

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління ім. проф. А.П. Ладанюка

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

Андрій ФОРСЮК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«5» червня 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«5» червня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

Горбатенко Павло Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Клименко Олег Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти (ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Микола Костіков
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач (підпис)

Київ – 2025 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«28» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горбатенко Павлу Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів

керівник роботи к.т.н., доц. Клименко Олега Миколайовича

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» квітня 2025 р. № 254-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «5» червня 2025 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. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Опис функціонування системи автоматизації та специфікація приладів і засобів 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. Опис схем

підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера. 3.1. Аналіз схеми підключення. 3.2. Специфікація та опис модулів ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Опис схем встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання 7.1 Постановка задачі дослідження. 7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3 Вибір математичної моделі об'єкта керування.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 28 квітня 2025 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 Горбатенко П.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи Клименко О.М.

_____ (підпис)

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«28» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горбатенко Павло Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів

керівник роботи Клименко Олег Миколайович, доцент, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» квітня 2025 р. № 254-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «5» червня 2025 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. 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 Принципова електрична схема живлення 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 28 квітня 2025 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</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 Горбатенко П. Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи Клименко О.М.

_____ (підпис)
_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів» із залученням сучасного контролера Modicon M340 корпорації «Schneider Electric».

Під час розробки системи автоматизації використовувалися інтелектуальні технічні прилади як первинного, так і вторинного характеру, залучена одна з останніх технологічних карт процесу.

Дана робота має будову з:

1. Функціональна схема автоматизації;
2. Принципова схема живлення (однолінійна);
3. Принципова схема підключення вторинних та первинних приладів до програмного логічного контролера.
4. Монтажне креслення встановлення перетворювача тиску в трубопровід
5. Побудова алгоритму виконання технологічних та технічних завдань перед виробничим процесом;
6. Створення програми та зручного інтерфейсу для контролю, управління технологічним процесом у програмному адаптері корпорації «Schneider Electric».

Ключові слова: пастеризоване молоко, автоматизація, первинні перетворювачі, програмований логічний контролер, Kodold, Modicon M340.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						3
Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work was developed on the topic: ‘Development of an automation system for the production of fermented milk products’ with the use of a modern Modicon M340 controller from Schneider Electric Corporation.

During the development of the automation system, intelligent technical devices of both primary and secondary nature were used, and one of the latest process flow charts was used.

This work consists of:

1. Functional automation scheme;
2. Power supply circuit (single-line);
3. Typical connection diagram of secondary and primary devices to the programmable logic controller.
4. Installation drawing of the pressure transmitter installation in the pipeline
5. Building an algorithm for performing technological and technical tasks before the production process;
6. Creation of a programme and a convenient interface for monitoring and controlling the technological process in the software adapter of Schneider Electric Corporation.

Keywords: pasteurised milk, automation, primary converters, programmable logic control, Kodold, Modicon M340.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.	15
Розділ 2. Опис функціонування системи автоматизації та специфікація приладів і засобів автоматизації	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	17
2.2. Схема автоматизації.....	45
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	48
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера	50
3.1. Аналіз схеми підключення.....	50
3.2. Специфікація та опис модулів ПЛК.....	52
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	58
Розділ 4. Опис схем встановлення технічних засобів	60
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	62
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	65
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	
7.1 Постановка задачі дослідження.....	67
7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	68
7.3 Вибір математичної моделі об'єкта керування.....	68
Висновки	72
Список використаної літератури	73

Вступ

У харчовій промисловості спостерігається тенденція підвищеної уваги до якості продукції, що виготовляється та експортується.

Промислова переробка молока - це складний технологічний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнічних, теплофізичних технологічних процесів.



Рис. 0.1.1 Приклад чанів та місткостей для приготування йогуртів.

Під час виробництва кисломолочних продуктів використовуються всі компоненти молока. Насамперед виробничий процес ґрунтується на якості сировини що надходить у цех кисломолочних продуктів, технічний стан обладнання, виконавчих механізмів, приводів, датчиків контролю, та екологічність.

У кваліфікаційній роботі запропоновано інтелектуальне обладнання первинних та вторинних перетворювачів та виконавчих механізмів, які пов'язані між собою завдяки програмно-логічним контролером Modicon M340.

Правильне залучення та використання обладнання заощаджує енергоресурси, покращує якість продукції, підвищує безпеку персоналу, збільшує коефіцієнт корисної дії окремих технологічних контурів або загалом усього виробничого процесу. При цьому важливо максимально зберегти харчову та біологічну цінність компонентів сировини у молочній сировині що виготовляє йогурт.

Даний процес складається з різноманітних контурів управління починаючи рівня у нормуючій ємності, температури пастеризованого молока та інших технологічних обладнань, тиску гомогенізаторі, пастеризаторі та інше. Всі ці процеси використовують сучасні засоби автоматизованих систем управління на сьогоднішній день.

У теперішній час автоматизовані системи управління технологічного процесу є основною вимогою до виконання поставлених задач на комбінаті:

- Автоматичне управління та зміну виробничого процесу з урахування наявності збурень та їх подолання, зміна стану технологічної карти, самоналаштування, реєстрація та контроль за окремими контурами або робочого циклу в цілому;

- Враховувати динаміку виробництва;

- Наявність автономності технологічного процесу;

- Можливість дистанційного керування та контролю робочого режиму.

Системи управління технологічними процесами є найважливішими інструментами, які дають змогу ефективно та безпечно керувати промисловими процесами. Ці системи безперервно відстежують і контролюють змінні процесу, гарантуючи, що виробничі процеси працюють з оптимальною продуктивністю.

Під час проходження потоків інформації, процесів використовується алгоритм дій, що дозволяє покращити працездатність системи, зниження непередбачуваних моментів на виробництві як з персоналу, так і управління контурів контролю, завдяки цьому покращується оптимізація обладнання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Йогурт - це кисломолочний продукт, який виробляють із пастеризованого нормалізованого молока з додаванням чи без додавання цукру, стевії, топінгів, ароматизаторів, вітаміну С, В, А, стабілізаторів, та сквашеною закваскою.



Рис. 1.1.1 Технологічна лінія виготовлення йогурту.

Виробництво йогурту відбувається шляхом чана або термостатним методом. Йогурт - це білий, густий молочний продукт, який отримують шляхом ферментації молока. Він поділяється на два види: жирний і напівжирний. Найкращий йогурт роблять з овечого та буйволиного молока.

Перетворення молока на йогурт забезпечується мікроорганізмом, який виробляє молочну кислоту. Цей мікроорганізм найкраще розвивається за температури тіла. Йогурт - це згорнуте молоко, утворене шляхом часткового перетворення молочного цукру на молочну кислоту під дією йогуртових дріжджів, закваски. У міру підвищення кислотності молока кальцій відокремлюється від казеїнату кальцію в складі молока, і казеїн перетворюється на гель, відбувається процес коагуляції. Так і відбувається процес утворення йогурту.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко П.Д			Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клименко О.М.					8	8
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я. В						

Перший спосіб виготовлення кисломолочного продукту це чанковий метод. Тобто він включає в себе приймання в нормуючу ємність, нормалізація жирів і сухих речовин, фільтрація, гомогенізація суміші, пастеризація, охолодження, заквашування, додавання ароматизаторів, вітамінів, рослинних білків тощо, сквашування, інтенсивне перемішування, охолодження, та перелив у прийомну цистерну.

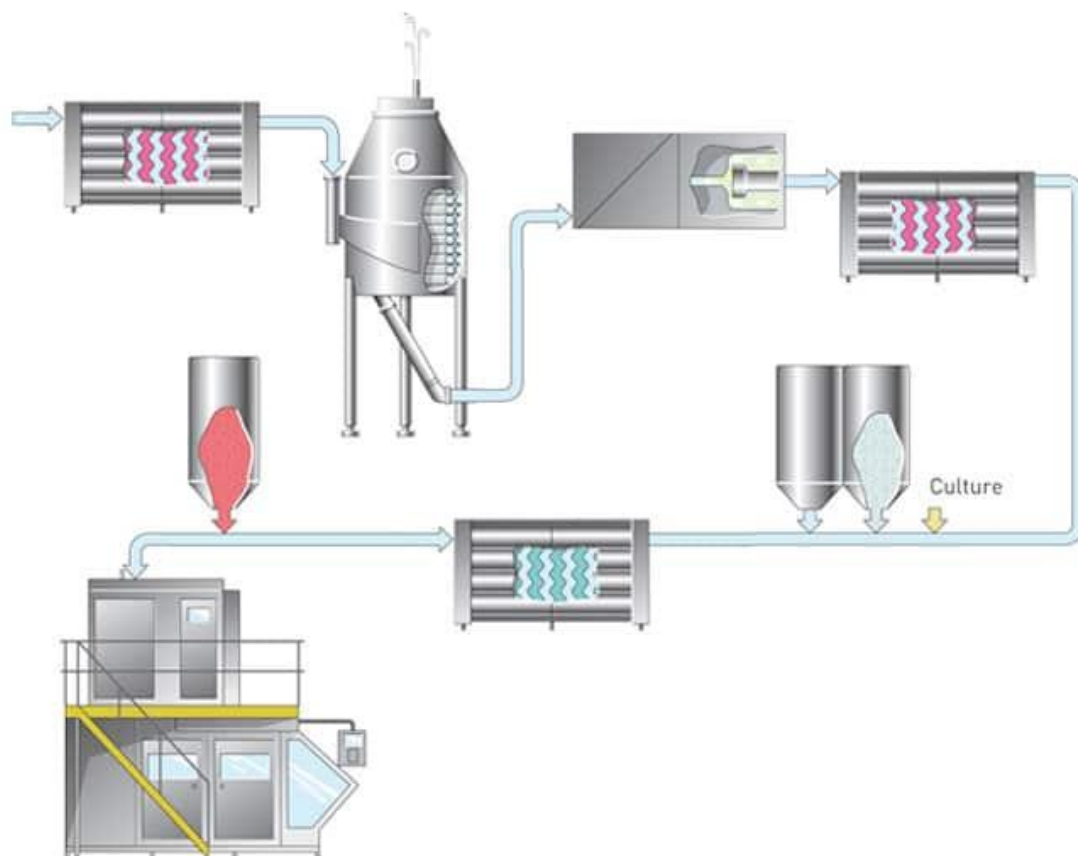


Рис. 1.1.2. Топологічна схема приготування кисломолочного продукту
Технологічне обладнання на лінії виробництва йогурту розташовані в такому порядку:

1. Нормалізуючий чан (I) (резервуар для зберігання);
2. Регенератор (II) (бак попереднього нагрівання);
3. Пастеризатор (III);
4. Гомогенізатор (IV);
5. Пастеризатор (VI);
6. Регенератор (II) (попереднє охолодження);
7. Чан сквашування.

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Пастеризація низькотемпературна стерилізація. Основна ідея полягає в тому, щоб вбити патогенні бактерії в пастеризованом молоці за низьких температур протягом тривалого часу і зберегти пребіотики, корисні для організму людини. Під час проходження технологічного процесу молоко підігрівається шляхом гарячої водяної пари у інтегрованому теплообміннику у діапазоні від 62 до 85 °С протягом 30-45 хвилин. Завдяки чому знешкоджуються патогенні бактерії, що розвиваються у сировині.

Пастеризація досягається від 97,3% ~ 99,9%. Відповідно далі проходить шлях дезінфекції, що залишаються стійкі до високих температур бактерії та спори.

Інший метод відбувається шляхом нормалізування молока завдяки додаванню сухих речовин. Якщо потрібно сировину нормалізувати за жирністю, то тоді виробничий процес виконується у потоці із використанням сепаратора-нормалізатора чи додавання вершків. У разі нормалізації молока за сухими речовинами додають певний вміст сухих речовин. Внаслідок нормалізації молока процес випарювання відбувається при температурі 55-60°C.

Молоко підігрівають до 43-45°C, додаючи стевію або цукор заздалегіть розчинений у молоці у співвідношенні ¼. Далі сировину очищають та гомогенізують при тиску 15±2,5 МПа та 45-85°C.

Гомогенізація під час пастеризації відбувається при температурі 92±2°C з витримкою 2-8 хв або за 87±2°C з затримкою 10-15 хв і охолоджують до температури заквашування 40±2°C.

Об'єм закваски чи йогуртових дріжджів становить 3-5% від об'єму заквашувальної сировини при пастеризованому молоці 1-3%.

Закваска поступає у чан до кисломолочних продуктів при включеній мішалці на 3000 обертів в хвилину поступово. Контур перемішування відбувається на протязі 15-18 хвилин, далі йогурт надходить у цистерену для подальшої її обробки.

Закінчення технологічного циклу визначається утворенням згустку з кислотністю 100Т. Йогурт охолоджується на протязі 20-45 хвилин в цей же час

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

перемішування не зупиняється для досягнення однорідної суспензії. Продукт з температурою 16 -20°C надходить на танкер для зберігання або на фасувальну лінію.

Технологічний процес у термостному методі (плодоягідні йогурти) такий же самий, але є відмінність у температурі та витримці в чані.

Ароматизатор додають в охолоджену до температури кисломолочного продукту при інтенсивному перемішуванні 15 хвилин після їх додавання.

Наповнювачі вносять в охолоджену до температури сквашування суміш за постійного перемішування, яке закінчують через 15 хв після їх внесення. Заквашування проводять, так само як і за резервуарного способу. Під час розливу сировина надходить у термостатну камеру з температурою $40\pm 2^\circ\text{C}$ для сквашування протягом 3-4 год. Під час проходження циклу продукт має згусток кислотністю 95-100°Т.

Виробничий процес приготування йогурту

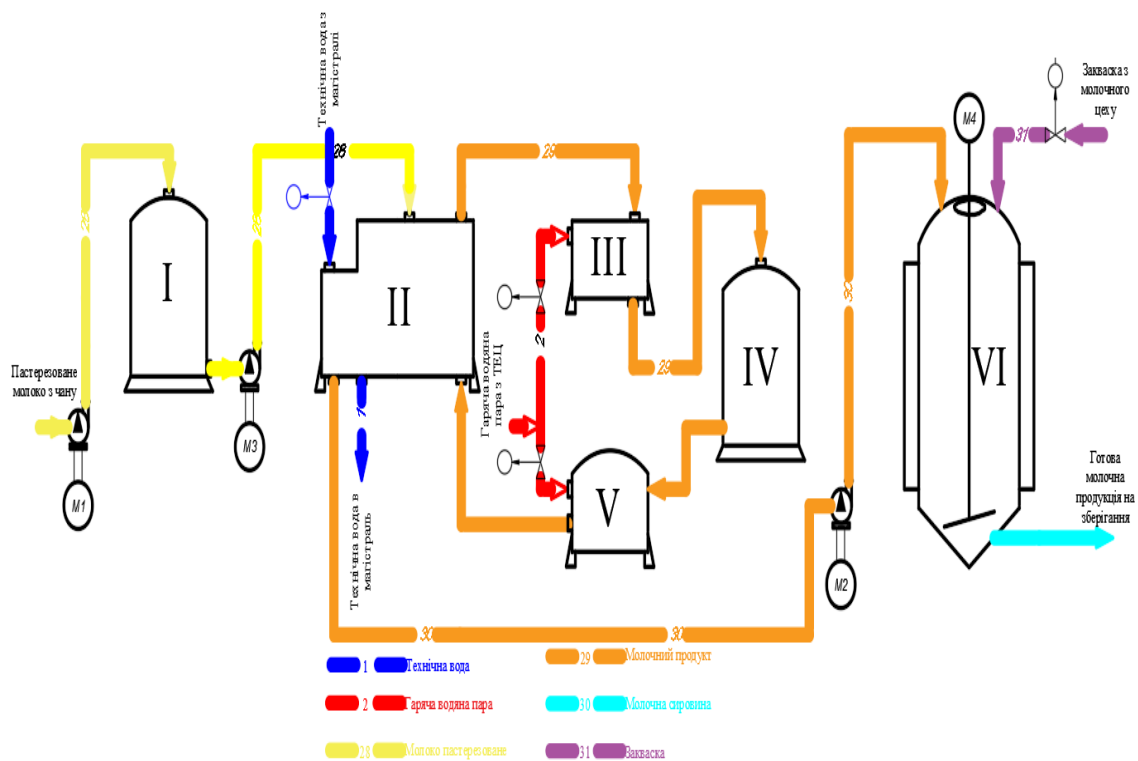


Рис. 1.1.3. Технологічна схема приготування кисломолочного продукту

У перший чан що слугує зрівноважуючим баком поступає пастеризоване молоко помповим насосом М1 для демпфірування низькочастотних коливань. У перший чан що слугує зрівноважуючим баком поступає пастерезоване молоко помповим насосом М1 для демпфірування низькочастотних коливань. Наступний шлях молока це регенерація (апарат попереднього підігріву) де відбувається нагрівання сировини. Пастеризація відповідно виконуються у металевий з нержавіючої труби шляхом нагрітою водяної пари при 145°C, пара поступає з теплоелектроцентралі з тиском 0,3МПа.

Перша черга пастеризації молочна сировина підігрівається до температури 60-65°C, відповідно після отримання необхідної температури надходить у дегазатор, для видалення кисню. У апараті 4 протікає технологічний процес вирівнювання консистенції молока в однорідну суміш

Друга черга пастеризації молочна сировина підігрівається до температури 90-98°C. Суспензія після отримання необхідної температури надходить у нормалізуючий чан. Молоко з температурою 90-98°C. охолоджується в регенераторі, пізніше в холодильній установці до 21°C.

Кисломолочний охолоджений продукт за рахунок електродвигуна М2 качає у апарат для сквашування. Саме в ємності 6 йде виробничий процес виготовлення йогурту. Молоко потрапляє у резервуар і додають туди ж дріжджі для йогурту. Під час даного циклу відбувається інтенсивне перемішування за допомогою електродвигуна М3 та після додавання всіх компонентів на протязі 15-30 хвилин.

Йогурт відповідно до технологічної карти становить 4,6+/-0,05рН.

