

**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

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

«__» червень 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

«__» червень 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 лінії виготовлення твердого сиру

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-Зск

_____ Сімейко Марина Леонідівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Смітюх Ярослав Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Власюк О.П.
(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

Сімейко Марині Леонідівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру*

керівник роботи *доцент Смітюх Ярослав Володимирович*

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

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

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. Характеристика об'єкта автоматизації. 1.1. Аналіз технологічної ділянки як 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. Специфікація приладів та засобів автоматизації. 2.3. Опис схеми автоматизації. 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера. 3.1. Обґрунтування вибору процесорного модуля. 3.2. Опис схеми підключення датчиків та ВМ. 3.3. Багатолінійна схема живлення.

4. Опис встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного 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.

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	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Сімейко М.Л.

_____ (підпис)

Керівник роботи Смітюх Я.В.

_____ (підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – датчик для вимірювання температури молока Sitrans TF2, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програма для управління виготовлення сиру. Програма розроблена для ПЛК M340 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні Citect SCADA 2015 та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: сир, молоко, M340, Sitrans TF2.

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

Annotation

This qualification work considers the development of an automation system of line of production of hard cheese is considered.

The qualification work describes the process, the tasks for the automation system, the automation scheme, the specification of the automation equipment, the wiring diagram of the automation equipment – sensor for measuring the temperature of milk Sitrans TF2, the connection schemes of the sensors and actuators to the PLC and the extended circuitry for connecting the technical means.

An algorithm and a program for controlling to control the production of cheese. The program is designed for PLCs from the Schneider Electric M340 series. The interface SCADA-program of the technological process is developed in the software Citect SCADA 2015 and the form of the display mnemonic is presented in the note.

Keywords: cheese, milk, M340, Sitrans TF2.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	8
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	10
Розділ 2. Система автоматизації.....	12
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	12
2.2. Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	24
2.3. Опис схеми автоматизації.....	27
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера	36
3.1. Обґрунтування вибору процесорного модуля.....	36
3.2. Опис схеми підключення датчиків та ВМ.....	41
3.3. Багатолінійна схема живлення.....	45
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	46
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	47
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	56
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	56
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	57
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	60
Висновки	64
Список використаної літератури	65

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Кисломолочний сир — це білковий кисломолочний продукт, що містить переважно казеїн і сироваткові білки і який виробляють сквашуванням молока заквашувальними препаратами із застосуванням способів кислотної або кислотно-сичужної коагуляції білка. Кисломолочним сиром не вважається готовий продукт, підданий тепловому обробленню.

Кисломолочний сир, залежно від масової частки жиру, поділяють на нежирний та з масовою часткою жиру від 2 до 18 %.

Консистенція сиру повинна бути м'якою, мазкою або розсипчастою, дозволено незначну крупинчастість і незначне виділення сироватки.

Масова частка білка у сирі не менша як 14 % , масова частка вологи — 65...80 %, титрована кислотність — 170...250 °Т. Показник масової частки жиру для кисломолочного сиру нежирного не нормують.

Кількість мезофільних молочнокислих стрептококів у готовому сирі кисломолочному досягає 10^8 — 10^9 клітин в 1 г.

Бактерії групи кишкової палички (коліформи) не дозволені в 0,001 г продукту з терміном зберігання не більше як 72 год та в 0,01 г продукту з терміном зберігання понад 72 год. Кількість пліснявих грибів (КУО в 1 г продукту) повинна становити не більше як 50, а кількість дріжджів (КУО в 1 г продукту) — не більше як 100. Патогенні мікроорганізми, зокрема *Salmonella*, в 25 г продукту і *Staphylococcus aureus* в 0,01 г продукту не дозволені.

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

1. Розділ Характеристика об'єкта автоматизації

На механізованій лінії Я9-ОПТ під час виробництва сиру кисломолочного «Селянського» та знежиреного згусток отримують у потоці. Знежирене або нормалізоване молоко пастеризують при температурі $(78\pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою протягом 20...30 с або $(90\pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою 10...20 с і охолоджують до температури заквашування $24\text{...}28^\circ\text{C}$ у весняно-літній період та $26\text{...}30^\circ\text{C}$ — в осінньо-зимовий. Нормалізоване молоко перед пастеризацією нагрівають до температури $(60\pm 5)^\circ\text{C}$ і гомогенізують під тиском $(7,5\pm 2,5)\text{МПа}$. Охолоджене до температури заквашування молоко надходить у резервуар для сквашування, в який вносять закваску у кількості 1...10 % маси молока. Заквашене молоко ретельно перемішують і залишають у спокої не більше як на 10 год для сквашування. Процес вважається закінченим за титрованої кислотності згустку $70\text{...}90^\circ\text{T}$ для сиру кисломолочного «Селянського» і $80\text{...}95^\circ\text{T}$ — для нежирного. Готовий згусток перемішують протягом 2...5 хв і гвинтовим насосом подають у трубчастий теплообмінник, що складається з підігрівника, видержувача і охолодника. У підігрівнику згусток підігрівають до температури $46\text{...}52^\circ\text{C}$ для сиру «Селянського» і $42\text{...}50^\circ\text{C}$ — для нежирного. З підігрівника згусток подають у видержувач на 1... 1,5 хв, потім — в охолодник для охолодження до температури $30\text{...}40^\circ\text{C}$ для сиру кисломолочного «Селянського» і $25\text{...}35^\circ\text{C}$ — для нежирного.

Потім продукт надходить на двоциліндровий зневоднювач. Охолоджують продукт до температури $8\text{...}12^\circ\text{C}$ на охолоднику, а доохолоджують до $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ у холодильній камері після фасування.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Сімейко М.Л.				<i>Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру</i>	Літера	Арк.	Аркушів
Провір.	Смітюх Я.В.					у	8	4
Зав.	Ельперін І.В.					<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
Сек. ЕК	Проскурка Є.С							

Перспективним для виробництва сиру кисломолочного зі знежиреного молока є використання високотехнологічних ліній, укомплектованих сепараторами для відділення сироватки від білкового згустку. На лінії виготовляють сир кисломолочний м'який дієтичний, у тому числі низькожирний, м'який дієтичний плодово-ягідний нежирний. Сучасні технології і способи фасування, що передбачені в лініях, подовжують термін зберігання готового продукту до 7 діб при температурі 2...6 °С, а за термізації білкового згустку — до 21 доби.

Виробництво здійснюють у такій послідовності технологічних операцій: підігрівання і сепарування молока; пастеризація, охолодження і зберігання вершків; пастеризація знежиреного молока та його охолодження до температури заквашування; заквашування, перемішування, сквашування; перемішування, підігрівання та охолодження сквашеного згустку; сепарування згустку; охолодження сиру кисломолочного нежирного; змішування з вершками або плодово-ягідними наповнювачами (за потреби).

Знежирене молоко за цією технологією пастеризують при температурі $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ без витримки чи з витримкою до 10 хв. Можливий також режим при температурі $(90\pm 2)^\circ\text{C}$ без витримки або з витримкою до 3 хв.

Кисломолочний сир пакують у споживчу тару масою нетто від 100 до 1000 г: пергамент марки В, кашировану алюмінієву фольгу, поліетиленову плівку, стаканчики з полімерного або комбінованого матеріалу. Допускається фасувати сир у фляги та ящики для подальшого перероблення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізація управляючої дії	Додаткові умови
1	Збірники та бункери	Рівень	60-85 %	Управління	Стан	Вплив на клапан 1в	
2	Пастеризаційно-охолоджувальна установка	Температура пастеризації	78 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 4в	
		Температура охолодження	24 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 5в	
3	Сепаратор - нормалізатор	Жирність молока	10 %	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Співвідношення витрати молоко-вершки	10:1 т/год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 8в	
		Рівень	60-75 %	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
4	Резервуар для сквашування	Жирність сиру	10 %	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Температура	15 °С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Рівень	60-75 %	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
5	Апарат теплової обробки згустку	Температура	46 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 14в	
6	Холодильна камера	Температура	5 °С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

7	Трубопровід	рН молока	6 од. рН	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Витрата закваски	0,5 т/год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 11в	
8	Зрівняльний бачок	Рівень	60-85 %	Управління	Стан	Вплив на насос М1	

2. Розділ Опис системи автоматизації

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

Обґрунтування вибору датчика температури

Sitrans TF2



Рис. 2.1 Загальний вигляд термометра опору Sitrans TF2

Конфігуруємий SITRANS TF2 - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термометром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 об'єднує три компоненти в одному приладі:

- термометр опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі;
- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Сімейко М.Л.			<i>Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру</i>	Літера	Арк.	Аркушів
Перевір.		Смітюх Я.В.				у	24	12
Зав.		Ельперін І.В.				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
Сек. ЕК		Проскурка Є.С						

- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД).

Вхiд: вимірювана величина – температура в діапазоні від -50...+200°C.

Вихiд: уніфікований сигнал 4...20 mA по дротах живлення.

Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах (23±5)°C складає: $\pm(0,45^{\circ}\text{C} + 0,2\% \text{ від верхньої межі налаштованого діапазону})$.

Індикація

SITRANS TF2 має 5-ти значний дисплей за скляною кришкою. На дисплеї показується наступна інформація:

-виміряна температура одиниця (°C, °F, °R або K або mA або%)

+/- перевищення граничного значення, сигналізація через СiД і стрілочні символи на дисплеї

-установки

Установка SITRANS TF2 здійснюється через 3 клавiші управління за скляною кришкою під дисплеєм.

За допомогою клавiші "M" відбувається вибір режиму роботи. Є такі режими роботи:

-виміряне значення

-пароль

-одиниця виміру

-початок і кінець діапазону вимірювання

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- верхнє і нижнє граничне значення
- зміщення
- калібрування вихідного струму
- верхня і нижня межі насичення струму
- електричне демпфірування

За допомогою двох інших клавiш встановлюються значення в окремих режимах роботи.

Контроль

Для контролю встановленого діапазону вимірювання і стану над дисплеєм розташовується два СІД:

Зелений СІД сигналізує, що виміряна температура лежить в межах встановлених граничних значень.

Червоний СІД світиться, якщо виміряна температура лежить поза встановлених граничних значень і в разі помилки.

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

Обґрунтування вибору рівнеміра Sitrans LR 200



Рис. 2.4 Загальний вигляд радарного рівнеміра Sitrans LR 200

Sitrans LR 200 - це 2-дротовий імпульсний радарний рівнемір з частотою 6 ГГц для екстремальних умов технологічного процесу в технологічних резервуарах довжиною до 20 метрів (66 футів). Ця технологія найбільше підходить для додатків, де є сильна турбулентність або скупчення матеріалу.

Переваги

- Проста настройка за допомогою графічного інтерфейсу HMI з майстром швидкого запуску або віддаленого доступу через EDD або DTM.
- Іскробезпечний портативний інфрачервоний програматор для локального інтерфейсу.
- Перевірено на практиці з міцним герметичним корпусом, заснованим на більш ніж 10-річному досвіді.
- Надійні свідчення за допомогою розширеної обробки ехо-сигналів Process Intelligence для надійної роботи.
- Готовий до оцифрування з HART або PROFIBUS PA для підключення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

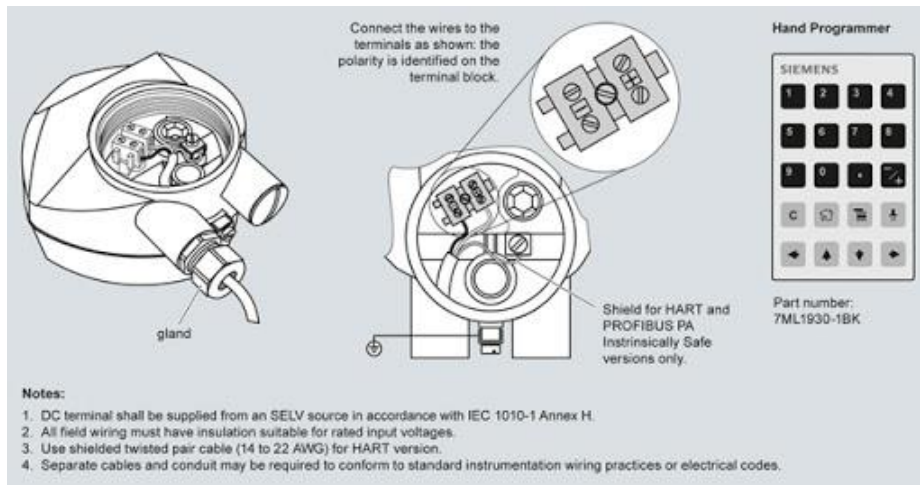


Рис. 2.5 З'єднання Sitrans LR 200

Обґрунтування вибору потенціометричного рН-метра рН-101П



Рис. 2.6 Загальний вигляд потенціометричного рН-метра

рН-метр промисловий рН-101П призначений для вимірювання рН водних розчинів в стаціонарних умовах промислового підприємства. рН-метр використовують для вимірювання рН водних розчинів в хімічній, фармацевтичній, харчовій і інших галузях виробництва. рН-метр складається з двох пристроїв: блоку управління (БУ) і блоку вхідних сигналів (БВС). БО реалізований в щитовому виконанні. Управління рН-метром здійснюється

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

трьома кнопками. Інформація відображається на буквеному цифровому дисплеї. БВС конструктивно кріпиться на стіну, недалеко від ємності з водним розчином, рН якого необхідно вимірювати. До БВС рН-метра підключається електрохімічна комірка, датчик температури і лінія зв'язку з БО.

