процесом.

Визначено сфери використання та можливості SCADA системи WinCC для візуалізації процесу управління резервуарними парками.

Заключним етапом даного проекту було створення системи керування резервуарами. Написання програми для ПЛК S7-300 по збору інформації від давачів, обрахунку вага продукту, що зберігається, керування кранами та насосами для забезпечення подачі продукту. Для візуалізації процесу, за допомогою SCADA системи WinCC, було створення вікно оператора управління процесом.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		76

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко В.П., Состояние и перспективы развития резервуарных парков нефтебаз. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. – 78 с.
2. Венгерцев Ю.А., Разработка методов повышения эффективности эксплуатации резервуарных парков предприятий по обеспечению нефтепродуктами. – М., 1999. – 25 с.
3. Доценко Р.В., Информационно-измерительные системы количественного учета нефтепродуктов в резервуарных парках. – М., 1998. – 25 с.
4. Зайцев Л.А., Системы сбора и обработки информации для резервуарных парков. – М.: Недра, 1994. – 148 с.
5. Панарин В.В. Средства автоматизации и управления резервуарными парками и насосными станциями. – М., 1993. – 44 с.
6. Свербейкин С.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение АСУ ТП резервуарных парков. – Томск: 1994. – 18 с.
7. Музылева И.В., Практическая работа в STEP7 Micro/Win промышленного программного обеспечения SIMATIC. – Липецк: 2005. – 48 с.
8. SIMATIC – Комплексная автоматизация производства. – М.: ЭСТ-М, 2001. – 93 с.
9. SIMATIC – Промышленная связь. – М.: ЭСТ-М, 2001. – 493 с.
10. SIMATIC – Комплексная автоматизация производства. – М.: Сименс, 2003. – 211 с.
11. Обзор системы Simatic WinCC. Визуализация процесса и платформа для ИТ и бизнес интеграции. – Siemens, 2003. – 115 с.
12. Программно-технические комплексы контроля и управления технологическими процессами. – М.: ЭСТ-М, 2002. – 64 с.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		

13. SIMATIC – Комплексная автоматизация производства. – М.: БИ, 2004. – 103 с.
14. Програмовані контролер S7-300. Перші кроки по монтажу та введенню в експлуатацію. – Siemens AG. – 2000.
15. Х.-П. Бойерле, Г.Бах-Беценар.: Комунікація в техніці автоматизації. Автоматизація виробництва. – Siemens AG, 1991. – 155 с.;
16. Мережі SIMATIC NET PROFIBUS. Технічне керівництво. - Siemens AG, 1999. – 182 с.;
17. WinCC-керівництво по комунікації. - Siemens AG.: 1999. – 90 с.;
18. Система автоматизації. АСУ. Автоматизація виробництва. Автоматизація підприємства, Промислова автоматизація – Каталог продукції Simatic: <http://www.sskit.ru>.
19. Методичні вказівки до написання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст” для спеціальності 7.091500-Комп’ютерні системи та мережі /Укл. Г.В. Сапожник, Н.М.Васильків.-Тернопіль: ТАНГ, 2004.-24с.
20. Методичні рекомендації до виконання дипломного проектування з освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст». Спеціальність «Комп’ютерні системи та мережі»/ О.М.Березький, Н.М. Васильків, І.В. Васильцов, Р.Б. Трембач/ Під ред..М.П.Карпінського.– Тернопіль:ТНЕУ, 2008.-38с.

					ДП.КСМ. 19109/11.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		78