Останній етап йогурт охолоджується до 14-15°C, перемішування зупиняється та потік технічної води. Кисломолочна сировина готова до подальшої обробки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						12
Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



Рис. 1.1.4. Гомогенізатор К5-ОГА-10, продуктивність, 500л, кг/год



Рис. 1.1.5. Пастеризатор ВДП 500

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

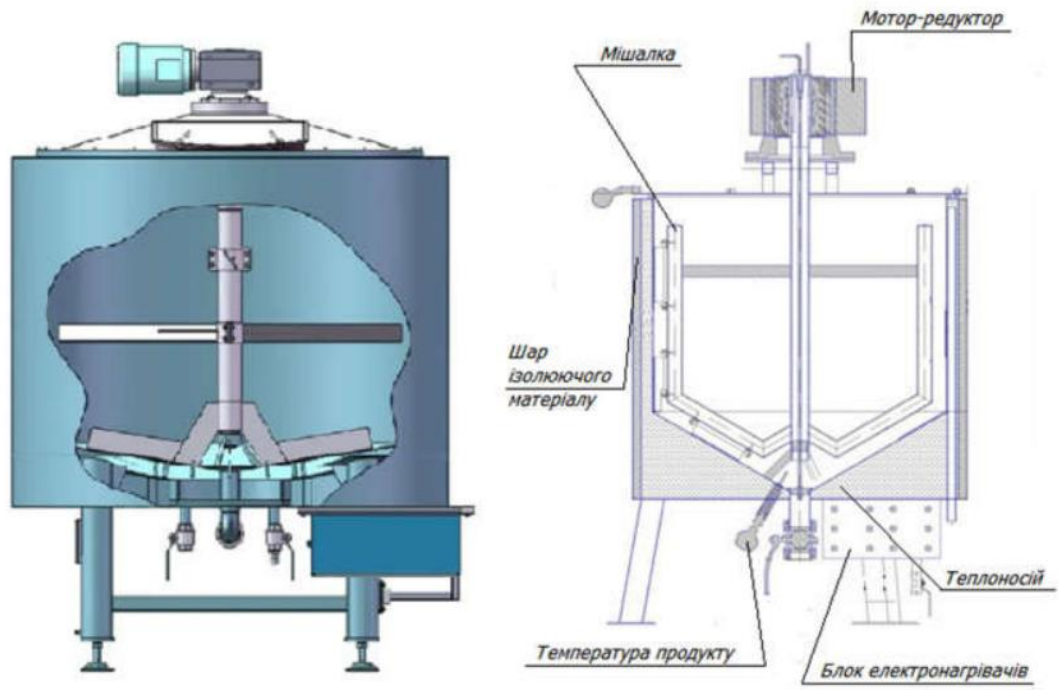


Рис. 1.1.6. Резервуар для сквашування суміші В2ОТГ-10

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.2.1 Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, апарат	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автом.	Характер контролю, регулювання управління	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	Трубоп- від молока	Витрата	10м ³ /хв	Контроль	Запис	АРМ
2	Апарат 1	Рівень	0-100%	Керування сигналізація	Стан	Вплив на насос М1
3	Апарат 2	Темп.	53-62°С	Керування Контроль	Стан	Вплив на ВМ (3г)
4	Апарат 4	Тиск	12-18МПа	сигналізація Контроль	Запис	АРМ
5	Апарат 3	Темп.	62°С	Керування Контроль	Стан	Вплив на ВМ (5г)
6	Апарат 5	Темп.	90-98°С	Керування Контроль	стан	Вплив на ВМ (6г)
7	Апарат 6	Рівень	0-100%	Керування сигналізація	Стан	Вплив на насос М2 ВМ (7г)
8	Апарат 6	рН	4,6од.рН	Контроль	Запис	АРМ
9	Трубоп- від йогурт	Витрата	5м ³ /хв	Контроль	Запис	АРМ
10	Електро прив. насоса подачі сировин	-	-	Керування	Стан	Вплив на насос М3
11	Електро прив. насоса подачі сировин	-	-	Керування	Стан	Вплив на М4

Розділ 2. Система автоматизації

Під час розробки функціональної системи автоматизації використовувалися первинні, вторинні перетворювачі, виконавчі механізми, блоки живлення, контролер Modicon M340 «Schneider Electric», електромагнітний контактор на 24DC, світлосигнальна арматура, електропневмопозиціометр, індикатори, розподільчі клеми.

Автоматизована система управління технологічного процесу може синхронізуватися з робочим місцем оператора на об'єкті або по за ним

Сучасні прилади автоматизації:

- Електромагнітний витратомір;
- Термометр опору;
- Перетворювач тиску;
- Перетворювач рівня;
- Перетворювач рН;
- Індикатори по струмовій петлі;
- Блоки живлення;
- Розподільчі клеми;
- Контролер;
- Модулі аналогових входів, виходів, дискретних виходів.
- Електродвигуни для насосів;
- Пневматичний виконавчий механізм;
- Електропневмопозиціометр;
- Перетворювач частоти;
- Контактори плавного пуску;
- Прокідний сервісний перемикач.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Горбатенко П.Д.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Клименко О.М.</i>					16	34
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я. В.</i>						

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

Ультразвуковий витратомір

Витратоміри фірми KOBOLD серії DUK застосовуються для вимірювання, контролю та дозування малов'язких текучих середовищ. Прилад працює за принципом різниці тривалості сигналів. Це має на увазі, що ультразвукові хвилі у вимірюваному середовищі піддаються впливу з боку швидкості потоку.

Два чутливих елементи, встановлених навпроти один одного в трубопроводі, функціонують одночасно як передавач і приймач ультразвукових сигналів.

За відсутності потоку тривалість обох сигналів ідентична. Якщо вимірювана рідина протікає в трубопроводі, тривалість сигналу проти потоку вища, ніж тривалість сигналу по потоку. Тривалість сигналу, яка визначається мікропроцесором, пропорційна швидкості потоку.

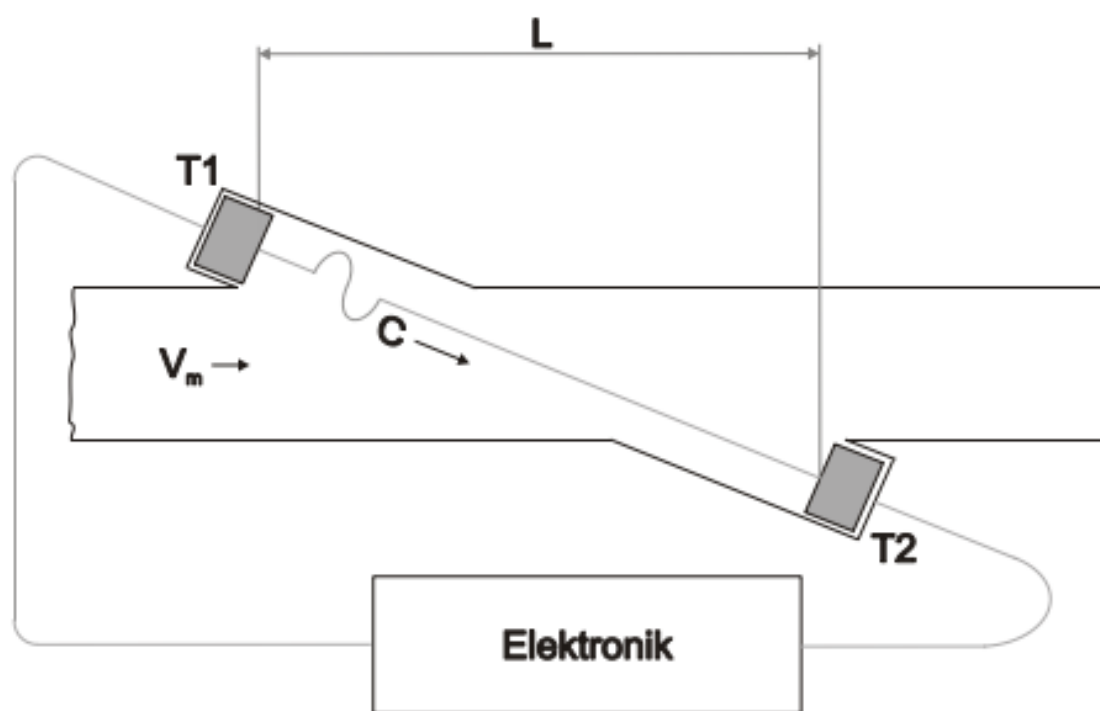


Рис. 2.2.1. Схематичне креслення встановлення витратоміра

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

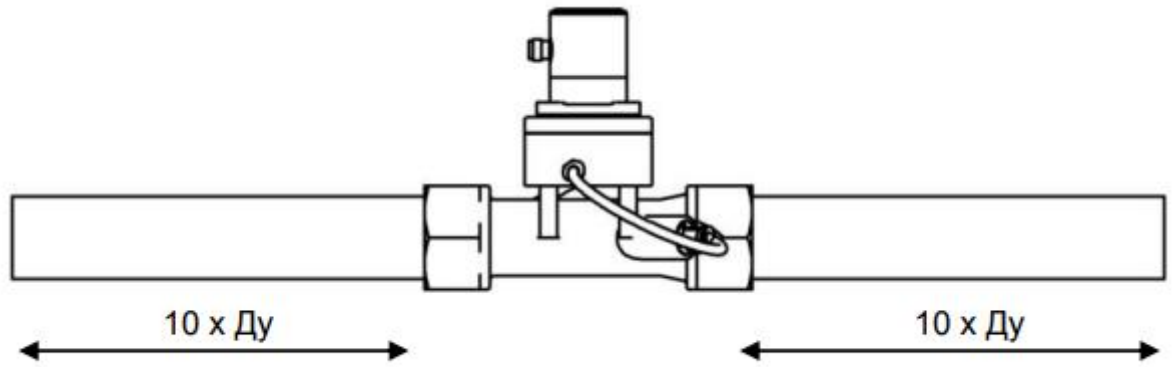


Рис. 2.2.2. Схематичне креслення встановлення витратоміра

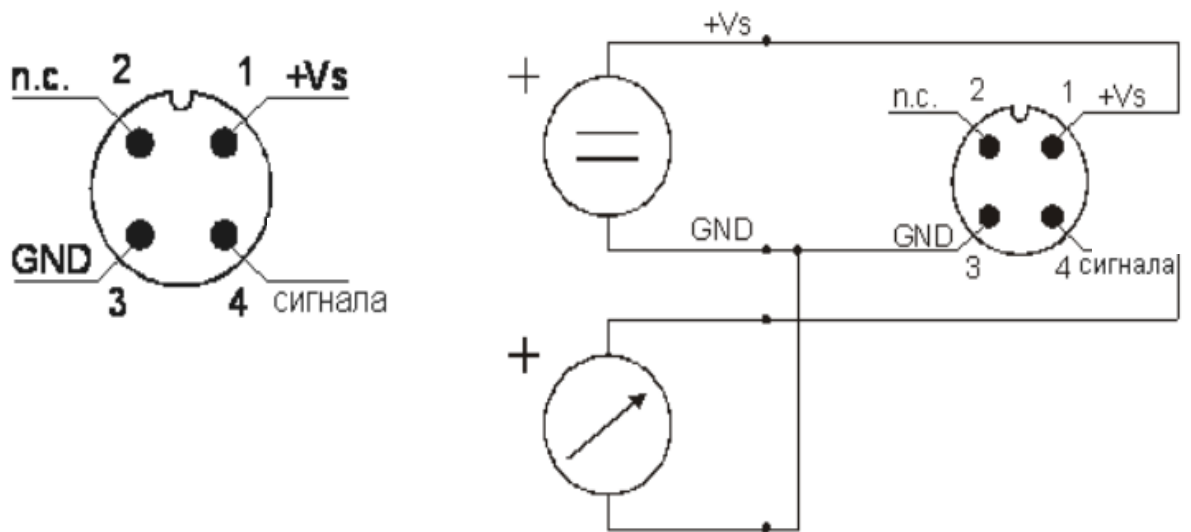


Рис. 2.2.3. Схематичне креслення підключення до мережі

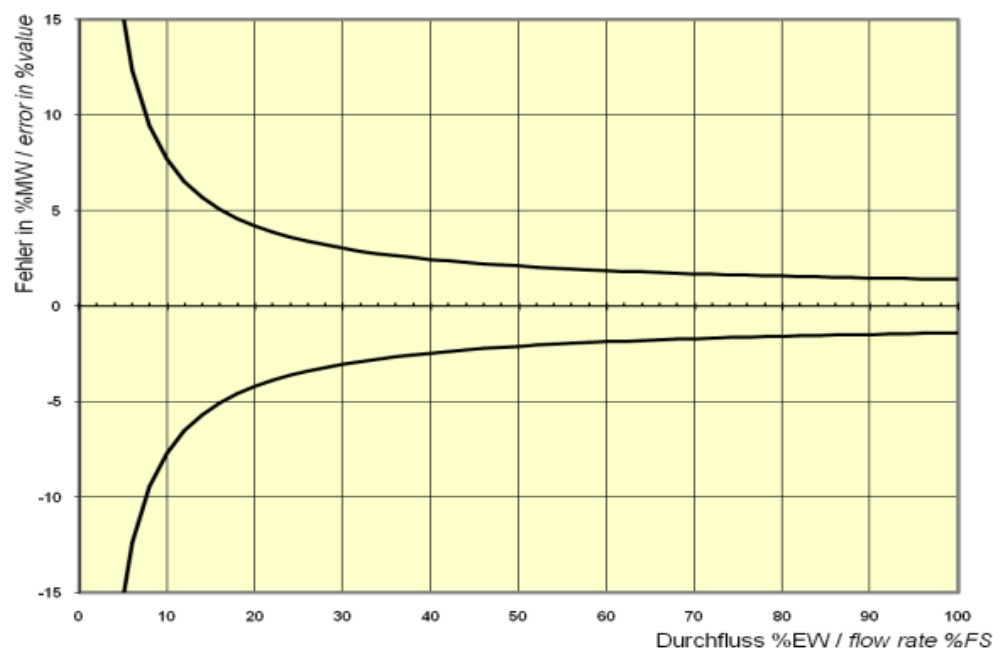


Рис. 2.2.4. Частини, що контактують із вимірюваним середовищем

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата



Рис. 2.2.5. Загальний вигляд перетворювача

Таблиця 2.1. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Принцип вимірювання:	Ультразвуковий
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Температура вимірюваного середовища, °С	-20...100
Температура навколишнього середовища, °С	-20...70
Тиск вимірюваного середовища, МПа	0...16бар
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC
Точність вимірювань	0.7%
В'язкість	30 мм ² /с
Ступінь захисту	IP 65

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Перемикальна функція (контакт N/O або контакт N/C) визначається монтажним положенням виробу. Зміна перемикальної функції з однієї на іншу легко здійснюється поворотом датчика-реле на 180°.

Датчик-реле рівня встановлюється так, щоб поплавков міг вільно переміщатися по всій довжині доріжки переміщення, не контактуючи зі стінками, дахом або дном ємності.

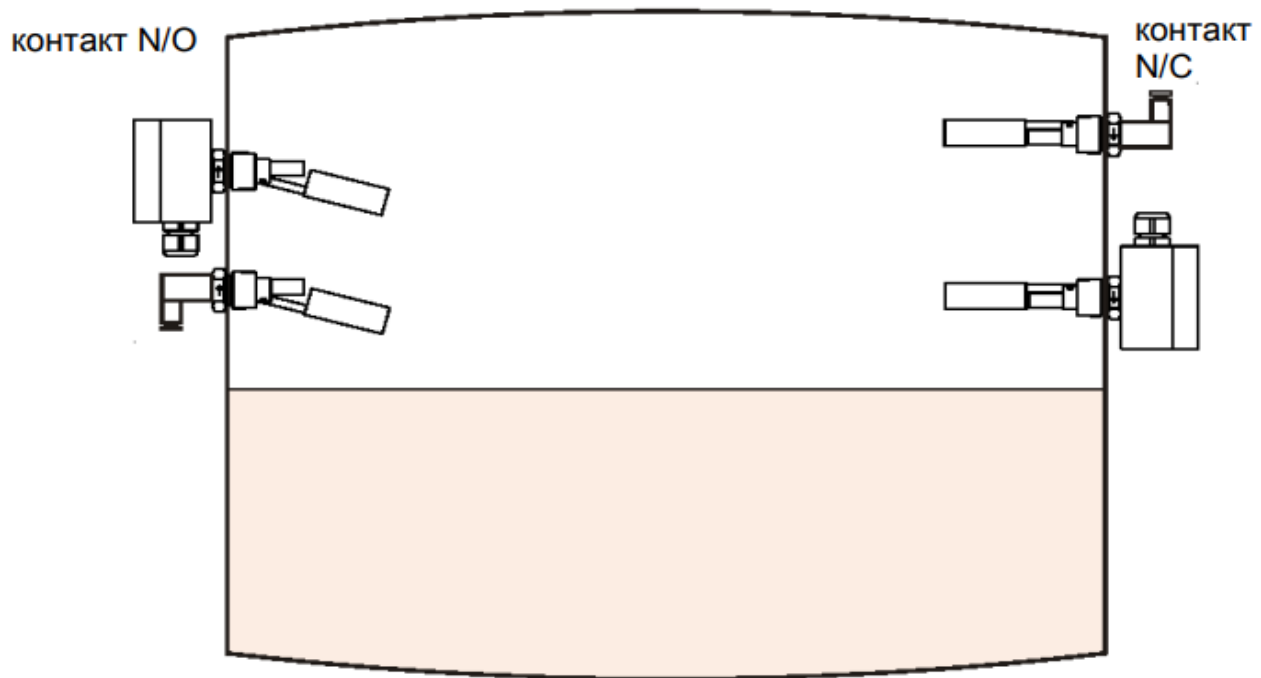
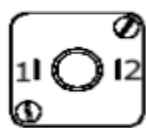


Рис. 2.2.7. Схематичне креслення встановлення рівнеміра

RFS-1200N4



RFS-1201 N4

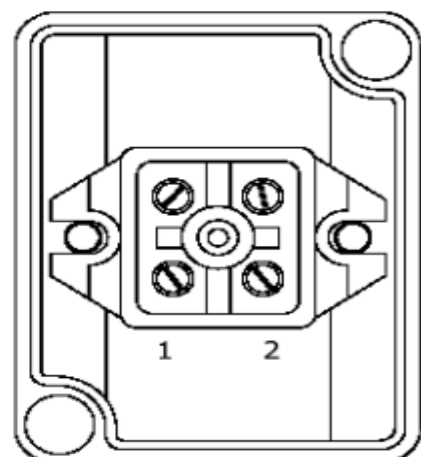


Рис. 2.2.8. Схематичне креслення підключення до мережі



Рис. 2.2.9. Загальний вигляд перетворювача рівня

Таблиця 2.2. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Технологічне приєднання:	1/2 NPT
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Температура вимірюваного середовища, °С	-40...120
Температура навколишнього середовища, °С	-20...80
Тиск вимірюваного середовища, МПа	5бар
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC
Точність вимірювань	0.7%
В'язкість	30 мм ² /с
Ступінь захисту	IP 65
Контактний опір:	макс. 150 кΩ
Струм перемикання:	0,5А
Контакти:	НО/НС

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Датчик температури

Вкручуваний датчик температури з вбудованим перетворювачем у комплекті з дисплеєм, що підключається моделлю АUF є економічним термометром з аналоговим виходом (4 - 20 мА).