Особливості рН-метр промисловий рН-101П:

- Високі метрологічні характеристики.
- Цифровий інтерфейс зв'язку між блоками рН-метра. Відсутні втрати / спотворення корисних сигналів в каналі зв'язку рН-метра. Лінією зв'язку служить стандартна чотири провідна кручена пара.
- 5 аналогових вихідних інтерфейсів. рН-метр дозволяє перераховувати вимірюване значення рН в абсолютне значення струму або напругу з подальшим виведенням на зовнішні пристрої. рН-метр одночасно може працювати з одним з аналогових інтерфейсів: 0 ... 5 мА; 0 ... 20 мА; 4 ... 20 мА; 0 ... 50 мВ; 0 ... 100 мВ.
- 2 дискретних вихода. рН-метр обладнаний двома потужними 3-х контактними реле. Для кожного реле встановлюється поріг спрацьовування по рН і тимчасова затримка на включення.
- RS232 / RS485 вихідний інтерфейс. Видача абсолютних значень вимірюваних величин, налаштувань, для зовнішніх цифрових пристроїв / систем, можлива через даний інтерфейс.
- Реалізовано інтерфейс Modbus (+) RTU.
- Автоматична / ручна температурна компенсація.
- Функція температурної компенсації опорного електрода.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Розпізнавання 5-ти типів датчиків температури. рН-метр працює зі стандартними платиновими і мідними датчиками температури: 50П, 50М, 100П, 100М, 1000П. Схема підключення датчика температури - 4-х дротова.
- Автоматичне розпізнавання 17-ти буферних розчинів рН. рН-метр дозволяє розпізнавати, в процесі градування, буферні розчини згідно з ГОСТ 8.134.
- Температурну корекцію значення рН буферного розчину рН-метр виконує автоматично.
- Визначення параметрів електрохімічної комірки.
- Простий інтерфейс управління.

Технічні характеристики рН-метр промисловий рН-101П:

Діапазон вимірювання рН - 0 ... 14; Діапазон вимірювання ЕРС електрохімічної комірки - 2900,0 мВ ... 1900,0 мВ; Діапазон вимірювання температури - 0,0 ° С ... 150,0 ° С; Дозвіл по ЕРС - 0,1 мВ; Дозвіл по температурі - 0,1 ° С; Дозвіл по рН / рХ - 0,01; Опір навантаження аналогового інтерфейсу: - 0 ... 5 мА; - 0 ... 20 мА, 4 ... 20 мА; - 0 ... 50 мВ, 0 ... 100 мВ не більше 2 кОм; - не більше 500 Ом; - не менше 2 кОм.

Діапазон температур, в якому діє компенсація температурних змін ЕРС первинного перетворювача - 0,0 ° С ... 150,0 ° С; Межі допустимих значень абсолютної похибки вимірювання рН, при градуванні рН-метра буферними розчинами 2-го розряду - $\pm 0,02$; Межі допустимої абсолютної похибки вимірювання ЕРС - $\pm 0,4$ мВ; Межі допустимої абсолютної похибки вимірювання температури - $\pm 0,5$ ° С; Габаритні розміри БО - 144x72x171 мм Габаритні розміри БВС - 165x155x87 мм. Маса БО, не більше - 0,5 кг Маса БВС, не більше - 0,5 кг Довжина лінії зв'язку між БО та БВС рН-метра, не більше - 600 м; Довжина лінії зв'язку між БВС рН-метра і електрохімічної осередком, не більше - 3 м; Потужність споживання від мережі змінного струму 220 В 50 Гц, не більше - 3 ВА.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Обґрунтування вибору датчика жирності NBP007



Рис. 2.7 Промисловий датчик жирності рідких продуктів NBP007

Kemtrak NBP007 – оптичний потоковий аналізатор, що підходить для безперервного моніторингу загального вмісту твердих речовин в молочних продуктах, включаючи молоко, вершки та кисломолочні продукти, такі як йогурт і вершковий сир.

Традиційні оптичні вимірювальні прилади на основі каламутності не мають дозволу для вимірювань і не надійні при концентраціях вище 1% зважених твердих речовин через високу оптичну щільність зразка. Це обмеження долається за допомогою обладнання Kemtrak NBP007. Вперше оператор може відстежувати і повністю контролювати процес молочної промисловості при будь-якої концентрації.

Оптоволокну використовується для проведення світла в точку вимірювання та назад, а вимірювальний датчик не містить електронних компонентів. Стандартний зонд витримує постійні робочі температури 120 °C / 248 °F, що робить його придатним для високотемпературних циклів SIP. Більш високі температурні датчики також доступні за запитом.

Стандартні застосування та переваги включають в себе:

- Ідентифікація продукту та диференціація
- Контроль та оптимізація сепаратора

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Оптимізація часу налаштування
- Оптимізація циклів очищення СІР
- Виявлення протікаючих клапанів
- Моніторинг та контроль якості
- Скорочення кількості відходів.

Обґрунтування вибору витратоміра



Рис. 2.8 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.

Ємнісний первинний вимірювальний перетворювач (ЄПВП) являє собою ЗВ для перетворення механічних переміщень або зміни діелектричної проникності продукту чи інших його параметрів в ємність електричного ланцюга. ЄПВП являє собою площинно-паралельний (плоский) або циліндричний електричний конденсатор, у якого, при зміні вимірюваної величини (параметру), змінюється проміжок між його обкладинками або площа їхнього взаємного перекриття, або його діелектрична проникність. Ємність плоского конденсатору визначається загальновідомою формулою:

$$C = \quad * \quad , (1)$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

тобто, ϵ функцією діелектричної проникності середовища між пластинами (обкладинками) конденсатора, площини та відстанню (проміжком) між ними (ϵ_0 - діелектрична постійна вакууму, яка дорівнює $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м). Таким чином, всі три параметри (ϵ , S та d) можна використовувати для побудови ємнісних ПВП, роблячи залежними від вимірюваної неелектричної фізичної величини тільки один із них. Можлива побудова ємнісного ПВП у вигляді конденсаторів змінної ємності з функціями перетворення вигляду:

$$(1) \quad C = C_0 \cdot X; \quad (2) \quad C = C_0 \cdot Y; \quad (3) \quad C = C_0 \cdot Z; \quad (4).$$

Конструктивне виконання окремих типів ємнісних ПВП відрізняється великим різноманіттям, але в основі своїй всі будуються по одній із приведених залежностей. Вони можуть бути недиференціальні та диференціальні (різницеві).

Обґрунтування вибору електропневмоперетворювача ЕП-1211

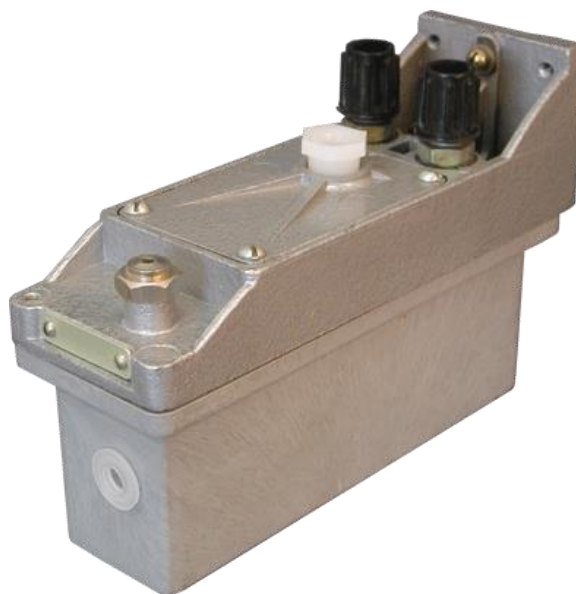


Рис. 2.9 Електропневмоперетворювач ЕП-1211

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Перетворювач ЭП-1211 – призначений для перетворення уніфікованого неперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

Основні технічні характеристики ЭП-1211

- вхідний сигнал, мА: 0-5
- основна похибка вимірювань, %: 0,5
- кліматичне виконання: УХЛ 4.2
- виконання по стійкості до навколишнього середовища: звичайне
- вихідний пневматичний аналоговий сигнал перетворювачів становить 20-100 кПа
- номінальний тиск повітря живлення - 140 кПа
- температура навколишнього середовища, °С: +5...+60
- відносна вологість, %: до 80
- маса перетворювачів, кг, не більше: 1,0
- вхідні опору перетворювачів при температурі (20+5)°С, Ом, не більше 610
- витрата повітря живлення для перетворювача електропневматичного в сталому режимі не більше 2л/хв.

Вироби комплектуються монтажними частинами, що забезпечують:

- кріплення на стіні, на трубі, на щиті;
- штуцерний з'єднання типу 00-01-1, 00-02-2, 00-03-3, 00-04-3 по ГОСТ 25165-82.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Обґрунтування вибору частотного перетворювача 8200 Vector



Рис. 2.10 Частотний перетворювач 8200 Vector

Перетворювач частоти Lenze 8200 Vector призначений для установки в розподільній шафі і об'єднує оптимальну потужність з високими приводними характеристиками в одну універсальну багатофункціональну систему. Перетворювачі частоти 8200 Vector (клас захисту IP20) незалежно від потужності однаково програмуються і містять однакові зовнішні функціональні модулі. Уніфікована серія цих частотних регуляторів з векторним керуванням включає в себе все, що може знадобитися для зв'язку, управління, моніторингу та безпечної роботи. Дана серія характеризується великою перевантажувальною здатністю, високим крутним моментом у всьому діапазоні швидкостей, високою функціональністю, простотою параметрування, швидким введенням в експлуатацію і ремонтпридатністю, а модульна конструкція дозволяє легко конфігурувати перетворювач частоти Lenze під Ваші задачі в області автоматизації виробництва. Для зручності використання серія 8200 Vector має модифікації з харчуванням як від однофазної, так і від трифазної мережі 45 - 65 Гц.

Характеристики:

1. Діапазон потужностей: 0.25-7.5 кВт при харчуванні 230/240 В; 0.55-90 кВт при харчуванні 400/500 В;
2. Перевантажувальна здатність: 180% від номінального моменту протягом 60 секунд від 15 кВт і додатково 210% - протягом 3 секунд

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3. Робочі режими: закон управління - U / f лінійне, U / f квадратичне, векторне управління, управління моментом без датчика зворотного зв'язку

4. Глибина регулювання швидкості: 1: 50 (без датчика ОС)

5. Частота інвертора: 1, 2, 4, 8, 16 кГц

6. Вихідна частота: до 650 Гц.

