

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету

(підпис) Форсюк А.В.
(прізвище та ініціали)

«2» червня 2021 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) Ельперін І.В.
(прізвище та ініціали)

«2» червня 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК 4-Зск

Нікольський Владислав Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____
(підпис)

Керівник ст.викладач Киричук Сергій Андрійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент Загоровська Л.Г.
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

« 29 » квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Нікольський Владислав Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі

керівник роботи **ст.викладач Киричук Сергій Андрійович**

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » квітня 2021 р. № 248-к

2. Строк подання здобувачем роботи « 2 » червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2.

Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Нікольський В.О.

(підпис)

Керівник роботи Киричук С.А.

(підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу прийому молока на молокозаводі.

В роботі розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В кваліфікаційній роботі докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора. В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: система автоматизації, прийом молока, Unity PRO, Schneider Electric.

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

Abstract

This qualification work dedicated to the development process automation systems for reception of milk to dairies.

The qualification work developed documentation automation system, in which includes: a description of the process object management scheme automation configuration diagram, schematic diagrams and control systems.

The software for this department. The program is designed in software Unitu PRO from Schneider Electric. Robotospromozhnist program was tested on a real controller.

The qualification work detail the options for technological solutions of automation systems, as well as an analysis of existing and developed system.

A comparative analysis of transients for different values of the parameters of the regulator. The work shows the evaluation of process automation in gene.

Keywords: automation system, milk intake, Unity PRO, Schneider Electric.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст

Вступ.....	8
1. Опис об'єкта автоматизації.....	10
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	11
2. Система автоматизації.....	12
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	12
2.2. Схема автоматизації.....	32
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	34
3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	39
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	39
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	58
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	61
4. Креслення встановлення технічного засобу.....	67
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).	71
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.	74
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	74
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	77
7. Комп'ютерне моделювання систем автоматичного регулювання	81
7.1. Постановка задачі дослідження.....	81
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.	82
7.3. Моделювання САР.....	83

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків. _ ...	89
Висновки	92
Список використаної літератури	93

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

Вступ

Прогресивна технологія передбачає високу ступінь використання корисної фракції сировини, можливість отримання продукту високої якості, мінімальну питому витрату енергії і мінімальну тривалість технологічних операцій. Для забезпечення цих показників і використовується автоматизація у харчовому виробництві.

При автоматизованому режимі роботи установки чи лінії роль людини здебільшого зводиться до вмикання об'єкта або до виконання окремих ручних функцій.

Основні переваги автоматизації полягають у можливостях забезпечити:

- зростання продуктивності та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних чи взагалі недоступних людині сферах;
- підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідних виробів.

Сучасний розвиток промислового виробництва молочних продуктів супроводжується все більше широким застосуванням автоматичних систем управління технологічними процесами.

Широке застосування АСУ обумовлюється завдяки забезпеченню заданої якості продукції, яка виробляється незалежно від суб'єктивних факторів, зменшенню втрат цінних продуктів, зменшенню затрат на працю.

Характерними особливостями сучасного виробництва молочних продуктів є якісне забезпечення технологічних процесів, що дають можливість

збільшення якості молочних виробів, зменшення втрат спирту. Тому з підвищенням рівня автоматизації технологічних процесів ускладнюється задача по їх управлінню.

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

Велике значення при виробництві молочних продуктів має фільтрація продукту. Якість продукту в значній мірі залежить від вмісту важких речовин. Це впливає не тільки на якість, але й надає продуктам відповідних для них властивостей (смак).

Автоматичне управління лінією виготовлення молочних продуктів дозволяє знизити втрати спирту при змішуванні , запуску та зупинці розливу, якісніше вести очистку фільтрів.

Застосування мікропроцесорної техніки дозволяє значно поліпшити якість управління технологічним процесом і надає більш широку інформацію про хід процесу, а також вивільнює оператора, що веде до зниження собівартості продукції.

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

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Ділянка попереднього зберігання молока в резервуарах молока є проміжною між прийманням молока і та його тепловою обробкою. Тому якість продукту повинна бути на належному рівні.

Резервуар розраховані на 80 тонн молока та обладнаний витратоміром для визначення кількості молока в кожному з резервуарів.

Заповнення резервуару здійснюється насосом через трубопровід, який відділений дренажним клапаном від трубопроводу для промивки резервуарів після використання для дотримання санітарно-гігієнічних норм. Миючий засіб подається в резервуар по трубопроводу через розпилювальну головку. Після промивки миючий засіб зливається через клапани зливу.

На резервуарі встановлені сигналізатори верхнього, середнього, нижнього рівня. Коли рівень молока в заповнюваному резервуарі досягне сигналізатора середнього рівня автоматично вмикається електродвигун мішалки. Після заповнення резервуару молоком до верхнього рівня сигналізатор сповіщує про це оператора.

Після спорожнення резервуара автоматично закривається група клапанів на трубопроводі спорожнення.

Система попереднього зберігання молока є однією з найважливіших ланок щодо подальшого перероблення продукту. Тому метою є контроль всіх якісних і кількісних властивостей молока.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Нікольський В.О.					10	2
Перевір.		Киричук С.А.						
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.						

Передбачений контур регулювання температури молока в збірнику, шляхом подачі хладагенту в рубашку охолодження збірника. В розробленій схемі автоматизації передбачено вимірювання кількості молока, його температури, жирності, кислотності та рівня в резервуарі.

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№ п/п	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Збірник молока	Температура	8 ± 2	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату хладагенту	Ручне управління із щита оператора
		Жирність молока, %	15	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
		Кислотність молока, рН	6	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
		Рівень, %	>5	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
			>50	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
			>90	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
2	Трубопровід подачі молока	Витрата молока, л/год	400 ± 10	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	
3	Трубопровід подачі молока	Витрата промивного розчину, л/год	50	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора, щит управління	

2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Нікольський В.О.					12	27
Перевір.		Киричук С.А.						
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.						
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск		

а) металеві (від -260 до $+1100$ °C) та б) напівпровідникові ($-275...+600$ °C);

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур ($-200...+2200$ °C), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні ($700...10000$ ° C);

б) спектрального відношення ($300...2800$ °C);

в) повного випромінювання ($-50...3500$ °C).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в
проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і

					Кваліфікаційна робота	Лист
						13
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Термoeлектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						14
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до $\pm 0,01^\circ \text{C}$), великий температурний діапазон виміру: від -250°C до 2500°C , простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01^\circ \text{C}$) потрібна індивідуальна градуювання термопар.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спайів за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє (в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуювальної характеристики і погрешностей до 5 К.
- На великій довжині термопара і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до 2000°C), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

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

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t .

Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля $\pm 0,1$ °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному дипломному проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному дипломному проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

В даному дипломному проекті для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 (рис. 2 та 3) - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термо-метром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 (рис. 2.2 та 2.3) - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термо-метром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Загальний огляд

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 (рис.2) об'єднує три компоненти в одному приладі:

термометр опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі;

- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;

- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

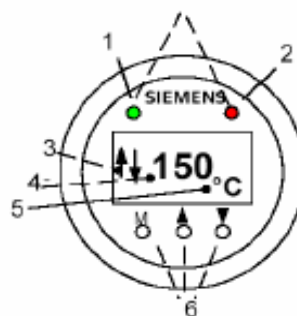
Переваги приладу

- висока точність вимірювання та індикація з дозволяючою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання;
- конфігуруємі діпазони вимірювання в межах від -50 до +200°С; сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду (рис.3).

Конструкція

Корпус SITRANS TF2 (рис.4) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовлені захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу степiнь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпусу розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4...20 мА. Підключення здійснюється через рознім в відповідності з EN 175301-803A.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						18
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		



- 1 Зелений світлодіод
- 2 Червоний світлодіод
- 3 Жидкокристаллический индикатор: выход за верхнее / нижнее предельное значение
- 4 Жидкокристаллический индикатор: отображаемое значение
- 5 Жидкокристаллический индикатор: единица измерения
- 6 Клавиши управления

Рис. 2.2 Зовнішній вигляд термометра опору Рис. 2.3 Дисплей термометра

На передній стороні корпусу знаходиться п'ятирозрядний дисплей під скляною кришкою. Під дисплеєм розташовані три клавіші конфігурування SITRANS TF2. Над дисплеєм розташовані один зелений та один червоний світлодіоди для індикації стану приладу.

Принцип роботи

Вимірювальний перетворювач TF2 (рис.2.4) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

Вхід: RTD – термометр опору Pt100; I_K – стабілізоване джерело струму;

A/D – аналого-цифровий перетворювач.

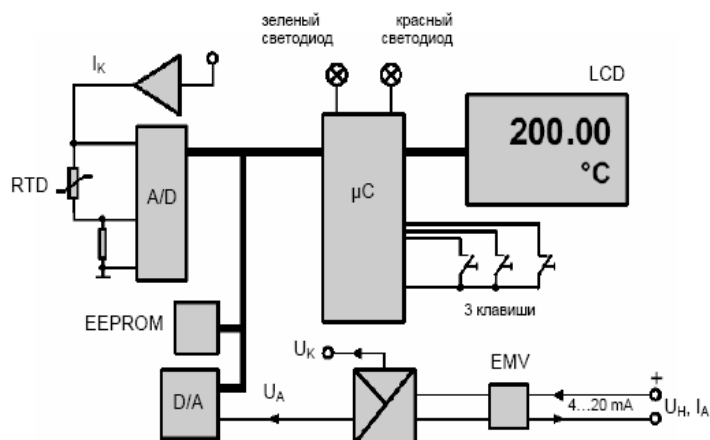


Рис.2.4 Аналогово-цифровий перетворювач Sitrans

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела каліброваної напруги U_K та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Мікроконтролер:

EEPROM – перепрограмуємий запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів; μC – функції обчислення та контролю мікроконтролера.

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела напруги та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Керування та індикації: 3 клавіші – конфігурування параметрів перетворювача;

LCD – індикація вимірюваних величин з одиницями вимірювання (РКД);

Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи;

Червоний світлодіод – індикація повідомлень про помилки та при виході параметру за встановлені межі.

Первинний вимірювальний перетворювач RTD (Pt100) (рис.2.5), що знаходиться в об'єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_K . Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-цифровий перетворювач (A/D) перетворює спад напруги у цифровий сигнал. В

					Кваліфікаційна робота	Лист
						20
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

мікроконтролері (μC) відбувається лінеаризація сигналу у цифровій формі і відтворюється у цій формі у відповідності з необхідними даними (наприклад, вибраною одиницею вимірювання або необхідному діапазону), що запрограмовані заздалегідь та зберігаються в енергонезалежній постійній пам'яті EEPROM, яка дозволяє перепрограмування.

Основною перевагою перетворювача Sitrans TF2 є схема живлення в два проводи, в якій виконано об'єднання ланцюга живлення перетворювача з одночасним передаванням по ньому сигналу вимірювальної інформації - вихідного уніфікованого аналогового сигналу по струму в межах 4...20 мА, який відповідає значенню вимірюваної температури. Тобто, при налаштованому початковому значенні вимірюваної температури, схема перетворювача споживає струм 4 мА напругою постійного струмі в межах 12...30В. В кінці діапазону – перетворювач споживає струм 20 мА при тих же межах напруги живлення.

Для передавання інформації про значення вимірюваної температури немає необхідності в додаткових лініях зв'язку. Для отримання цієї інформації достатньо в ланцюг підведення живлення в два проводи, ввімкнути опір навантаження величиною $R_L \cong 500 \text{ Ом}$ (рис. 4) та отримати на ньому, на необхідній відстані від місця вимірювання, спад напруги, який може бути використаний, наприклад, для перетворення в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

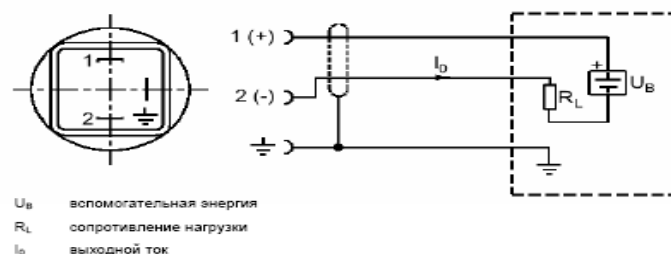


Рис.2.5. Схема підключення TF2 до двопроводової лінії живлення.

Технічні характеристики TF2:

					Кваліфікаційна робота	Лист
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		21

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від $-50...+200^{\circ}\text{C}$.

Вихід: уніфікований сигнал $4...20\text{ мА}$ по дротам живлення.

Нижня (мінімум) - $3,6\text{ мА}$ та верхня межа стуму (максимум) - 23 мА .

Вихід захищений: від от невірної під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.

Максимальний опір навантаження: $U_H - 12\text{V} / 0,023\text{A}$.

Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						22
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних

					Кваліфікаційна робота	Лист
						23
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю ± 5 мм при температурі робочого середовища до 200°C .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні вимірюваного середовища. Однак подібні прилади не одержали поширення через громіздкість і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перелічені плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						24
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Витрата

В даному курсовому проекті для вимірювання витрати використовується ПВП вимірювання витрати Sitrans FM MAGG 1100, із вторинним перетворювачем MAGG 6000 (рис.8).

Принцип дії всіх магніто-індукційних витратомірів ґрунтується на явищі, яке описується законом електромагнітної індукції Фарадея. Суть явища електромагнітної індукції і закону Фарадея полягає в тому, що під час переміщення будь-якого провідника у магнітному полі на його кінцях виникає індукована електрорушійна сила U_m , яка пропорційна довжині L провідника, швидкості переміщення V , магнітній індукції B та синусу кута α між магнітною індукцією та напрямком швидкості:

$$U_m = B \cdot V \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

Переваги:

- температура, тиск, в'язкість та густина рідини не впливають на результати вимірювань.
- витратомір здійснює вимірювання витрати агресивних та частково абразивних середовищ за умови правильного вибору матеріалу внутрішньої труби та електродів.
- тверді частинки, що попадають у вимірювальний перетворювач одночасно з вимірюваним середовищем (рідиною), як правило не впливають на результати вимірювань.
- максимальна похибка вимірювання для складає - 0,25% .

Висновок: Висока точність вимірювання, неприхотливість до середовища, легкість монтажу робить цей метод вимірювання найбільш прийнятним для даної ділянки технологічного процесу..

					Кваліфікаційна робота	Лист
						25
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Магніто-індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens» є керуєним мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем з вбудованою текстовою індикацією режиму налаштування та роботи на 11-ти мовах. В залежності від місця розташування витратоміра, він виконується в вигляді або компактного приладу (рис. 2.6,а), або у вигляді двох блоків: сенсора MAGFLO та вторинного вимірювального перетворювача MAG 6000 (мікропроцесорного блоку живлення та обробки, рис. 2.6,б). Останній може бути розташований на відстані на щиті.

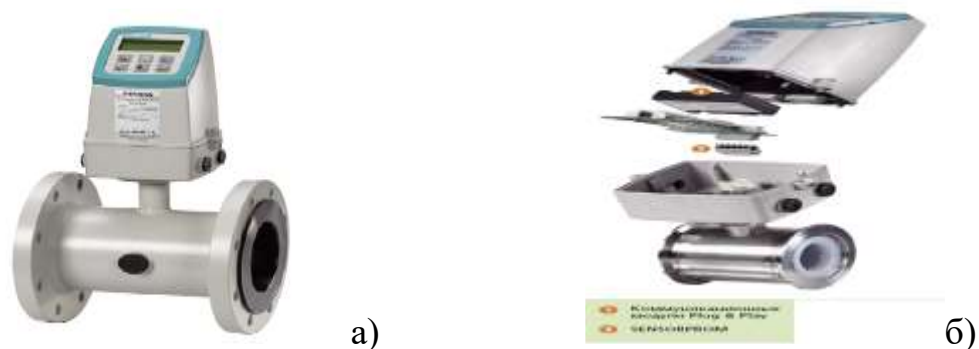


Рис. 2.6 Індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens».