У конструкцію температурних датчиків моделі ТМА-R входить зносостійкий чутливий елемент з нержавіючої сталі з фіксованою внутрішньою різьбою G 1/2 або 1/2 NPT. Колба витримує тиск до 36 бар залежно від умов технологічного процесу. З'єднувальна муфта DIN 43 650 забезпечує легке електричне або модифіковане під'єднання перетворювача до під'єднуваного дисплея. Температурний датчик кріпиться до регульованої ніжки для роботи в умовах, коли температура робочого процесу становить $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

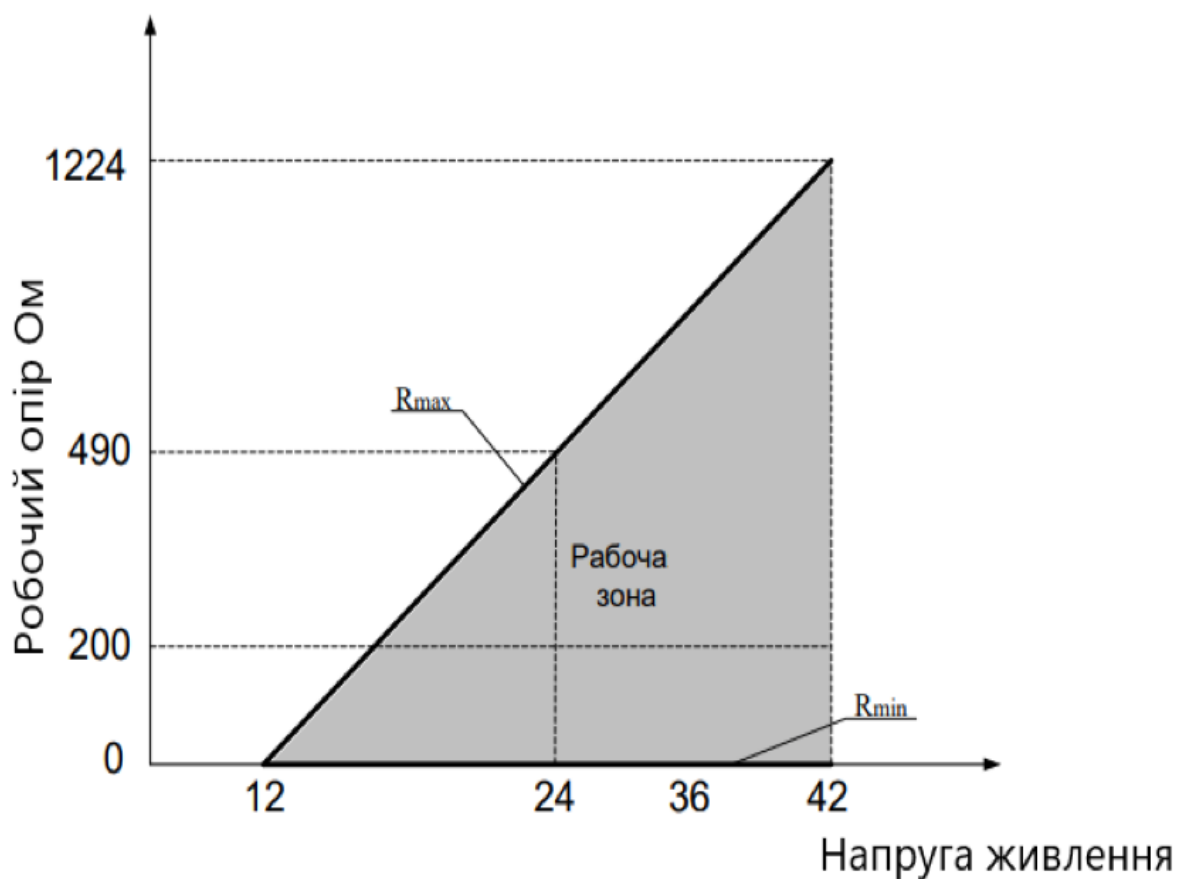


Рис. 2.2.10. Кордони навантаження опору

Температурні датчики з перетворювачами використовуються для безперешкодного передавання сигналу на довгі відстані.

2-провідний перетворювач вбудований в термометр опору і формує лінійний вихідний сигнал, 4...20мА.

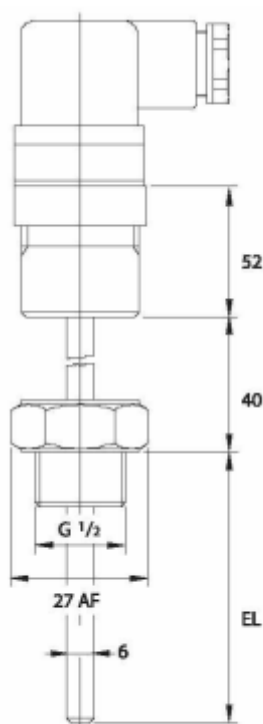


Рис. 2.2.11. Схематичне креслення встановлення температури

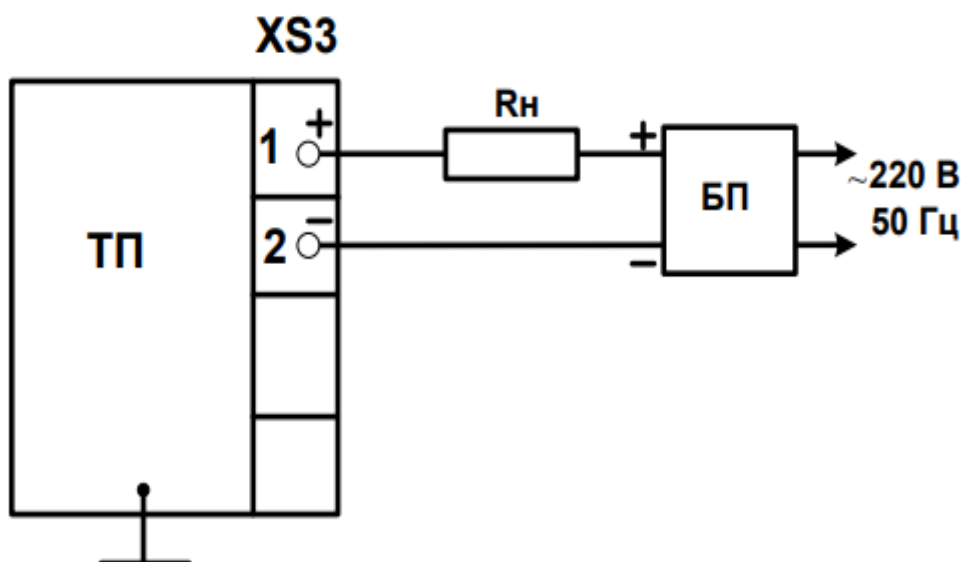


Рис. 2.2.12. Схематичне креслення підключення до мережі

Таблиця 2.3. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Чутливий елемент	РТ100
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Температура вимірюваного середовища, °С	-60...200
Температура навколишнього середовища, °С	-20...75
Тиск вимірюваного середовища, МПа	36бар
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC
Точність вимірювань	0.5%
В'язкість	30 мм ² /с
Ступінь захисту	IP 65



Рис. 2.2.13. Схематичне креслення загального вигляду

Датчики тиску

Датчики тиску SEN призначені для безперервного вимірювання значень тиску, а також інших функціонально пов'язаних з тиском фізичних величин шляхом перетворення цих значень в уніфікований аналоговий вихідний сигнал постійного струму.

Принцип дії датчиків тиску SEN заснований на пружній деформації чутливого елемента.

Під впливом вимірюваного тиску відбувається зміна електричного опору тензорезистивного чутливого елемента, які посилюються і перетворюються в нормований вихідний сигнал постійного, пропорційний тиску. Електронна схема закріплена всередині корпусу з нержавіючої сталі.



Рис. 2.2.14. Схематичне креслення загального вигляду



Рис. 2.2.15. Схематичне креслення загального вигляду

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

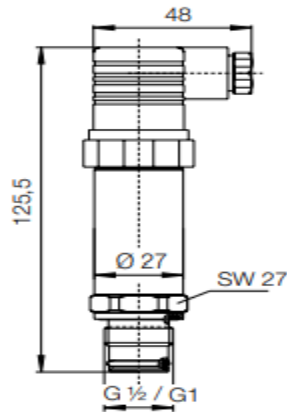


Рис. 2.2.16. Схематичне креслення встановлення тиску

Modèle	Sortie	Plaque de mesure		Raccord
SEN-3251... Classe de précision 0,50 % SEN-3252... Classe de précision 0,25 %	sans = 4 - 20 mA, 2-fils /1 = 0...5 V _{CC} /2 = 0...10 V _{CC}	C 406 = -0,1 ... 0 bar	B 146 = 0 ... 0,25 bar	sans = connecteur Forme A (DIN 43650) avec boîte 3 = connecteur M12x1 (5-broche, IP67) 5 = 2 m câble, IP67
		C 416 = -0,16 ... 0 bar	B 156 = 0 ... 0,4 bar	
		C 426 = -0,25 ... 0 bar	B 015 = 0 ... 0,6 bar	
		C 436 = -0,4 ... 0 bar	B 025 = 0 ... 1 bar	
		C 305 = -0,6 ... 0 bar	B 035 = 0 ... 1,6 bar	
		C 315 = -1 ... 0 bar	B 045 = 0 ... 2,5 bar	
		C 515 = -1 ... +1,5 bar	B 055 = 0 ... 4 bar	
		C 525 = -1 ... +3 bar	B 065 = 0 ... 6 bar	
		C 535 = -1 ... +5 bar	B 075 = 0 ... 10 bar	
		C 545 = -1 ... +9 bar	B 085 = 0 ... 16 bar	
		C 555 = -1 ... +15 bar	B 095 = 0 ... 25 bar	
		B 126 = 0 ... 0,1 bar		
		B 136 = 0 ... 0,16 bar		

Рис. 2.2.17. Параметри первинного перетворювача

Таблиця 2.4. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Чутливий елемент	мембрана
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Температура вимірюваного середовища, °C	-60...100
Температура навколишнього середовища, °C	-20...100
Тиск вимірюваного середовища, МПа	2.5бар
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

27

рН перетворювачу

«АРМ-1» у контексті перетворювачів рН-значень і ОВП (окислювально-відновного потенціалу) відноситься до компактного перетворювача/контролера, що вимірює та регулює рН або ОВП у водних розчинах. Цей прилад виробництва компанії Kobold Messring GmbH.

Основні характеристики та призначення перетворювача АРМ-1:

Призначення: Основне призначення АРМ-1 - вимірювання та контроль рН-значення та/або окислювально-відновного потенціалу (ОВП) у різних водних середовищах. Це критично важливо для багатьох промислових процесів і систем водопідготовки.



Рис. 2.2.18. Загальний вигляд первинного перетворювача

Можливості:

- Вибір візуалізації дисплея: великі цифри, гістограма або відображення тенденції (тренд);
- Чотири граничних контролера;
- Вбудовані процедури калібрування: з 1, 2 і 3 точками;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- Математичний і логічний модуль (опціонально);
- Журнал калібрування;
- Три додаткових слота;
- Програма налаштування забезпечує: зручне програмування, системну документацію;
- Інтерфейс RS422/485 (опціонально);
- Інтерфейс PROFIBUS-DP (опціонально).

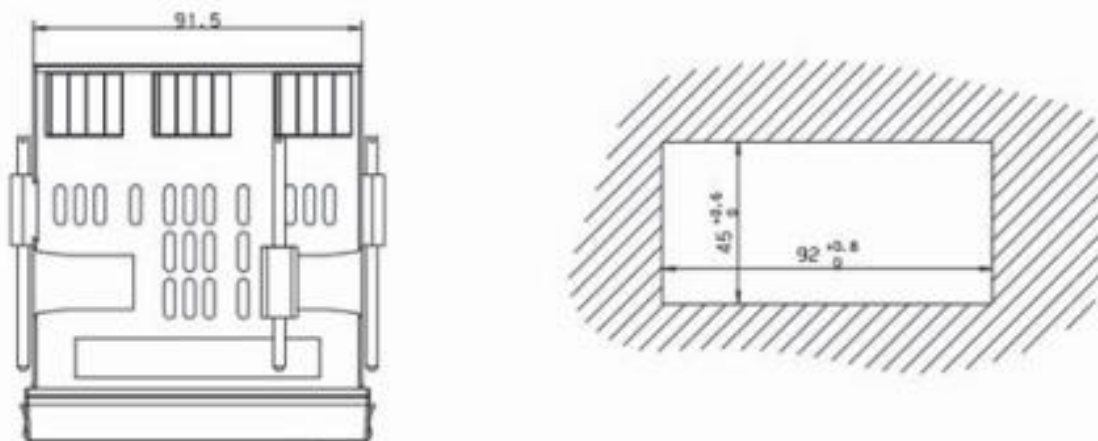


Рис. 2.2.19. Схематичне креслення встановлення вторинного перетворювача

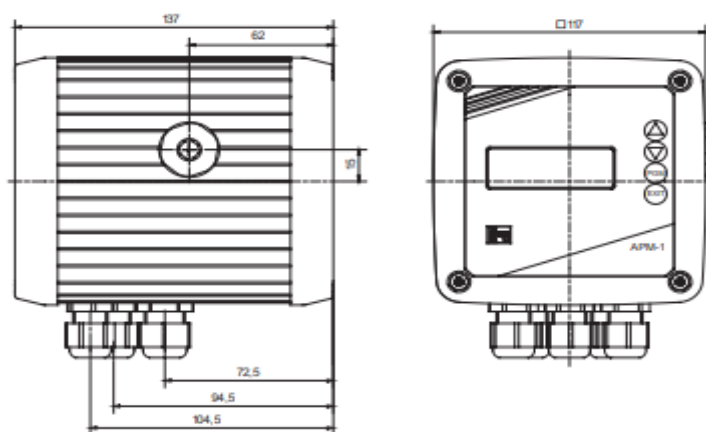


Рис. 2.2.20. Схематичне креслення встановлення вторинного перетворювача

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

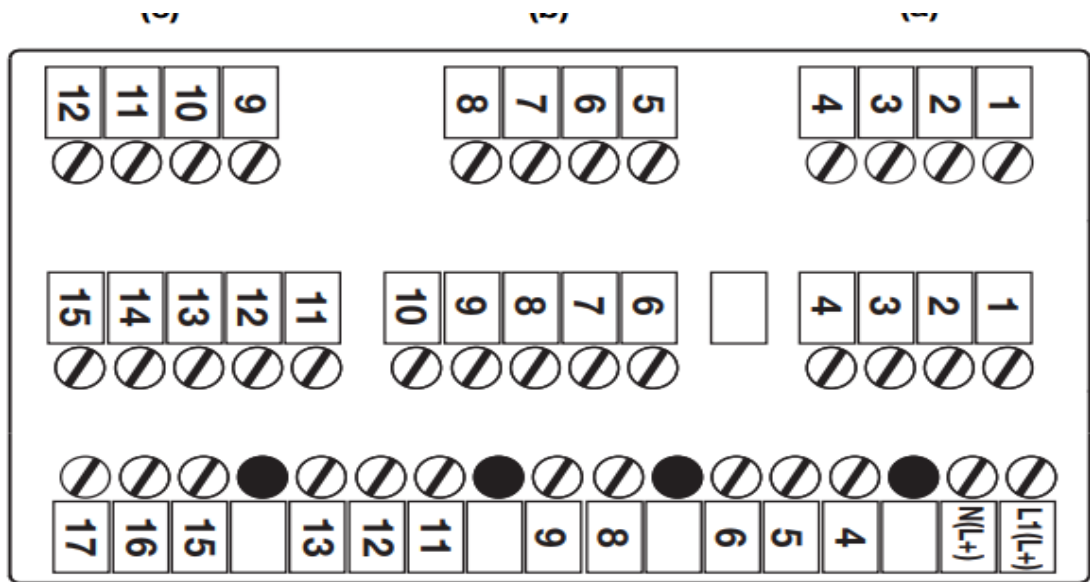


Рис. 2.2.21. Схематичне креслення підключення до мережі

Function	Symbol	Terminal
Power supply for ISFET sensor DC +/- 4.85 V	— o +	11
GND	— o -	15
Standard signal input for electrical current 0(4) - 20 mA	— o + — o -	3 4
Standard signal input for voltage 0(2) - 10 V or 10 - 0(2) V	— o + — o -	1 4
Temperature sensor in a two-wire circuit Pt100 or Pt1000		2 3 4
Temperature sensor in a three-wire circuit Pt100 or Pt1000		2 3 4
Resistance transmitter		4 3 2
pH/redox electrode		
Shield for pH (with triaxial cable only!)	⊥	6
Glass/metal electrode		7
Reference electrode		8
Liquid potential (LP) With asymmetrical connection, bridge between terminal 8 and 9 With symmetrical connection, LP on terminal 9		9

Рис. 2.2.22. Параметри підключення до мережі

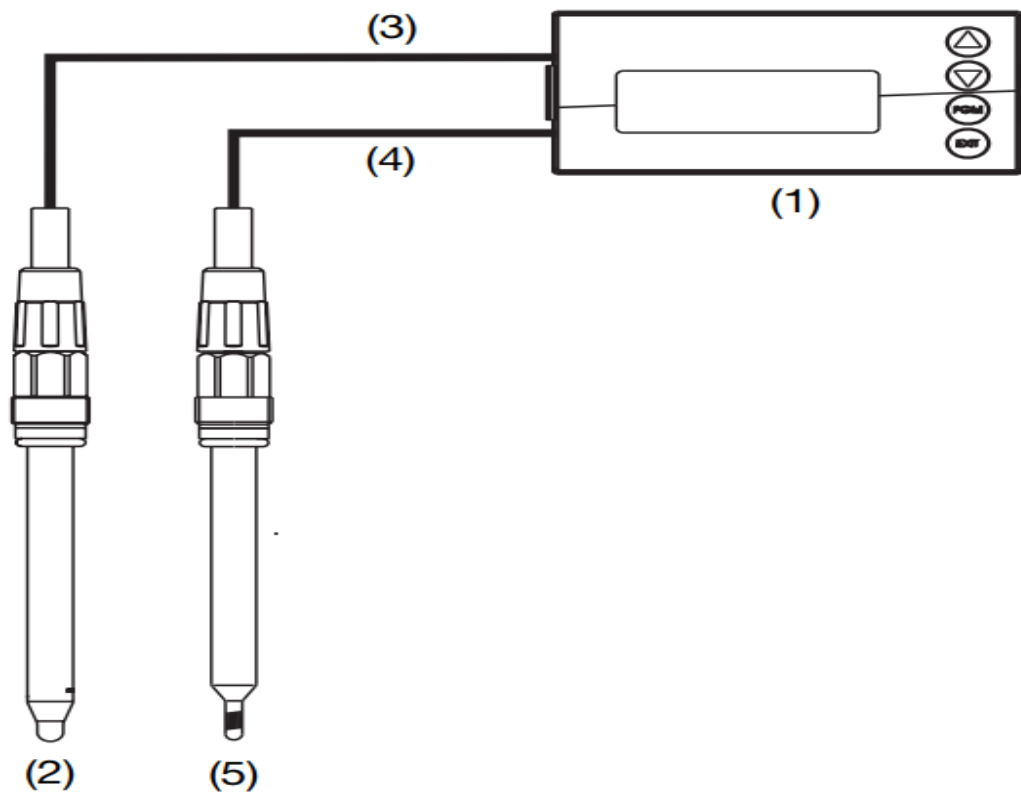


Рис. 2.2.23. Схематичне креслення встановлення первинного перетворювача



- (1) Measurement unit
- (2) Temperature
- (3) Operating mode
- (4) Measured value
- (5) ▲ key Increase numerical value / Forward selection
- (6) ▼ key Decrease numerical value / Forward selection
- (7) PGM key Change level / Forward selection / Confirm selection
- (8) EXIT key Cancel entry / Exit level

Рис. 2.2.24. Параметри налаштування приладу

Електропневматичний позиціонер

W.E. Anderson 265ER-D5 Precisor II Electro-Pneumatic Positioner - це електропневматичний позиціонер, який використовується для точного керування положенням керуючого клапана залежно від електричного сигналу керування.