2.2 Специфікація на прилади і засоби системи автоматичного контролю та регулювання

Позиція	Параметр	Місце установки	Найменування і коротка технічна характеристика приладу	Тип, модель	Кількість	Завод-виготовлювач
4а, 5а, 13а, 14а, 15а	Температура	За місцем	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання - 50...180°C, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	5	Siemens
1а, 3а, 9а, 12а	Рівень	За місцем	Радарний рівнемір. Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3...15 м. Частота випромінювання 44 кГц.	Sitrans LR200	4	Siemens
2а	Кислотність	За місцем	Потенціометричний рН-метр Клас точності – 0,5. Діапазон: 0...14 Робоча температура: 0-120 °С Вхідний сигнал(мА; В): 4-20 мА	рН-101П	1	Діліс
6а, 10а	Жирність	За місцем	Промисловий датчик жирності рідких продуктів Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5 Діапазон вимірювання - 0-	NBP007	2	Kemtrak

			100%			
7а, 8а, 11а	Витрата	За місцем	Індукційний витратомір Діаметр Ду 15 .. 2000 мм Температура середовища - 40 .. 180 °С Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	Sitrans FM MAG 6000	3	Овен
16,46,5в, 86,116, 146		На щиті	Елект.-пневмат. Перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	ЭП-1211	6	Промприбор
1в,4в,5в, 8в, 11в, 14в		За місцем	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО	Метран 8560	6	Метран
SB1- SB10			Кнопка	КЭ14	10	Фірма «Електромот ор» м. Київ, Україна
SA1- SA5		На щиті	Перемикач хрестовий Напруга живл. 220 В	ПК12	5	ООО НПП
KM1- KM5		За місцем	Магнітний пускач номинального струму в 10А і номинальної напруги до 660В (660В, 500В, 415В, 400В, 380В, 240В, 230В,	ПМЛ- 3160 ДМ	5	Фірма «Електромот ор»

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

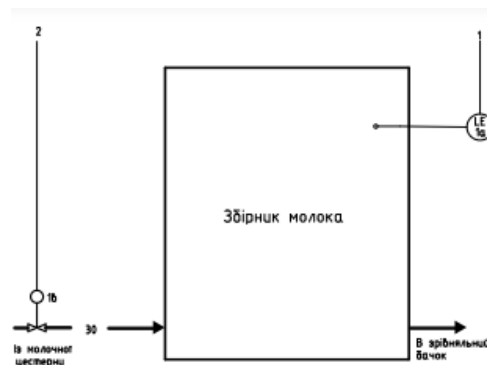
			220В, 127В, 110В, 48В, 40В, 36В, 24В) і частоти 50 Гц. Номинальна напруга катушки 24В постійного струму.			
36		На щиті	Частотний перетворювач Аналоговий вхід (0-10В, 0- 20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 040 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	8200 Vector	1	Lenze
		БЖ1	Блок живлення Вхідна напруга 110/220 в Вихідна потужність -60 Вт Вихідний струм 0-2.5А DC Вихідна напруга 24-30В DC	MDR-60- 24	1	Mean Well Тайвань
		БЖ2- БЖ3	Блок живлення Вхідна напруга 110/220 в Вихідна потужність -120 Вт Вихідний струм 0- 5А DC Вихідна напруга 24-30 В DC	EDR- 120-24	2	Mean Well Тайвань
			Процесорний модуль контролера М340 Живлення 24 В DC Вмонтований інтерфейс Ethernet Modbus/TCP	BMX P34 2000	1	Schneider- electric
			Модуль аналогових входів 8 каналний	BMX AMI 0810	2	Schneider- electric

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

			Живлення 24 В DC			
			Модуль дискретних виходів 16 канальний Живлення 24 В DC	BMX DDO 1602	1	Schneider- electric
			Модуль аналогових виходів 8 канальний Живлення 24 В DC	BMX AMO 0810	1	Schneider- electric
M1		За місцем	AIP Електродвигун Асинхронний Потужність -0,55 Вт Швидкість обертання валу двигуна -3000 об./хв	AIR63B2	1	ВАТ "Електромот ор" м.Полтава, Україна

2.3 Опис схеми автоматизації

Схема автоматизації регулювання рівня



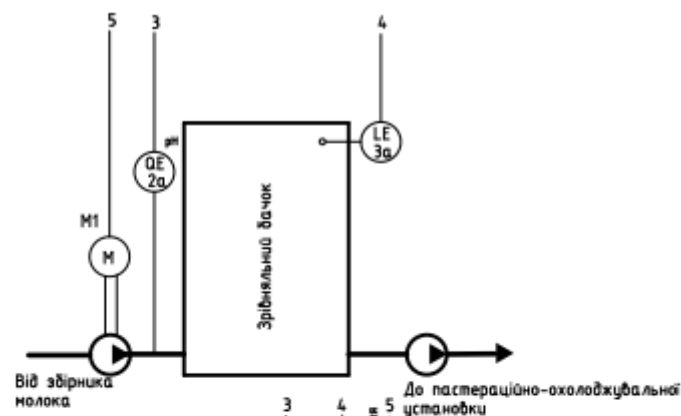
		1	2
		50-60%	Узрівняння
Прилади по місцях		LE 16	LE 16
Прилади на шти			
П У Л К	ВА		
	АВ		
	ВД		
	ДВ		
	С		
П К	С		
	В		
	І		
	Р		
	С		
	А		

В схемі автоматизації використаний датчик радарного рівнеміра Sitrans LR200.

Радарний рівнемір має уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА, який подається на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810. Використовується електропневмоперетворювач для перетворення сигналу з електричного в пневматичний ЕП-1211, до якого надходить струмовий сигнал 4-20 мА від модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802. З електропневмоперетворювача пневматичний сигнал 20-100 кПа надходить на клапан Метран 8560, який в свою чергу взаємодіє з робочим органом.

Також виконується реєстрація та сигналізація рівня на АРМ оператора.

Схема автоматизації контролю та регулювання в зрівняльному бачку



		6 об.	3	4	5
Прилади по місцях		DT 2a	PH	LT 3a	
Прилади на щиті					SIL 3b
П Л К	ВА				
	АВ				
	ВД				
	ДВ				
П К	С				
	С				
	В				
	В				
	І				
	Р				
	С				
	А				

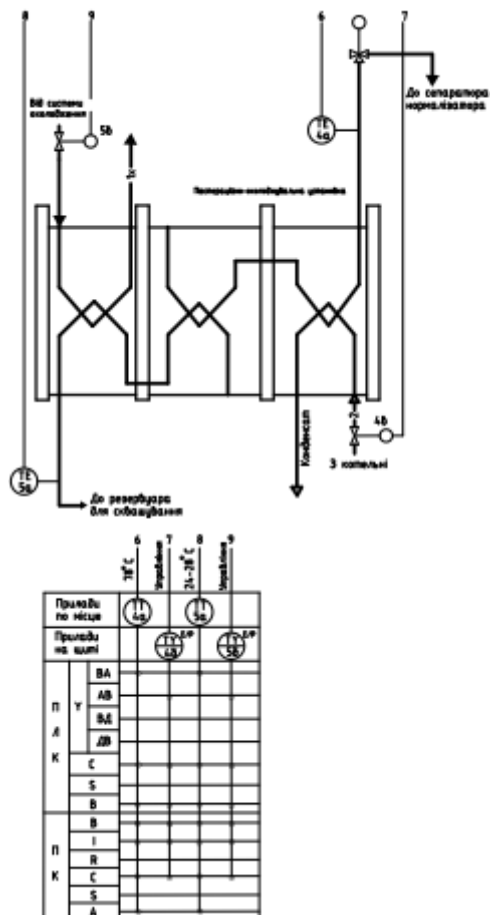
В якості датчика використовується потеціометричний рН-метр рН-101П з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА. З нього сигнал йде на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

В схемі автоматизації використаний датчик радарного рівнеміра Sitrans LR200.

Радарний рівнемір має уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА, який подається на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

Далі подається управляючий сигнал 4-20 мА, з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802, який надходить на частотний перетворювач Lenze 8200 Vector, який змінює частоту обертів валу двигуна М1 який встановлений на насосі.

Схема автоматизації регулювання температури в пастераційно-оходжувальній установці



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

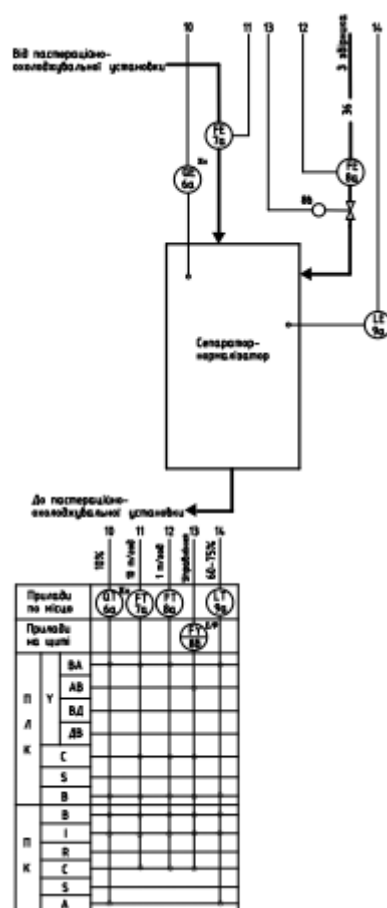
Кваліфікаційна робота

Арк

29

В якості первинних перетворювачів були обрані термометри опору Sitrans TF2 з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчиків подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810. Вихідний сигнал 4-20 мА надходить на електропневматичний перетворювач ЕП-1211, який керує пневматичними поворотними клапанами Метран 8560 змінюючи поточне значення шляхом зміни кількості подачі пари або холодної води в пастеризатор.

Схема автоматизації контролю жирності, витрати, рівня та регулювання витрати вершків в сепараторі-нормалізаторі



В якості датчика використовується промисловий датчик жирності рідких продуктів NBP007 з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА. З нього сигнал йде на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

В контурі контролю витрати молока я використала індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000. Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810.

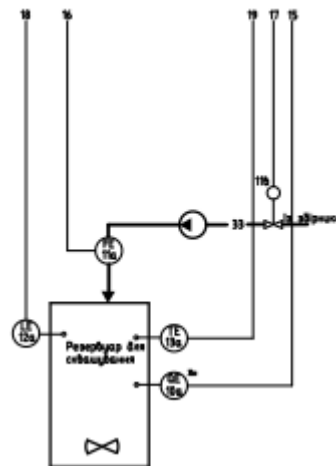
В цьому контурі регулювання витрати вершків на виході з збірника вершків я використала індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000. Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810, далі подається управляючий сигнал 0-5 мА, з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802, який надходить на електро-пневмо перетворювач ЕП-1211, сигнал 0-5 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневматичний клапан Метран 8560, який змінює кількість продукту, що надходить в апарат.

В схемі автоматизації використаний датчик радарного рівнеміра Sitrans LR200.

Радарний рівнемір має уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА, який подається на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Схема автоматизації контролю жирності, температури, рівня та регулювання витрати молока в резервуарі для сквашування



Прилади по місцях		13	16	17	15
Прилади на шаті		18	14	13	12
П	ВА				
	АВ				
	ВД				
	ДВ				
Л	С				
	Б				
	В				
К	І				
	Р				
	С				
	Б				
	А				

В якості датчика використовується промисловий датчик жирності рідких продуктів NBP007 з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА. З нього сигнал йде на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

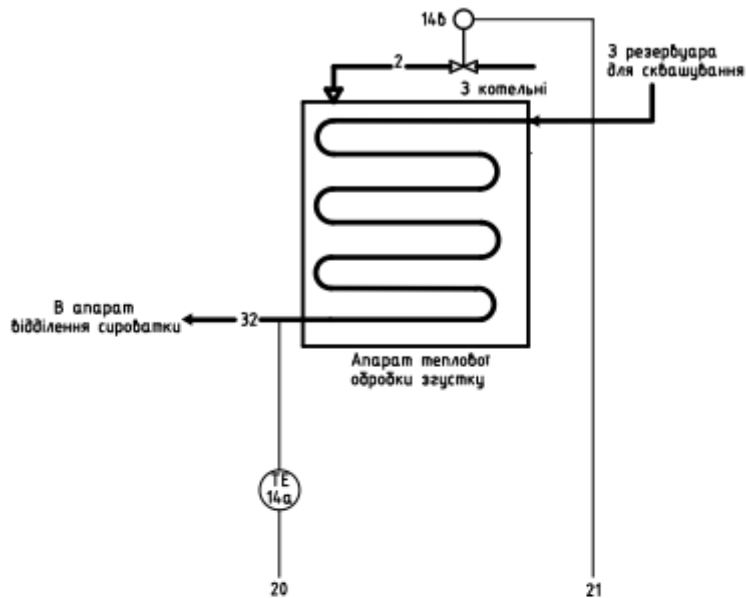
В контурі контролю витрати молока я використала індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000. Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810, далі подається управляючий сигнал 0-5 мА, з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 який надходить на електро-пневно перетворювач ЭП-1211, сигнал 0-5 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневматичний клапан Метран 8560, який змінює кількість продукту, що надходить в апарат.

В схемі автоматизації використаний датчик радарного рівнеміра Sitrans LR200.

Радарний рівнемір має уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА, який подається на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

В якості первинних перетворювачів були обрані термометри опору Sitrans TF2 з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчиків подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810.