Комплект Sitrans FM MAG 6000 призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5 мікросим/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

Принцип дії ПВП

На рис.2.7,а приведена узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати, де зображено електромагніт, який збуджується змінним струмом I (напругою збудження $U_{збудж}$) і який на ділянці між полюсами створює рівномірне однорідне магнітне поле з

					Кваліфікаційна робота	Лист
						26
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

індукцією B . Розміщення обмоток збудження електромагніту показано і на рис.2.7,б та рис.2.7,в. В полі магніту розміщена немагнітна труба, по якій протікає вимірювана по витратам рідина з швидкістю V . В індукційних витратомірах рухомим провідником є електропровідна рідина, витрати якої вимірюють. Магнітна індукція B пронизує рідину вертикально відносно напрямку її потоку ($\sin \alpha = \sin 90^\circ = 1$), і в рідині, як у рухомому провіднику, наводиться (індукується) електрорушійна сила/

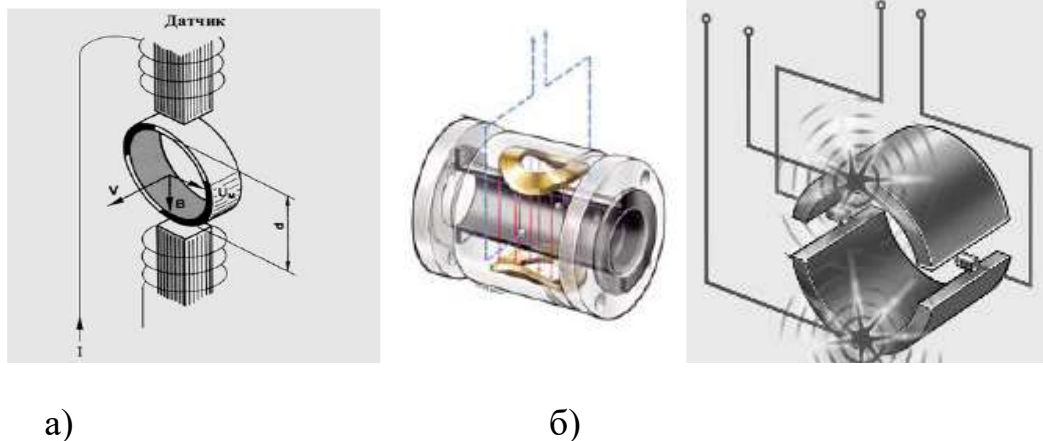


Рис.2.7 Узагальнена принципова схема будь якого магніто-індукційного сенсора

Значення цієї електрорушійної сили знімається з двох точкових електродів, що розміщуються на протилежних кінцях внутрішнього діаметру немагнітної труби і зсунуті по відношенню до обмоток збудження на 90° (рис.2.7 б та в). Електроди контактують з вимірюваною за витратами рідиною, але ізольовані від труби, яка виготовляється, як правило, із нержавіючої сталі.

В загальному, індукована в рідині ЕРС дорвнює:

$$U_m = B * V * d, \quad (2)$$

де B – магнітна індукція, Тл; V – швидкість потоку, м/с; d – довжина рідинного провідника, що відповідає довжині провідника L по залежності (7.18) і дорівнює діаметру трубопроводу, м.

Витрати рідини у трубопроводі дорівнюють добутку площі перетину трубопроводу на швидкість потоку V :

$$F = S \cdot V \quad (3)$$

У результаті спільного розв'язання рівнянь (2) та (3) отримуємо:

$$F = S \left(\frac{U_m}{B \cdot d} \right) = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot \left(\frac{U_m}{B \cdot d} \right) = k \cdot U_m, \quad (4)$$

де k — коефіцієнт пропорційності (постійна сенсора), який залежний від конструкції приладу.

Таким чином, витрата рідини у трубопроводі, вимірювана за допомогою індукційного витратоміра, буде пропорційна ЕРС U_m . Сигнал первинного перетворювача індукційного витратоміра містить, крім корисної складової, що визначається формулою (1) і є мірою витрати, трансформаторну ЕРС, що наводиться електромагнітним полем перетворювача в рухомому рідинному провіднику. Трансформаторна ЕРС зсунута по фазі відносно корисного сигналу на 90° і компенсується за допомогою ланцюга, що складається із спеціального подільника напруги.

Кислотність

Промисловий рН-метр фірми «Діліс»

В основу роботи приладу покладений принцип прямого потенціометричного вимірювання **рН** у водному розчині. Промисловий рН-метр фірми «Діліс» (рис.4) складається із двох функціональних блоків: блоку вхідних сигналів (**БВС**) і блоку управління та вихідних сигналів (**БУВС**), що можуть бути рознесені на відстань до 300 м; вимірювальної комірки, що вміщує

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

вимірювальний і допоміжний електроди, які підключаються до входу БВС. Функціональні блоки рН-метра одного найменування взаємозамінні.

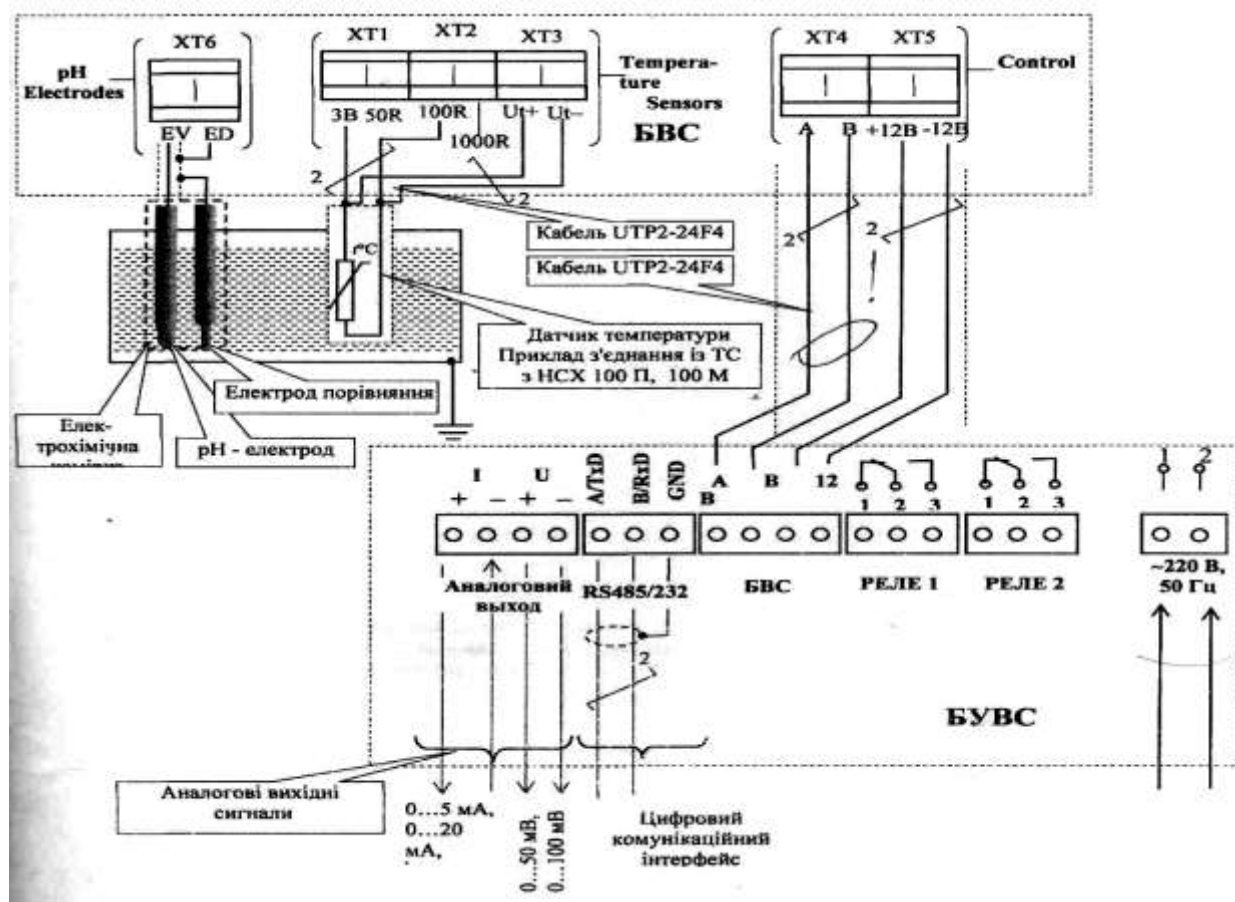


Рис.2.8. Склад та схема підключення приладу **рН-101 П**

До БВС (рис.2.8) підключають:

- датчик **рН**, який може бути віддалений не більше ніж на 3 м;
- платиновий **ТСП** або мідний **ТСМ** термоперетворювачі опору, які

відповідають ГОСТ 6651 і мають НСХ: 50 П, 50 М, 100 П, 100 М, а також ТСП з НСХ 1000 П та $W_{100} = 1,385$; для здійснення компенсації температурних змін ЕРС електродів (в ручному режимі та автоматично). Діапазон температур, в якому діє ручна та автоматична компенсація температурних змін ЕРС електродів - від 0 до 120 °С;

- 4-х провідний кабель, що з'єднує **БВС** та **БУВС**. Кабелем в **БУВС**

передається кодовий сигнал вимірювальної інформації, що вміщує значення **ЕРС**, температури у місці занурення електродів та термометра опору. З **БУВС** кабелем подається живлення з номінальним значенням 12 В, та сигнали управління **БВС**.

БВС виконує функції:

- вимірювального перетворювання **ЕРС** електрохімічної комірки в кодовий

вимірювальний сигнал, що відповідає значенню **ЕРС**;

- вимірювального перетворювання опору термометра опору в кодовий вимірювальний сигнал, що відповідає значенню температури.

Конструктивно **БВС** виконаний у вигляді блоку для настінного монтажу.

Значення **pH** розчину визначають за формулою (13), що описує нормальна статичну характеристику (**НСХ**) перетворення приладу:

$$pH = pH_i + (E - E_i) / S, \quad (13)$$

де **pH**- від'ємний десятковий логарифм активності іонів водню;

E_i, pH_i - відповідно значення координат **ЕРС** і **pH** ізопотенціальної точки електродної системи **ПВП**, мВ;

E - значення **ЕРС** електрохімічної комірки, мВ;

S - значення крутизни електродної характеристики **ПВП**, мВ/pH.

До БУВС (рис.5 та 4) підключають:

- провід електроживлення 220 В, 50 Гц;
- 4-х провідний кабель, що з'єднує **БВС** та **БУВС**;
- 2-х провідний кабель, по якому видається вихідний сигнал постійного струму або постійної напруги;

■ 2-х провідна екранована вита пара, по якій передаються комунікаційні сигнали за стандартом RS-485 чи RS-232.

БУВС виконує функції:

- управління, контролю та відображення вимірювальної інформації;
- вимірювального перетворення значень рН у силу постійного струму або напругу згідно з НСХ відповідно до таблиці 1.1;
- приймача команд та передавача даних за стандартом RS-485 або RS-232;
- формує релейні команди типу "сухий контакт".

Вихідні сигнали **БУВС** мають гальванічну розв'язку з приладом. Конструктивно **БУВС** виконаний у вигляді блоку для щитового монтажу (рис.3).

Функцію **ПВП** виконує датчик **Д(рН)П-02** (датчик рН). Прилад може комплектуватись датчиками різної конструкції у залежності від замовлення.

Загальні технічні характеристики приладу рН-101 П:

- Діапазон вимірювань рН - від 0,00 до 14,00.,
- Діапазон показів рН - від 0,00 до 15,00.
- Діапазон вимірювань ЕРС - від мінус 2900,0 до 1900,0 мВ.
- Діапазон вимірювань температури - від 0,0 до 120,0 °С
- Ціна найменшого розряду цифрового табло при вимірюванні рН - 0,01.
- Ціна найменшого розряду цифрового табло при вимірюванні ЕРС - 0,1 мВ.
- Ціна найменшого розряду при вимірюванні температури - 0,1 °С.
- Прилад формує електричні безперервні уніфіковані вихідні сигнали, які вибираються із списку: 0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА, 0-50 мВ, 0-100 мВ.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						31
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

■ Прилад має інтерфейс RS 232 чи RS 485 для інформативного зв'язку з іншими приладами за допомогою електричних кодованих сигналів згідно з протоколом обміну ModBus RTU.



Рис.2.9. Загальний вигляд блока БУВС

2.2. Схема автоматизації.

Контур вимірювання та регулювання температури

Здійснюється регулювання температури в збіриках молока. Вимірювання здійснюємо термометрами опору із вторинними перетворювачами Sitarns TF2 (1а-4а), надходить на модуль аналогових входів МПК, температура порівнюється з заданим значенням, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА на електропнемоперетворювач ЕПП-1211 (1б-4б), з нього сигнал 20-100 КПа надходить на пневматичний клапан РН63-630 (1в-4в), який змінює витрату хладагенту, що надходить в рубашку охолодження. Даний контур працює в режимі ручному і автоматичному. У випадку регулювання температури автоматичному режимі сигнал надходить блок ручного управління БРУ-10 (1г), а з БРУ надходить на модуль аналогових входів таким чином просто «пропускає» сигнал через себе. Інший вхід БРУ з'єднаний з модулем аналогових виходів, а саме каналом регулювання температури. Вихід БРУ з'єднаний із клапаном електропнемоперетворювачем ER100 (1б). В автоматичному режимі регулювання відкриттям клапану

відбувається через алгоритм ПІ-регулятора в програмі, сигнал із модуля аналогових виходів надходить на БРУ, і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера. У разі автоматичного режиму на виході БРУ буде струмовий сигнал який задається ручним за датчиком БРУ. І на виході буде сигнал, пропорційний сигналу 4-20 мА, який далі іде до клапану подачі хладагенту. Якщо потрібно інтенсивніше і проводити охолодження молока, то через блок ручного управління, ігноруючи програму регулювання тиску, клапан 1 в відкривається на задану величину.

Контур вимірювання кислотності

Відбувається вимірювання кислотності у всіх збірниках Вимірювання відбувається за допомогою ПВП рН-метра фірми Мікрол ПП-10 (13а-15а), сигнал надходить на вимірювальний перетворювач ПП-10-1 (13б-15б), сигнал 4-20 мА із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, а далі виводиться на екран оператору.

Контур вимірювання жирності

Відбувається вимірювання жирності у всіх збірниках Вимірювання відбувається за допомогою промисловий рефрактометр ПР-1М (17а-20а), сигнал 4-20 мА із датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, а далі виводиться на екран оператору.

Контури вимірювання витрати

Відбувається вимірювання витрати молока в кожен збірник молока. Витрата вимірюється за допомогою індукційного ПВП витрати Sitrans FM MAGG 1100, інформація передається на вторинний перетворювач витрати Sitrans MAGG 6000 (9б-12б). Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на МПК (аналоговий вхідний модуль), і значення виводиться на екран оператору.

Контур вимірювання рівня

					Кваліфікаційна робота	Лист
						33
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Здійснюється вимірювання рівня в всіх збірниках. Вимірювання здійснюємо ємнісним рівнеміром Sitrans LC300 (5а-8а), сигнал 4..20 мА надходить на екран оператора.

2.3 Специфікація засобів автоматизації

№ п. п.	№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниці	Кіль кість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а-4а	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180°C, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	Шт.	4	Siemens
2	5а-8а	Ємнісний рівнемір Довжина ПВП (зондів): - стержньового варіанту : 300 ... 5000 мм; кабельного варіанту: 500 ... 25000 мм. Діапазон вимірювання по зміні ємності: 0 ... 3300 пФ. Поріг чутливості по зміні ємності : 3,3 пФ. Верхня межа сигналу частотного перетворювача: 600 kHz (max). Вихідний уніфікований сигнал по струму: від 3,8 до 20,5 мА; Відносна похибка: < 0,5% від фактичного значення ємності. Нелінійність і повторюваність результатів вимірювання відповідно: < 0,4% від діапазону та від фактичного значення вимірюваної ємності. Температурна стабільність: 0,25% от фактичного значення ємності. Струмний ланцюг з аналоговим сигналом від 4 до 20 мА або від 20 до 4 мА за схемою живлення в два проводи при номінальній напрузі живлення постійного	LC300	Шт.	4	Siemens

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

№ п. п.	№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниці	Кіль- кість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		струму 24 В. Мінімальна діелектрична постійна середовища - 1,5. Допустима температура вимірювального перетворювача: в межах від -40 до +85 °С.				
3		ПВП витрати. Принцип дії: електромагнітний Діаметр Ду: 15..2000 мм Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар Точність 0.25% (з перетворювачем MAG 6000), 0.5% (перетворювач MAG 5000) Ступінь пило вологозахисту: IP67 / IP68 Вихідний сигнал: 1 струмовий, 1 частотний / імпульсний, 1 релейний (преобразів. MAG 5000/6000) Напруга живлення: 220V AC або 24 V AC / DC (перетворювач MAG 5000/6000)	Sitrans FM MAGG 1100		3	Siemens
4	9а-12а	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар	MAGG 6000	л/год	3	Siemens
5	10б- 12б	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА	MAGG 6000	л/год	3	Siemens

					Кваліфікаційна робота		Лист
							35
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			

№ п. п.	№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниці	Кіль- кість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар				
6	17а- 20а	Промисловий рефрактометр. Робочий діапазон показника заломлення середовища: 1,320 - 1,540 Робочі межі вимірювання концентрації: 0 - 100% Діапазон вимірювання концентрації в робочих межах: 40% Похибка вимірювання показника заломлення: ± 0,0002 Похибка вимірювання концентрації: ± 0,1% температурна компенсація: автоматична Межі зміни температури контролюваного розчину: 0 - 140 ° С Похибка вимірювання робочої температури, не гірше: ± 1 ° С Максимальний тиск середовища: 20 бар Вихідні сигнали: аналогові (концентрація, температура) цифрові (на замовлення)	ПР-1М	Шт.	4	Промпри бор
7	13а- 16а	ПВП потеціометричного рН-метра Клас точності – 0,5. Діапазон: 0...14 Робоча температура: 0-120 ° С Вхідний сигнал(мА; В): 4-20 mA	ПП-10	рН	4	Діліс
8	13б- 16б	Вторинний перетворювач потеціометричного рН-метр Клас точності – 0,5. Діапазон: 0...14	ПП-10-1	рН	4	Діліс