Принцип роботи. Позиціонер приймає електричний сигнал 4-20 мА від контролера, відповідно сигнал визначає положення регулюючого органа.

Наявними внутрішній п'єзорезистивний датчик і мікропроцесор аналізують вхідний струм і порівнюють його з фактичним положенням клапана, також за рахунок зворотного зв'язку від датчика положення штока, сигнал відображається на робочому місці оператора в системі SCADA.

Вбудований контролер перетворює електричний струм на пневматичний

Позиціонер порівнює задане і фактичне положення клапана. Якщо є відхилення, він регулює подачу повітря в камеру клапана для досягнення необхідного положення.

Пристрій підтримує тонке налаштування й автоматичне калібрування, діагностику стану, сигнал про збій або заїдання регульованого органа.



Рис. 2.2.25. Загальний вигляд приладу

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						32
Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

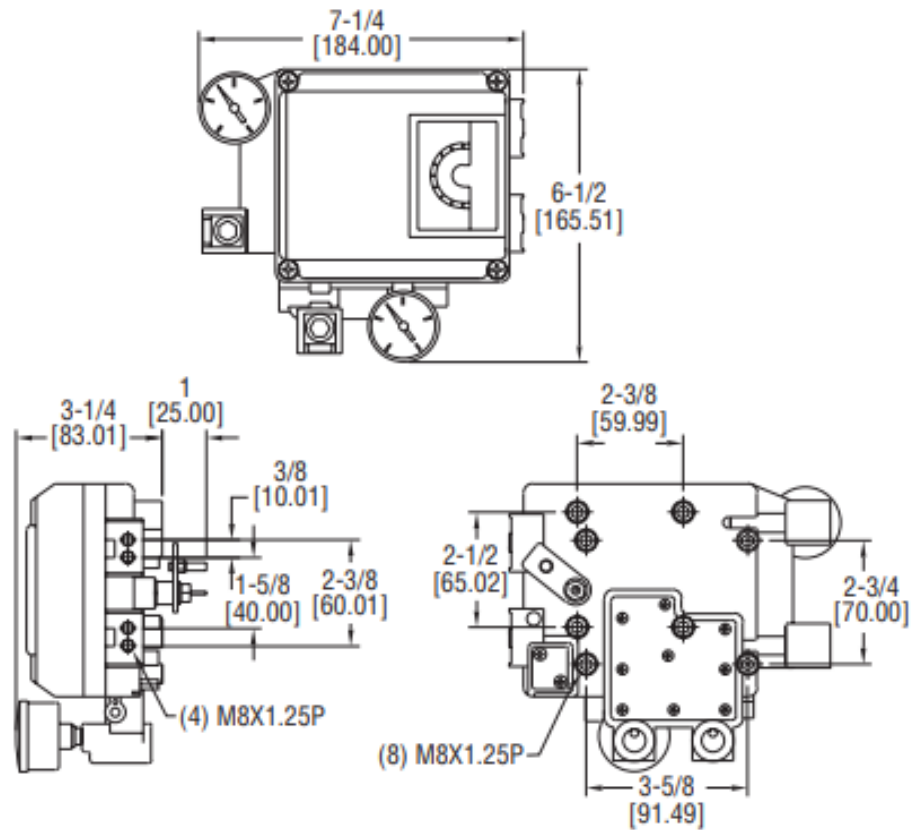


Рис. 2.2.26. Схематичне креслення встановлення позиціометра

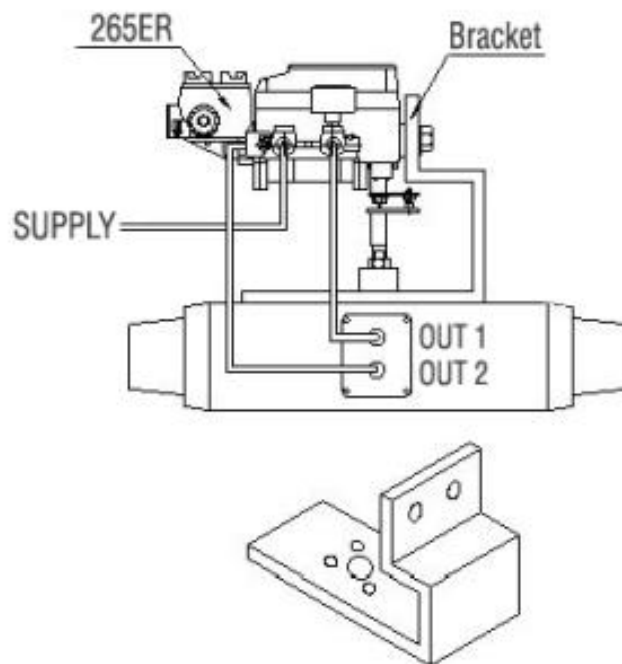


Рис. 2.2.27. Схематичне креслення пневматичної системи керування.

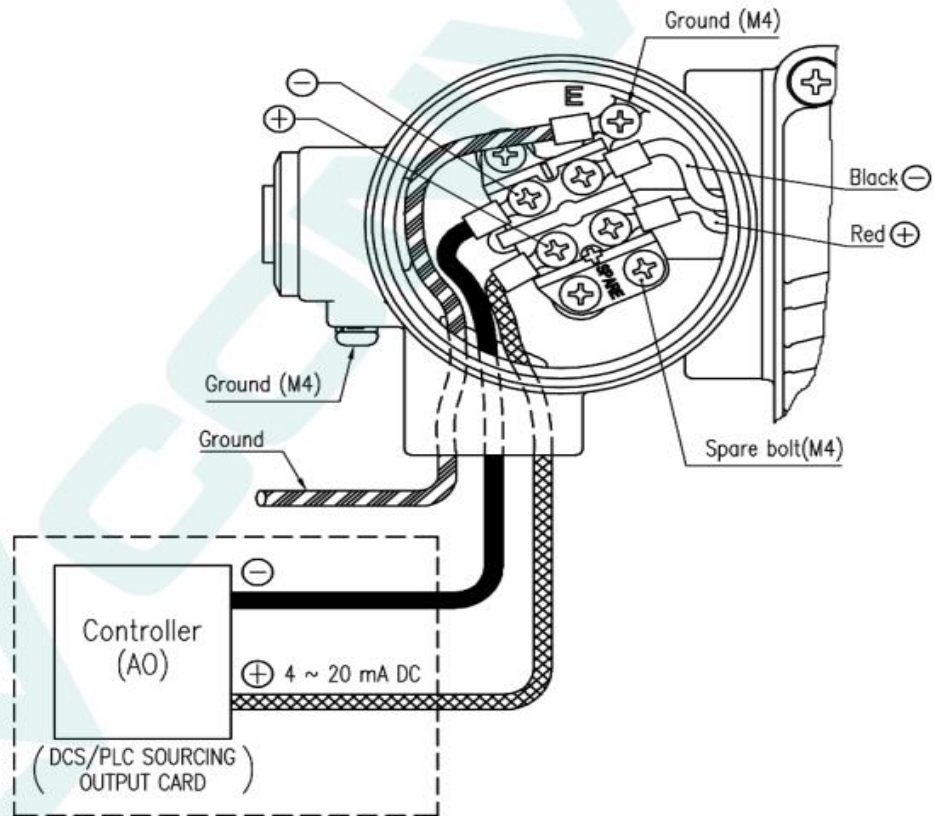


Рис. 2.2.28. Схематичне креслення підключення до мережі

Таблиця 2.5. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Вхідний імпеданс	$250 \pm 15 \text{ Ом}$
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Температура вимірюваного середовища, °С	-60...100
Температура навколишнього середовища, °С	-20...100
Подача повітря	1,4-7 бар
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC
Лінійність	0.3%
Ступінь захисту	IP 64

Регульований орган

Разом із високою пропускною спроможністю клапан HiFlow підтримує широкий діапазон змін 50:1. Hi-Flow для важких умов роботи мають міцну конструкцію з найвисокоякіснішого точно обробленого матеріалу і характеристика клапана гарантується на роки роботи без ушкоджень та обслуговування. Стандартний сальник складається з кілець і дає ковзання з мінімальною вимогою без змащення за високих робочих тисків. Доступне виконання корпусу з латуні, сталі або нерж. ст. 316 SS, внутрішній механізм виконано з нержавіючої сталі марки 316 SS з повністю привареною пробкою.



Рис. 2.2.29. Загальний вигляд регульованого органа 2003VA32-230-QS

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						35
Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

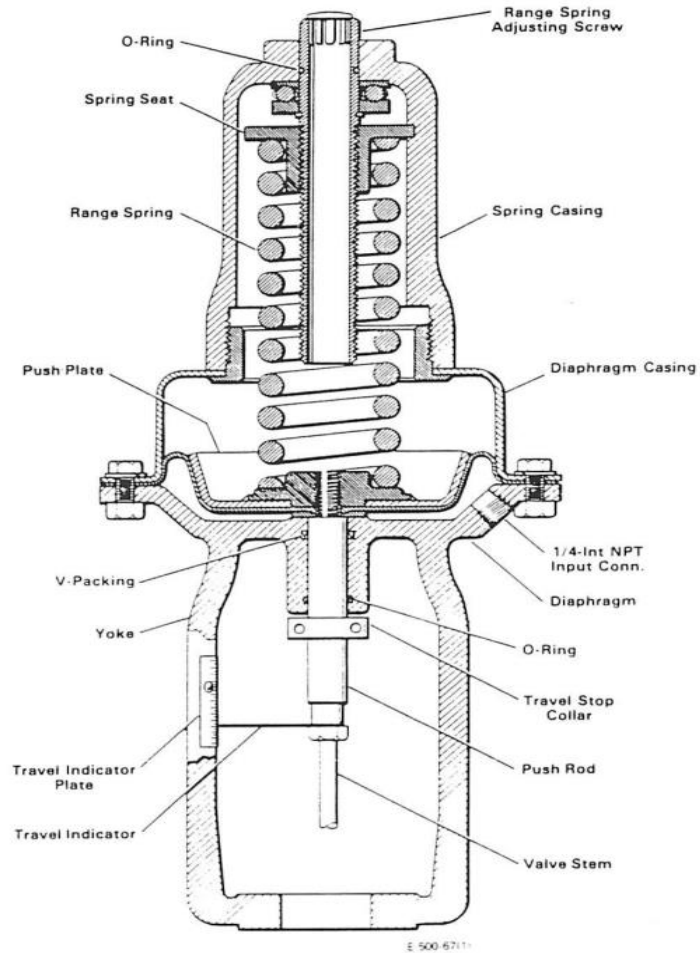


Рис. 2.2.30. Будова регульованого органа

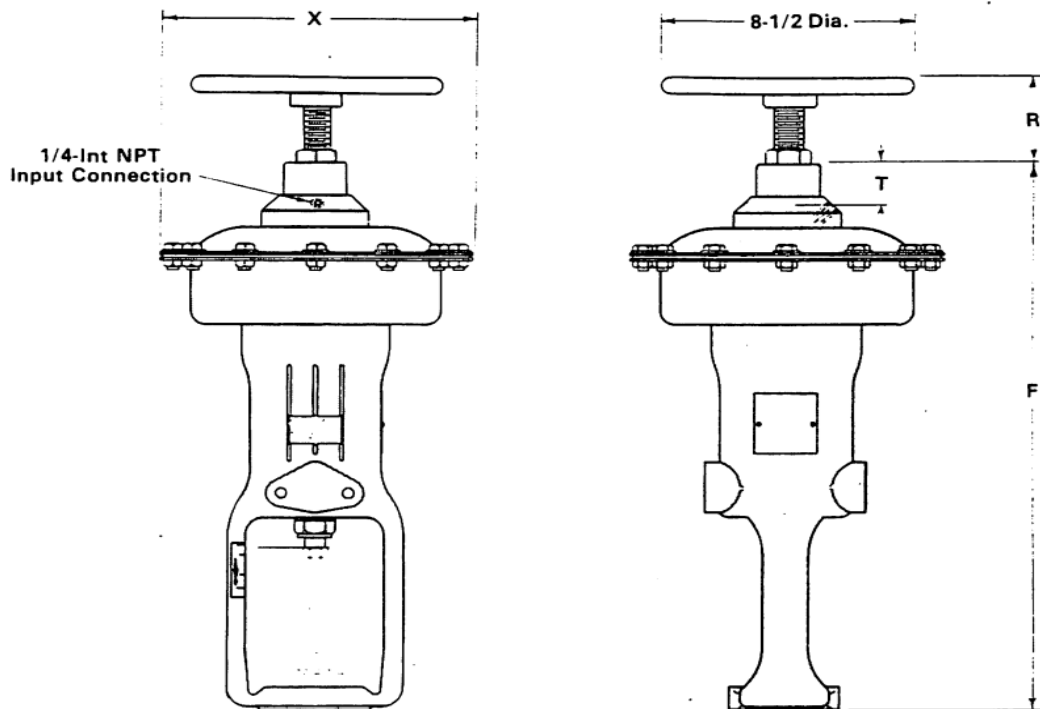


Рис. 2.2.31. Схематичне креслення розмірів регульованого органа.

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Одноканальні індикатори



Рис. 2.2.32. Загальний вигляд показуючого приладу ІТМ-111В

Одноканальні мікропроцесорні індикатори - це електронні пристрої, призначені для відображення, контролю та обробки одного аналогового чи цифрового сигналу з датчика чи іншого пристрою. Використовуються у промисловій автоматизації, системах моніторингу температури, тиску, рівня, витрати тощо.

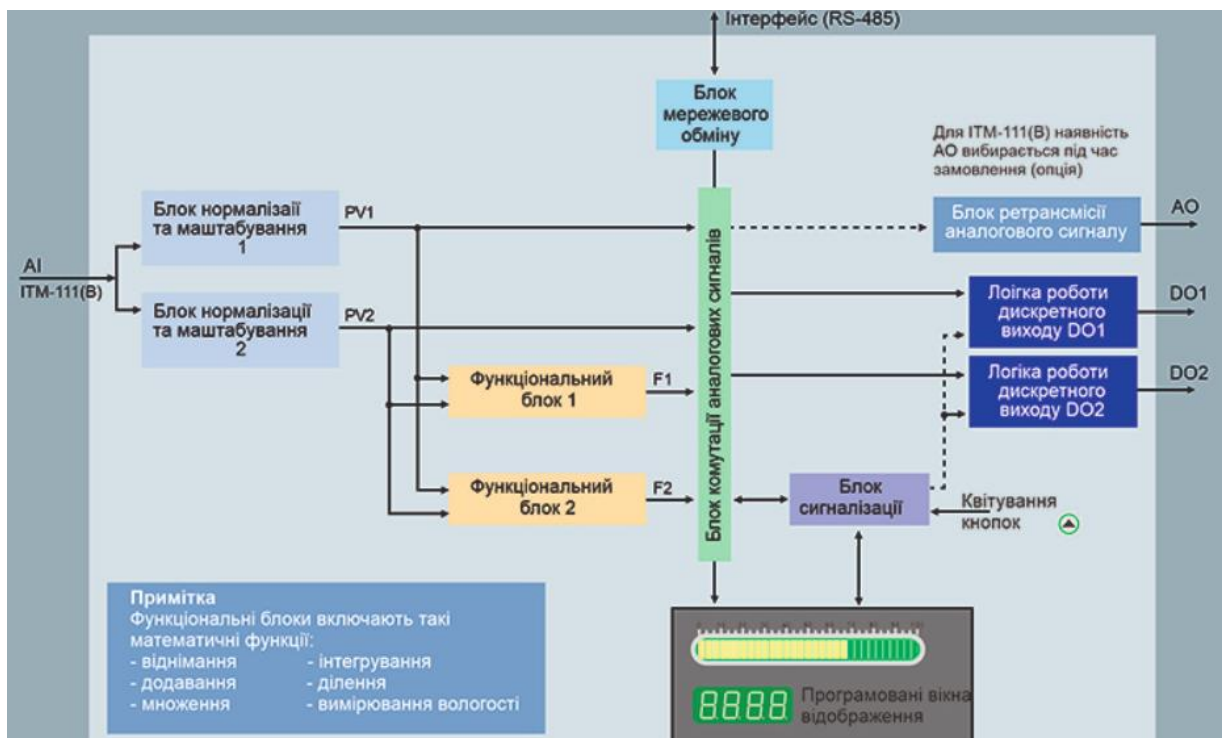


Рис. 2.2.33. Функціональна схема ІТМ-111В

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата



Рис. 2.2.34. Панель управління індикатора ITM-111В

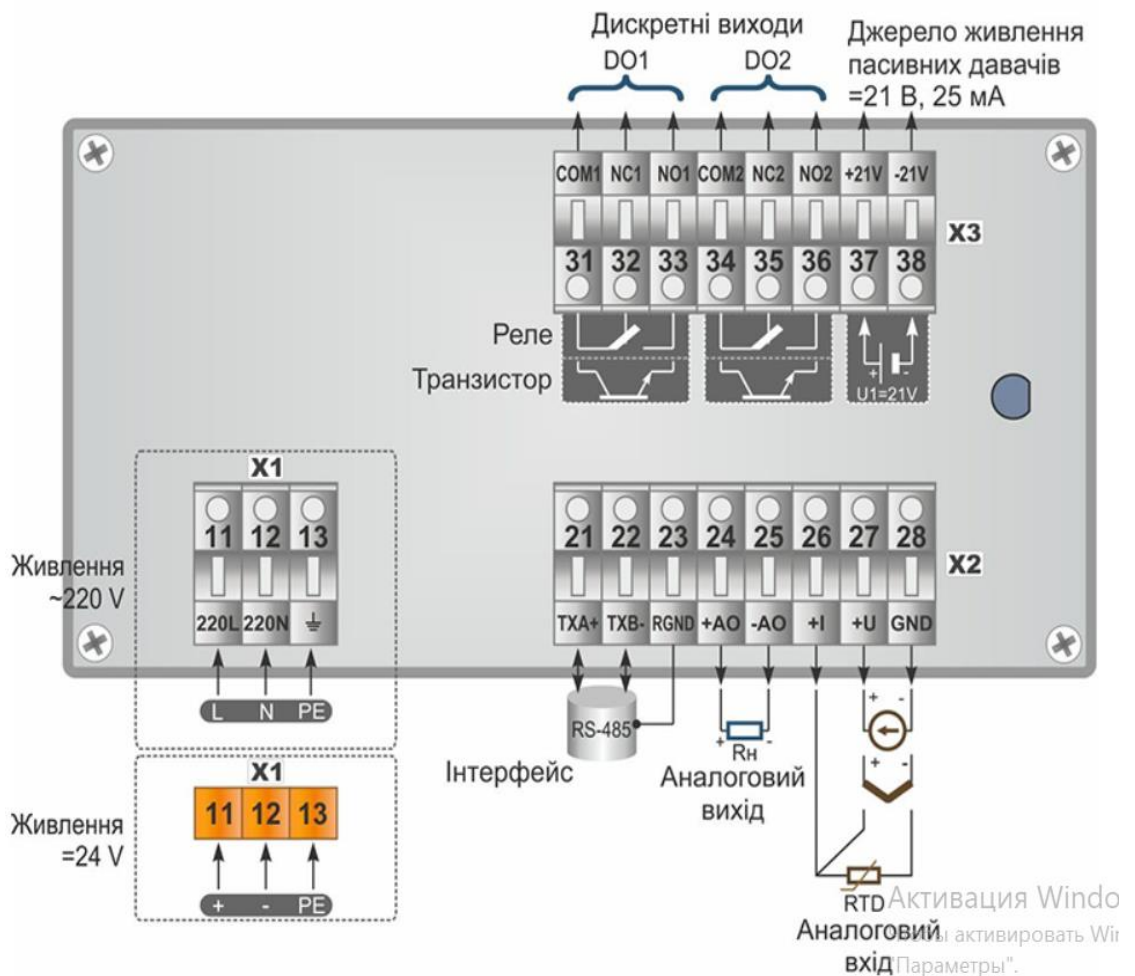


Рис. 2.2.35. Схематичне креслення підключення до мережі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.6. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Кількість розрядів індикатора	4
Вихідний сигнал	4 до 20 мА
Кількість аналогових виходів	1
Тип вихідного аналогового сигналу	0-5 мА ($R_n \leq 2 \text{кОм}$), 0(4)-20 мА ($R_n = 2 \text{кОм}$)
Електричне живлення, постійний струм, В	24DC
Лінійність	0.2%
Ступінь захисту	IP 30