Схема автоматизації регулювання температури в апараті теплової обробки згустку

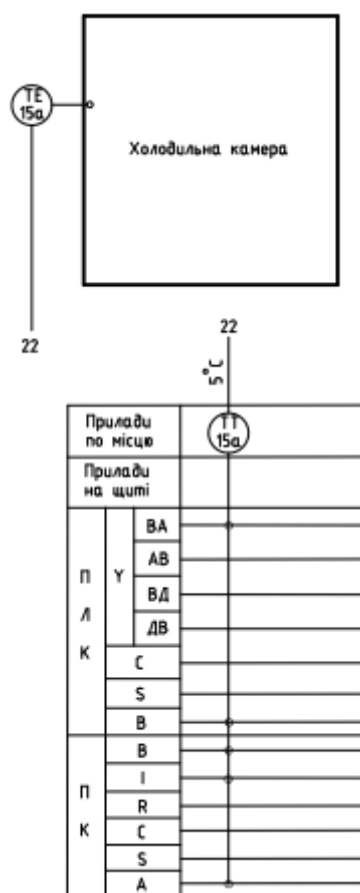


Прилади по місцю		ТТ	14а
Прилади на щиті		ТТ	Е/Р
П Л К	У	ВА	
		АВ	
		ВД	
		ДВ	
		С	
П К		С	
		В	
		В	
		І	
		R	
		С	
		А	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

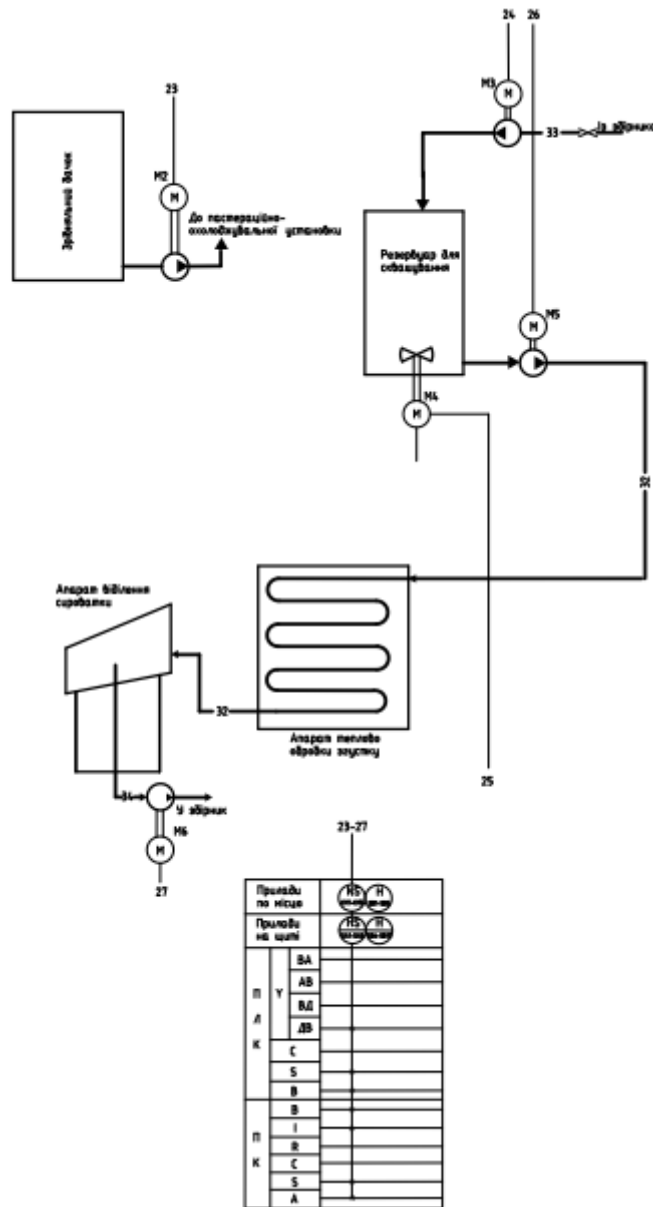
В якості первинного перетворювача був обраний термометр опору Sitrans TF2 з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчика подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810. Вихідний сигнал 4-20 мА з модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802, який надходить на електропневматичний перетворювач ЕП-1211, який керує пневматичним поворотним клапаном Метран 8560 змінюючи поточне значення шляхом зміни кількості подачі пари в апарат обробки згустку.

Схема автоматизації контору контролю температури в холодильній камері



В якості первинного перетворювача був обраний термометр опору Sitrans TF2 з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчика подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810.

Схема автоматизації управління станом насосів



Керування здійснюється за допомогою магнітних пускачів ПМЛ-3160 ДМ, які підключені до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602. Також для аварійної зупинки насоса присутня кнопка стоп за місцем SB1-SB5.

Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера

3.1 Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Відповідно до технічного завдання та з урахуванням вибраних технічних засобів автоматизації був скомпонований наступний мікропроцесорний контролер.

Позначення модуля	К-сть	Найменування модуля	Характеристика модуля
ХВР 0800	1	Шасі	8 місця
CPS 2000	1	Модуль живлення	100...240VAC, 20Вт
P 34 2000	1	Процесорний модуль	Modbus
DDO 1602	1	Дискретний вихідний модуль	На 16 каналів
AMI 0810	2	Аналоговий вхідний модуль	На 8 каналів
AMO 0802	1	Аналоговий вихідний модуль	На 8 каналів

На рисунку нижче наведено конфігурування контролера в програмному пакеті Unity Pro.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Сімейко М.Л.				Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру	Літера	Арк.	Аркушів
Перевір.	Смітюх Я.В.					у	36	10
Зав.	Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск			
Сек. ЕК	Проскурка Є.С							

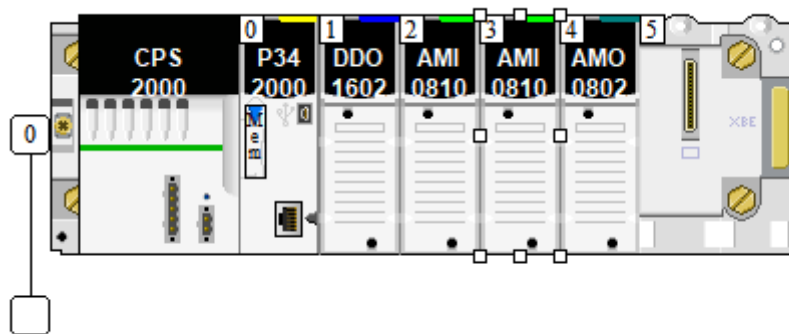


Рис. 3.1 Проектне компонування в програмному пакеті Unity Pro

Обґрунтування вибору процесорного модуля

Центральний процесор P34 2000: для побудови систем управління, в яких потрібна швидкісна обробка інформації та підтримка систем локального введення/виведення, що включає в свій склад до 48 модулів.

Характеристики процесора:

Можливості процесора по дискретному вх / вих.	1024 вх / вих. конфігурація з однією стійкою
Можливості процесора за аналоговим вх / вих.	256 вх / вих. конфігурація з кількома шасі 66 вх / вих. конфігурація з однією стійкою
Процесор модуля зв'язку	2 модуль зв'язку Ethernet 4 модуль з AS-інтерфейсом
Кількість адресів	0 ... 248 для символний режим 0 ... 248 для Modbus
Опис пам'яті	Вбудоване ОЗУ 4096 Кбайт Вбудоване ОЗУ 256 Кбайт дані Вбудоване ОЗУ 3584 кБ програми, константи і символи
Живлення	72 мА в 24 В пост. струм

Обґрунтування вибору модуля аналогових входів

Модулі вводу аналогових сигналів призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів контролера і формування цифрових величин, використовуються центральним процесором в процесі

виконання програми. До входів модулів можуть підключатися датчики з уніфікованими вихідними електричними сигналами напруги або сили струму, термопари, термометри опору. В аналогових модуль АМІ 0810 вибір виду вхідного сигналу визначається схемою підключення датчика.

Характеристики модуля:

Кількість аналогових входів	8
Тип підключення	+/- 20 mA 0...20 mA 4...20 mA +/- 10 V +/- 5 V 0...10 V 0...5 V 1...5 V
Найбільша робоча напруга	300 В постійний струм між каналами 1400 на постійний струм між каналами і землею 1400 на постійний струм між каналами і шиною
Споживана потужність, Вт	1,06 Вт 24 В постійний струм типовий 1,50 Вт 24 В постійний струм максимальне 0,32 Вт 3,3 В постійний струм типовий 0,48 Вт 3,3 В постійний струм максимальне
аналого-цифрове перетворення	16 біт
Роздільна здатність	15 біт + знак

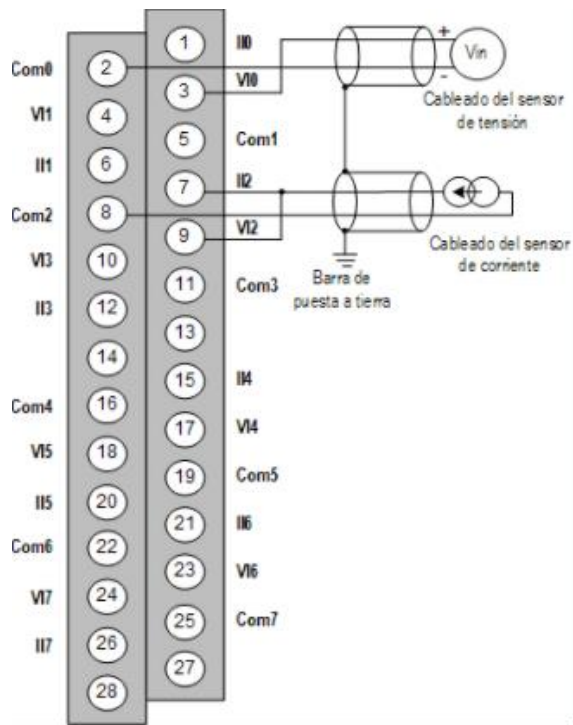


Рис. 3.2 VMXAMI0810 - ізолюваний аналоговий вхідний модуль X80 - 8 вхідів

Обґрунтування вибору модуля дискретних виходів

Модулі виводу дискретних сигналів призначені для перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. До виходів модулів можуть підключатися виконавчі пристрою або їх комутаційні апарати.

Характеристики модуля:

Кількість дискретних виходів	16
Напруга дискретного виходу	24 В 19...30 В пост. струм
Струм дискретного виходу	0.5 А
Струм на канал	0,625 А
Типовий споживчий струм	79 мА в 3,3 В пост. струм
Тип захисту	Захист від включення зі зворотною полярністю Зовн. захист від короткого замикання Захист від перевантаження Захист від перенапруги

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

BMX DDO 1602

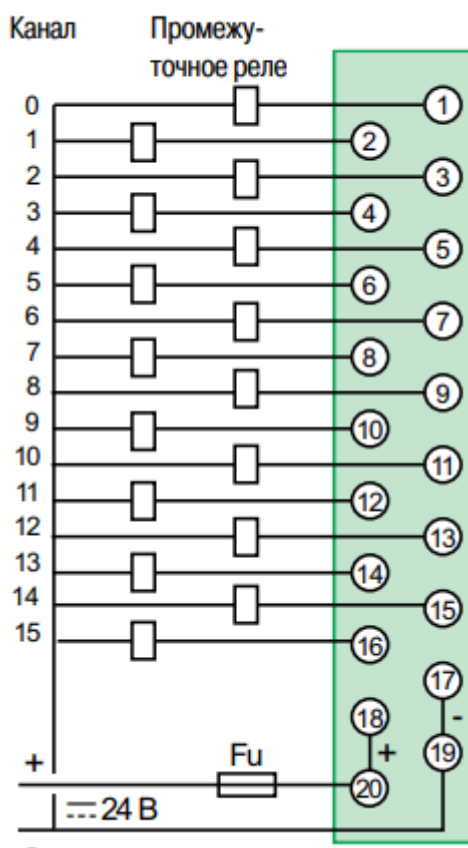


Рис. 3.3 Підключення зовнішніх ланцюгів до модуля дискретних виходів BMX DDO 1602

Обґрунтування вибору модуля аналогових виходів

Модулі виведення аналогових сигналів призначені для цифро-аналогового перетворення внутрішніх цифрових величин контролера і формування його вихідних аналогових сигналів. До виходів модулів можуть підключатися виконавчі пристрої, керовані уніфікованими сигналами сили струму або напруги.

Характеристики модуля:

Кількість аналогових виходів	8
Тип аналогових виходів	Current: 0...20 mA Струм: 4...20 mA
Найбільша робоча напруга	1400 на постійний струм між каналами і землею 1400 на постійний струм між каналами і шиною
Споживана потужність, Вт	3,6 Вт 24 В постійний струм типовий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

40

	3,9 Вт 24 В постійний струм максимальний
	0,35 Вт 3,3 В постійний струм типовий
	0,48 Вт 3,3 В постійний струм максимальний
аналого-цифрове перетворення	16 біт
Роздільна здатність	15 біт + знак

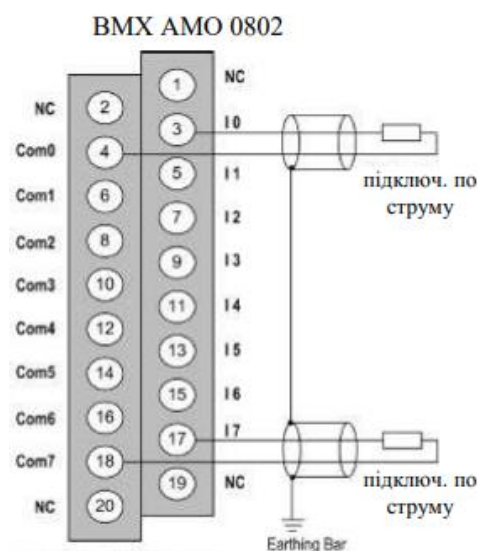


Рис. 3.4 Схема підключення виконавчих механізмів до аналогового вихідного модуля BMX AMO 0802

3.2 Опис схем підключення датчиків та ВМ

Опис схеми підключення контуру регулювання рівня

В якості первинного перетворювача в схемі використані радарний рівнемір Sitrans LR200 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА.

Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на вхідний аналоговий модуль BMX AMI 0810, модулі аналогових входів призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів і формування цифрових величин, використовуються центральним процесором в процесі виконання програми.