					Кваліфікаційна робота	Лист
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п. п.	№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниці	Кіль- кість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		Робоча температура: 0-120 ° С Вхідний сигнал(мА; В): 4-20 mA				
1 0	1в-4в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 130 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	PN63- 630	Шт.	4	Метран
1 1	1б-4б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	ER100	Шт.	4	Camozzi
1 2	1г	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (R _{вх} = 400 Ом); - 0 (4) -20 мА (R _{вх} = 100 Ом); - 0-10 (R _{вх} = 25 кОм). Сигнали РУЧ / АВТ: - логічний "0" - 0-7В; - логічна "1" - 18-30В. Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus. Аналоговий вихід: - 0-5 мА (R _н ≤ 2кОм); - 0 (4) -20 мА (R _н ≤ 500 Ом); - 0-10 (R _н ≥ 2кОм). Чотири переключаючих реле: - 1, 2 вихід: до = 34В, 250мА; - 3, 4 вихід: до 220, 0,25А.	БРУ-10	шт	2	Мікрол
1 3	21а- 24а, 21б- 24б	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	8200 Vector	Шт.	8	Lenze

					Кваліфікаційна робота	Лист
						37
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

№ п. п.	№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди- ниці	Кіль- кість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1 4	25а- 28а, 25б- 28б, 25в- 28в,25 г-28г	Електропривод з поворотною пружиною Технічні дані NF24-SR Напруга живлення 24 В ~ 50/60 Гц, 24 В = Діапазон номінального 19,2 ... 28,8 В ~ напруги 21,6 ... 26,4 В = Розрахункова потужність 5 ВА Споживана потужність: при русі 3 Вт при утриманні 1 Вт Кабель Довжина 1 м, 4х0,75 мм² Керуючий сигнал 0 ... 10 В =, 4 ... 20 мА Робочий діапазон 2 ... 10 В = для 0 ... 100% Вхідний сопротивл. 100 кОм Напруга обр. св. U 2 ... 10 В = (макс. 0,5 мА) для кутів повороту 0 ... 100% Напрямок повороту двигуна вибирається перемикачем L / R Термін служби 60 000 спрацьовувань Індикація положення Механічна Клас захисту ІІІ (для низьких напруг) Ступінь захисту ІР54 (установка кабелем вниз)	NF24-SR	Шт.	1	Belimo

3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon TSX Premium*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

Modicon TSX Premium – промисловий контролер нового покоління фірми *Schneider Electric*, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon TSX Premium* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *Premium* може включати від 1-го до 4-х *шасі* з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м.

Архітектура TSX Premium

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначені для керування складними технологічними або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керування великою кількістю виконавчих механізмів.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Нікольський В.О.						
Перевір.		Киричук С.А.					39	28
						НУХТ АК-4-Зск		
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.						
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.						

Архітектурно TSX Premium складається з одного або кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних і аналогових входів-виходів, лічильників, комунікаційних і інших. Загальна довжина такої розподіленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів (рис. 2.10).

, До складу контролера входить один процесорний /модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

При конфігуруванні контролера враховуються типи і кількість модулів входів-виходів, які необхідно використовувати для під'єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів (комунікаційних, безпеки, розширення і т.ін.). Після цього можна розпочинати вибір процесорного модуля й конфігурації контролера.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого - шасі має загальну шину, що називається X-Bus, і по якій відбувається як живлення модулів встановлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера.

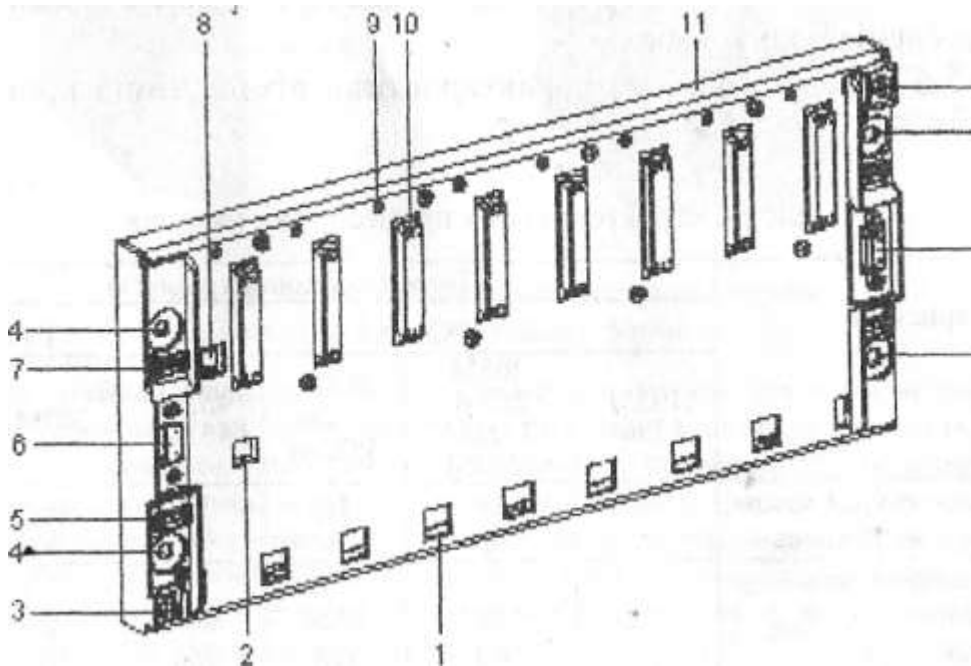
Для того щоб більш повно відповідати вимогам користувача, у контролері Premium використовуються два типи шасі, кожне з яких може мати 4, 6, 8 або 12 місць для встановлення модулів.

Стандартне шасі використовується у тому разі, коли контролер складається з одного шасі.

Шасі, яке може розширюватись, призначено для створення контролера, який може включати кілька (до 16) шасі. Такі шасі мають розніми, через які за допомогою спеціального кабелю внутрішні X Bus шини окремих шасі об'єднуються у загальну X Bus шину, що дає змогу обмінюватись сигналами і

					Кваліфікаційна робота	Лист
						40
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

даними між модулями, встановленими у різні шасі. Загальний вигляд шасі, яке розширюватись, наведений на рис. 2.11.



I - апертури для закріплення модулів; 2 - апертура, яка гарантує правильне розташування модуля живлення на шасі. Оскільки модуль живлення має виступ на лицьовому боці модуля, його неможливо встановити у іншій позиції; 3 - клемма для заземлення шасі, 4 - отвори для закріплення шасі; 5 - місце для маркування адреси шасі; 6 - 9-штирковий роз'єм для під'єднання зовнішньої X Bus шини при під'єднанні до інших шасі; 7 - місце для маркування мережевої адреси контролера; 8 - мікроперемикачі для кодування адреси шасі; 9 - отвори з внутрішньою різьбою для закріплення модуля; 10-48-штирковий рознім для під'єднання модуля до шасі., *II* - металева пластина, що є основою для розташування електронної карти шини X Bus і захисту її від впливу електромагнітних перешкод; установлення МОДУЛІВ контролера

У стандартному шасі відсутні розніми для під'єднання X Bus шини й мікроперемикачі для кодування адреси шасі.

Якщо контролер складається з кількох шасі, то вони з'єднуються між собою за допомогою спеціального кабеля – X-Bus шини. Крім того, на кінцях X Bus шини повинні бути встановлені термінатори шини. Є два типи термінаторів

- А і В, які мають позначення TSX TLY EX. Вони можуть бути встановлені у будь-якому порядку, але на одній шині повинні бути термінатори з різним літерним позначенням.

Для побудови більш складних структурно розподілених контролерів можна використовувати спеціальні модулі розширення X Bus шини — TSX REY 200.

Процесорні модулі

Фірми, які випускають мікропроцесорні контролери, постійно працюють над їх удосконаленням і розширенням функціональних можливостей, тому їх типи змінюються. Випускаються процесорні модулі, які умовно можна поділити на дві групи: TSX P57 ххЗМ та Т PCX 57 ххЗМ. Процесори TSX P57 ххЗМ встановлюються на шасі контролера, а Т PCX 57 ххЗМ - на ISA шині PC. Процесорний модуль, розташований у корпусі PC, під'єднується до шасі з установленими модулями входів-виходів за допомогою спеціального кабелю. У табл. 1.5 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

Характеристики	Тип процесорних модулів					
		TSX P57			Т PCX 57	
	153М	203М 253М 2023М 2523М	303М 353М 3523М	453М 453М	203М	353М
Кількість шасі: - на 4,6,8 місць	4	16	16	16	16	16
- на 12 місць	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів у шасі: - дискретних	512	1024	1024	2048	1024	1024
- аналогових	24	80	128	256	80	128
Кількість спеціальних модулів:	8	24	32	64	24	32
Кількість мереж	1	1	3	4	1	3
Кількість конфігурованих контурів регулювання	10	10	15	20	10	15
Пам'ять: - вбудоване ОЗУ	32	48	64	128	48	96
- розширення ОЗУ	64	160	384	512	160	384

Модулі процесорів розрізняються функціональними можливостями, основними з яких є:

- кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК;
- кількість входів-виходів, які може обробити контролер;
- кількість спеціальних модулів;
- кількість і типи мереж, до яких може під'єднуватись ПЛК;
- кількість конфігурованих контурів регулювання;

На рис. 2.12 показані загальні види процесорних модулів, які встановлюються на шасі.. За розміром вони бувають двох форматів: стандартного і подвійного.

Процесорні модулі 253М, 353М і 453М мають інтегровану польову шину FІРІО, до якої можна під'єднувати віддалені дискретні і аналогові сигнали. А модуль мережі Ethernet.

При виборі процесора Т РСХ 57 хх3М, місце для встановлення процесорного модуля на шасі залишається вільним.

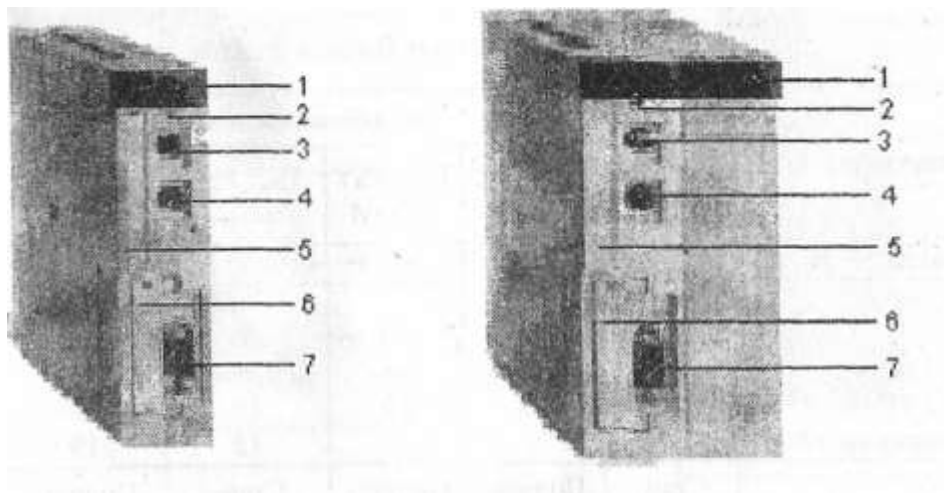


Рис. 2.12 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

I - дисплейний блок, до складу якого входять чотири або п'ять індикаторних ламп: RUN (зелена) - ввімкнена, коли процесор працює і

					Кваліфікаційна робота	Лист
						43
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

програма виконується; ERR (червона) - вмикається, коли виникає несправність процесора або встановлених у нього пристроїв (комунікаційних карт, карт пам'яті); I/O (червона) - вмикається, коли система самодіагностики виявить несправності модулів входів-виходів або помилки в конфігурації; TER (жовта) - миготить, коли працює термінальний порт. Частота миготіння визначається частотою передачі, FIP (жовта) указує на активність шини FIP10 (тільки для процесорів з інтегрованою шиною FIPIO). Частота миготіння визначається частотою передачі; 2 - кнопка під олівець RESET, при натисканні на яку відбувається холодний рестарт ЦІК; 3 - термінальний порт TER для під'єднати до нього периферійних пристроїв за протоколом UNI-TELWAY; 4 - термінальний порт AUX для під'єднання до нього периферійних пристроїв, які мають власне джерело живлення, за протоколом UNI-TELWAY; 5 - слот для встановлення карти розширення пам'яті формату PCMCIA типу 1. Якщо карта відсутня, на цьому місці обов'язково повинна бути встановлена спеціальна заглушка. Якщо її не буде, контролер зупиниться; 6 - слот для встановлення комунікаційної карти формату PCMCIA типу 3, яка дає можливість зв'язатись з процесором по мережах F1PWAY, FIPIO Agent, UNI-TELWAY або за послідовним протоколом зв'язку. Якщо комунікаційна карта відсутня, слот повинен бути закритий кришкою; 7 - 9-штирковий SUB D рознім для під'єднання до інтегрованої у процесор польової шини FIPIO. Цей рознім є тільки на процесорах, які мають таку шину.

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bas шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bas шини (останнє шасі) необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

Блоки живлення

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні типи блоків живлення, які розрізняються живленням від

					Кваліфікаційна робота	Лист
						44
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

змінного або постійного струму, потужністю, а також розмірами. У табл.1.6 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

Таблиця 2.1

Загальні характеристики блоків живлення

	Типи блоків живлення					
Загальні характеристики	TSX PSY 1610M	TSX PSY 3610M	TSX PSY 5520M	TSX PSY 2600M	TSX PSY 5500M	TSX PSY 8500 M
Напруга живлення, В	±24	±24	±24 •	100....240	-100.. ..240	-100 ..240
Потужність, Вт: загальна	30	50	50	26	50	77
по напрузі ±24 В	15	35	35	25	35	75
по напрузі ±5 В	15	19	19	15	19	-
зовнішньої напруги ±24В	-	-	-	12	19	38

Як видно з табл. 1.6, блоки, що живляться змінною напругою, мають додатковий вихід для живлення ланцюгів датчиків напругою 24 В постійного струму.

Блок живлення для кожного шасі вибирається виходячи з типів і кількості модулів, які планується встановити у шасі. Для цього використовуються дані, наведені в інструкції за експлуатації, про потужність, яку споживає кожний модуль по напрузі ± 5 В і ± 24 В. Після цього розраховується загальна потужність, яку споживають всі модулі, встановлені у шасі, і підбирається блок живлення, який може задовольнити цим потребам.

На рис. 2.13 показано загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату.

Сигнальне реле, що встановлене у кожному блоці живлення, виконує кілька функцій: в якщо блок живлення розташований у шасі з установленим модулем процесора, то за нормальної роботи контролера контакт сигнального реле замкнений; якщо з якоїсь причини виконання програми припиняється і контролер переходить у режим STOP, контакт реле розмикається;

У блоках живлення, встановлених у інші шасі контролера, контакт сигнального реле замкнений у разі, якщо блок живлення працює нормально. В іншому разі цей контакт розмикається. Отже, контакти сигнального реле можна використовувати у системах безпеки контролера і системи керування.

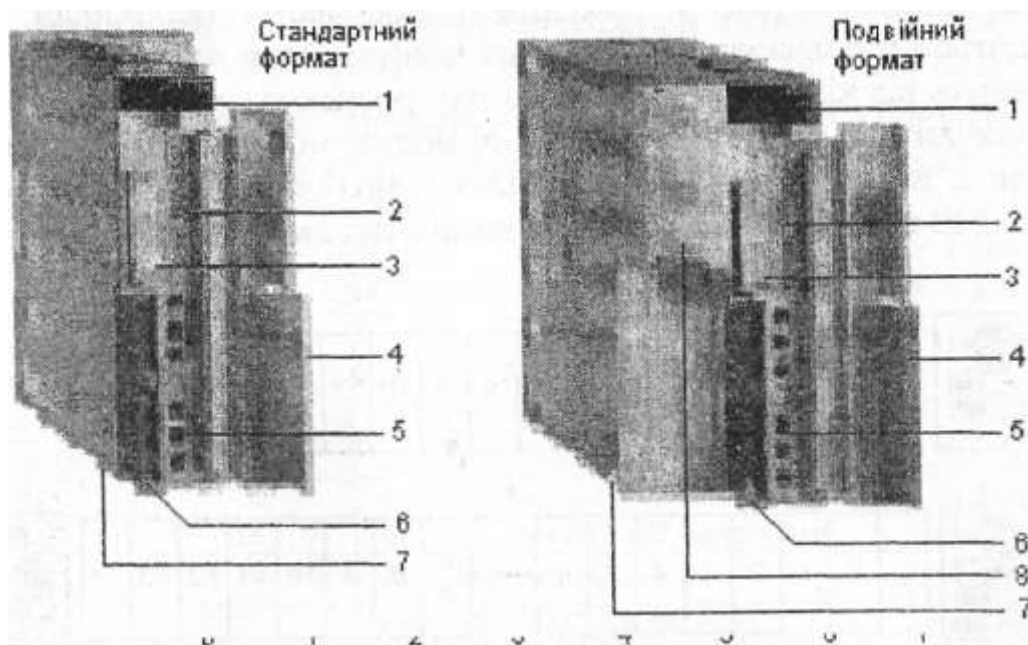


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення.