Електромагнітний контактор

Трисмуговий контактор TeSys D із трьома нормально відкритими полюсами призначений для керування електродвигунами з номінальним струмом до 9 А при 690 В АС-3/3е (до 4 кВт при 400 В). Оснащений котушкою на 24 В постійного струму з інтегрованим модулем подавлення перехідних імпульсів. Вбудовані допоміжні контакти типу 1NO + 1NC мають дзеркальну сертифікацію на нормально закритий контакт, що гарантує їх надійність.

Підключення реалізується через винтові клеми, що забезпечують простий монтаж. Пристрій підтримує інтенсивний режим роботи до 3600 циклів на годину та зберігає функціональність у температурі навколишнього середовища до +60°C. Завдяки своїй надійній конструкції та довгому терміну служби, пристрій підходить для роботи у складних умовах.



Рис. 2.2.36. Загальний вигляд LC1D09BD

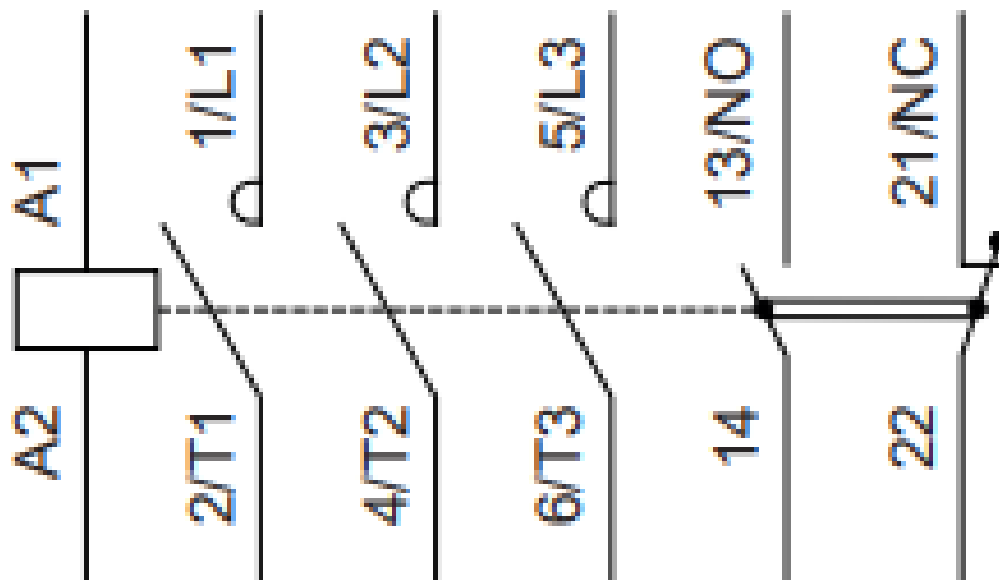


Рис. 2.2.37. Схематичне креслення підключення до мережі

Таблиця 2.7. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Застосування контактора	Управління двигуном Резистивне навантаження
Вихідний сигнал	-
Полюсів	3
Номінальна здатність відключення	250 А на 440 В
Потужність двигуна [кВт]	4,4
Електричне живлення катушки, постійний струм, В	24DC
Середній імпеданс	2,5 мОм
Ступінь захисту	IP 30

Вимикач сервісний

Призначений пропускати скрізь себе напругу живлення та в аварійному або технологічному втручанні оператора зупинити електродвигун.



Рис. 2.2.38. Загальний вигляд. Eaton Головний вимикач, 3-полосний +N,
20А, Т0-2-8900

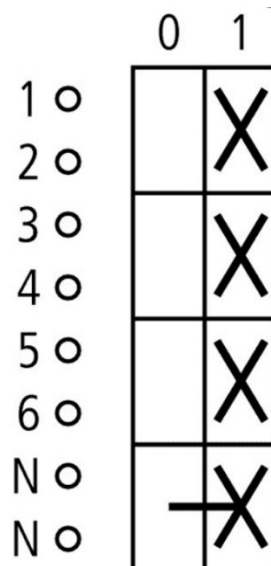


Рис. 2.2.39. Схематичне креслення підключення до мережі

Відцентровий моноблочний насос

Відцентровий моноблочний насос призначений для перекачування рідин за допомогою відцентрової сили, що виникає внаслідок обертання робочого колеса. Основна мета — забезпечити безперервне переміщення рідини з однієї точки в іншу з певною витратою і напором.



Рис. 2.2.40. Загальний вигляд помпового насоса Speroni CS50

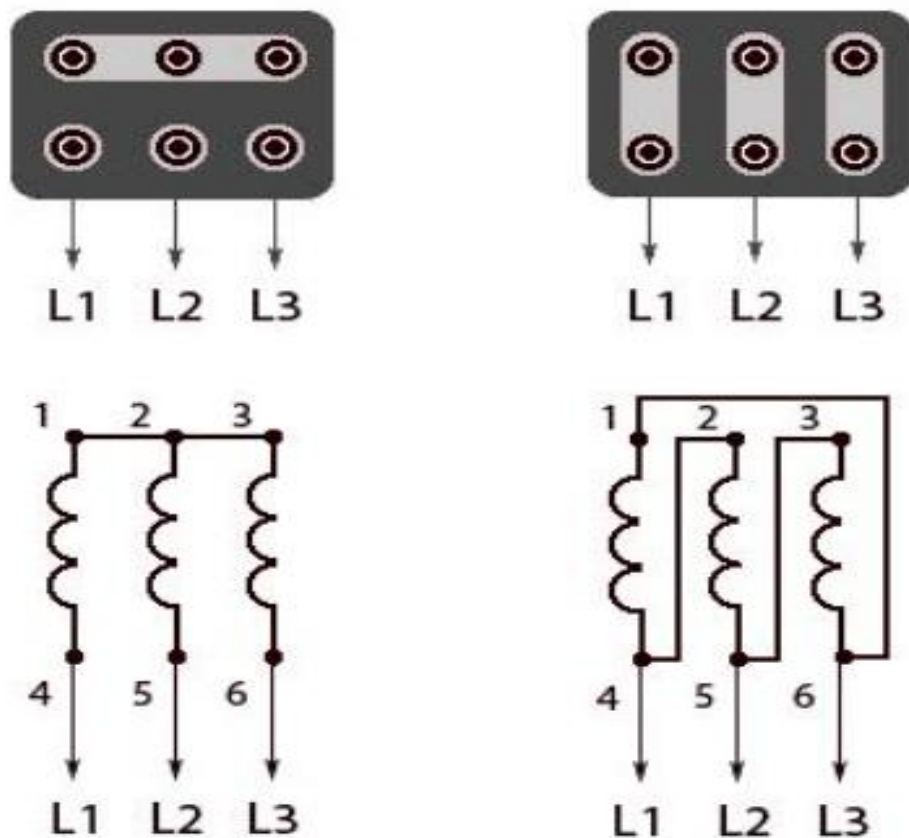


Рис. 2.2.41. Схематичне креслення підключення до мережі

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Таблиця 2.8. Метрологічні та технічні характеристики витратомірів.

Найменування	Значення
Тип насоса	самовсмоктувальний
температура навколишнього середовища	40
Полюсів	3
Живлення	400 В
Потужність двигуна [кВт]	4
Ступінь захисту	IP 55

Блок живлення

Блок живлення на DC 24 В - це пристрій, який перетворює змінну напругу 230В AC в стабілізовану постійну напругу 24 В.



Рис. 2.2.42. Загальний вигляд Mean Well 480W 20A 24V TDR-480-24

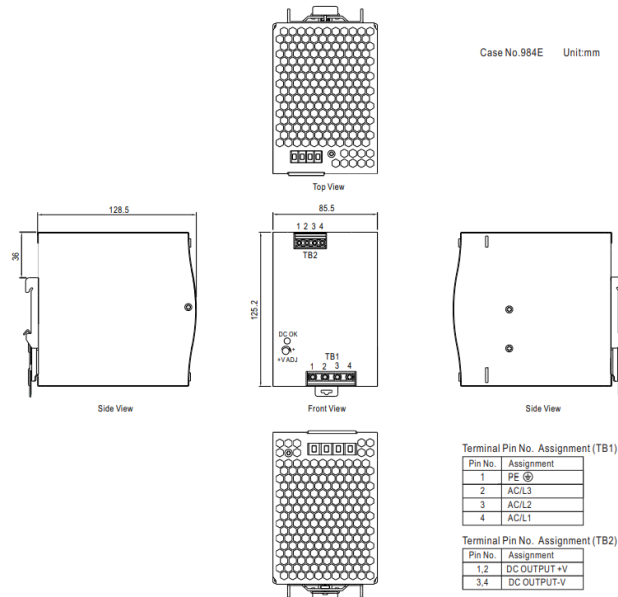


Рис. 2.2.43. Загальний вигляд габаритів блока живлення

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

Прохідна клема

Прохідна клема служить для надійного з'єднання та розподілу електричних провідників у щитах.



Рис. 2.2.44. Загальний вигляд клеми

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
						44
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.2 Схема автоматизації

Лінії технологічного процесу:

Запис, відображення та контроль витрати пастеризованого молока в трубопроводі 28, відбувається завдяки ультразвуковому витратоміру Kobold DUK-R під позицією (1а). Потоки даних передаються у вигляді 4...20мА до контролера, а саме до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810. Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу.

Керування та сигналізація рівня в нормалізуючій ємності відбувається за рахунок рівнеміра з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (2а), інформаційні потоки надходять до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на одноканальний індикатор ІТМ-111В під позицією (2б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 1. Керування відбувається за рахунок плавного пуску насоса М1 через контактор КМ1. Верхній рівень ємності сигналізується шляхом світлосигнальної арматури в шафі керуванні.

Керування, запис, відображення температури в регенераторі відбувається за рахунок термометра опору фірми Kobold з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (3а), інформаційні потоки надходять до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на одноканальний індикатор ІТМ-111В під позицією (3б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 2. Керування відбувається за рахунок виконавчого механізму (3г) з електропневматичним позиціометром (3в). Всі дії оператора та програми реєструються в журналі дій.

Керування, запис, відображення температури в регенераторі відбувається за рахунок термометра опору фірми Kobold з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (5а), інформаційні потоки надходять до модуля

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						45
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на однокональний індикатор ІТМ-111В під позицією (5б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 3. Керування відбувається за рахунок виконавчого механізму (5г) з електропневматичним позиціометром (5в). Всі дії оператора та програми реєструються в журналі дій.

Керування, запис, відображення температури в регенераторі відбувається за рахунок термометра опору фірми Kobold з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (6а), інформаційні потоки надходять до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на однокональний індикатор ІТМ-111В під позицією (6б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 4. Керування відбувається за рахунок виконавчого механізму (6г) з електропневматичним позиціометром (6в). Всі дії оператора та програми реєструються в журналі дій.

Керування та сигналізація рівня в сквашувальному танкері відбувається за рахунок рівнеміра з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (7а), інформаційні потоки надходять до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на однокональний індикатор ІТМ-111В під позицією (7б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 6. Керування відбувається за рахунок плавного пуску насоса М2 через контактор КМ2 та виконавчого механізму (7г) з електропневматичним позиціометром (7д). Верхній рівень ємності сигналізується шляхом світлосигнальної арматури в шафі керуванні.

Запис, відображення та контроль рН сировини в апараті 6, відбувається завдяки Kobold ARM-Z під позицією (1а) та його перетворювачем (1б). Потоки даних передаються у вигляді 4...20мА до контролера, а саме до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810. Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						46
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Запис, відображення, сигналізація та контроль тиску в апараті 4, відбувається завдяки датчику тиску Kobold під позицією (4а). Потоки даних передаються у вигляді 4...20мА до контролера, а саме до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810. Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу.

Запис, відображення та контроль витрати пастеризованого молока в трубопроводі 30, відбувається завдяки ультразвуковому витратоміру Kobold DUK-R під позицією (9а). Потоки даних передаються у вигляді 4...20мА до контролера, а саме до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810. Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.3.1. Специфікація засобів автоматизації

№	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кть шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а,9а	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Електричне живлення, постійний струм, В 24DC	DUK-L343	м ³	2	KOBOLD GmbH Німеччина
2	3а,5а,6а	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Температура вимірюваного середовища, °C 26-200	TMA-R	°C	3	KOBOLD GmbH Німеччина
3	2а,7а	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Тиск вимірюваного середовища, МПа 5бар	RFS45	0-100%	2	KOBOLD GmbH Німеччина
4	4а	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Електричне живлення, постійний струм, В 24DC	SEN	МПа	1	KOBOLD GmbH Німеччина
5	8а	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Інтерфейс RS422/485 (опціонально); Інтерфейс PROFIBUS-DP (опціонально).	APM-1	pH	1	KOBOLD GmbH Німеччина
6	26,36,56, 66,76	Вихідний сигнал 4 до 20 мА Кількість аналогових виходів Електричне живлення, постійний струм, В 24DC	ITM-111B	%	5	Мікрол Україна

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

48

1	2	3	4	5	6	7
7	3в,5в,6 в,7д	Вхідний сигнал 4 до 20 мА Електричне живлення, постійний струм, В 24DC	265ER- D5	-	4	W.E. Anderson США
8	3г,5г,6г ,7г	Виконання корпусу з сталі нерж 316 SS	2003V A32- 230-QS	-	4	HiFlow США
9	КМ1, КМ2, КМ3	Полюсів 3 Номинальна здатність відключення 250 А на 440 В Потужність двигуна [кВт] 4,4 Електричне живлення котушки, постійний струм, В 24DC	LC1D0 9BD	-	3	Schneider Electric Франція
10	SB1, SB2, SB3	Полюсів 3	T0-2- 8900	-	3	Eaton Чехія
11	G1,G2	Потужність 480Вт	TDR- 480-24	-	2	Mean Well Китай
12	M1,M2, M3	Потужність 4 кВт Полюсів 3 Номинальна здатність відключення 250	Speroni CS50	-	3	Speroni Китай

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

3.1. Аналіз схеми підключення.

Схематичне підключення первинних та вторинних перетворювачів з виконавчими механізмами до ПЛК, відображається на кресленні ст. 4 та 5 у форматі А3.

Всі елементи мають свої графічні позначення та нумерації, які відповідають ДСТУ 21.404-85 "Позначення умовні прилади й засобів автоматизації в схемах".

Управління технологічним процесом виготовлення кисломолочного продукту, а саме йогурту із залученням пневматичної системи керування та електромеханічних частини керування, наявність сигналізації за рахунок світлосигнальної арматури, сервісного перемикача у разі зупинки електродвигунів за місцем. Всі ці параметри реалізовані у SCADA на персональному комп'ютері.

Схема автотатизації пропонує реалізацію контролю, регулювання, сигналізація на базі програмного логічного контролера Modicon M340.

Modicon M340, програмований логічний контролер, що поставляється SCHNEIDER ELECTRIC, виділяється своєю гнучкістю і потужністю, адаптованою до потреб промисловості. Можливість віддаленого доступу через веб і FTP-сервери.

Параметри:

1. Підвищена гнучкість;
2. Спрощене програмування: програмне забезпечення Unity Pro;
3. Проста інтеграція: порт USB і два вбудованих комунікаційних порти (Modbus, CANopen або Ethernet);
4. Висока надійність.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко П.Д			Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					50	10
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я. В						

Modicon M340 втілює надійне й адаптоване рішення для систем промислової автоматизації з оптимізованою продуктивністю для оброблення та зв'язку.