Далі подається управляючий сигнал 0-5 мА, який надходить на електропневмо перетворювач ЕП-1211(26), сигнал 4-20 мА перетворюється в

пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Електропневматичні перетворювачі перетворюють аналоговий сигнал струму (4-20 мА) в уніфікований пропорційний пневматичний аналоговий сигнал (20-100 кПа). Принцип роботи ґрунтується на пневмосилової компенсації змінного струмового вхідного сигналу. При проходженні вхідного струму через котушку електромагніта виникає тягове зусилля яке переміщує важіль . При цьому змінюється відстань між заслінкою і соплом, що викликає зміну тиску в лінії сопла, який надходить на пневмопідсилювач. Одночасно зі зміною пневматичного сигналу на виході підсилювача тиск подається на сильфон зворотного негативного зв'язку . Зусилля сильфона спрямоване зустрічно тяговому зусиллю електромагніта . Тиск на виході змінюватиметься до повного урівноваження моментів обох зусиль, а вихідний пневмосигнал стане пропорційним вхідному струмовому сигналові. Пружина призначена для гасіння автоколивань важільної системи перетворювача, а зі зміщенням її на важелі змінюється коефіцієнт пропорційності. Пружиною встановлюється початок діапазону перетворення (20 кПа) при початковому значенні вхідного струмового сигналу, що дорівнює. Промислові електропневмоперетворювачі типу ЕПП мають класи точності: 0,6; 1,0.

Далі сигнал в свою чергу надходить на клапан Fisher 8560 (2в), який змінює кількість теплоносія в теплообмінник. Fisher 8560 являє собою надійний, високопродуктивний регулює дисковий затвор для регулювання потоку в умовах, де критично важливим є максимальний захист від витоків.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

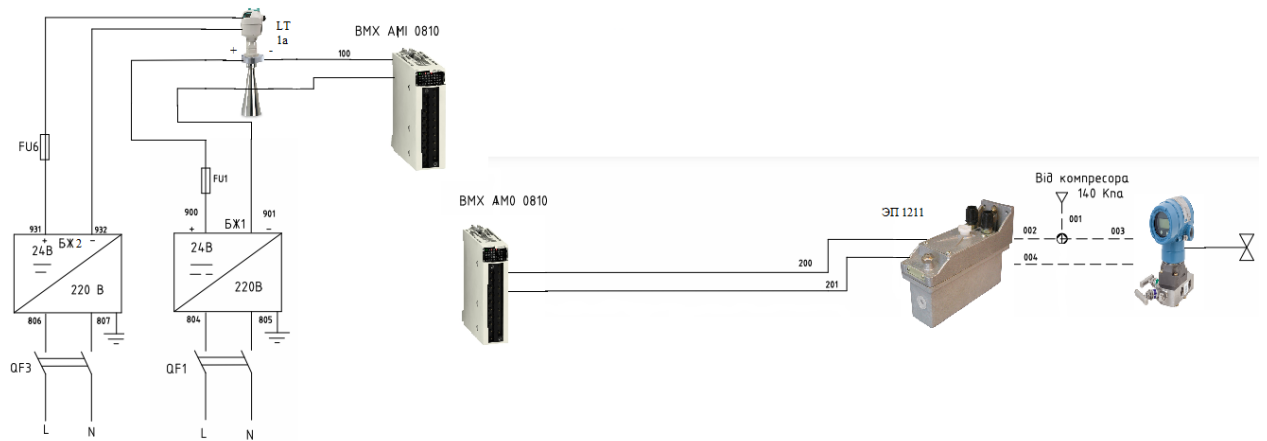


Рис. 3.5 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру регулювання рівня

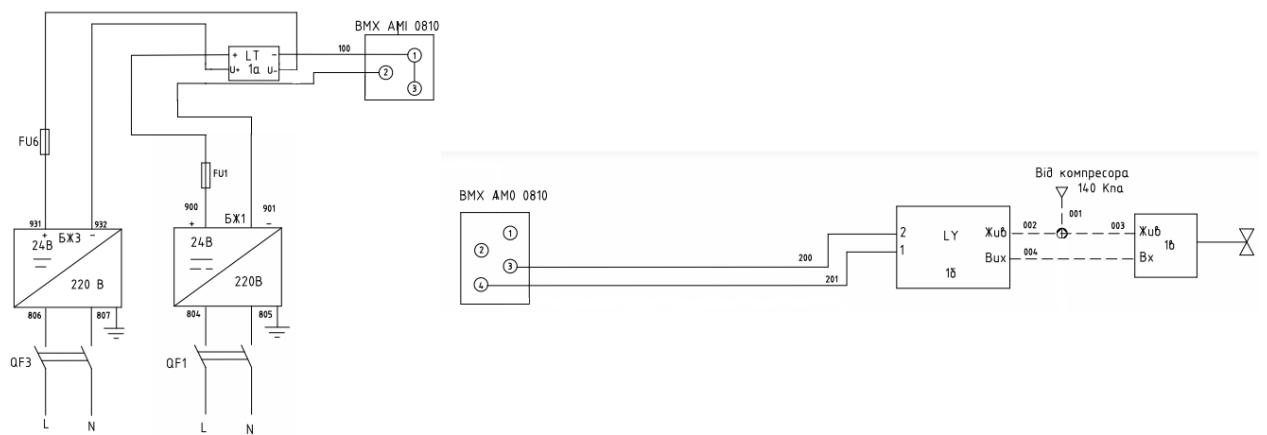


Рис. 3.6 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру регулювання рівня

Опис схеми підключення контуру контролю температури в холодильній камері

В контурі контролю температури в якості первинного перетворювача використовується термометр опору Sitrans TF2 (15а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Термометр опору це прилад для вимірювання температури, на основі чутливого елемента, електричний опір (первинного

вимірювального перетворювача) якого залежить від температури. Як чутливий елемент використовуються терморезистори з металевого чи напівпровідникового матеріалу. В останньому випадку їх називають термісторами.

Корпус SITRANS TF2 виготовлений з нержавіючої сталі і забезпечений захисним склом. В захисну трубу з нержавіючої сталі з нарізним з'єднанням $G\frac{1}{2}$ В вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання при виготовленні захисних труб нержавіючої сталі досягається висока хімічна стійкість, що означає високу ступінь захисту температурного датчика від зовнішніх впливів.

Сигнал 4-20 мА із вторинного перетворювача надходить на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810, модулі аналогових входів призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів і формування цифрових величин, використовуються центральним процесором в процесі виконання програми.

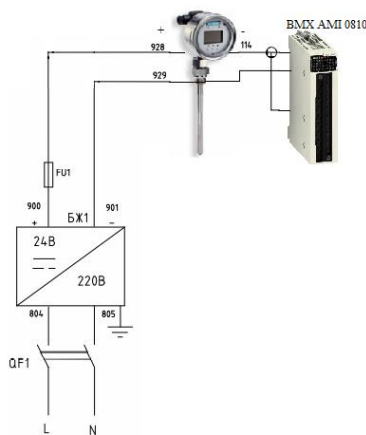


Рис. 3.7 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру контролю температури

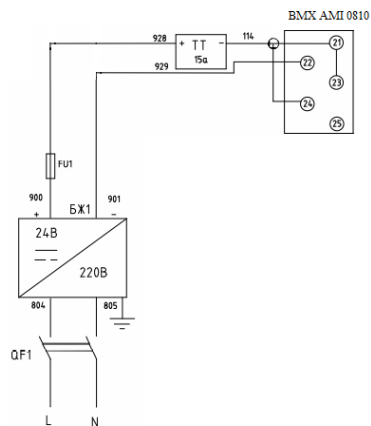
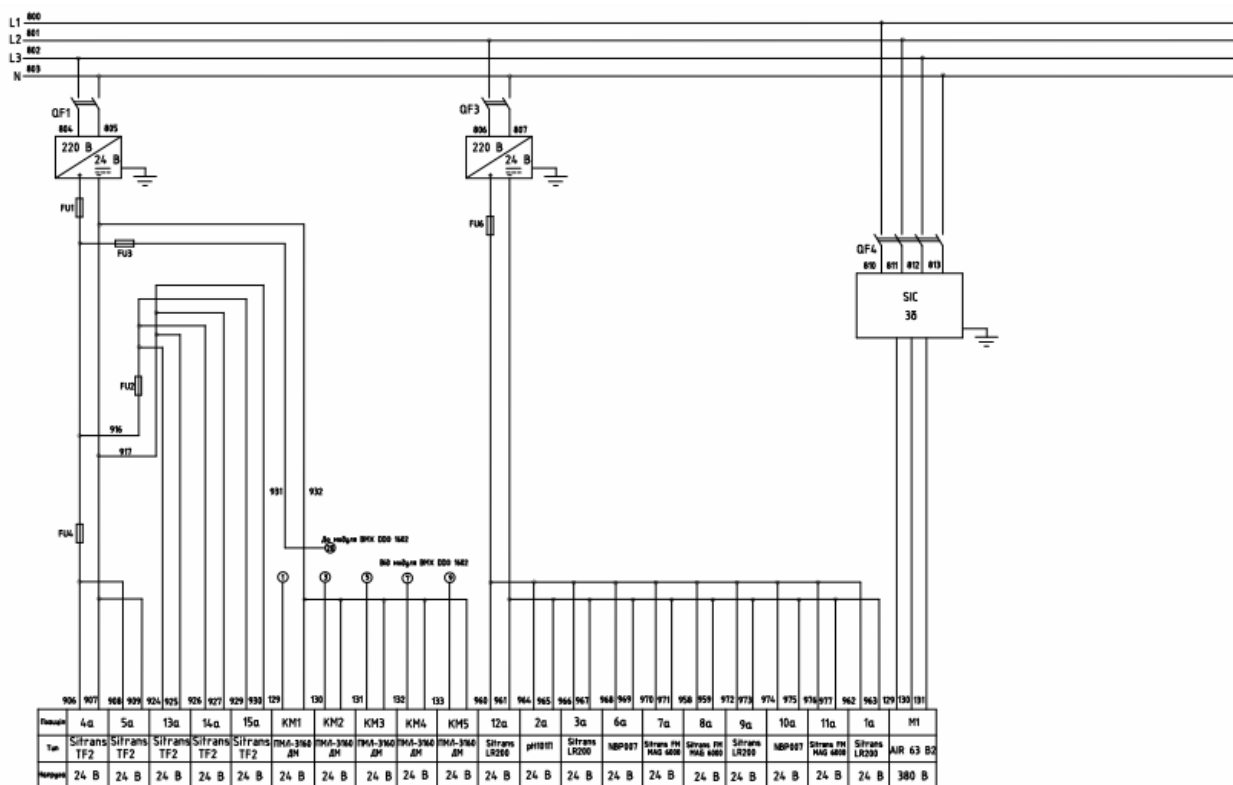
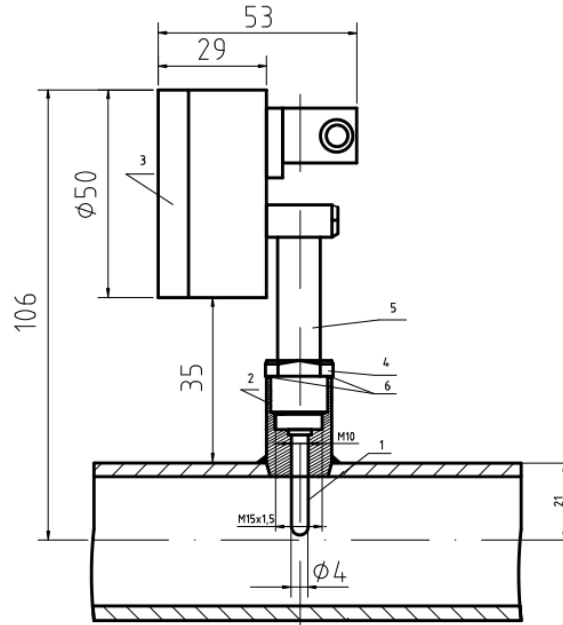


Рис. 3.8 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру контролю температури

3.3 Багатолінійна схема живлення



Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів



Позиція	Найменування	К-сть	Примітка
1	2	3	4
1	Термометр опору	1	
2	Бобишка	1	
3	Дисплей	1	
4	Зажимний гвинт	1	
5	Захисна трубка	1	
6	Ущільнюча прокладка	1	

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 об'єднує три компонента в одному приладі:

- термометр опору Pt100 в захисній трубці з нерж. сталі;
- корпус з нерж. сталі з високим класом захисту;
- вбудований, параметризуємий трьома клавішами вимірювальний перетворювач з екрана.