Рис. 2.13. 1 - дисплейний блок, який включає: індикаторну лампу ОК (зелена), яка ввімкнена якщо блок працює нормально; індикаторну лампу ВАТ (червона), яка ввімкнена, якщо несправна або відсутня батареяка резервного живлення оперативної пам'яті процесора; індикатору лампу 24 В (зелена), яка ввімкнена, якщо напруга датчиків $\pm 24\text{В}$ у нормі. Цей індикатор встановлений у блоках живлення змінного струму; 2 - кнопка під олівець RESET, натискання якої викликає теплий перезапуск контролера; 3 - слот для встановлення батареяки резервного живлення оперативної пам'яті процесора; 4 - кришка для

захисту контактів; 5 - виводи “під гвинт” для під’єднання: мережі живлення, контактів сигнального реле, живлення датчиків (для модулів живлення змінного струму); 6 — хомут для закріплення кабелю живлення; 7 - запобіжник; 8 - селектор живлення, який встановлений на блоках живлення TSX PS Y 5500M і TSX PSY 8500M.

Принципи розміщення й адресації модулів у контролері

Кожне шасі, яке входить до складу контролера, має свою унікальну адресу. Якщо контролер складається з одного стандартного шасі, воно, по замовченню, має адресу 0.

Якщо контролер складається з кількох шасі, які розширюються, то адреса кожного шасі виставляється за допомогою мікроперемикачів, які розташовані на шасі (рис. 2.14, поз. 8). Для шасі, в якому розміщений процесорний модуль, встановлюється адреса 0 (рис. 2.14). Для інших шасі, за допомогою перших трьох мікроперемикачів, у двійковому коді виставляється адреса шасі. Порядок розташування шасі на шині X Bus не залежить від їхньої адресації.

У попередніх версіях PL7-Pro положення мікроперемикача №4 не використовується і він повинен перебувати у положенні ON.

В останніх версіях програмного забезпечення положення перемикача № 4 використовується для збільшення можливої кількості шасі, які використовуються при побудові контролера.

У цьому разі два шасі можуть мати однакове положення перших трьох перемикачів, а положення перемикача № 4 буде визначати адресацію модулів, встановлених у цих шасі. Так, якщо перемикач № 4. буде знаходитися у положенні ON, модулі можуть мати адресації від 00 до x, де x залежить від кількості модулів, на яку розраховане шасі. Якщо перемикач №4 знаходиться у положенні OFF, то модулі можуть мати адресацію від 08 до x, де x також; залежить від кількості модулів на яку розраховане шасі. При цьому треба

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

пам'ятати, що для такої комбінації не можна використовувати шасі, які розраховані на 12 місць.

У зв'язку з тим що модулі живлення і процесорні модулі можуть бути як стандартного так і подвійного формату, то може змінюватись як кількість місць, які відводяться для встановлення інших модулів, так і адреси, які вони можуть мати.

Наприклад, якщо блок живлення має подвійний формат, то процесорний модуль може бути встановлений тільки на місце під номером 01. Тоді інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 02. Якщо ж і процесорний модуль має подвійний формат, то модулі можуть займати місця, починаючи з номера 03. Для шасі, в яких використовується мікроперемикач № 4 у разі використання блока живлення подвійного формату інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 09.

Модулі дискретних входів-виходів

Для задовільнення різноманітних потреб користувача випускається широкий діапазон дискретних модулів входів-виходів, які розрізняються:

- кількістю каналів - 8, 16, 28, 32 або 64;
- типами, входів:
 - модулі із входами постійного струму (DC) - 24, 48 VDC;
 - модулі із входами змінного струму (AC) — 24, 48, 110, 240 VAC;
- типами виходів:
 - модулі з релейними виходами;
 - модулі з безконтактними виходами постійного струму (DC)

24VDC/0,1A - 0,5A - 2A; 48VDC/ 0.25A - 1A;

- модулі з безконтактними виходами змінного струму (AC) 24 VAC/ 1A; 130 VAC/1A; 48VAC/2A; 240 VAC/2A ® типами під'єднання: гвинтова клемна колодка або з'єднувачі НЕЮ У табл. 1.7 і 1.8 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						48
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2

Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під*'єднання
TSX DEY 08D2	8	24. VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D2	8	24 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D3	16	48 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A2	16	24 VDC або 24VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A3	16	48 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A4	16	100... 120 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 15A5	16	200...240 VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16FK	16	24 VDC, ізольовані швидкі входи	НЕ 10
TSX DEY 32D2K	32	32 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DEY 64D2K	64	64 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DEY 32D3K	32	48 VDC, ізольовані	НЕ 10
TSX DMY 28FK *	16 ВХОДІВ 12 виходів	24 VDC, ізольовані швидкі входи 24 VDC, ізольовані , 0,5 А	НЕ 10
TSX DMY 28RFK	16 входів 12 виходів .	24 VDC, ізольовані швидкі входи 24 VDC, ізольовані , 0,5 А	НЕ 10

Таблиця 2.3

Основні технічні характеристики модулів дискретних виходів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під'єднання
TSX DSY 08T2	8	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08T22	8	24 VDC/2A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 16T2	16	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08T31	8	48 VDC/1A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 16T3	16	48 VDC/0.25A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08R5	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY 16R5	16	24...4.BVDC, або 24...240 VAC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08R5A	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY	8	24...120VDC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт

U8R4D			
TSX DSY 08S5	8	48...240 VAC, 2A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S5	16	48.. 240 VAC, 1A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S4	16	24 .120 VAC, 1A, тиристорні, не захищені	ПІД гвинт
TSX DSY 32T2K	32	24 VDC/ОДА, захищені, транзисторні	HE 10
TSX DSY 64T2K	64	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	HE 10

Серед модулів дискретних входів є модулі з так званими швидкими входами (TSX DEY 16FK, TSX DMY 28FK та TSX DMY 28RFK). Входи цих модулів, за аналогією з першими чотирма входами модуля розташованою на першому місці контролера TSX Micro), можна викорис-товувати як звичайні дискретні входи, входи із заціпкою або входи для обробки подій.

Клемні колодки на модулях входів- виходів (рис.1.19) можна знімати. Це полегшує заміну цих модулів. Особливістю клемних колодок для TSX Premium є наявність спеціального кодувального пристрою 4, який автоматично встановлюється у відповідне положення при першому встановленні клемної колодки на модуль. Кожний тип модуля має свій код, тому неможливо помилково встановити клемну колодку одного типу модулів на інші.

При встановленні і закріпленні клемної колодки вона, спочатку, вставляється у кодувальний пристрій, а потім гвинтом 2 закріплюється

на модулі. Клемна колодка 3 має кришку, яка закриває доступ до клем і має змінний ярлик, на якому із зовнішнього боку вказується тип модуля і можуть бути внесені позначення входів-виходів, а із внутрішнього боку показана схема під'єднання входів-виходів до модуля.

Кількість конекторів, розташованих на лицьовій панелі модуля (рис. 1.20), залежить від кількості каналів, з якими працює цей модуль. Так, для модуля, розрахованого на 64 канали, кількість конекторів чотири, а для модуля, розрахованого на роботу з 16 каналами - один.

Аналогічно, як і для модулів з конекторами TSX Micro, зовнішні сигнали до таких типів модулів поєднуються або за допомогою спеціальних блоків

TELEFAST, або за допомогою спеціальних кабелів з розпушеними вільними кінцями.

Кожний модуль має дисплейний блок (рис. 1.21) на якому розташовані індикатори стану модуля: RUN (зелений), ERR і I/O (червоні), а також індикатори з позначенням номерів каналів входів- виходів. Кількість цих індикаторів відповідає кількості каналів модуля. Максимальна кількість таких індикаторів - 32. Якщо модуль розрахований на більшу кількість каналів (64), то у нижній частині дисплею розташована кнопка переключення на іншу групу з 32 каналів. При цьому у верхній частині дисплея загоряється індикатор +32.

Індикатори каналів висвітлюються при спрацьовуванні відповідного вхідного або вихідного каналу.

У нормальному стані модуля повинен горіти тільки індикатор RUN. Висвітлення індикаторів ERR або I/O сигналізує про виявлення системою самодіагностики відмови модуля або окремих його каналів.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						51
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

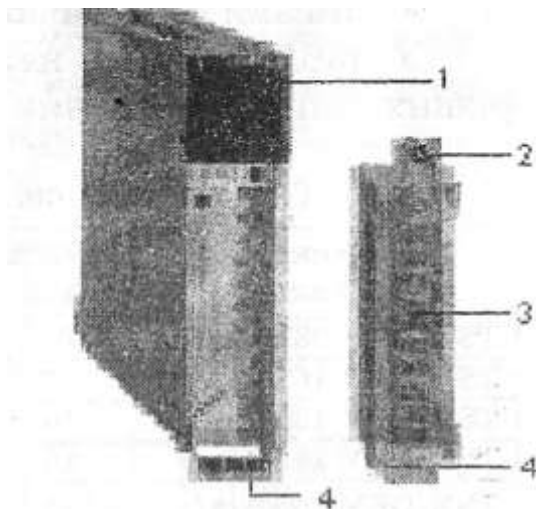


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

1 – дисплейний блок; 2 – гвинт;
3 – знімна клемна колодка;
4 – кодувальний пристрій

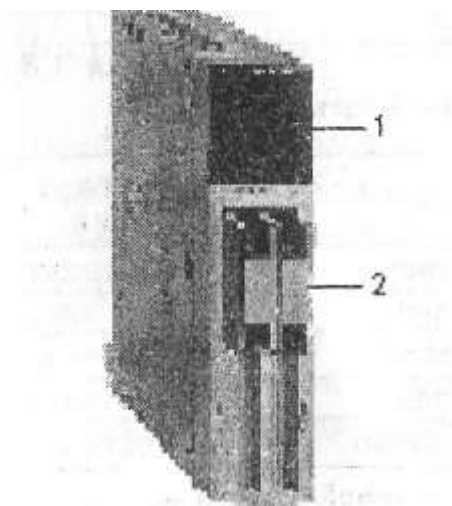


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;
2 – конектори.

Рис.2.15 Модулі аналогових входів-виходів

У табл. 2.5 наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

Таблиця 2.5

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термopара, універсальні);

Основні технічні характеристики модулів аналогових входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон вимірювання	Характеристики каналів	Під'єднання
Модулі аналогових входів				

TSX AEY 1600	16	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	2 SUB-D. колектора
TSX AEY 800	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	1 SUB-D. конектор
TSX AEY 810	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами, розрядність АЦП 12 біт	1 STJB-D. конектор
TSX AEY 420	4	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт, швидкодіючий	1 SUB-D. конектор
TSX AEY 414	4	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА, термопари, термометри опору	Високий рівень ізоляції між каналами, розрядність АЦП 18 біт	Під гвинт
TSX AEY 1614	16	-80...+80 мВ; термопари В, Е, J, К, L, N, R, S.T, U	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт	2 SUB-D. колектора
Модулі аналогових виходів '				
TSX ASY 410	4	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність ЦАП 11 біт + знак	Під гвинт
TSX ASY 800	8	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Виходи з загальною точкою,	1 SUB-D.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Лист

53

			розрядність ЦАП: 13 біт + знак для напруги, 13 біт для струму	колектор р
--	--	--	--	---------------

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термopара, універсальні)
- наявністю гальванічного розподілення;
- типами під'єднання (25-штировий SUB D конектор або клемна колодка).

Модулі аналогових входів-виходів можна встановлювати у будь-який слот шасі. їх можна знімати при підключеному живленні контролера.

Максимальна кількість аналогових каналів залежить від модуля процесора, який встановлений у контролері (табл. 1.5).

Аналогічно аналоговим модулям TSX Micro аналогові входні модулі TSX Premium виконують функції:

- сканування входних каналів за допомогою безконтактного мультиплексування і збір даних;
- аналого-цифрове перетворення входних вимірювань;
- фільтрація сигналів;
- перетворення входних вимірювань у формат користувача;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, входний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- захист каналів модулів від перевантаження;
- адаптація до різноманітних виконавчих механізмів: вихідний сигнал у вигляді струму або напруги;
- цифроаналогове перетворення;

- перетворення даних прикладної програми у дані, які використовуються цифро-аналоговим перетворенням;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Кількість TSX ASY 800 модулів, встановлених в одне шасі, обмежено двома модулями. Це викликано тим, що цей модуль споживає велику потужність по напрузі 24 В. Тому в разі потреби використання більшої кількості таких модулів необхідно забезпечити їх додаткове живлення зовнішнім джерелом живлення. Для цього на лицьовій панелі модуля розташовані спеціальні клеми.

Аналогові модулі мають дисплейний блок із розташованими на ньому трьома індикаторними лампами RUN, ERR і I/O, які відображають режим роботи модуля і можливі несправності.

Конфігурування МПК MODICON TSX Premium

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

Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	20
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	28
Кількість дискретних входів	1
Кількість дискретних виходів	0

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів: 28. Дискретних входів і виходів – 4. Враховуючи кількість каналів вводів/виходів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P57 2023M.

Вибір модулів вводу/виводу

8 BA 4-20 mA – TSX AEY 800– 3 шт.

4 AB 4-20 mA – TSX ASY 800– 4 шт.

8 DB 24 VDC – TSX DEY 08D2– 1 шт

Таблиця 2.6. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
TSX RKY 8EX Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
PSY 2600M Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_BAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_BAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_BAC та 24V_BAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)

TSX P57 22023M Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
TSX AEY 800 Модуль аналогових входів	3	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V,$ $\dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 25-контактна з'ємна колодка
TSX ASY 800 Модуль аналогових виходів	4	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX DSY 08D2 Модуль дискретних входів	1	24 VDC, ізольовані Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX FTB 2010	4	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
TSX FTB 2510	2	25 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

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

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

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

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

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації.

«Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи»).

При виконанні цих схем використовується розгорнуте зображення елементів автоматизації.