Рис. 3.1.1. Загальний вигляд контролера

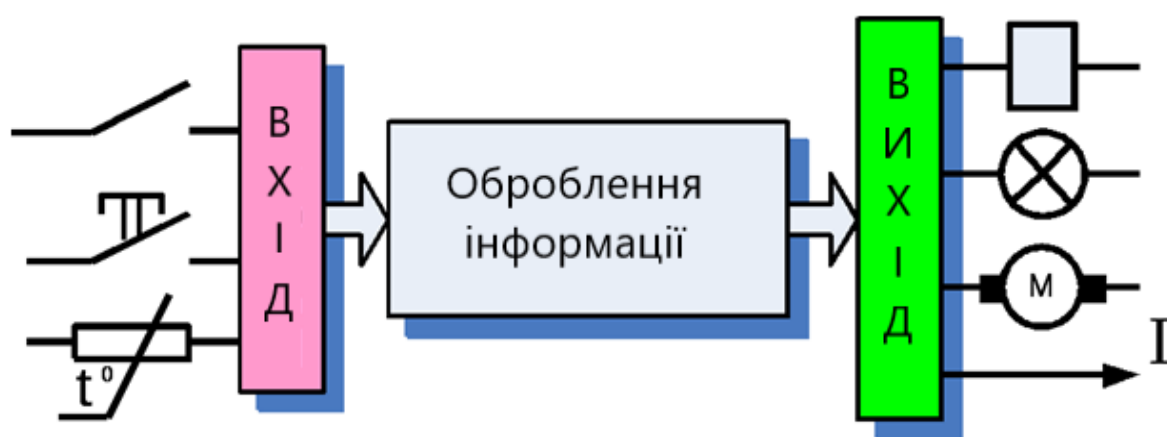


Рис. 3.1.2. Графічне відображення принципу роботи ПЛК

Функції Modicon M340:

- Потужність керування: макс. 64 канали TOR на модуль об'єм програми: 128К кроків;
- Потужність управління: макс. 64 канали TOR на модуль;
- Віддалений доступ: через веб і FTP-сервери;
- Підтримка програмування: програмне забезпечення Unity Pro;
- Комунікаційні порти: 2 інтегрованих порти (Modbus, CANopen або Ethernet);
- Продуктивність: 7 тис. інструкцій/мс;
- Пам'ять програм: 4 МБ.

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

3.2. Специфікація та опис модулів ПЛК

Для створення структури М340 для оптимального управління технологічного процесу виробництва йогурту необхідно наступні модулі, що відображені в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1. Перелік модулів для компонування ПЛК.

Найменування	Тип	Кількість
Блок живлення	BMX CPS 2000	1
Процесор	BMX P34 2010	1
Аналоговий вхід	BMX AMI 0800	2
Аналоговий вихід	BMX AMO 0802	1
Дискретний вихід	BMX DDO 1612	1
Знімний клемник	BMX FTB 2820	1
Знімний клемник з гвинтовими кріпленням	BMX FTB 2810	1

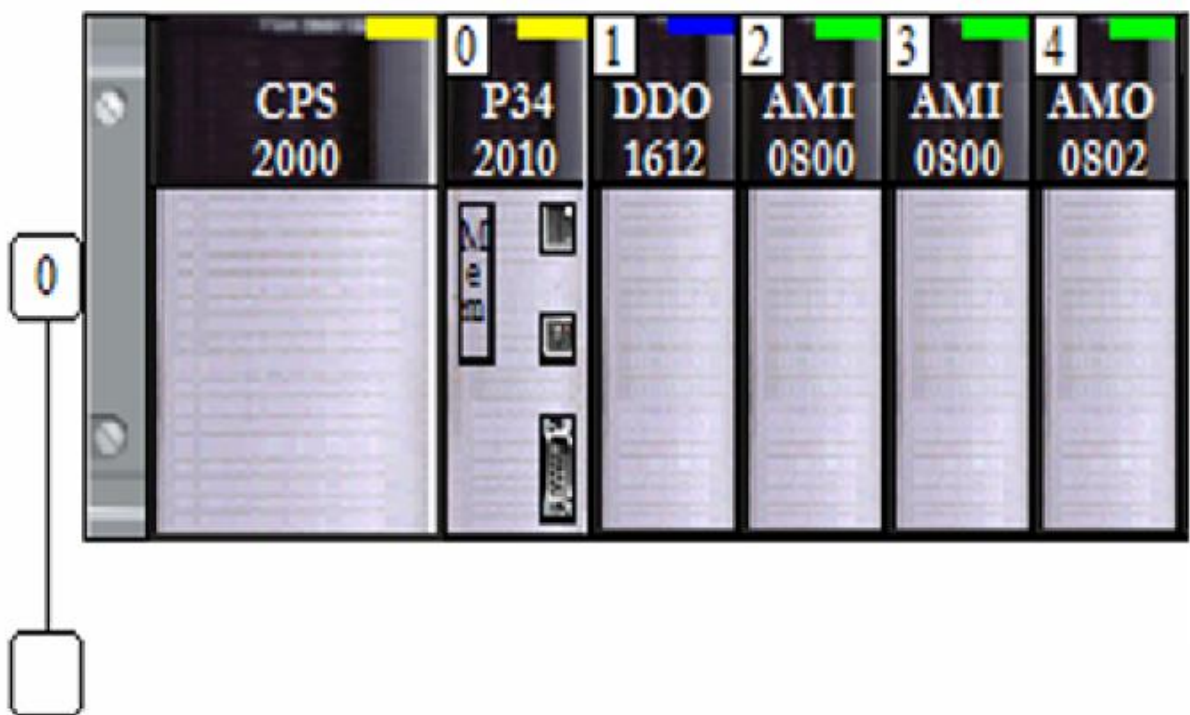


Рис. 3.2.1. Графічне відображення контролера

Модуль Р34 2010

Процесор Р34 2010 належить до сімейства програмованих логічних контролерів (ПЛК), що застосовуються в промисловій автоматизації. Він призначений для керування технологічними процесами, машинами та виробничим обладнанням. Пристрій має вбудовану обчислювальну логіку, забезпечує стабільну роботу в реальному часі та підтримує інтерфейси для підключення зовнішніх модулів введення-виведення. Контролер сумісний із промисловими протоколами.

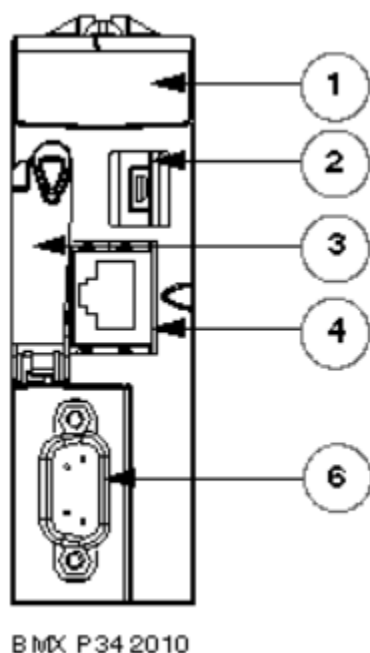


Рис. 3.2.2. Інтерфейс ВМХ Р34 2010

Таблиця 3.2.2. Інтерфейс ВМХ Р34 2010

№	Опис
1	Панель дисплея
2	USB порт
3	SD-Card слот
4	Серія порта
5	Ethernet порт
6	CANopen порт

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Модуль живлення

Основне призначення це зміна змінного струму 220В у постійну напругу 24В.



Рис. 3.2.3. Загальний вигляд модуля живлення

Таблиця 3.2.2. Технічні параметри.

Параметри	Значення
Мережа живлення	100 - 230 V AC
Вихідна напруга	24DC 1.5A для модулів всередині 24DC 0.5A для модулів входів та виходів
Ступінь захисту	IP20
Максимальна розсіювана потужність у Вт	8,5 Вт
Робоча температура	0...60 C

Модуль аналогових входів

У контролера залучений модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0800. Вхідний аналоговий вхід має 8 каналів та синхронізується з первинними перетворювачами та передавачами. Ідея пристрою полягає в моніторингу, виміру та впливу на виробничі процеси. Будова модуля складається з 8 резисторів, що з'єднані з клемною розподільчою колодкою.



Рис. 3.2.4. Загальний вигляд модуля аналогових входів BMX AMI 0800

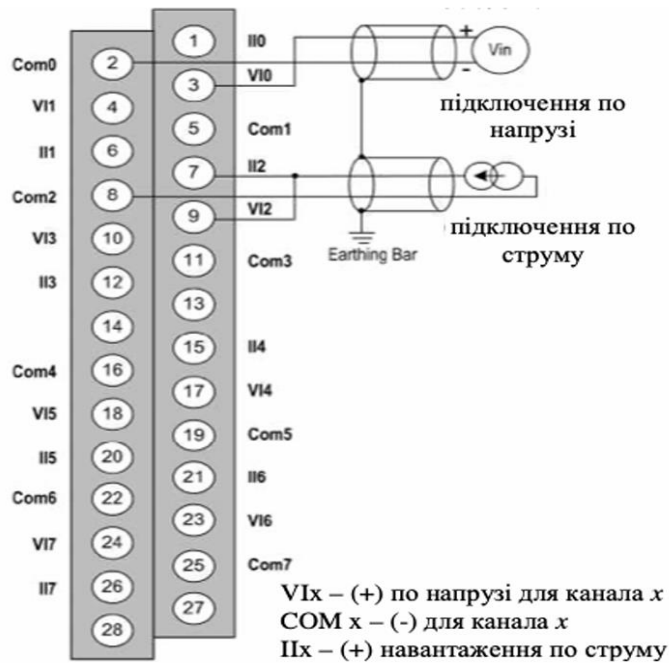


Рис. 3.2.5. Схематичне підключення пристроїв до модуля аналогових входів BMX AMI 0800

Модуль аналогових виходів

У контролера залучений модуль аналогових входів BMX AMO 0802. Аналоговий вихід має 8 каналів та синхронізується виконавчими механізмами. Ідея пристрою полягає в перетворення сигналу для подальшої обробки вихідної інформації.

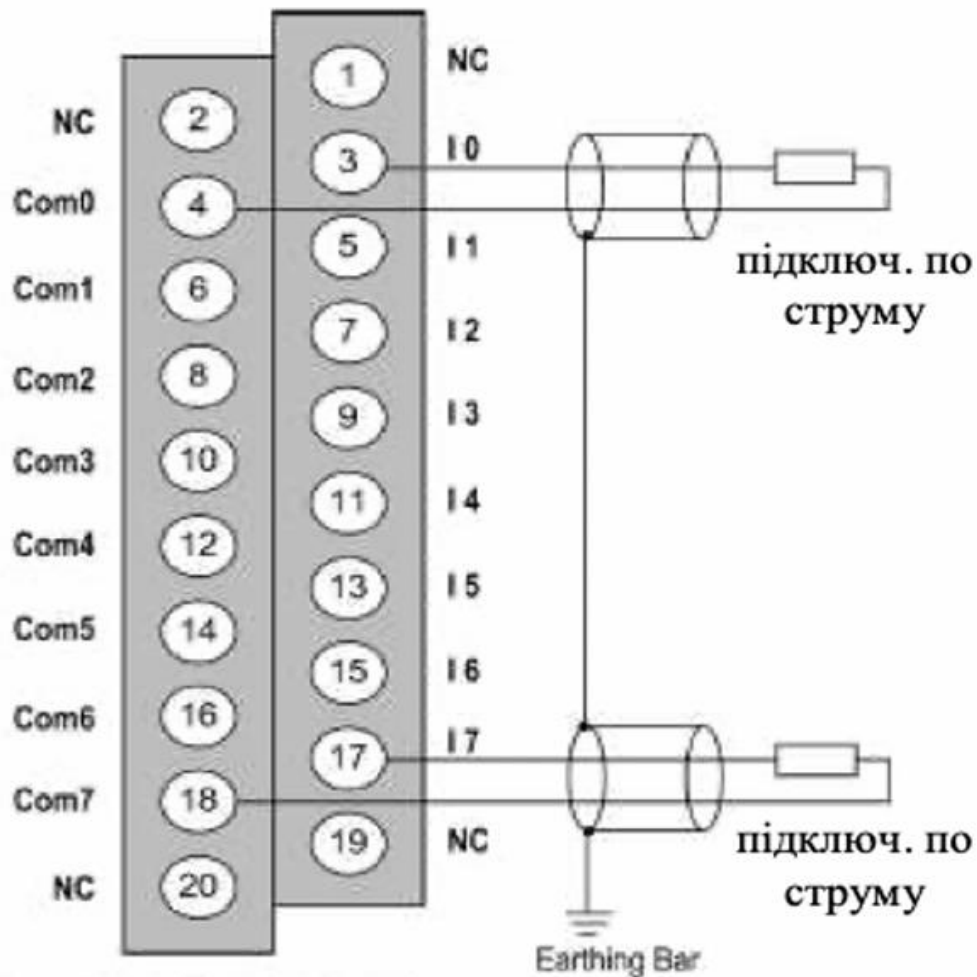


Рис. 3.2.6. Схематичне підключення пристроїв до модуля аналогових виходів BMX AMO 0802

Модуль дискретного вихода

У компановці контролера залучений модуль дискретних виходів BMX DDO 1612. Дискретний вихід має 16 каналів та синхронізується з виконавчими механізмами, світлосигнальною армотрурою за рахунок 16 дискретних транзисторних виходів 24DC.

Змі	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

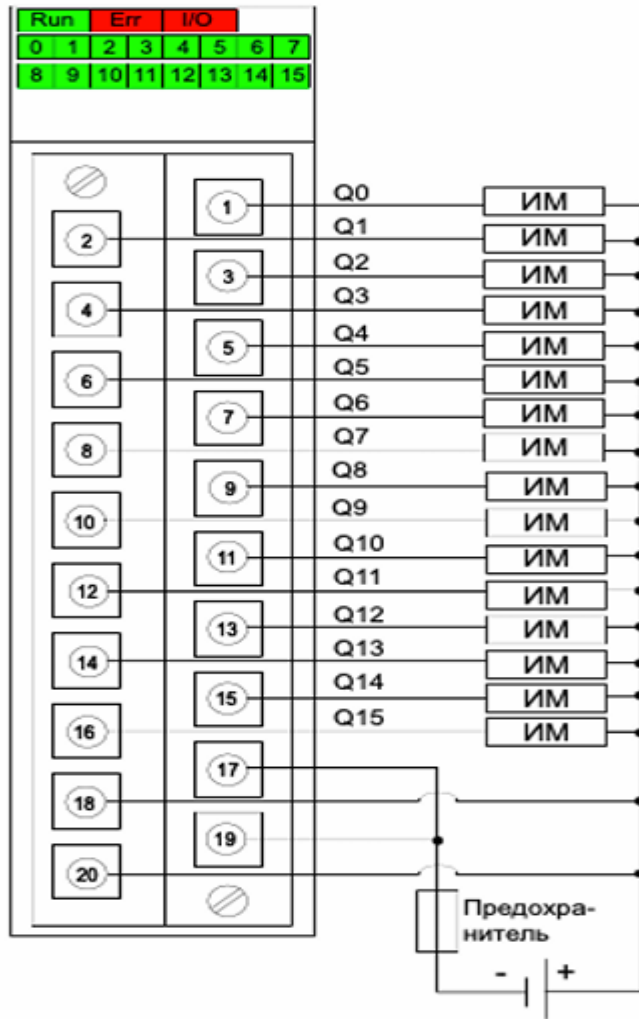


Рис. 3.2.7. Схематичне підключення пристроїв до модуля дискретних виходів BMX DDO 1612.

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Схема контролю тиску в апараті 4 гомогенізатор

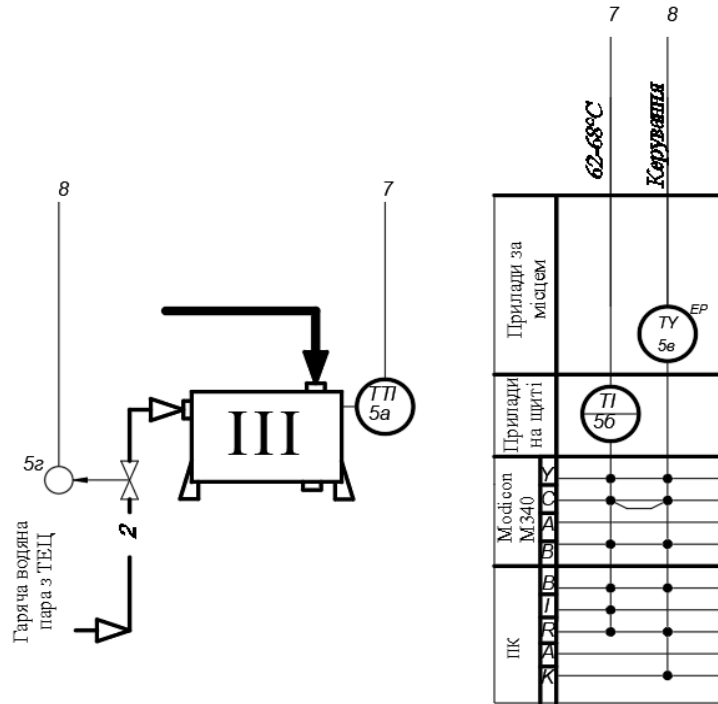


Рис. 3.3.1. Схематичне відображення контуру.