<i>Кваліфікаційна робота</i>				
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата
Розроб.	Сімейко М.Л.			
Перевір.	Смітюх Я.В.			
Зав.	Ельперін І.В.			
Сек. ЕК	Проскурка Є.С			
<i>Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру</i>				
Літера		Арк.	Аркушів	
у		46	1	
<i>НУХТ АК-4-3ск</i>				

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

1. Після натиску кнопки пуск, клапан 1в відкривається.
2. Після того як рівень в збірнику молока дійде до 80%, вмикається насос М1 та починається регулювання рівня в збірнику за допомогою 1в клапана в межах 60-85%.
3. Коли рівень в зрівнювальному бачку дійде до 80%, ввімкнеться насос М2 і насос М1 починає регулювати рівень 80% в бачку.
4. Після того як ввімкнувся насос М2, відкриваються клапани 5в і 4в та починають регулювати температуру в пастеризаторі за допомогою двох датчиків температури, один стоїть на початку пастеризатора де рег. темп. 78°C, а інший на кінці, де рег. темп. В межах 24-28°C. Також відкривається клапан 8в, який регулює витрату 1т/год в сепаратор та відкривається клапан 11в, який регулює витрату 0.5т/год в резервуар для сквашування, та вмикається насос М3 і мішалка М4.
5. Коли рівень в резервуарі досягне 65%, ввімкнеться насос М5 і М6. Відкриється клапан 14в регулювання температури в апарату теплової обробки згустку в межах 46-52°C.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.	Сімейко М.Л.				<i>Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру</i>	<i>Літера</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.	Смітюх Я.В.					У	47	9
Зав.	Ельперін І.В.				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>			
Сек. ЕК	Проскурка Є.С							

Адреси входів-виходів на МПК М340

Входи аналогові та дискретні			
Джерело сигналу	Позначення		Адреси
Витрата нормалізованого молока	FT1	BA01	%IW0.1.6
Витрата вершків	FT2	BA02	%IW0.1.7
Витрата закваски	FT3	BA03	%IW0.2.2
Рівень в збірнику	LE1	BA04	%IW0.1.0
Рівень в зрівняльному бачку	LE2	BA05	%IW0.1.2
Рівень в сепараторі-нормалізаторі	LE3	BA06	%IW0.2.0
Рівень в резервуарі для сквашування	LE4	BA07	%IW0.2.3
рН молока	QT1	BA08	%IW0.1.1
Жирність в сепараторі-нормалізаторі	QT2	BA09	%IW0.1.5
Жирність в резервуарі для сквашування	QT3	BA10	%IW0.2.1
Температура незбираного молока	TT1	BA11	%IW0.1.3
Температура нормалізованого молока	TT2	BA12	%IW0.1.4
Температура в резервуарі для свашування	TT3	BA13	%IW0.2.4
Температура в згустку	TT4	BA14	%IW0.2.5
Температура в холодильній камері	TT5	BA15	%IW0.2.6
Виходи аналогові та дискретні			
Виконавчі механізми	Позначення		Адреси
Насос подачі молока	M1	ДВ01	%QW0.3.6
Насос незбираного молока	M2	ДВ02	%Q0.4.0
Насос подачі закваски	M3	ДВ03	%Q0.4.1
Мішалка в резервуарі для сквашування	M4	ДВ04	%Q0.4.2
Насос подачі згустку	M5	ДВ05	%Q0.4.3
Насос відкачки	M6	ДВ06	%Q0.4.4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Кваліфікаційна робота

Арк

48

Клапан із молочної цистерни	KL1	AB01	%QW0.3.0
Клапан пари 1	KL2	AB02	%QW0.3.1
Клапан холодної води	KL3	AB03	%QW0.3.2
Клапан вершків	KL4	AB04	%QW0.3.3
Клапан подачі закваски	KL5	AB05	%QW0.3.4
Клапан пари 2	KL6	AB06	%QW0.3.5

Рис. 5.1 Конфігурування процесорного модуля Р34 2000

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	LE1	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	QT1	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	LE2	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	TT1	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	TT2	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>	QT2	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
6	<input checked="" type="checkbox"/>	FT1	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
7	<input checked="" type="checkbox"/>	FT2	1.5 V / 4.20 mA	%.	0

Рис. 5.2 Конфігурування модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810 (перший модуль)

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	LE3	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	QT3	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	FT3	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	LE4	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	TT3	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>	TT4	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
6	<input checked="" type="checkbox"/>	TT5	1.5 V / 4.20 mA	%.	0
7	<input checked="" type="checkbox"/>		1.5 V / 4.20 mA	%.	0

Рис. 5.3 Конфігурування модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810 (другий модуль)

	Symbol	Range	Scale	Fallback	Fallback value	Wiring CTRL
0	KL1	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
1	KL2	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
2	KL3	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
3	KL4	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
4	KL5	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
5	KL6	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	M1	4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
7		4.20 mA	%..	<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>

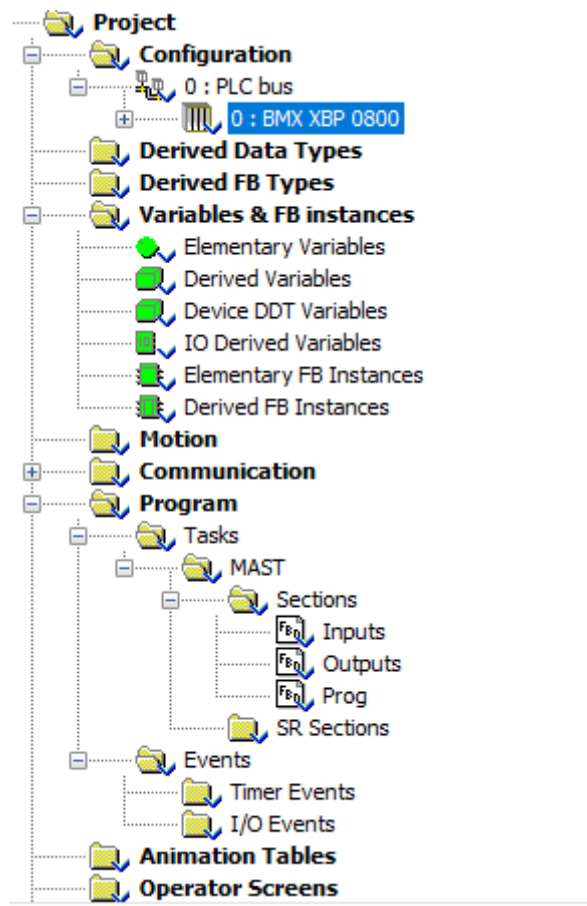
Рис. 5.4 Конфігурування модуля аналогових входів BMX АМО 0802

	Symbol	Fallback value
0	M2	0
1	M3	0
2	M4	0
3	M5	0
4	M6	0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0
11		0
12		0
13		0
14		0
15		0

Рис. 5.5 Конфігурування модуля дискретних виходів BMX DDO 1602

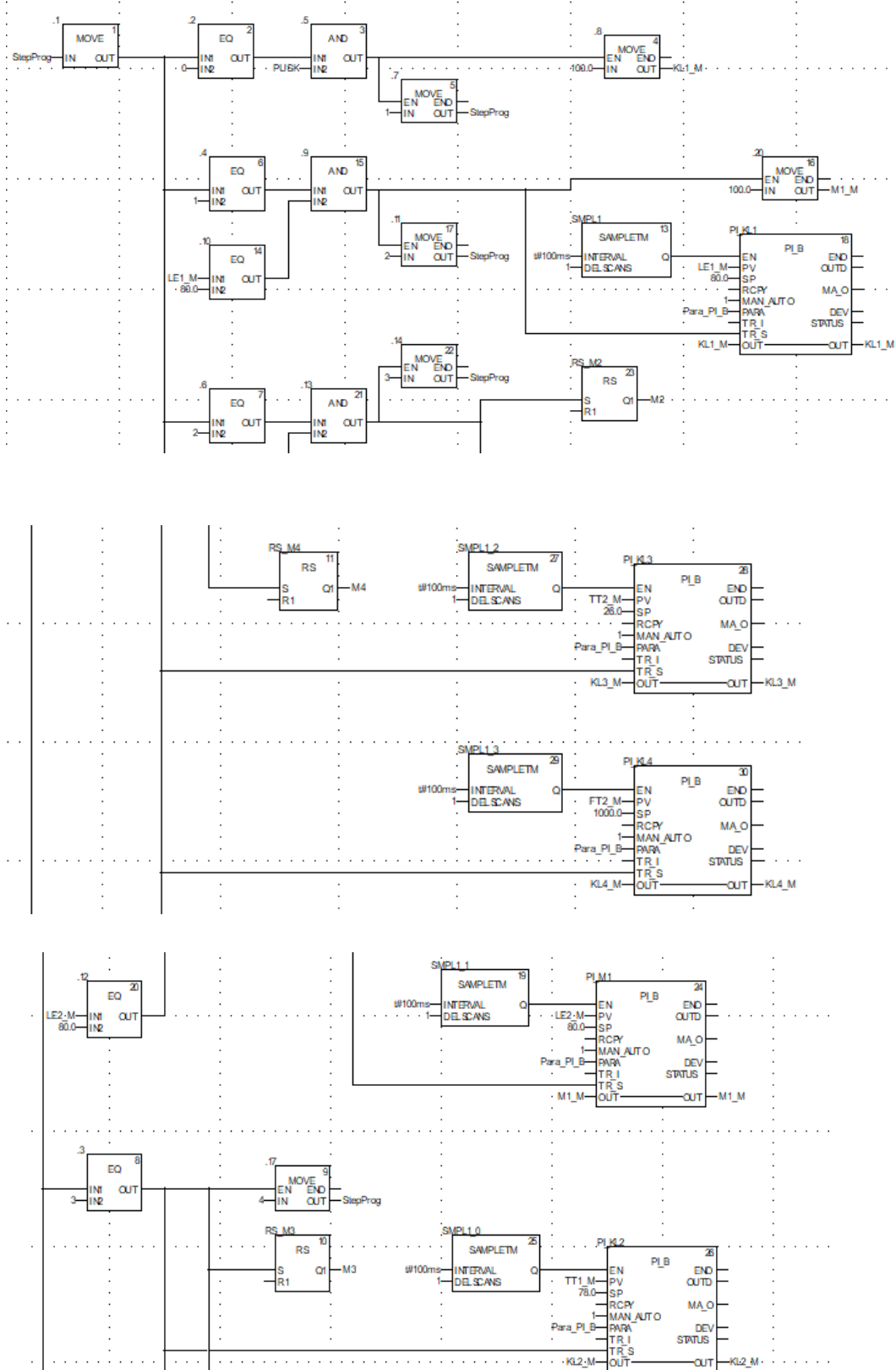
Розроблення прикладного програмного забезпечення для реалізації алгоритму керування

Розроблення програми користувача для МПК М340

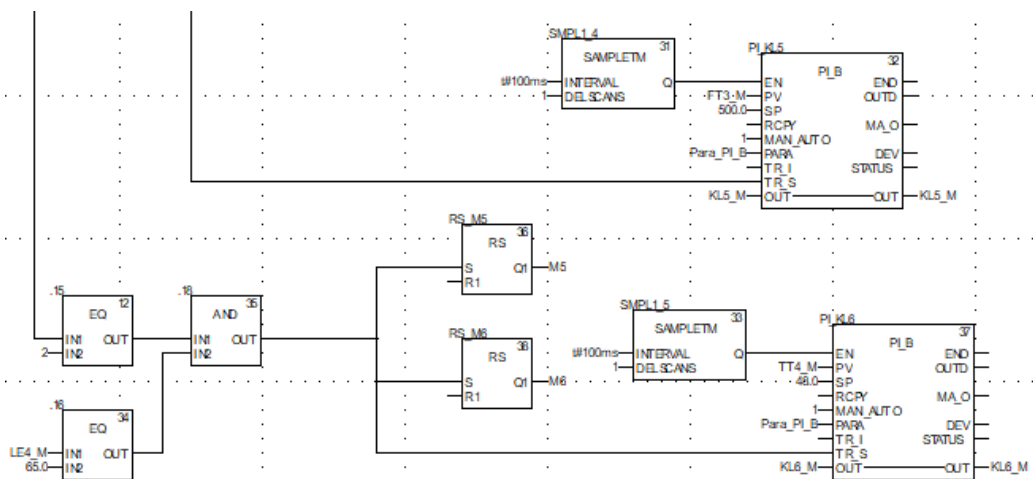


Після масштабування на аналогових виходах отримано значення в діапазоні 0-10000.