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

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

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

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

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

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

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

					Кваліфікаційна робота	Лист
						59
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

III. По призначенню:

- 1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);
- 2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;
- 3) сигналізація дії захисту і автоматики;
- 4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:
 - а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);
 - б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

- 1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;
- 2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;
- 3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

В дипломному проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

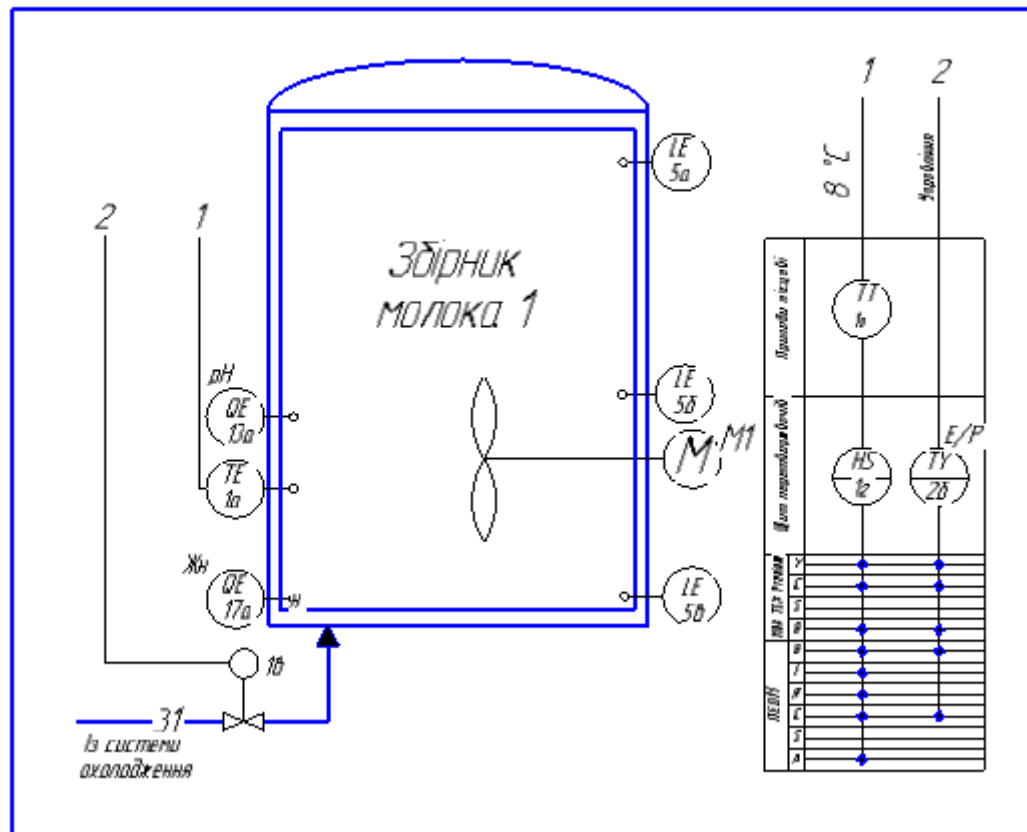
Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

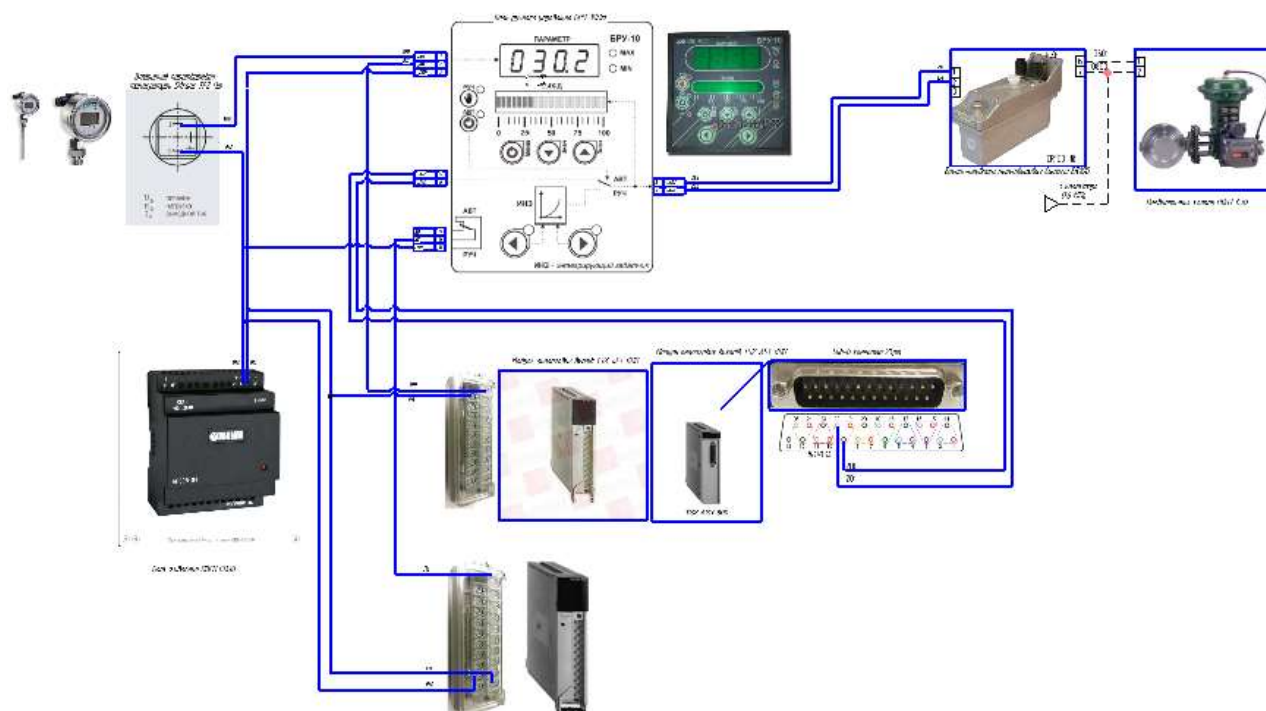
Схема автоматизації окремого контуру

*Схема автоматизації контуру регулювання температури
в збірнику молока 1*



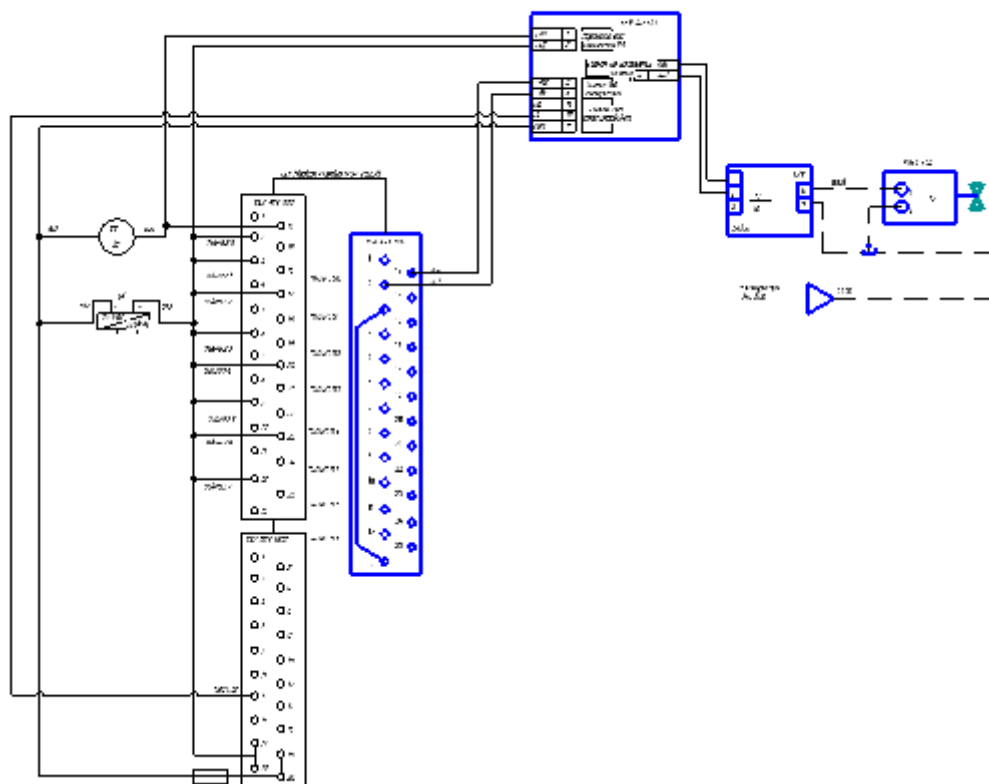
Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів
автоматизації

Контур регулювання витрати сортівки в залежності від концентрації
вмісту спирту в сортівці



Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Схема підключення контуру регулювання температури в збірнику молока 1



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Лист

62

Опис схеми підключення

Контур вимірювання та регулювання температури

Здійснюється регулювання температури в збіриках молока. Вимірювання здійснюємо термометрами опору із вторинними перетворювачами Sitarns TF2 (1а-4а), надходить на модуль аналогових входів МПК, температура порівнюється з заданим значенням, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА на електропнемоперетворювач ЕПП-1211 (1б-4б), з нього сигнал 20-100 КПа надходить на пневматичний клапан РN63-630 (1в-4в), який змінює витрату хладагенту, що надходить в рубашку охолодження. Даний контур працює в режимі ручному і автоматичному. У випадку регулювання температури автоматичному режимі сигнал надходить блок ручного управління БРУ-10 (1г), а з БРУ надходить на модуль аналогових входів таким чином просто «пропускає» сигнал через себе. Інший вхід БРУ з'єднаний з модулем аналогових виходів, а саме каналом регулювання температури. Вихід БРУ з'єднаний із клапаном електропнемоперетворювачем ER100 (1б). В автоматичному режимі регулювання відкриттям клапану відбувається через алгоритм ПІ-регулятора в програмі, сигнал із модуля аналогових виходів надходить на БРУ, і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера. У разі автоматичного режиму на виході БРУ буде струмовий сигнал який задається ручним за датчиком БРУ. І на виході буде сигнал, пропорційний сигналу 4-20 мА, який далі іде до клапану подачі хладагенту. Якщо потрібно інтенсивніше і проводити охолодження молока, то через блок ручного управління, ігноруючи програму регулювання тиску, клапан 1в відкривається на задану величину.

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

Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ-10

Призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів як:

- Функціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами
- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу
- Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше" - "менше"
- Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Галузь застосування:

- Індикатор двох фізичних величин
- Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів
- Ручний задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше
- Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом
- Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом
- Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше в вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів у вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал

Функціональні можливості

Шляхом зміни встановлюється один з семи режимів роботи приладу:

- Режим 0: Індикатор двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі. Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів (керований клавішами на передній панелі).

					Кваліфікаційна робота	Лист
						64
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

- Режим 1: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
- Режим 2: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з внутрішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
- Режим 3: Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора. Задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше.
- Режим 4: Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше від імпульсного регулятора у вихідний уніфікований сигнал.
- Режим 5: Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів від ШІМ-модулятора в вихідний уніфікований сигнал. Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному індикаторі "менше".
- Режим 6: Перетворювач (конвертор) входних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал. Можливість масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення входного сигналу 0-100% 0-20мА в вихідний аналоговий сигнал 0-5мА - від 20% до 75% входного сигналу, але перетвореного в 0-100% вихідного сигналу.
- Режим 7: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів. Індикатор двох фізичних величин.
- Режим 8: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів (з захищеним режимом зміни аналогового сигналу). Індикатор двох фізичних величин.
- Режим роботи ручної-автомат, індикація режиму роботи
- статичне та динамічне балансування, забезпечення ненаголошеності перемикання

					Кваліфікаційна робота	Лист
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах

- Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі

- Індикація сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах

- ретрансмісії вхідного сигналу

- Програмна калібрування (виконувана користувачем) почала шкали і діапазону вимірювання двох аналогових входів і аналогового виходу

- Масштабування шкал Реальні показники можуть відрізнятися в довільних технологічних одиницях

- Програмування методу лінійної індикації: сегмент, гістограма

- Вхідний цифровий фільтр аналогових входів

- Програмована швидкість динамічного балансування

Складові вузли БРУ-10:

- 2 канали вимірювання аналогових величин.

- 2 задатчика - аналоговий і імпульсний.

- Панель індикації: 4-х розрядний цифровий і лінійний 21 сегментний індикатор.

- Клавiші управління виконавчими механiзмами, задатчиками, програмування.

4. Креслення встановлення технічного засобу

Ємнісний рівнемір Sitrans LC 300

Sitrans LC 300 – ємнісний прилад для вимірювання рівня в резервуарах на виробництвах, що вимагають високої точності, наприклад, при виробництві харчових продуктів і напоїв, фармацевтичний промисловості, при виробництві чистячих засобів. Він вимірює рівень рідин, сипких речовин і суспензій, включаючи клейкі (провідні або непровідні) речовини, навіть у складних зовнішніх умовах, при наявності пари й пилу. Прилад вимірює рівень електропровідних та не електропровідних рідин, піни або суміші рідина/піна, рівень в оди в нафті. **Sitrans LC 300** - це 2-х провідний рівнемір, який поєднує в собі надійні зонди Pointek CLS 300 з мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем, який розміщується на неробочому кінці **ПВП** (зонду) в спеціальному герметичному корпусі (рис.4.1) Фірма поставляє ємнісні **ПВП** двох видів: стержньові та кабельні (рис.4.2). У **ПВП** Pointek® CLS реалізується статична характеристика перетворення по залежності **(10)** і використовується спеціальна частотно-залежна запатентована технологія Active Shield для вимірювання ємності, яка гарантує точні, надійні та повторювані результати навіть в умовах запиленості, турбулентності й пари, а також при осіданні продуктів. Технологія Active Shield забезпечує точні вимірювання незалежно від високої або низької діелектричної постійної вимірюваного за рівнем середовища, мінімізується вплив відкладень вимірюваного середовища на **ПВП**. Модульна конструкція LC 300 та великий вибір вимірювальних ємнісних **ПВП** (рис.4.3) дозволяють погодити датчик з вимогами будь-якого застосування.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Нікольський В.О.						
Перевір.		Киричук С.А.					67	4
						НУХТ АК-4-Зск		
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.						
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.						



Рис. 4.1

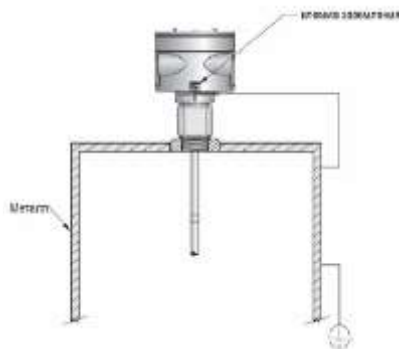


Рис. 4.2

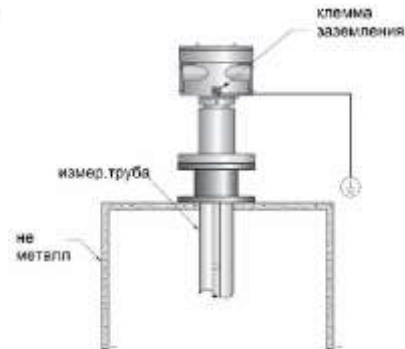


Рис. 4.3

На рис. 6 та 7 показана схема установки та заземлення LC 300. У випадку металевого резервуару (рис.4.2) – клемма заземлення **LC 300** з'єднується з резервуаром, а для випадку неметалевого резервуару (рис.4.1) для вимірювальної референц-труби необхідно виконати окреме надійне заземлення.

Основні технічні характеристики:

- Довжина ПВП (зондів):
 - стерженьового варіанту : 300 ... 5000 мм;
 - кабельного варіанту: 500 ... 25000 мм.
- Діапазон вимірювання по зміні ємності: 0 ... 3300 пФ.
- Поріг чутливості по зміні ємності : 3,3 пФ.
- Верхня межа сигналу частотного перетворювача: 600 kHz (max).
- Вихідний уніфікований сигнал по струму: від 3,8 до 20,5 мА;
- Відносна похибка: < 0,5% від фактичного значення ємності.
- Нелінійність і повторюваність результатів вимірювання відповідно:
 - < 0,4% від діапазону та від фактичного значення вимірюваної ємності.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температурна стабільність: 0,25% от фактичного значення ємності.
- Струмівий ланцюг з аналоговим сигналом від 4 до 20 мА або від 20 до 4 мА за схемою живлення в два проводи при номінальній напрузі живлення постійного струму 24 В.
- Мінімальна діелектрична постійна середовища - 1,5.
- Допустима температура вимірювального перетворювача в межах від -40 до +85 °С.

Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач, зовнішній вигляд якого приведено на рис.8, оснащений чотирьох розрядним дисплеєм, перемикачем вибору функції/меню та двома клавішами («+» та «-») установки меж налаштування параметрів.

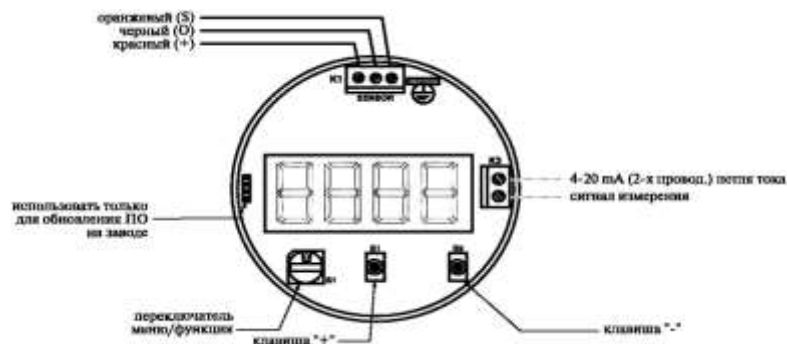


Рис.4.4. Зовнішній вигляд LC 300 при знятій кришці герметичного корпусу.