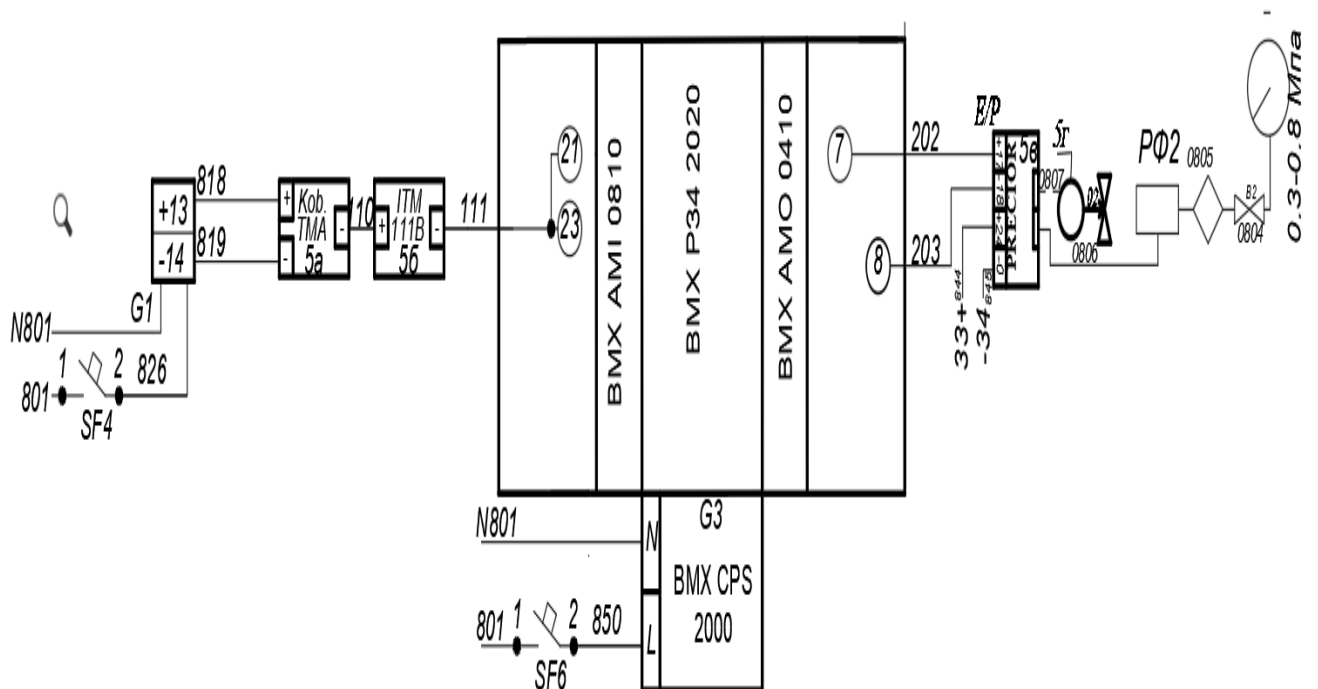


Рис. 3.3.2. Схематичне відображення підключення до ПЛК

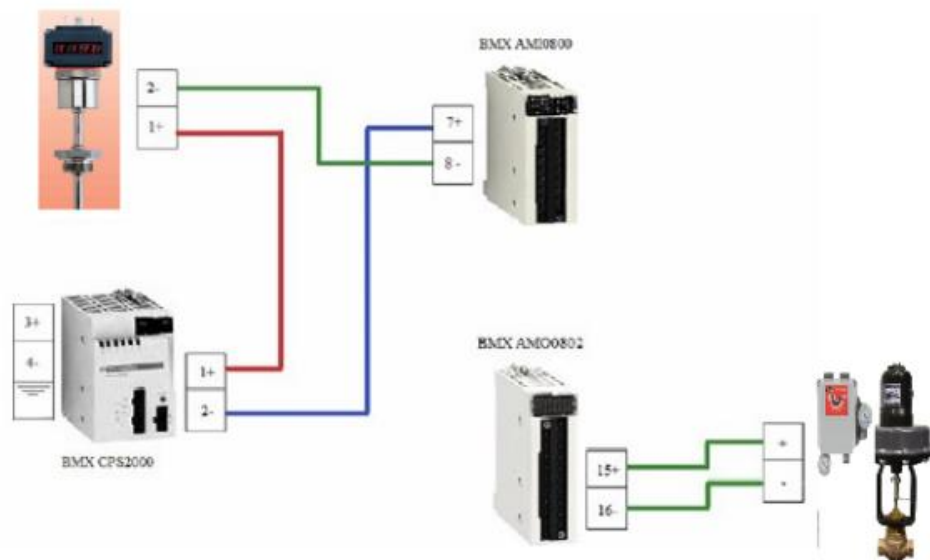


Рис. 3.3.3. Графічний вигляд контролю та регулюванню температури

Керування, запис, відображення температури в регенераторі відбувається за рахунок термометра опору фірми Kobold з уніфікованим струмовим сигналом 4...20 мА під позицією (5а), інформаційні потоки надходять до модуля Арк. Змн Арк. № докум Підпис Дата Кваліфікаційна робота 45 . аналогових входів ВМХ АМІ 0810, та дублюються на одноканальний індикатор ІТМ-111В під позицією (5б). Інформація оброблюється та диспетчерується оператором шляхом ЕОМ для підтримки виробничого циклу. Починається процес керування подачі молочної сировини до апарату 3. Керування відбувається за рахунок виконавчого механізму (5г) з електропневматичним позиціометром (5в). Всі дії оператора та програми реєструються в журналі дій.

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчики тиску SEN призначені для безперервного вимірювання значень тиску, а також інших функціонально пов'язаних з тиском фізичних величин шляхом перетворення цих значень в уніфікований аналоговий вихідний сигнал постійного струму.

Принцип дії датчиків тиску SEN заснований на пружній деформації чутливого елемента.



Рис. 4.1.1 Загальний вигляд приладу

Під впливом вимірюваного тиску відбувається зміна електричного опору тензорезистивного чутливого елемента, які посилюються і перетворюються в нормований вихідний сигнал постійного, пропорційний тиску. Електронна схема закріплена всередині корпусу з нержавіючої сталі.

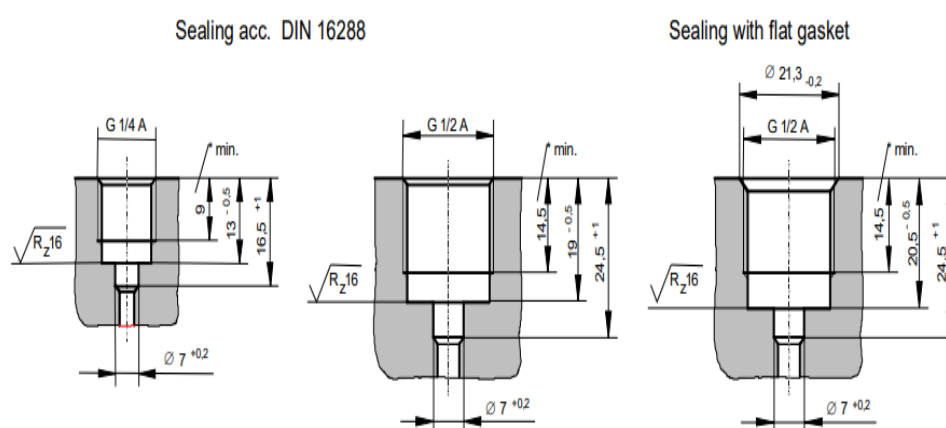


Рис. 4.1.2 Схематичне монтажне креслення встановлення датчика

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко П.Д			Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					60	2
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я. В						

Modèle	Sortie	Plage de mesure		Raccord
SEN-3251... Classe de précision 0,50 % SEN-3252... Classe de précision 0,25 %	sans = 4 - 20 mA, 2-fils /1 = 0...5 V _{CC} /2 = 0...10 V _{CC}	C 406 = -0,1 ... 0 bar	B 146 = 0 ... 0,25 bar	sans = connecteur Forme A (DIN 43650) avec boîte 3 = connecteur M12x1 (5-broche, IP67) 5 = 2 m câble, IP67
		C 416 = -0,16 ... 0 bar	B 156 = 0 ... 0,4 bar	
		C 426 = -0,25 ... 0 bar	B 015 = 0 ... 0,6 bar	
		C 436 = -0,4 ... 0 bar	B 025 = 0 ... 1 bar	
		C 305 = -0,6 ... 0 bar	B 035 = 0 ... 1,6 bar	
		C 315 = -1 ... 0 bar	B 045 = 0 ... 2,5 bar	
		C 515 = -1 ... +1,5 bar	B 055 = 0 ... 4 bar	
		C 525 = -1 ... +3 bar	B 065 = 0 ... 6 bar	
		C 535 = -1 ... +5 bar	B 075 = 0 ... 10 bar	
		C 545 = -1 ... +9 bar	B 085 = 0 ... 16 bar	
		C 555 = -1 ... +15 bar	B 095 = 0 ... 25 bar	
		B 126 = 0 ... 0,1 bar		
		B 136 = 0 ... 0,16 bar		

Рис. 4.1.3. Параметри первинного перетворювача

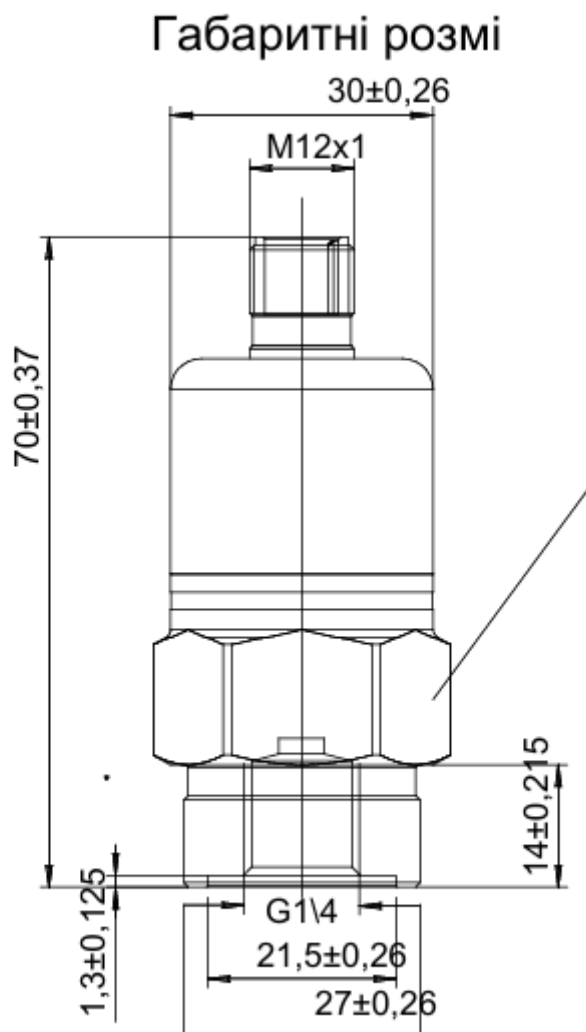


Рис. 4.1.4 Схематичне креслення датчика

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

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

Програмне забезпечення для програмування ПЛК (програмованих логічних контролерів) компанії Schneider Electric, а саме Unity Pro. Unity Pro - це середовище програмування, розроблене компанією Schneider Electric і призначене спеціально для ПЛК серії Modicon компанії Schneider Electric. Unity Pro - це комплексний програмний інструмент, який використовується для розроблення програм ПЛК для широкого спектра застосувань.

Unity Pro сумісний із серією Modicon M340 та інші моделі. Unity Pro об'єднує програмування, моделювання, моніторинг і налагодження в єдиному інтегрованому середовищі розробки. Він має зручний графічний інтерфейс, що дає змогу користувачам легко створювати та редагувати програми. Unity Pro підтримує, як онлайн, так і офлайн режими програмування. Це дає змогу програмувати під час роботи ПЛК в реальному часі або заздалегідь готувати програми та завантажувати їх пізніше.

Функції UNITY PRO:

- Конфігурування апаратної частини виконавчого проекту ПЛК;
- Конфігурація апаратної частини розподіленої периферії, що є функціональною частиною ПЛК;
- Створення виконавчих програм користувача;
- Завантаження проекту до ПЛК;
- Вивантаження/завантаження проектних даних;
- Керування операційним режимом ПЛК: старт, стоп, ініціалізація;
- Налагодження програми в ПЛК: перегляд і зміна змінних, зміна частини програми в онлайн;
- Діагностика роботи ПЛК.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Горбатенко П.Д</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Клименко О.М.</i>					62	3
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я. В</i>						

Операційна система ПЛК перед запуском завдання автоматично оновлює вхідні змінні, а після закінчення завдання автоматично оновлює вихідні значеннями вихідних змінних. У дійсності ж, операційна система працює не зі змінними, а з областями пам'яті, що відповідають за вхідні та вихідні канали.

Залежно від мети, локалізовану інформацію розміщено в різних регіонах.

- %M –внутрішні булеві змінні;
- %MW –внутрішні числові змінні;
- %S – системні булеві змінні;
- %SW –системні числові змінні;
- %KW – константа.

Список аналогових вхідних даних технологічного процесу кисломолочного продукту.

● L_zb	REAL	%iw0.2.0
● Temp_rehen	REAL	%iw0.2.1
● P_homohen	REAL	%iw0.2.2
● Temp_homohen	REAL	%iw0.2.3
● Temp_pas	REAL	%iw0.2.4
● Temp_oxolod	REAL	%iw0.2.5
● pH_pas	REAL	%iw0.2.6
● F_oxolod	REAL	%iw0.2.7
● L_tank1	REAL	%iw0.3.0
● F_zakv_tank1	REAL	%iw0.3.1
● Temp_tank1	REAL	%iw0.3.2
● pH_tank1	REAL	%iw0.3.3

Рис. 5.1.1 Список аналогових вхідних змінних

● KL1	REAL	%qw0.5.0
● KL2	REAL	%qw0.5.1
● KL5	REAL	%qw0.5.2
● KL6	REAL	%qw0.5.3
● KL9	REAL	%qw0.5.4

Рис. 5.1.2 Список аналогових вихідних змінних

ame	Type	Address	Value
● M1	BOOL	%q0.1.0	
● M2	BOOL	%q0.1.1	
● M3	BOOL	%q0.1.2	
● M4	BOOL	%q0.1.3	

Рис. 5.1.3 Список дискретних вихідних змінних

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Змінні в Vijeo Citect (зараз тільки Citect SCADA) використовуються для обміну даними між пристроями автоматизації та SCADA-системою. Вони визначають, які дані зчитуються або записуються з контролерів і як вони відображаються в графічному інтерфейсі. Параметри встановлюються для кожної змінної наступним чином:

- Ім'я змінної - унікальний ідентифікатор у проєкті;
- Тип даних - визначає формат значення (BOOL, INT, REAL);
- Адреса - розташування змінної в контролері (%MW100);
- Тип змінної - ввід/вивід, пам'ять, внутрішня;
- Мітки тривоги, логування, архівування.

Адреса - вказує на розташування змінної в пам'яті контролера; може бути фізичною або логічною.

Таблиця 6.1.1. Опис змінних для Vijeo citect

NAME	TYPE	UNIT	RAW_ ZERO	RAW_ FULL	ENG_ ZERO	ENG_ FULL
M1	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M2	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M3	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M4	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
KL1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL5	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL6	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL9	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL10	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горбатенко П.Д			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Клименко О.М.					65	2
<i>Секр. Е.К.</i>		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
<i>Зав.кафедри</i>		Смітюх Я. В						

Продовження таблиці 6.1.1. Опис змінних для Vijeo citect

L_ZB	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_r	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
P_hom	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_h	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_p	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_o	REAL	DISK_PLC	0	100	0 <td 100	
pH_p	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
F_o	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
L_T1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
pH_T1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100

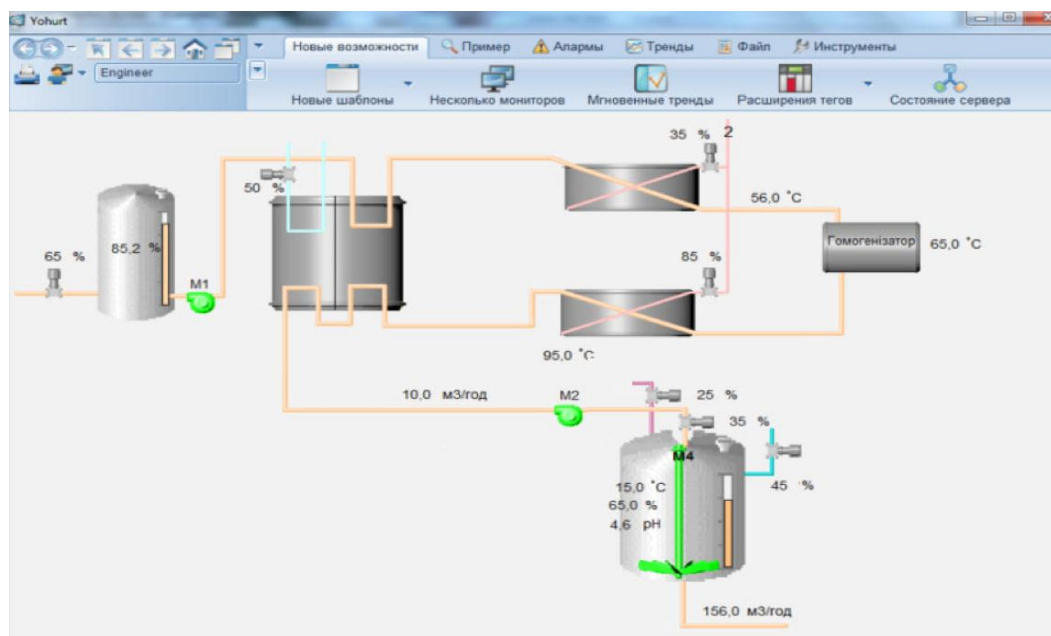


Рис. 6.1.1. Графічне відображення технологічного процесу у форматі SCADA

Дата	Время	Тег	Имя	Состояние	User Comment
09.06.2026	22:32:00	Temp	Температура	HIGH	
09.06.2026	22:32:00	Motor	M1	ON	

Рис. 6.1.2. Графічне відображення екрану тривоги

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

Комп'ютерне моделювання є одним із засобів математичного аналізу, який використовується для дослідження складних об'єктів і процесів. Завдяки таким моделям можна здобувати нову інформацію про систему або прогнозувати її поведінку в умовах, коли традиційні методи — аналітичні чи експериментальні — є малоефективними або непридатними.

У випадку резервуара, де здійснюється процес сквашування, виникла необхідність у покращенні системи керування температурним режимом для забезпечення більш стабільного та якісного контролю.

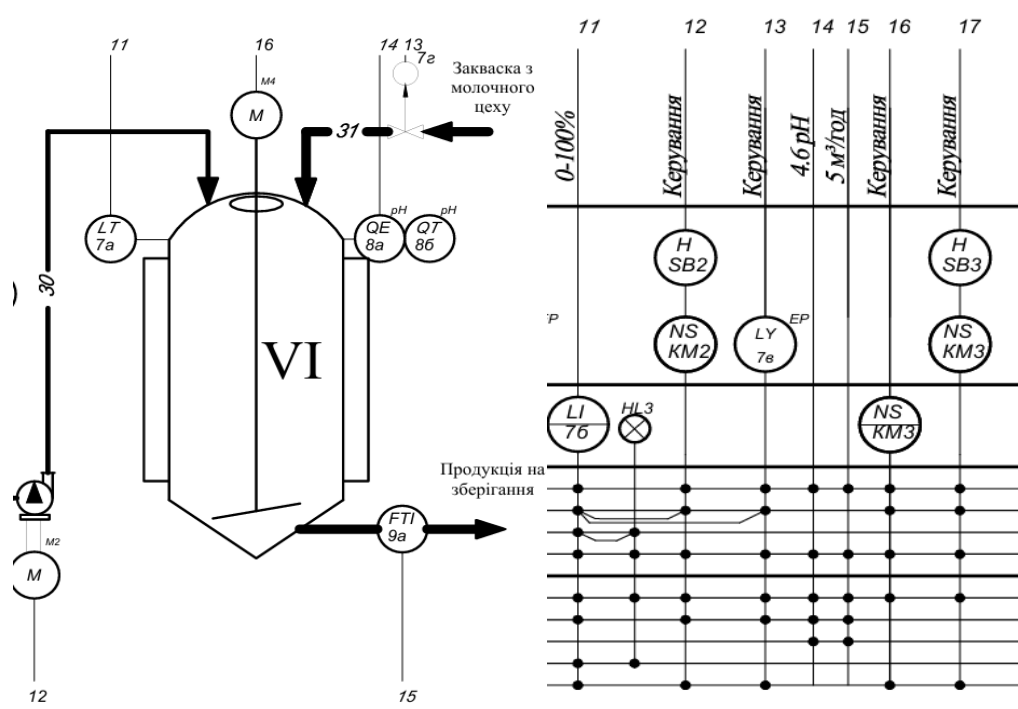


Рис. 7.1. Схематичне зображення контуру керування температурою в резервуарі для сквашування йогурту.