Секція Programm



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------



В програмі використані такі символні позначення:

Name	Type	Address	Value	Comment
FT1	INT	%IW0.1.6		Витрата нормалізованого молока
FT1_M	REAL	%MW22		
FT2	INT	%IW0.1.7		Витрата вершків
FT2_M	REAL	%MW24		
FT3	INT	%IW0.2.2		Витрата закваски
FT3_M	REAL	%MW26		
KL1	INT	%QW0.3.0		Клапан із молочної цистерни
KL1_M	REAL	%MW2		
KL2	INT	%QW0.3.1		Клапан пари 1
KL2_M	REAL	%MW4		
KL3	INT	%QW0.3.2		Клапан холодної води
KL3_M	REAL	%MW6		
KL4	INT	%QW0.3.3		Клапан вершків
KL4_M	REAL	%MW8		
KL5	INT	%QW0.3.4		Клапан подачі закваски
KL5_M	REAL	%MW10		
KL6	INT	%QW0.3.5		Клапан пари 2
KL6_M	REAL	%MW12		
LE1	INT	%IW0.1.0		Рівень в збірнику
LE1_M	REAL	%MW14		
LE2	INT	%IW0.1.2		Рівень в зрівняльному бачку
LE2_M	REAL	%MW16		
LE3	INT	%IW0.2.0		Рівень в сепараторі- нормалізаторі
LE4	INT	%IW0.2.3		Рівень в резервуарі для сквашування
LE4_M	REAL	%MW32		
M1	INT	%QW0.3.6		Насос подачі молока
M1_M	REAL	%MW0		
M2	EBOOL	%Q0.4.0		Насос незбираного молока
M2_M	EBOOL	%M0		
M3	EBOOL	%Q0.4.1		Насос подачі закваски
M3_M	EBOOL	%M1		
M4	EBOOL	%Q0.4.2		Мішалка в резервуарі для сквашування
M4_M	EBOOL	%M2		
M5	EBOOL	%Q0.4.3		Насос подачі згустку
M5_M	EBOOL	%M3		
M6	EBOOL	%Q0.4.4		Насос відкачки
M6_M	EBOOL	%M4		
Push	EBOOL	%M5		
QT1	INT	%IW0.1.1		pH молока
QT2	INT	%IW0.1.5		Жирність в сепараторі- нормалізаторі
QT3	INT	%IW0.2.1		Жирність в резервуарі для сквашування
StepProg	INT	%MW30		
Stop	EBOOL	%M6		
TT1	INT	%IW0.1.3		Температура незбираного молока
TT1_M	REAL	%MW18		
TT2	INT	%IW0.1.4		Температура нормалізованого молока
TT2_M	REAL	%MW20		
TT3	INT	%IW0.2.4		Температура в резервуарі для сквашування
TT4	INT	%IW0.2.5		Температура в згустку
TT4_M	REAL	%MW28		
TT5	INT	%IW0.2.6		Температура в холодильній камері

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Вхідні сигнали				
Ім'я змінної	Адрес	Контролерні одиниці	Фізичні одиниці	Назва змінного тегу
Датчик витрати нормалізованого молока	%MW22	0-10000	0-10000 л/год	FT1_M
Датчик витрати вершків	%MW24	0-10000	0-10000 л/год	FT2_M
Датчик витрати закваски	%MW26	0-10000	0-10000 л/год	FT3_M
Датчик рівня в збірнику	%MW14	0-10000	0-100	LE1_M
Датчик рівня в зрівняльному бачку	%MW16	0-10000	0-100	LE2_M
Датчик рівня в резервуарі для сквашування	%MW32	0-10000	0-100	LE4_M
Датчик температури незбираного молока	%MW18	0-10000	0-100	TT1_M
Датчик температури нормалізованого молока	%MW20	0-10000	0-100	TT2_M
Датчик температури в згустку	%MW28	0-10000	0-100	TT4_M
Кнопка пуску	%M5	Дискретний сигнал		Pusk
Кнопка стоп	%M6	Дискретний сигнал		Stop

					<i>Кваліфікаційна робота</i>							
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру			<i>Літера</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
Розроб.	Сімейко М.Л.							у	56	4		
Перевір.	Смітюх Я.В.							НУХТ АК-4-3ск				
Зав.	Ельперін І.В.											
Сек. ЕК	Проскурка Є.С											

Вихідні сигнали				
Клапан подачі із молочної цестерни	%MW2	0-10000	0-100%	KL1_M
Клапан подачі пари 1	%MW4	0-10000	0-100%	KL2_M
Клапан подачі холодної води	%MW6	0-10000	0-100%	KL3_M
Клапан подачі вершків	%MW8	0-10000	0-100%	KL4_M
Клапан подачі закваски	%MW10	0-10000	0-100%	KL5_M
Клапан подачі пари 2	%MW12	0-10000	0-100%	KL6_M
Насос подачі молока	%MW0	Дискретний сигнал		M1_M
Насос незбираного молока	%M0	Дискретний сигнал		M2_M
Насос подачі закваски	%M1	Дискретний сигнал		M3_M
Мішалка в резервуарі для сквашування	%M2	Дискретний сигнал		M4_M
Насос подачі згустку	%M3	Дискретний сигнал		M5_M
Насос відкачки	%M4	Дискретний сигнал		M6_M

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Для зручності наочного сприйняття функціональних схем об'єктів, контрольованих або керованих, застосовують мнемосхеми - графічні зображення схем цих об'єктів.

Мнемосхема відображає графічно структуру всієї системи, полегшуючи тим самим роботу оператора, який, завдяки такій схемі, сам легше запам'ятовує структуру системи, взаємозв'язку параметрів, призначення тих чи інших органів управління, приладів і т.д.

Для оператора, керуючого процесами, мнемосхема служить, мабуть, одним з найважливіших джерел інформації про процеси, що відбуваються в даний момент в системі, про структуру і характер цих процесів, про поточний статус системи, зокрема, про аварії та порушення нормальних режимів роботи.

Найчастіше мнемосхеми будуються на використанні технологічних схем. Під технологічною схемою розуміється умовне графічне зображення сукупності основних і допоміжних елементів (устаткування) і зв'язків між ними, що визначає основний технологічний процес.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Схеми виконують в площинному зображенні без дотримання масштабу, не враховують дійсного просторового розташування елементів або враховують його наближено.

Мнемосхема розроблена мною зображена на рисунку нижче.

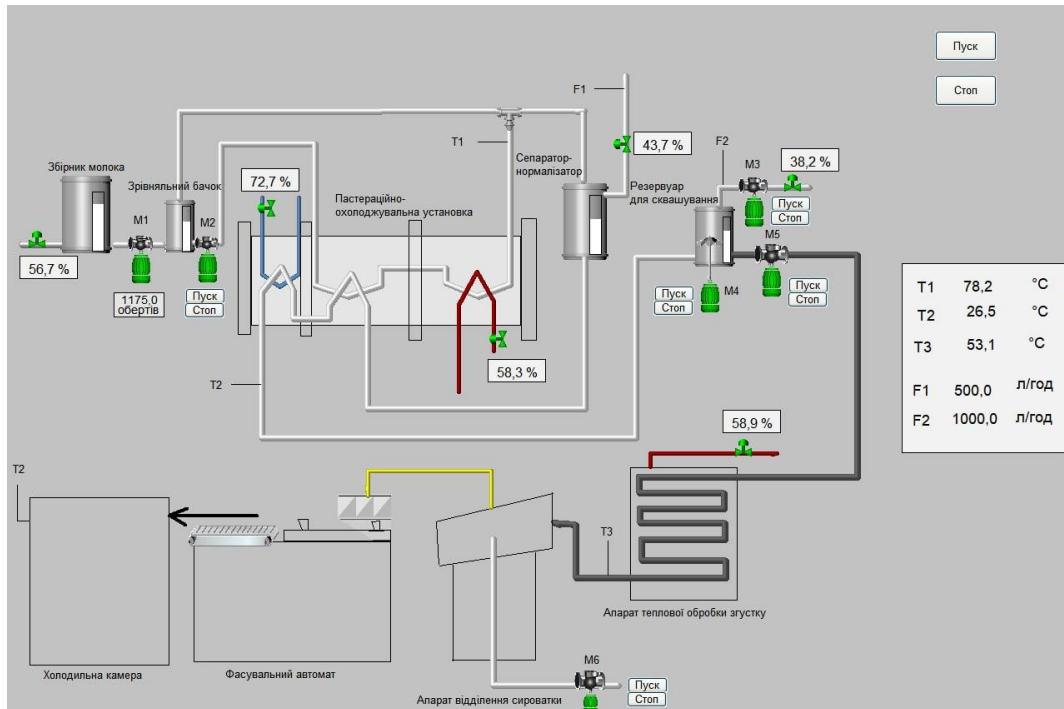


Рис. 6.1 Мнемосхема оператора

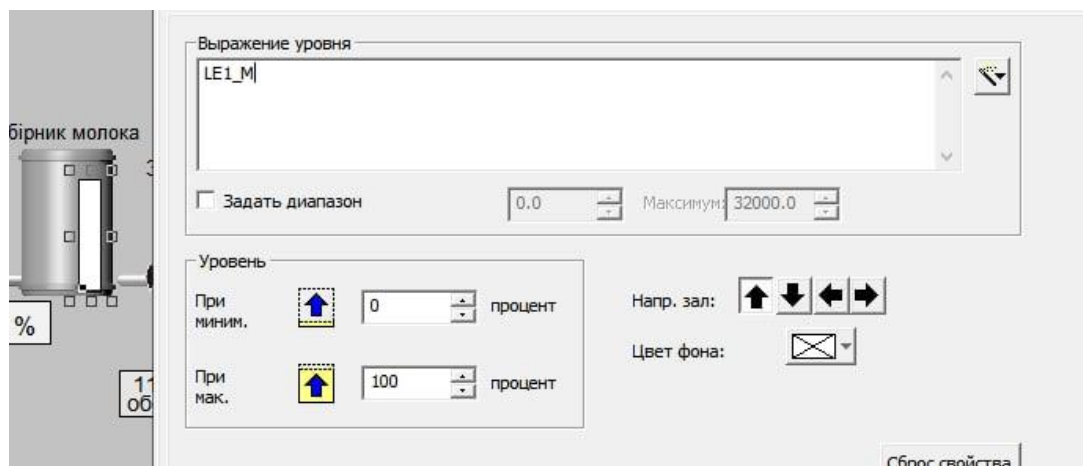


Рис. 6.2 Приклад налаштування відображення рівня в збірнику

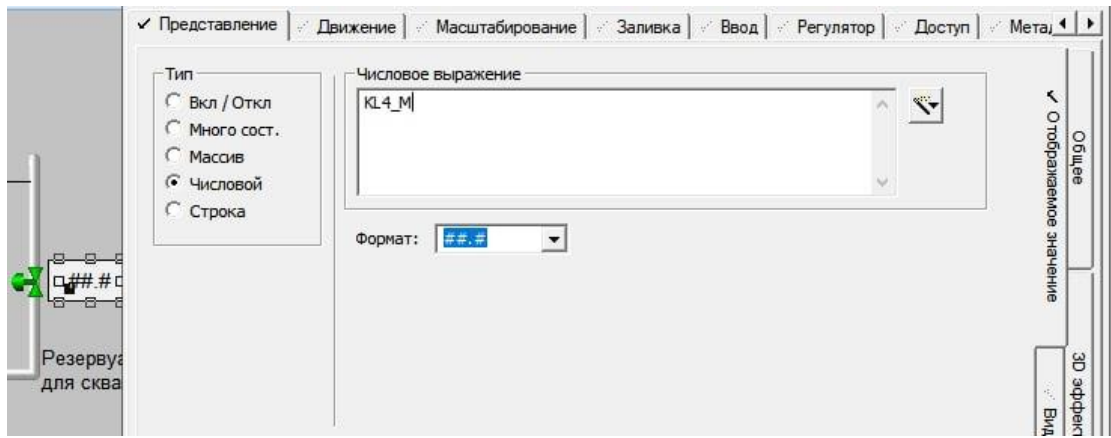


Рис. 6.3 Приклад налаштування відображення стану клапану подачі верхків

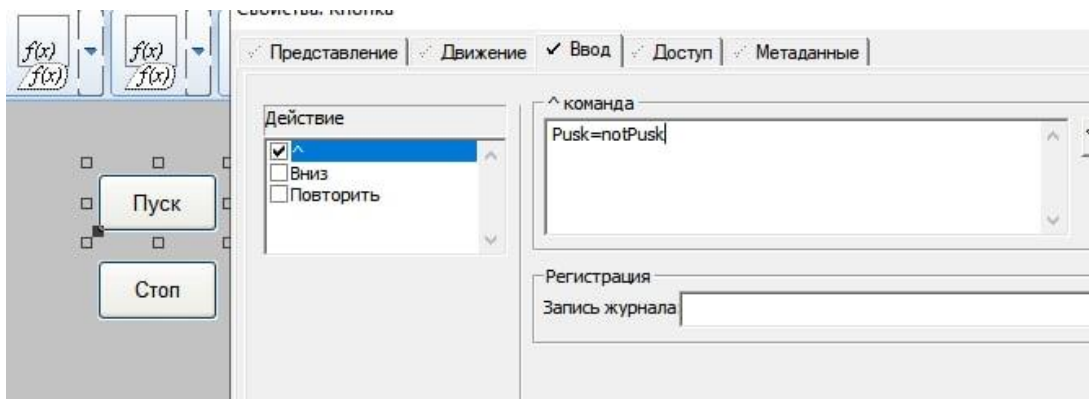


Рис. 6.4 Приклад налаштування кнопки пуску

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

Постановка задачі: експериментально дослідити властивості об'єкта регулювання температури та на основі його математичної моделі визначити оптимальні параметри налаштування (ОПНР) ПІД-регулятора.