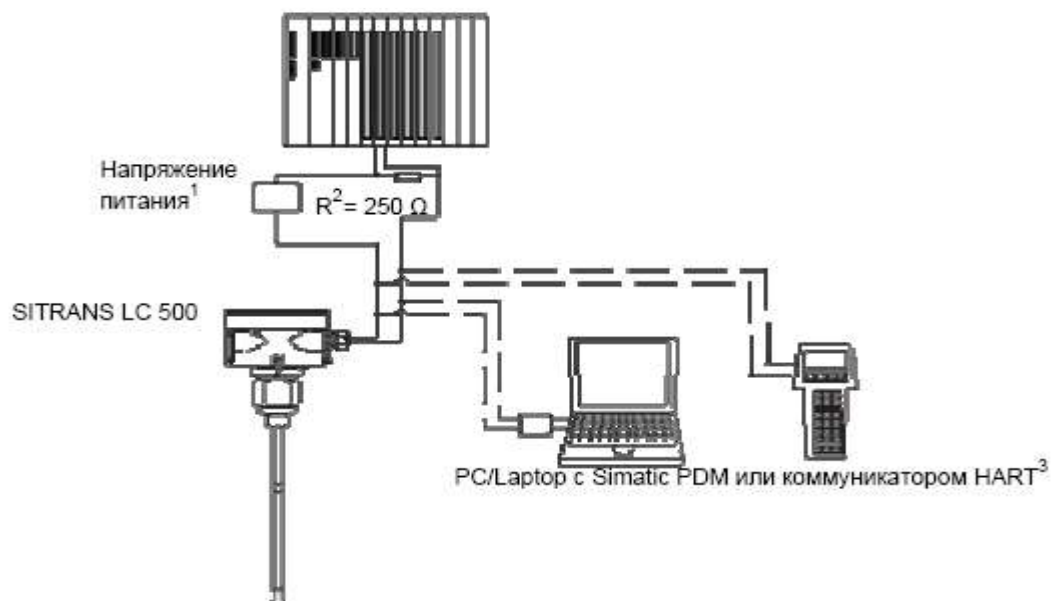


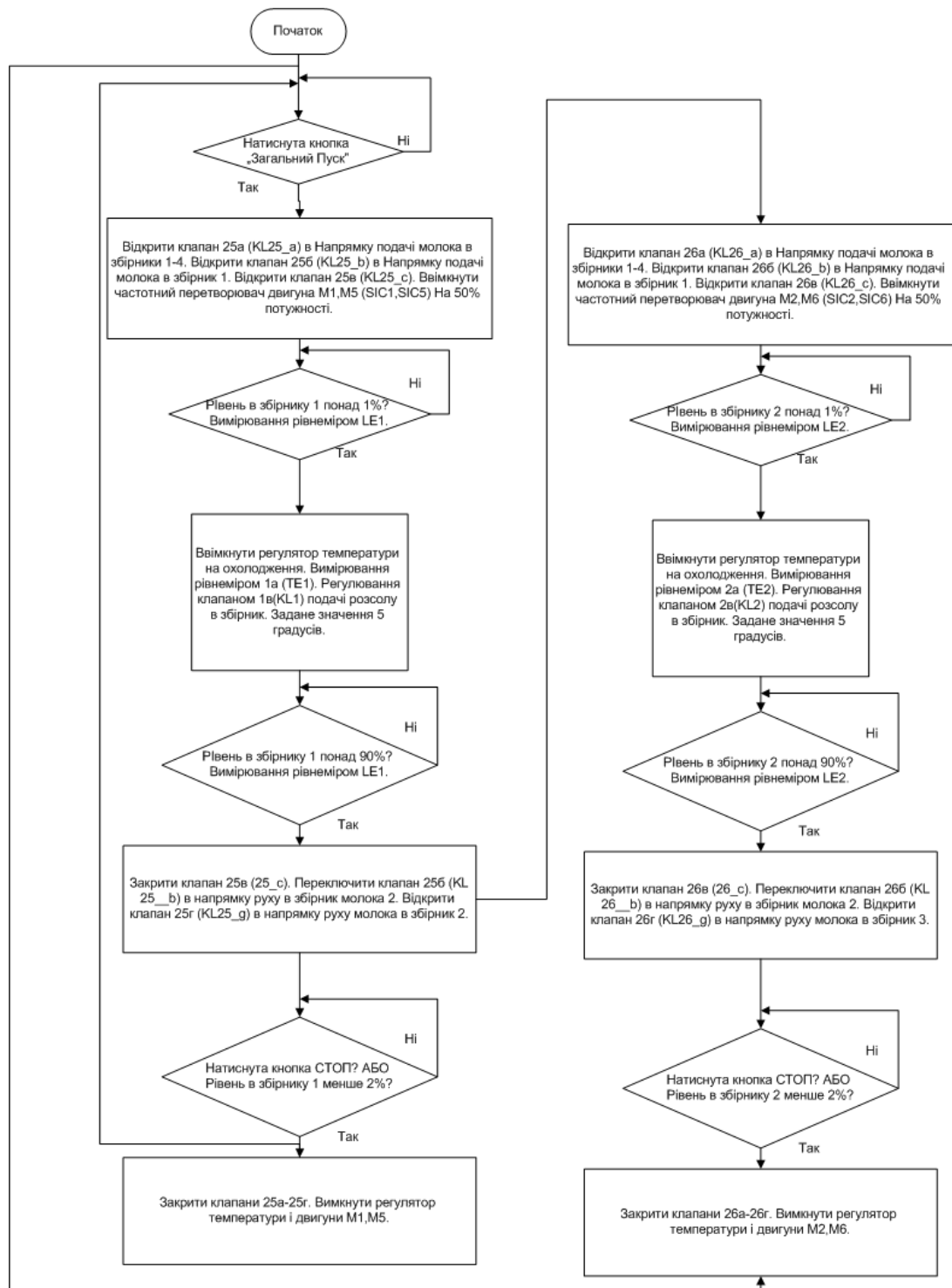
Рис.4.5. Типова схема конфігурування LC 300

Типова схема підключення та конфігурування LC 300 приведена на рис.4.5.

- В залежності від дизайну створюваної системи, блок живлення LC 300 може бути автономним, або бути частиною контролера (**PLC**).
- Опір 250 Ом є необхідним у випадку, коли **PLC** з'єднано із модемом **HART** або із комунікатором **HART**.
- Забороняється використовуватись комунікатор **HART**, якщо підключені **PLC** та ноутбук.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).

Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Нікольський В.О.			Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Акр.	Акрушіє	
Перевір.		Киричук С.А.						71	4
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.							

Таблиця 5.1 Параметри функціонального блока PI_V

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

Таблиця 5.2 Опис структурного типу Para_PI_V

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

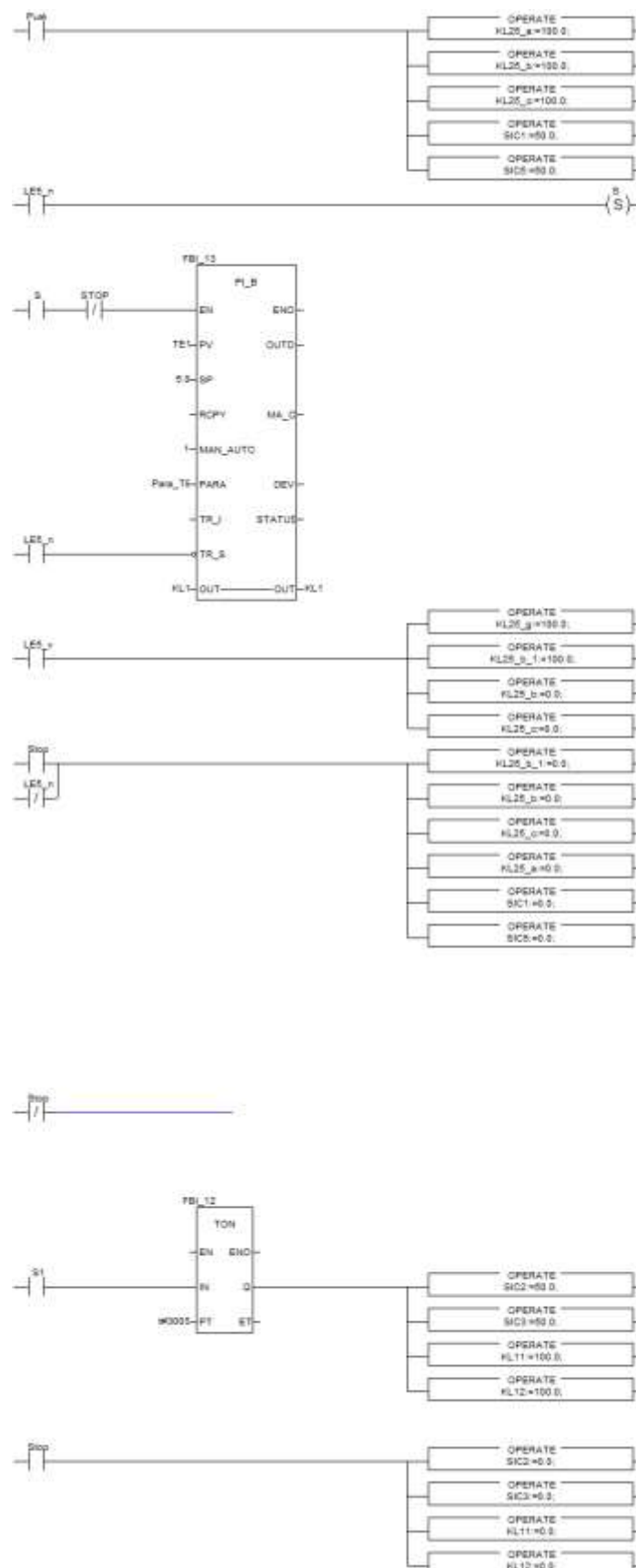


Рис.5.2. Програма ПЛК

6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

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

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Переменные теги [Scada]

Имя переменного тега	FE1	Имя кластера	tract	Название устройства в/в	IODev1
Адрес	plc001!%MW10	Тип данных	REAL	Мин. исходное значение	0
Мин. значение в единицах изм.	0	Макс. исходное значение	10000	Макс. значение в единицах изм.	100
Единица измерения		Формат	###	Нечувствительность	
Комментарий					

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 3 Связанный:

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікольський В.О.			Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Киричук С.А.					74	8
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	150	INT
LE1	%IW0.2.4	0	10000	0	100	INT
LE2	%IW0.2.5	0	10000	0	100	INT
LE3	%IW0.2.6	0	10000	0	100	INT
LE4	%IW0.2.7	0	10000	0	100	INT
FE1	%IW0.3.0	0	10000	0	1000	INT
FE2	%IW0.3.1	0	10000	0	1000	INT
FE3	%IW0.3.2	0	10000	0	1000	INT
FE4	%IW0.3.3	0	10000	0	1000	INT
QE1	%IW0.3.4	0	10000	0	14	INT
QE2	%IW0.3.5	0	10000	0	14	INT
QE3	%IW0.3.6	0	10000	0	14	INT
QE4	%IW0.3.7	0	10000	0	14	INT
QE5	%IW0.4.0	0	10000	0	100	INT
QE6	%IW0.4.1	0	10000	0	100	INT
QE7	%IW0.4.2	0	10000	0	100	INT
QE8	%IW0.4.3	0	10000	0	100	INT
KL1	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.5.2	0	10000	0	100	INT

KL4	%QW0.5.3	0	10000	0	100	INT
SIC1	%QW0.5.4	0	10000	0	100	INT
SIC2	%QW0.5.5	0	10000	0	100	INT
SIC3	%QW0.5.6	0	10000	0	100	INT
SIC4	%QW0.5.7	0	10000	0	100	INT
SIC5	%QW0.6.0	0	10000	0	100	INT
SIC6	%QW0.6.1	0	10000	0	100	INT
SIC7	%QW0.6.2	0	10000	0	100	INT
SIC8	%QW0.6.3	0	10000	0	650	INT

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

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

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

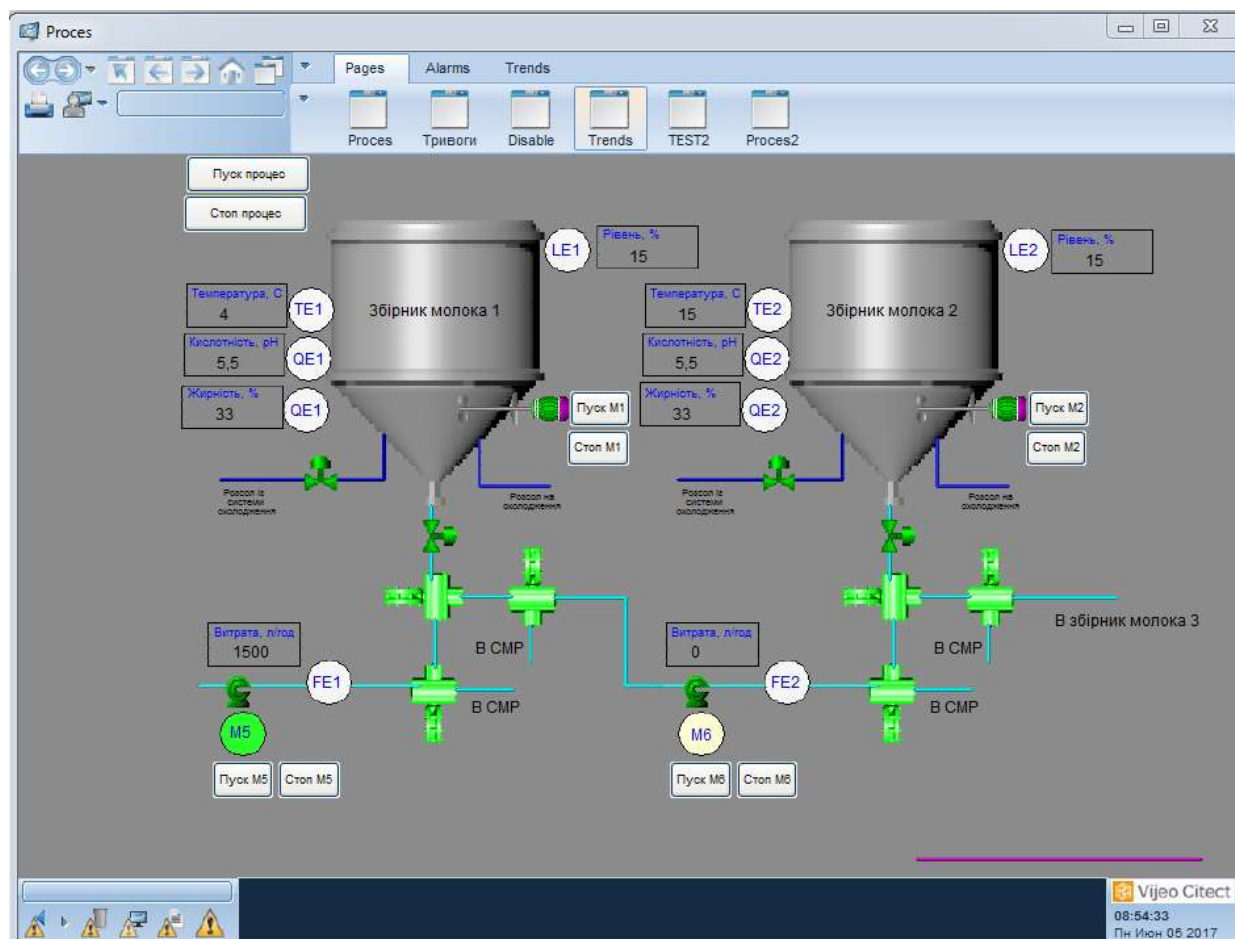
Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за цей чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну

кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим.