Формулювання задачі: проаналізувати удосконалення температурного контролю в резервуарі для сквашування йогурту шляхом застосування П-регулятора та ІІІ-регулятора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко П.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Клименко О.М.					67	5
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.						

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

З огляду на сформульовану задачу, контрольованим параметром виступає температура процесу сквашування йогурту, а регулюючим впливом є подача холодної води. Вплив зовнішніх факторів на систему буде моделюватися зміною об'єму подачі молока та закваски в резервуар.

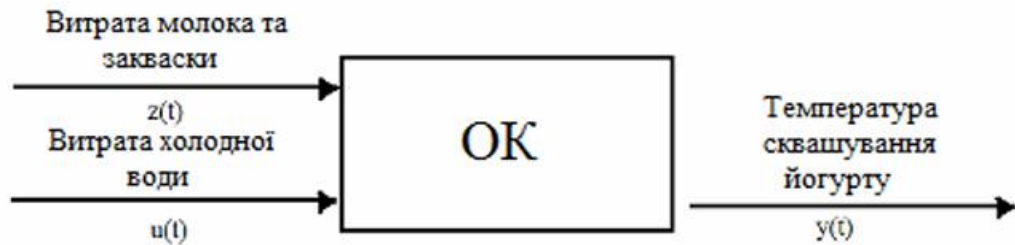


Рис. 7.2 Параметрична схема об'єкта керування

7.3 Вибір математичної моделі об'єкта керування

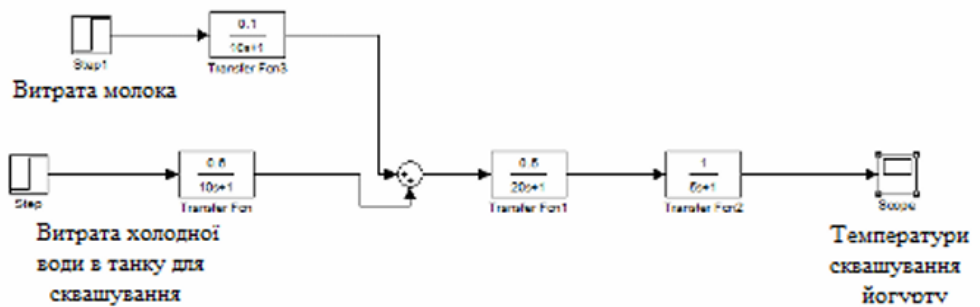


Рис. 7.3.1 Схема об'єкта керування

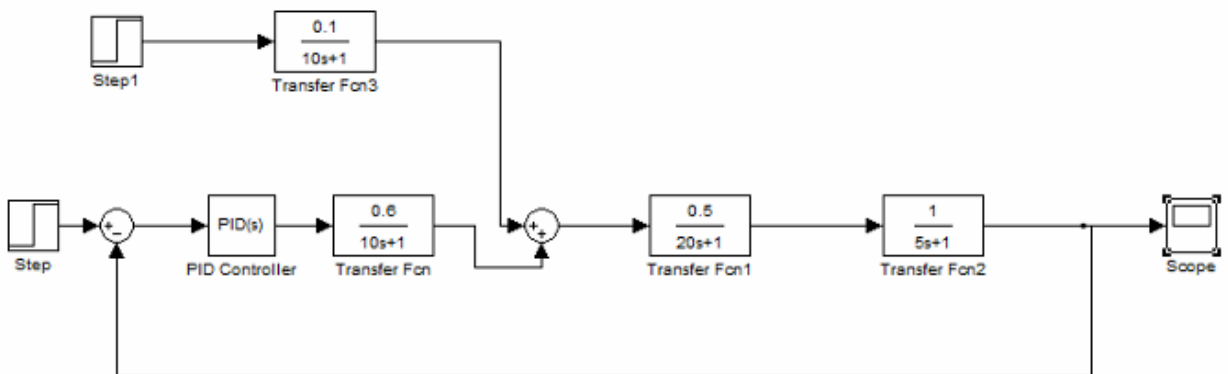


Рис. 7.3.2 Схема об'єкта керування з регулятором

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

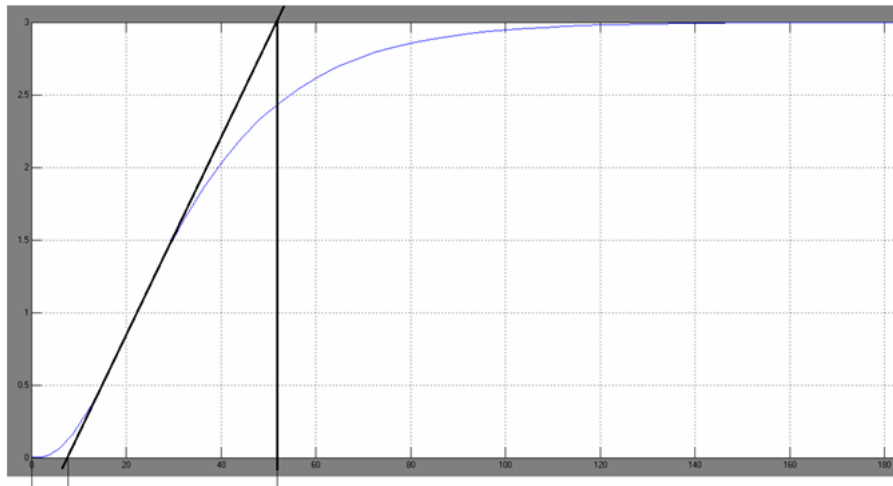


Рис. 7.3.2 Крива розгону за збуренням

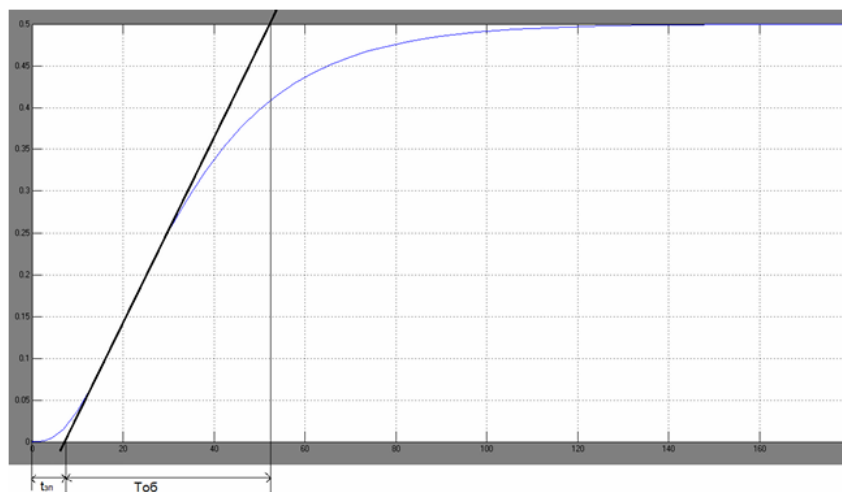


Рис. 7.3.3 Крива розгону за управління

Параметри моделі:

- Час запізнення: 7с;
- Стала часу 45.5с;
- Коефіцієнт об'єкта 0.3.

Оскільки об'єкт аналізувався із застосуванням П- та ІІІ-регуляторів, до структурної схеми було додано ІІІ-регулятор.

У процесі дослідження системи автоматичного регулювання з П-регулятором на вхід керування подавалося значення $U=0$, а вплив збурення моделювався сигналом $Z=10$.

Змі	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

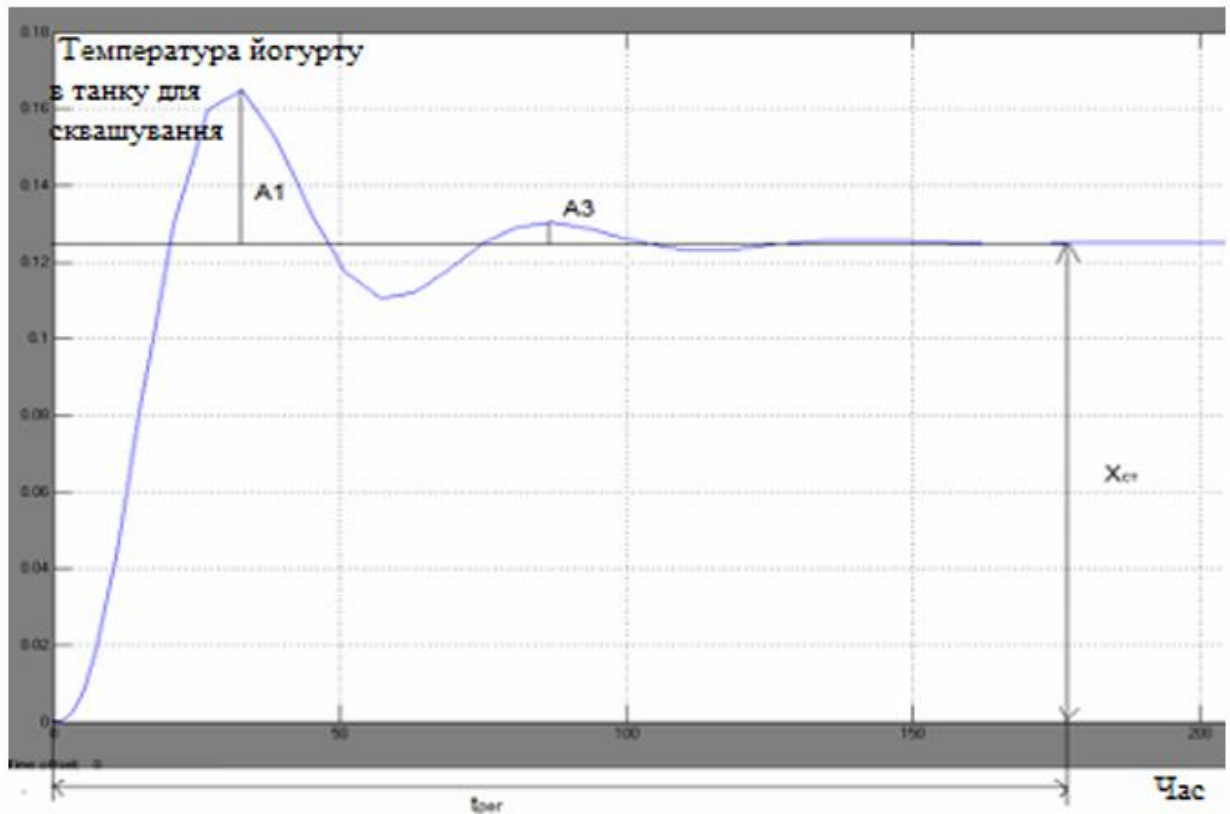


Рис. 7.3.4 Перехідний процес П-регулятора

Параметри:

- Ступінь затухання: 0.86;
- Тривалість перехідного процесу: 125с;
- Коефіцієнт пропорційності: 10.

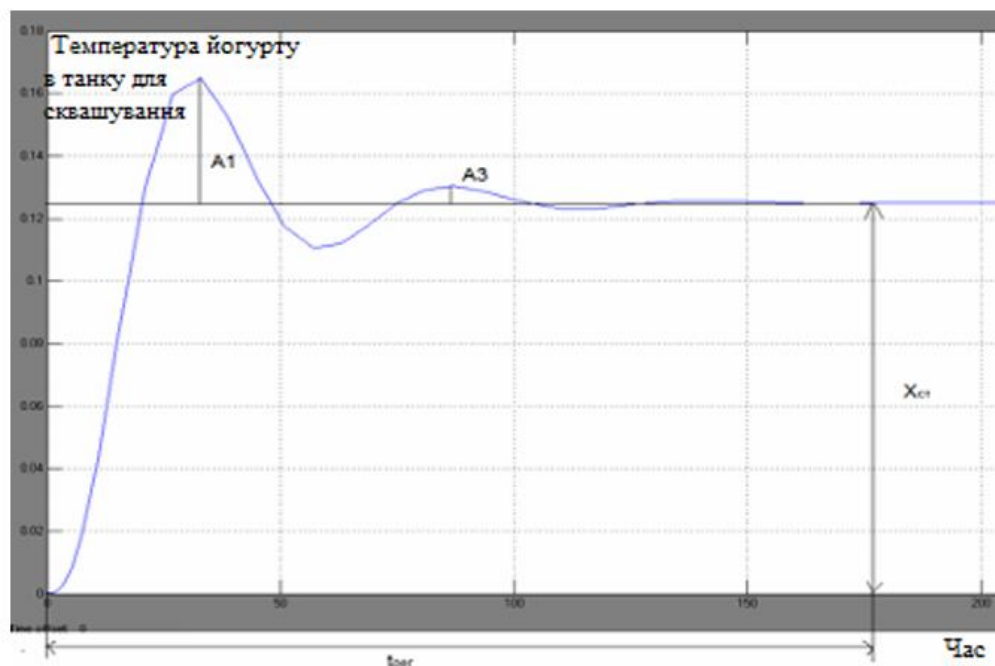


Рис. 7.3.5 Перехідний процес ПІ-регулятора

Змі	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Параметри:

- Ступінь затухання: 0.88;
- Тривалість перехідного процесу: 555с;
- Коефіцієнт пропорційності: 0.9;
- Коефіцієнт інтегрування 0.3.

На основі аналізу перехідних процесів для П- та ПІ-регуляторів можна дійти висновку, що П-регулятор забезпечує швидшу реакцію системи, проте залишає статичну похибку, яка негативно впливає на точність регулювання. У випадку ПІ-регулятора, завдяки додаванню інтегральної складової, ця похибка усувається, що сприяє підвищенню точності контролю температури. Водночас, це призводить до збільшення тривалості перехідного процесу. Таким чином, застосування ПІ-регулятора дозволяє досягти якості регулювання, що відповідає встановленим вимогам до допустимих температурних відхилень у процесі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						71
<i>Змі</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

У межах виконання кваліфікаційного проєкту було розглянуто питання впровадження автоматизованої системи керування технологічним процесом виробництва кисломолочних продуктів, зокрема йогурту.

Розроблена система автоматизації відповідає сучасним вимогам до якості, надійності та технологічного рівня, ґрунтуючись на використанні імпортного обладнання. Завдяки впровадженню обраного у проєкті мікропроцесорного устаткування вдалося забезпечити високу точність керування та стабільність роботи виробничої лінії, що істотно підвищило надійність усієї системи та ефективність регулювання процесів.

Зокрема, застосування контролера Modicon M340, який має оптимальне співвідношення ціни та функціональності на ринку засобів автоматизації, дало змогу реалізувати програмне керування технологічним процесом у повністю автоматичному режимі. Розроблена система забезпечує моніторинг та реєстрацію основних параметрів, візуалізацію процесу за допомогою мнемосхеми, можливість ручного керування виконавчими пристроями, а також суттєве покращення якості продукції шляхом точного налаштування регуляторів.

У межах проєкту було створено алгоритм роботи технологічного об'єкта, розроблено програмне забезпечення, підібрано необхідне обладнання для підключення до контролера, розроблено електричні схеми та складено специфікацію для закупівлі комплектуючих.

Результатом впровадження автоматизованої системи керування стало підвищення загальної надійності виробничої лінії, покращення якості йогурту за рахунок більш точної стабілізації температурних та інших ключових параметрів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						72
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

1. А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін. Промислові засоби автоматизації. Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПІ", 2001 р.
2. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
3. Гончаренко, Б. М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2014. – 530 с.
4. Проектування систем автоматизації. Трегуб В.Г. Навч. пос. — К: Видавництво Ліра-К., 2014. — 344с.
5. Автоматизація технологічних процесів і виробництва харчової промисловості/ Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. К.: Аграрна освіта, 2001 – 224 с.
7. Ладанюк А.П. —Автоматизація технологічних процесів і виробництва харчової промисловості. К.: Аграрна освіта, 2001
10. А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін. Промислові засоби автоматизації. Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПІ", 2001 р.
11. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту зі спеціальності «Монтаж, обслуговування засобів і систем автоматизації технологічного виробництва»
12. 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.
13. Теорія автоматичного керування методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						73
<i>Змі</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

14. Технічні засоби автоматизації методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

15. А.П. Ладанюк системний аналіз складних систем управління курс лекцій для студентів напряму 0925 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

16. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (модуль 1). Лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

17. Контролери та їх програмне забезпечення. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з розділу "Мікропроцесорні контролери М340". для студентів напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання..

18. Інтегровані системи управління лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

19. Контролери та їх програмне забезпечення. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

20. Інтегровані системи управління. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

21. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

22. <http://edu.asu.in.ua/course/view.php?id=2#section-0> «Школа автоматики. Курс SCADA/HMI»

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						74
Змі	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

23. <https://www.svaltera.ua/> «СВ АЛЬТЕРА»

24. 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 Uchbovoii Literatury, 2014.- 240 p.

25. Веб-сторінка фірми Smart Software Solutions Gmb виробника середовища CoDeSys <http://www.3s-software.com/>

26. Веб-сторінка ПК "Пролог", підтримка середовища CoDeSys російською мовою <http://www.codesys.com/>

27 Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384

28. <https://studfile.net/preview/2905735/page:2/>

29. <http://masters.donntu.org/2012/fkita/biei/diss/indexu.htm>

30. Żyłowska-Mharrab A.: Mleko - skład, właściwości i wartości odżywcze, 2019. <https://www.poradnikzdrowie.pl/diety-i-zywienie/zdroweodzywianie/mleko-sklad-wlasciwosci-i-wartosci-odzywczе-aa-4WdA-zf9vNkzn.html>, z dnia 18.11.2021.

31. TECHNOLOGIA PRODUKCJI WYBRANYCH WYROBÓW CUKIERNICZYCH © Copyright by Marek Sikora, Raina Hadjikinova, Dimitar Hadjikinov, Kraków 2022, Poland

32. Barlińska H., Nawalany W.: Wytwarzanie korpusów i nadzień do wyrobów czekoladowych. WNT, Warszawa 1971.

33. Стандарт вищої освіти України. Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень. Ступінь вищої освіти бакалавр. Спеціальність 151 Автоматизації та комп'ютерно-інтегровані технології. МОН України. – Київ. – 2018. – 17 с

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						75
Змі	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

34. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [чинний від 2017-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 27 с

35. ДСТУ 1.5:2015. Правила розроблення. Викладання та оформлення національних нормативних документів оформлювання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [чинний від 2017-02-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 61 с.

36. https://made-in-china.com/co_china-sentec/product_Sentec-Spx504-Hot-Sale-Digital-Hydrometer-Acid-Slurry-Oil-Liquid-Densitometer_ysoenuyueg.html
[SenTec Spx504](#)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						76
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		