В якості об'єкта був вибраний об'єкт регулювання температури в пастеризаційно-охолоджувальній установці.

Передатна функція представляється у вигляді інерційної ланки з запізненням:

$$W_{OK}(s) = \frac{k_{OK}}{T_{OK}s + 1} \cdot e^{-\tau s} = \frac{1,2}{180s + 1} \cdot e^{-82s}$$

проведемо дослідження системи автоматичного регулювання температури на стійкість.

Будь-яка система автоматичного керування складається з регулятора та об'єкта керування. Динамічні властивості останнього відіграють вирішальну роль при виборі найбільш ефективного алгоритму керування.

Для зручності розрахунків перехідні процеси об'єднанні в три групи, що складають типові процеси регулювання: аперіодичний, процес з 20 % перерегулюванням і процес з мінімальним інтегральним критерієм якості.

Аперіодичний процес застосовують в тих випадках коли перерегулювання не допустиме, необхідний мінімальний час регулювання, а динамічне відхилення може бути більшим. Процес з 20 % перерегулюванням застосовують тоді коли припускається перерегулювання, але динамічне відхилення і час першого півперіоду обмежені.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>					
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру			Літера	Арк.	Аркушів
Розроб.	Сімейко М.Л.							У	60	4
Перевір.	Смітюх Я.В.							НУХТ АК-4-Зск		
Зав.	Ельперін І.В.									
Сек. ЕК	Проскурка Є.С									

Процес з мінімальним інтегральним критерієм характеризується більшим перерегулюванням (40-45%) та часом регулюванням але найменшою величиною динамічного відхилення.

При визначенні закону регулювання перевага надається найбільш якісному безперервному керуванню. Виберемо ПІ-закон регулювання і процес з 20% - ним перерегулюванням, пропорційно-інтегральний регулятор забезпечує велику точність регулювання при значних проте плавких змінах навантаження.

Оптимальні настройки для ПІ регулятора визначимо методом незатухаючих коливань.

Для початку будуємо в середовищі Simulink програмного пакету Matlab модель-схему (Рис. 7.1) системи автоматичного керування температурним режимом в апараті.

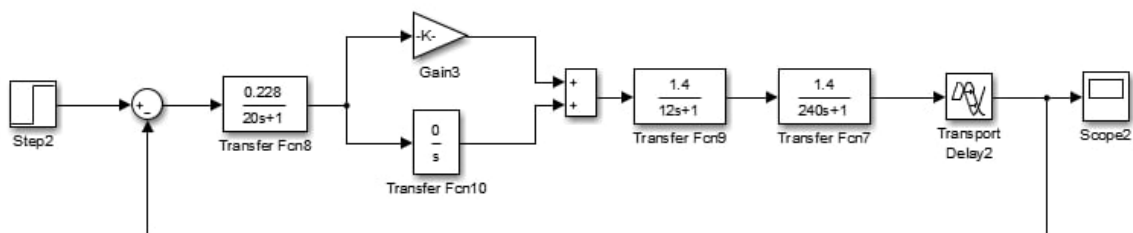


Рис. 7.1 Структурна схема системи автоматичного керування температурним режимом в апараті

Відключимо інтегральну складову регулятора $K_i = 0$ та шляхом послідовного збільшення $K_{рег}$ з одночасною подачею стрибкоподібного сигналу завдання, потрібно вивести систему на границю стійкості (Рис. 7.2). Зафіксувати значення критичного коефіцієнта підсилення регулятора $K_{кр}$ та періоду критичних коливань в системі $T_{кр}$.

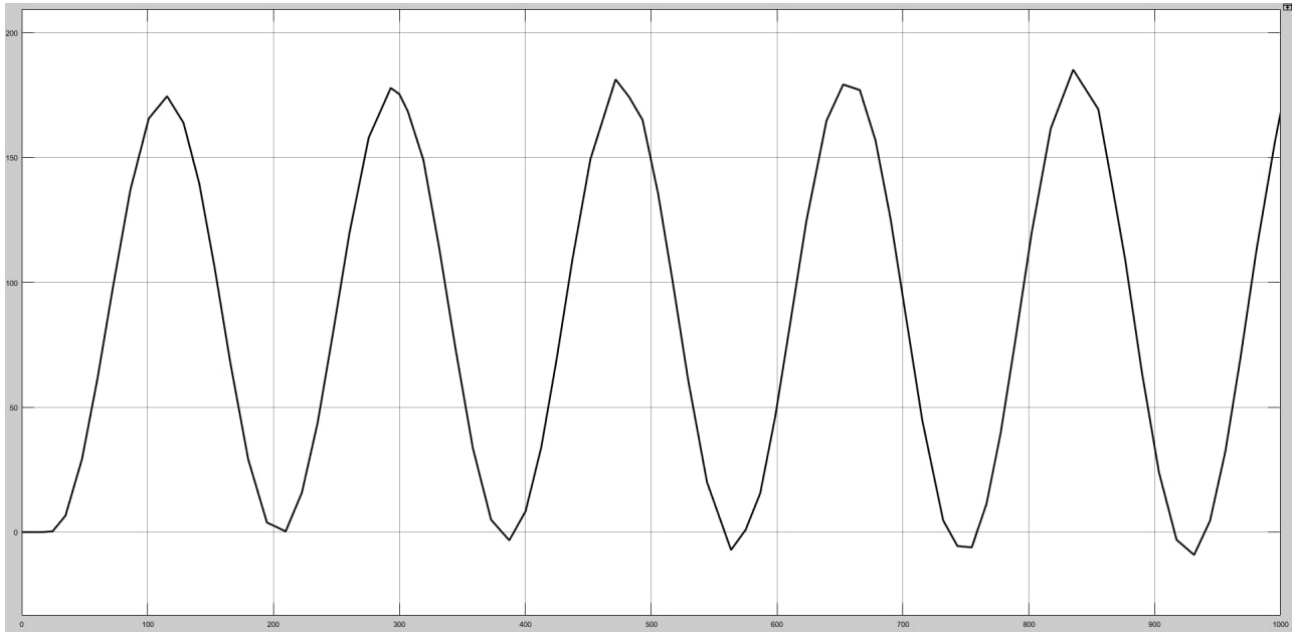


Рис. 7.2 Перехідний процес системи на границі стійкості

Визначаємо, $K_{кр} = 25.5$ а $T_{кр} = 178.2$ с. По значенням $K_{кр}$ та $T_{кр}$ розраховуються параметри настройки регулятора.

ПІ-регулятор: $K_{рег} = 0.45 \times K_{кр} = 0.45 \times 25.5 = 11.47$

$T_i = T_{кр} / 1.2 = 178.2 / 1.2 = 148.5$

Дослідження системи автоматичного керування на стійкість

Підставимо отримані значення в імітаційну модель системи автоматичного регулювання (Рис. 7.3) температури в пастеразайно-охолоджувальній установці та отримаємо графік перехідного процесу.

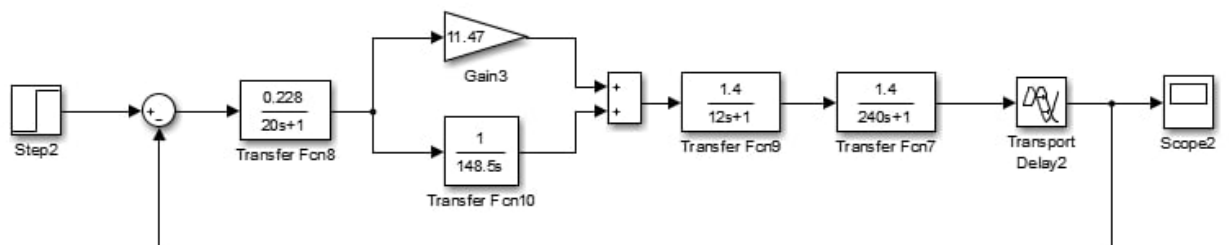


Рис. 7.3 Підставленні отримані значення в ПІ-регулятор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

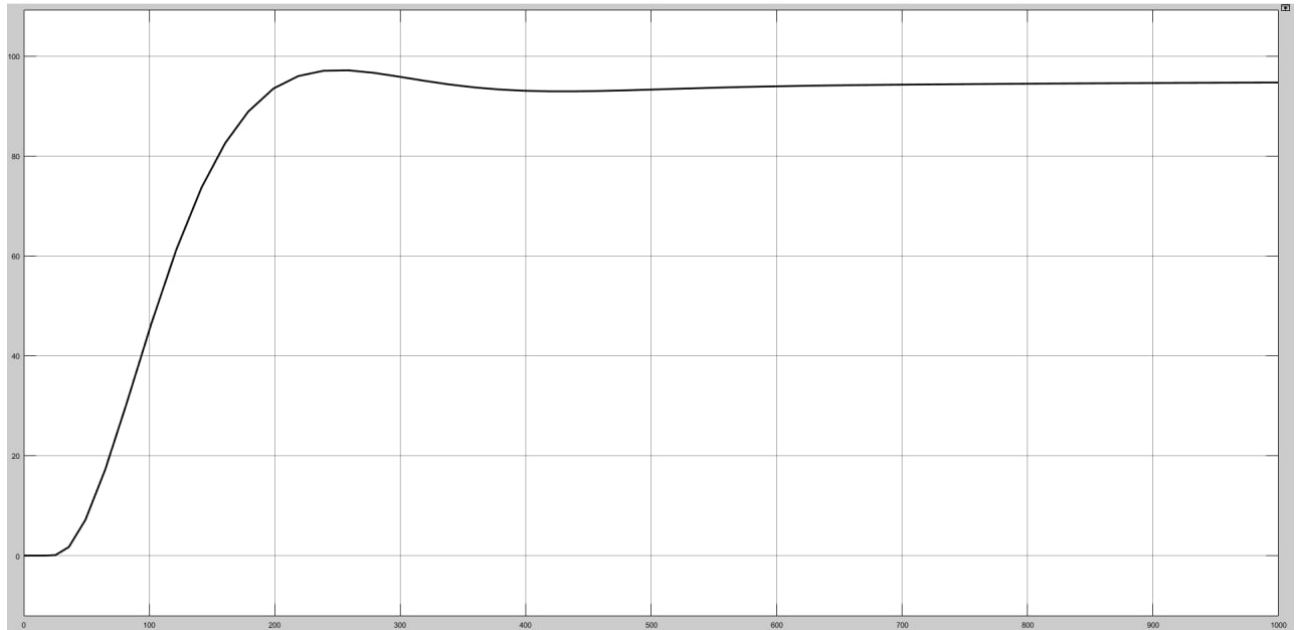


Рис. 7.4 Перехідний процес системи автоматичного регулювання з ПІ-регулятором

Показники якості:

1. Швидкодія системи або тривалість перехідного процесу (час регулювання) $t_{рег}=650$ с.
2. Динамічна помилка $A_1=97$
3. Величина максимального відхилення вихідної величини в перехідному процесі, або перерегулювання:

$$\sigma = \frac{A_{max} - A_{уст}}{A_{уст}} * 100\% = \frac{97 - 87}{87} * 100\% = 11.49\%$$

4. Плавність перехідного процесу або кількість напівколивань вихідної величини за час t_p , тобто коливальність $n=1$.
5. Ступінь затухання $\psi = \frac{97 - 87}{87} = 0.11$
6. Відсутня статична похибка.

Отже, розроблена система автоматичного регулювання повністю задовольняє вимогам, що ставляться до підтримання температурного режиму в пастеризаційно-охолоджувальній установці.

Висновок

В кваліфікаційній роботі розглянуто розробку системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру.

При розробці системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру задіяні новітні технічні засоби автоматизації та промисловий логічний контролер (ПЛК). Також розроблено три схеми: 1. Функціональна схема автоматизації; 2. Принципова схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК; 3. Монтажна термометра опору Sitrans TF2.

При автоматизації лінії виготовлення твердого сиру вибрано промисловий логічний контролер (ПЛК) Schneider Electric M340. Для ПЛК було розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення на мові FBD в середовищі Unity Pro XL. Дисплейна мнемосхема процесу первинного оброблення молока розроблялася в програмному забезпеченні Citect SCADA 2015.

В якості комп'ютерної моделі в кваліфікаційній роботі було проведено параметричну оптимізацію ПІ регулятора, об'єктом регулювання температури в пастеризаційно-охолоджувальній установці.

Розроблена схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес отримання кисломолочного сиру в 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
16. 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.
17. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
18. 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.
19. 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

20. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
21. 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.
22. 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)
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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" наряду 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
28. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Кишенько В.Д. Моделивання 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.

30. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

31. Митин В.В. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов м'ясний и молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1987.

32. Платформа автоматизації Modicon M340. Каталог 2009.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68