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



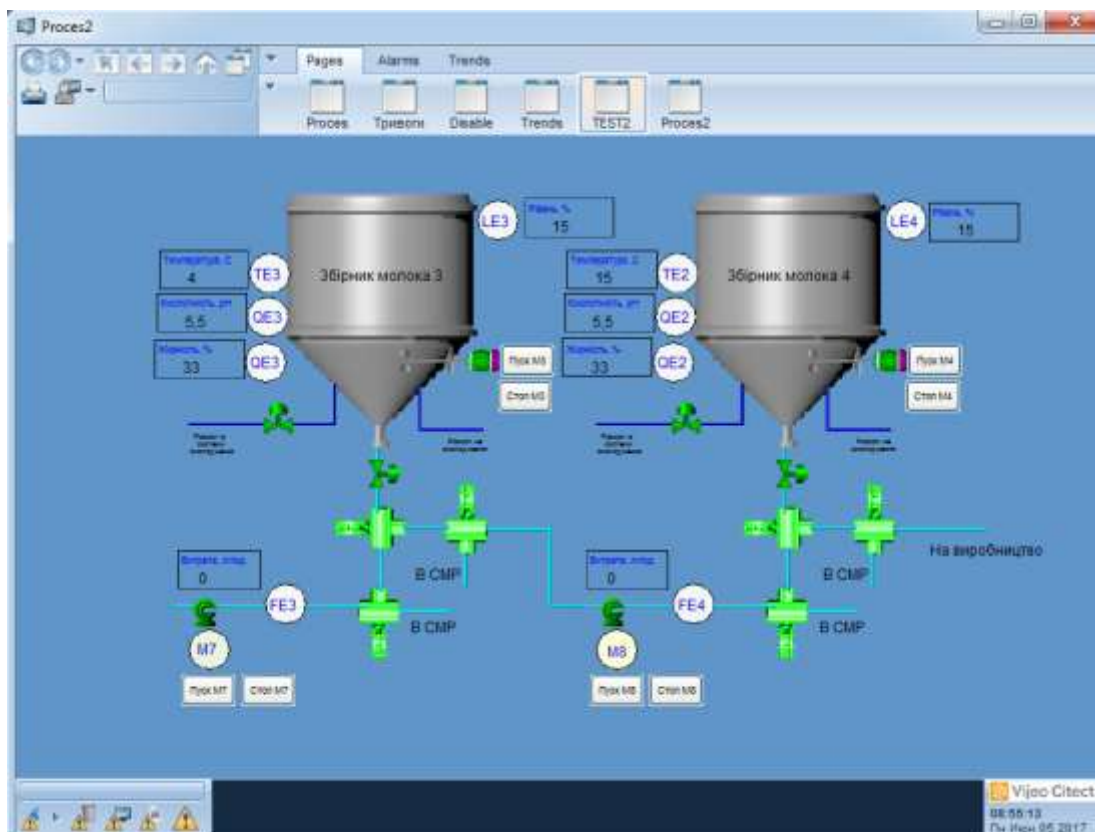


Рис.6.4. Мнемосхема відділення

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

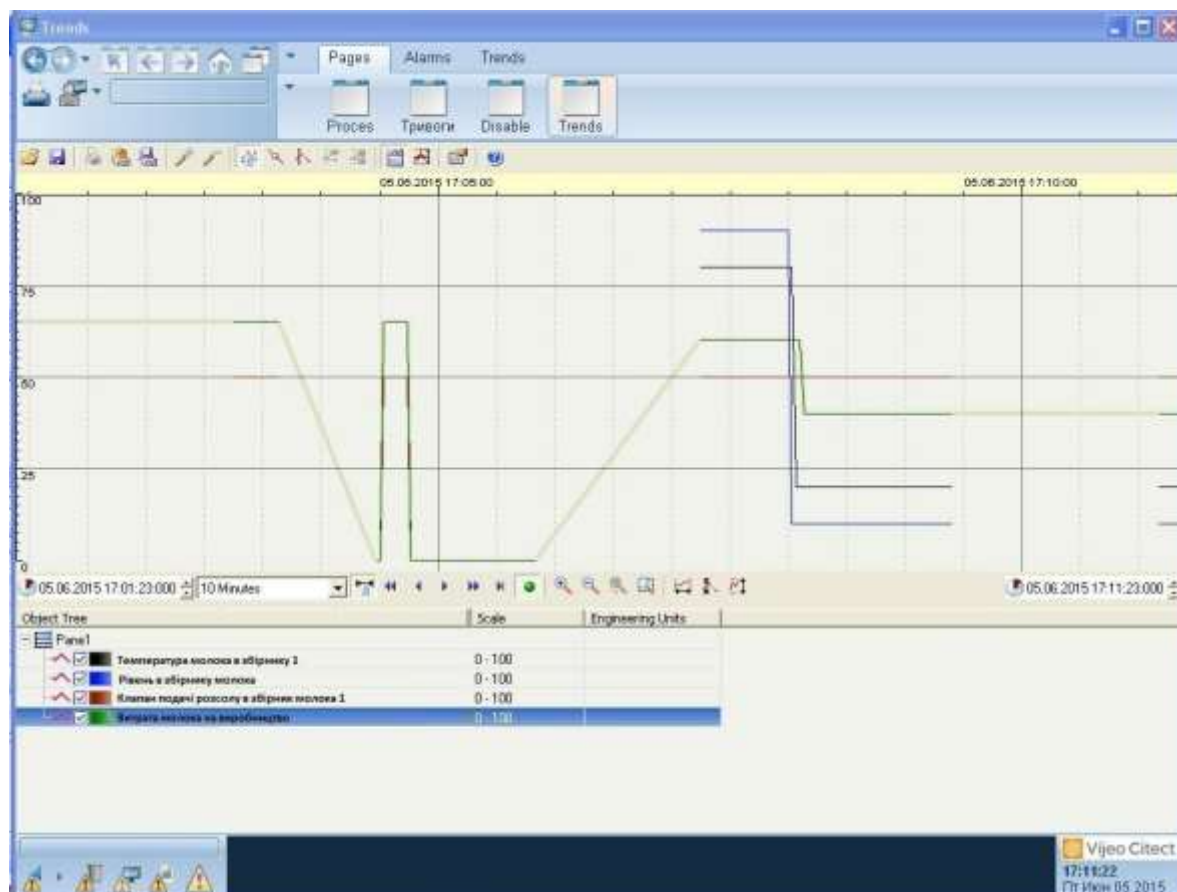


Рис.6.5. Вікно трендів

Тренди				
Pages Alarms Trends				
Process Trends Disable Trends				
Page Tasks				
- Go to the top - Page Up - Page down - Print / Export - Page 1				
Filter Tasks				
- Get data - Reset filter - No Filter				
Control Tasks				
- Acknowledge page - Disable page - Send alarm sound				
View Tasks				
- Add column - Auto-fit columns - Reload view - Save view				
Time	Tag	Name	Desc	
10:56:54	ALARM_HLI	Рівень в абрикосу 1	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	
10:56:54	ALARM_DEI	Вязкость молока в абрикосу 1	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	
10:56:54	ALARM_TLI	Температура молока в абрикосу 1	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	
17:09:04	05.06.2015	Висока температура	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОК
17:09:01	05.06.2015	Високий рівень	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОК
10:56:54	05.06.2015	Висока температура	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОКИЙ	КРИТИЧЕСКИ ВЫСОК

Рис.6.6. Вікно алармів

7. Комп'ютерне моделювання систем автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження.

Реалізація система управління на базі нечіткої логіки

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Резервуар для кисломолочних напоїв як об'єкт керування являє собою легку динамічну систему з декількома взаємопов'язаними вхідними величинами. Зате явно виражена спрямованість контурів регулювання за основними каналами регулюючих дій, таких як витрата пари F_p , витрата нормалізованого молока $F_{н.м.}$, витрата закваски F_z , та отриману в результаті температуру кисломолочного напою $T_{кнн}$, рН кисломолочного напою рН, які дозволяють здійснювати стабілізацію регульованих величин за допомогою незалежних одно контурних систем, пов'язаних лише через об'єкт керування.

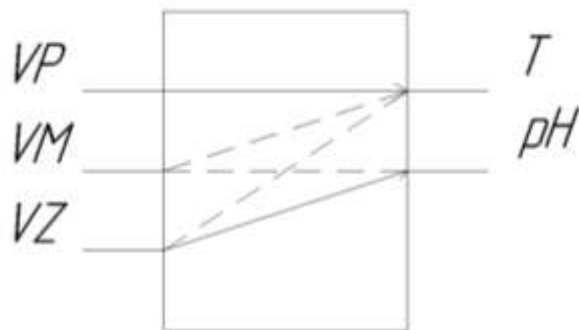


Рисунок 7.1 Параметрична схема резервуара для кисломолочних напоїв

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації відділення прийому молока на молокозаводі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Нікольський В.О.						
Перевір.		Киричук С.А.					81	11
						НУХТ АК-4-Зск		
Секрета Е.К.		Проскурка Е.С.						
Зав.кафедри.		Ельперін І.В.						

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

ОПИС ВИКОРИСТАНИХ КОНТУРІВ РЕГУЛЮВАННЯ

Розроблена в даному проекті система автоматизації повинна забезпечити в автоматичному режимі контроль і сигналізацію основних параметрів технологічного процесу в межах технологічного процесу, а також автоматично чи в ручному режимі їх регулювання та управління.

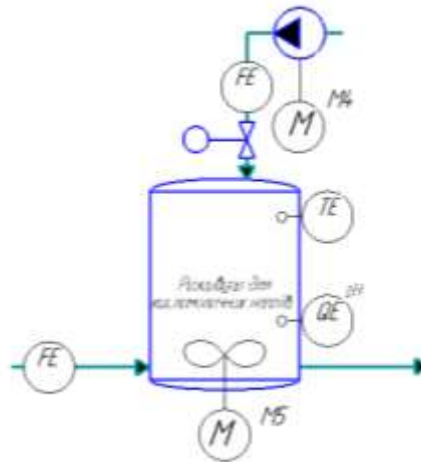


Рисунок 7.2 – ФСА резервуара для кисломолочних напоїв

В АСУ резервуара для кисломолочних напоїв входять такі контури:

Регулятор температури пари. Температура пари вимірюється термопарою ТХА-У і подається на аналоговий вхід модуля контролера. Імпульсний вихідний сигнал контролера через без контактний реверсивний пускач ПБР-3 подається на виконавчий механізм МЭО-100/25-0,25-380В-У.

Регулювання кислотності. Кислотність кисломолочного напою вимірюється потенціометричним рН-метром і подається на аналоговий вхід модуля контролера. Імпульсний вихідний сигнал контролера через без контактний реверсивний пускач ПБР-3 подається на виконавчий механізм МЭО-100/25-0,25-380В-У.

СТРУКТУРА СИСТЕМИ ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ

					Кваліфікаційна робота	Лист
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

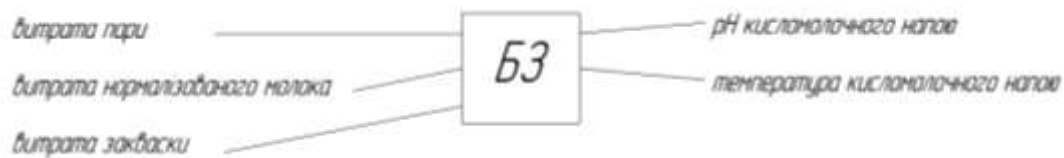


Рисунок 7.3 – Параметрична структура підсистеми (нечіткого висновку)

7.3. Моделювання САР

Настроювання функції належності:

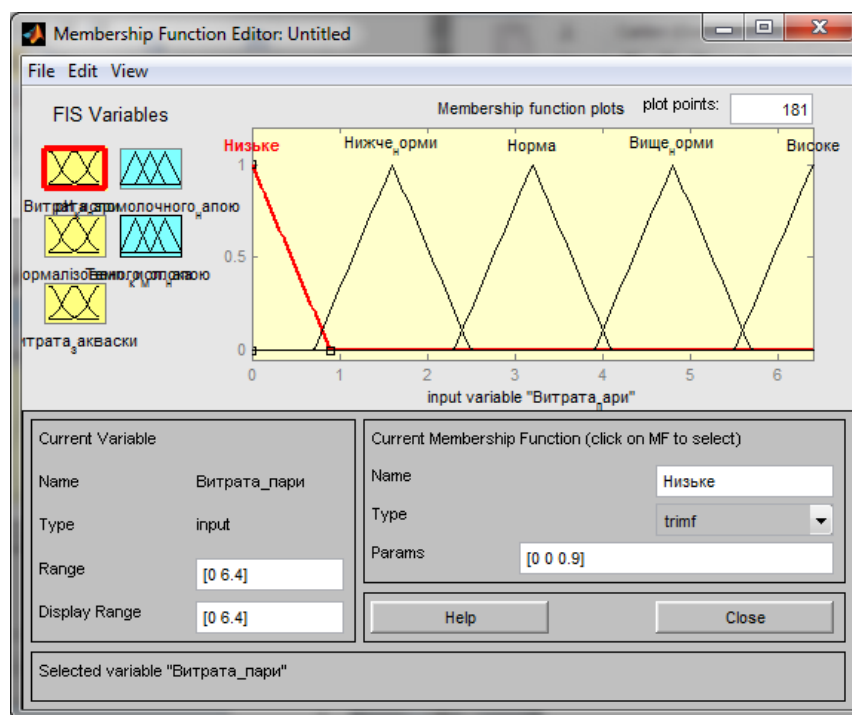


Рисунок 7.4 – Вікно редагування функції належності (витрата пари)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	0,9
Нижче норми	0,7	1,6	2,5
Норма	2,3	3,2	4,1
Вище норми	3,9	4,8	5,7
Висока	5,5	6,4	6,4

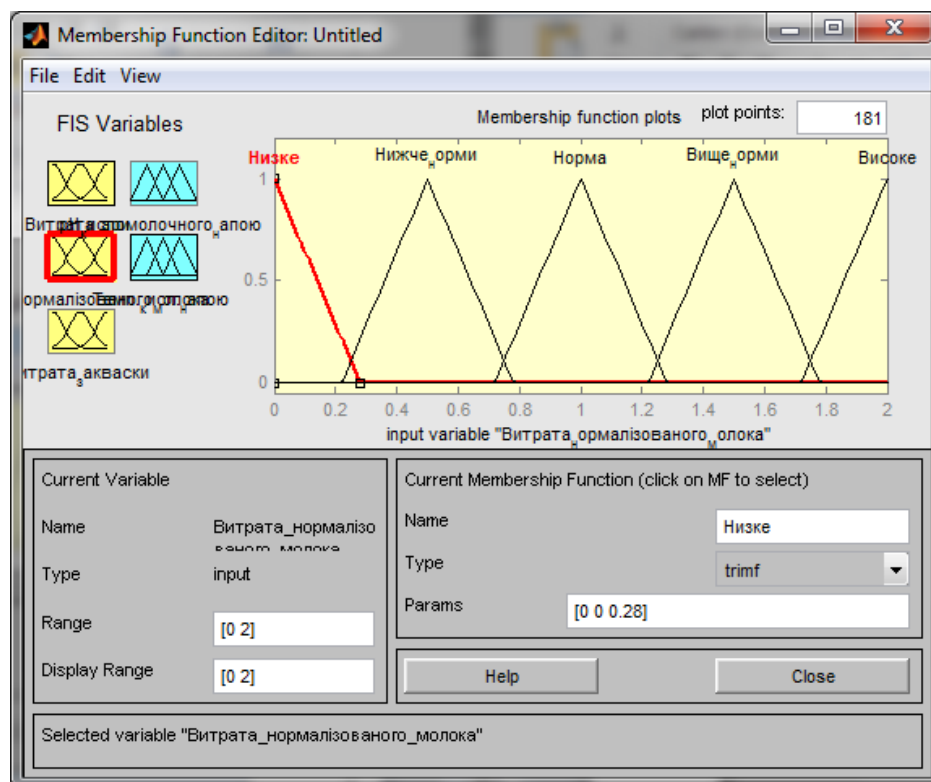


Рисунок 7.5 - Вікно редагування функції належності (витрата нормалізованого молока)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	0,28
Нижче норми	0,22	0,5	0,78
Норма	0,72	1	1,28
Вище норми	1,22	1,5	1,78
Висока	1,72	2	2

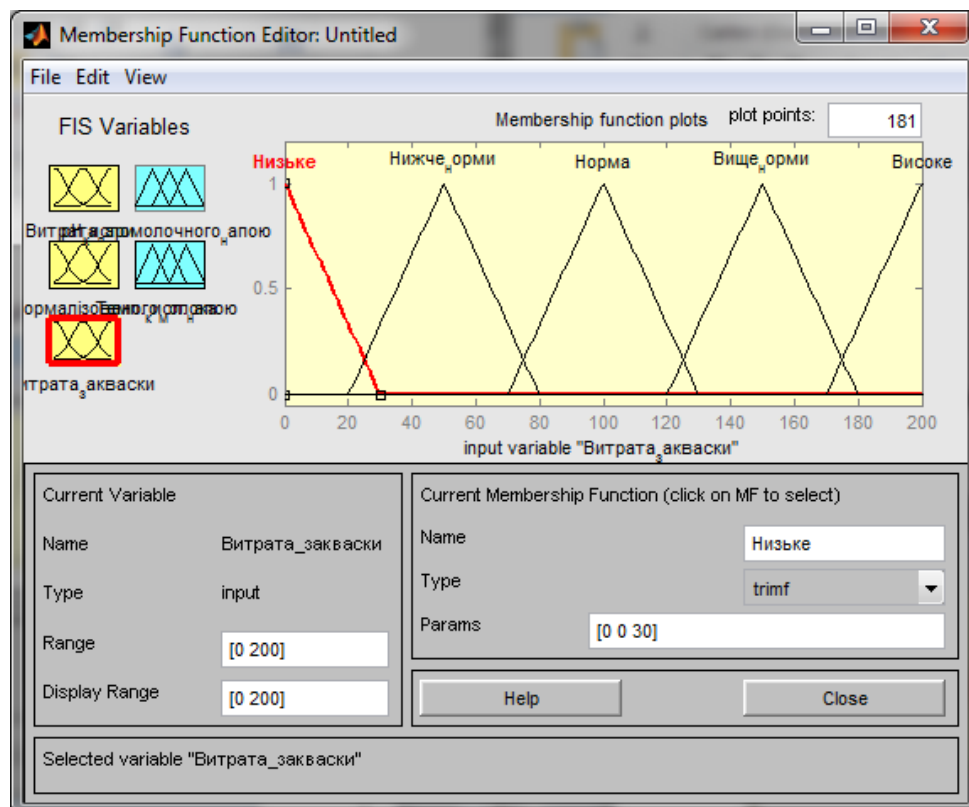


Рисунок 7.6 - Вікно редагування функцій належності (витрата закваски)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	30
Нижче норми	20	50	80
Норма	70	100	130
Вище норми	120	150	180
Висока	170	200	200

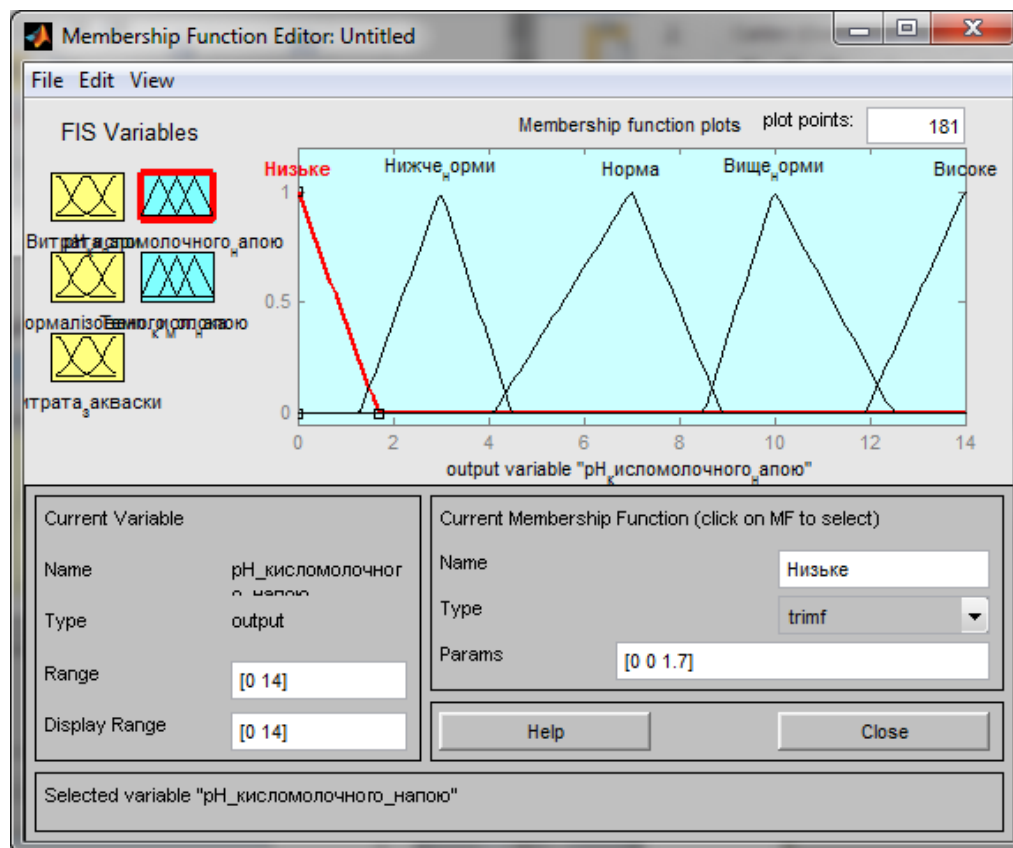


Рисунок 7.7 - Вікно редагування функцій належності (рН кисломолочного напою)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	1,7
Нижче норми	1,3	3	4,5
Норма	4,1	7	8,9
Вище норми	8,5	10	12,5
Висока	11,9	14	14

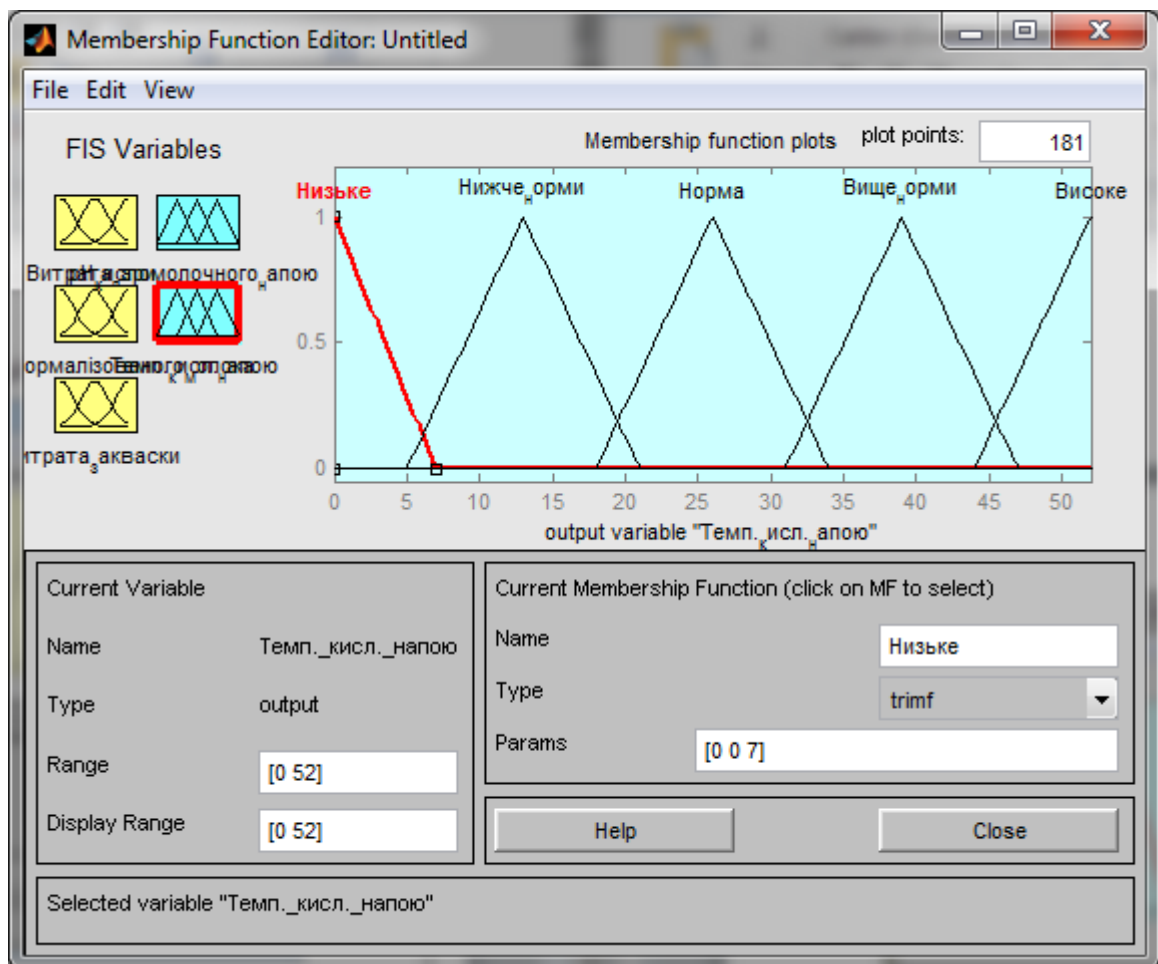
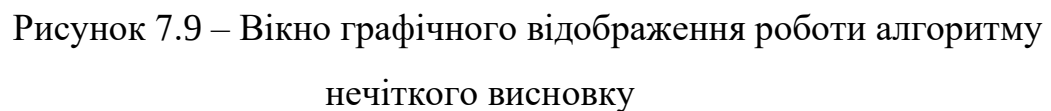


Рисунок 7.8 - Вікно редагування функцій належності (рН кисломолочного напою)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	7
Нижче норми	5	13	21
Норма	18	26	34
Вище норми	31	39	47
Висока	44	52	52

[illegible]

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

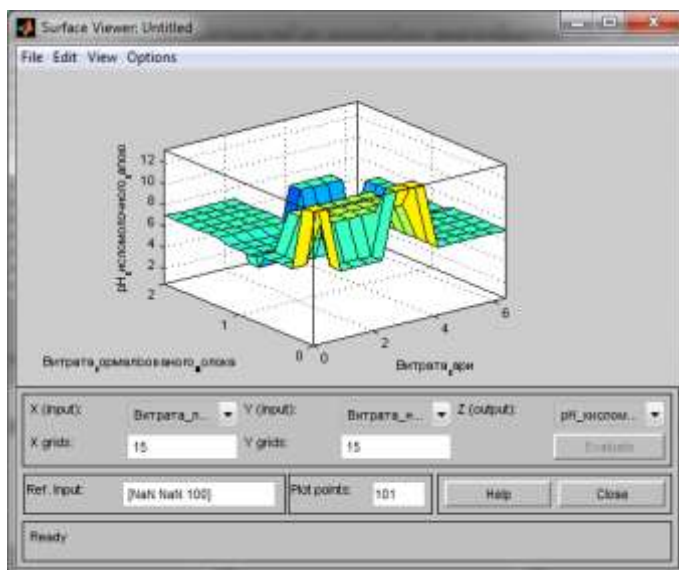


Рисунок 7.10 – Віно відображення кислотності від зміни витрати пари та витрати нормалізованого молока.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої кислотності: витрата пари 3,2 т/год та витрата нормалізованого молока 1т/год.

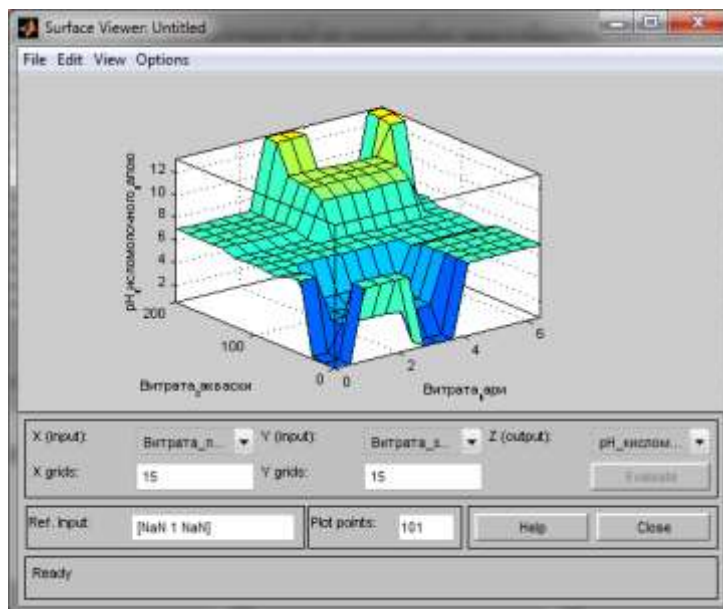


Рисунок 4.3 – Віно відображення кислотності від зміни витрати пари та витрати закваски.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої кислотності:
витрата пари 3,2 т/год та витрата закваски 100л/год.

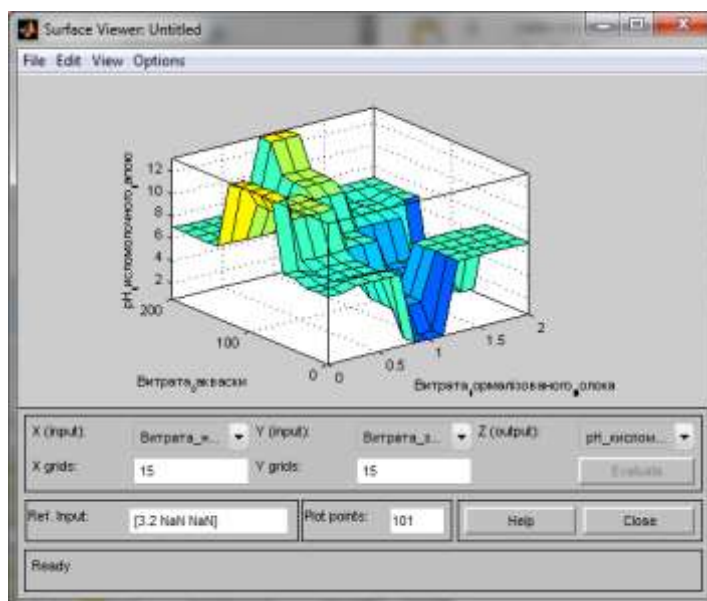


Рисунок 7.11 – Віно відображення кислотності від зміни витрати закваски та витрати нормалізованого молока.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої кислотності:
витрата закваски 100 л/год та витрата нормалізованого молока 1т/год.

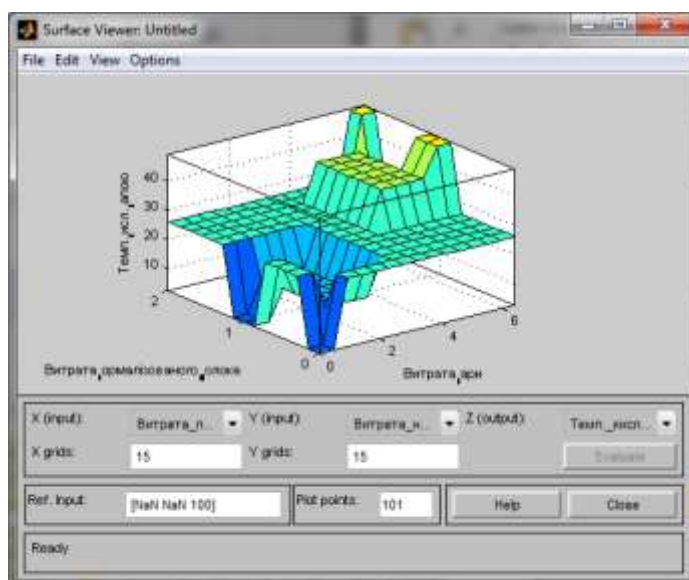


Рисунок 7.12 – Віно відображення температури від зміни витрати пари та витрати нормалізованого молока.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої температури:
витрата пари 3.2 т/год та витрата нормалізованого молока 1т/год.

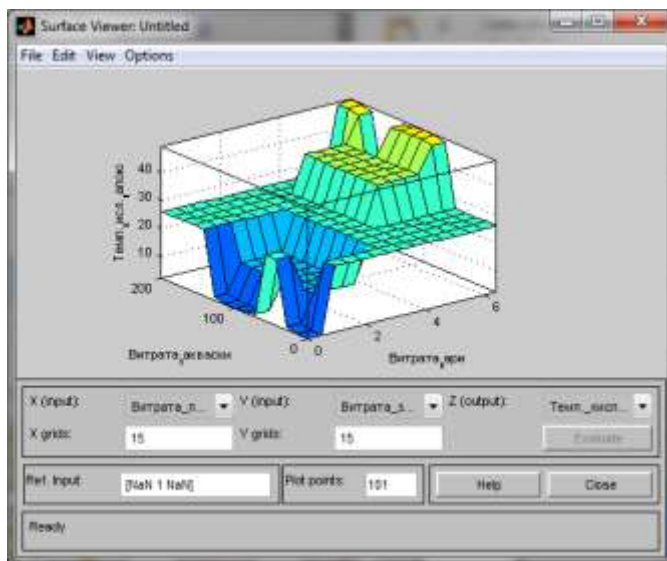


Рисунок 7.13 – Віно відображення температури від зміни витрати пари та витрати закваски.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої температури:
витрата пари 3.2 т/год та витрата закваски 100л/год.

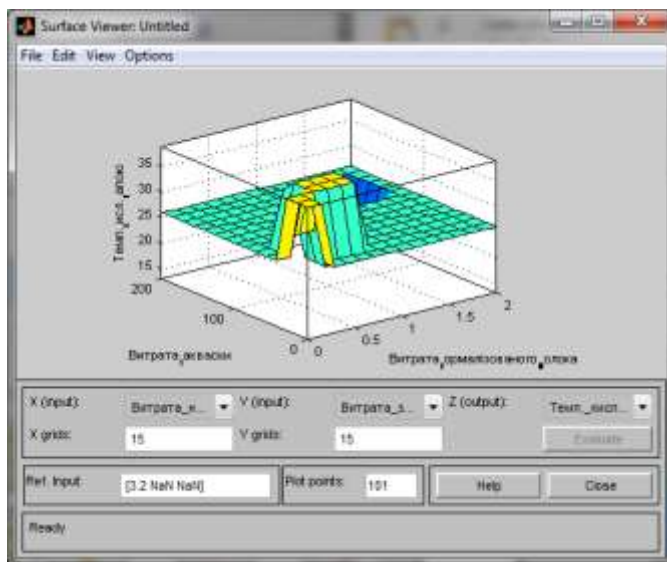


Рисунок 7.14 – Віно відображення температури від зміни витрати закваски та витрати нормалізованого молока.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої температури:
витрата закваски 100 л/год та витрата нормалізованого молока 1т/год.

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі було зібрано багато інформації про відділення прийому молока, на основі якої було розроблено функціональну схему автоматизації, в якій передбачено контроль і регулювання таких параметрів:

- регулювання температури молока під час зберігання;
- контроль витрати, жирності, кислотності молока в збірниках;

Важливим рішенням в кваліфікаційній роботі було використання механізмів пневматичних через їхню швидкодію.

Розроблена в даній кваліфікаційній роботі схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес у оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів.

Розроблена схема сигналізації дає змогу попереджувати виникнення аварійних ситуацій і не допускати наближення значень технологічних параметрів до аварійних. Дана схема передбачає можливість автоматичного регулювання параметрів.

Для досягнення оптимальних результатів роботи певного агрегату на підприємстві і використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій.

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.— 160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

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

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.

14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напрямку 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovoi Literature, 2014.- 240 p.

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.