

**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)

«_2_» червень 2021 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ельперін І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«_2_» 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 технологічного процесу виробництва згущеного молока

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2

_____ Бойко Владислав Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

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

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

Здобувач _____
(підпис)

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

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|----------|--|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | <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 Бойко В.В

_____ (підпис)

Керівник роботи Киричук С.А

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації технологічного процесу згущення молока» з використанням мікропроцесорного контролера Modicon M580 від компанії Schneider Electric.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічного матеріалу.

Перелік графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації;
2. Схема підключення датчиків, ВМ до контролера;
3. Креслення установки датчика;

Особлива увага приділяється розробці системи автоматизації, вибору технічних засобів автоматизації. Розроблено схеми підключення датчиків і виконавчих органів. Розроблено алгоритм, програму для системи автоматизації на базі середовища програмування Unity Pro від Schneider Electric. Для управління технологічними процесами була розроблена SCADA / HMI в середовищі ZENON від COPA-DATA оператора ПЕОМ.

Ключові слова: сепаратор нормалізатор, SCADA/HMI, емуляція, Schneider electric, молочна суміш.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Annotation

The qualification work was developed on the topic: "Development of a system for automation of the technological process of milk condensation" using a microprocessor controller Modicon M580 from Schneider Electric.

Qualification work consists of a calculation and explanatory note and graphic material.

List of graphic material:

1. Automation scheme;
2. The scheme of connection of sensors, VM to the controller;
3. Drawings of installation of the sensor;

Particular attention is paid to the development of automation systems, the choice of technical means of automation. Schemes of connection of sensors and executive bodies are developed. An algorithm, a program for the automation system based on the Unity Pro programming environment from Schneider Electric has been developed. SCADA / HMI in the ZENON environment from the COPA-DATA PC operator was developed for process control.

Keywords: separator normalizer, SCADA / HMI, emulation, Schneider electric, milk formula.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

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. Опис системи автоматизації | 13 |
| 2.1. Схема автоматизації | 13 |
| 2.2. Специфікація засобів автоматизації | 14 |
| 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів..... | 16 |
| Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК | 28 |
| 3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера..... | 28 |
| 3.2. Загальна схема підключення..... | 36 |
| 3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів..... | 43 |
| Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів | 48 |
| Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 55 |
| Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога | 64 |
| 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI..... | 64 |
| 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора..... | 68 |
| Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ... | 73 |
| Висновки | 79 |
| Список використаної літератури | 80 |

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

Вступ

Виробництво молочних консервів є одним з найбільших галузей промисловості молочної промисловості. Збереження молока, вершків та інших молочних продуктів проводиться з метою збільшення терміну зберігання та розширення асортименту. Виробництво молочних консервів дозволяє використовувати всі корисні речовини молока. Це виробництво практично безвідходне.

Згущене молоко зазвичай використовується для кількох цілей. Основна маса, звичайно, споживається як самостійний продукт, споживається разом з іншими супутніми «аксесуарами», такими як булочка, печиво, фрукти тощо. Ще одним улюбленим способом використання згущеного молока є додавання в гарячі та холодні напої. Це дозволяє одночасно підсолодити напій і надати йому молочний смак.

Крім того, продукти, в яких використовується згущене молоко, є одними з найулюбленіших споживчих ласощів. Тому цілком природно, що якість цього інгредієнта має все більше значення для кондитерів.

До 2000 року вершкове масло було лідером у фальсифікації молочних продуктів, сьогодні згущене молоко стоїть на першому місці за фальсифікацією молочних продуктів. Держскожстандарт провів спеціальну перевірку цієї продукції. Вона показала, що 60% згущеного молока, виробленого в Україні, поганої якості. Вміст рослинних жирів у цьому продукті досягав 80-90% від загальної кількості жирів. Хоча, згідно з ГОСТом, ласощі взагалі не містять рослинних домішок. Тому дослідження якості згущеного молока є актуальним і своєчасним.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Лінія з виробництва згущеного молока починається з набору обладнання для підготовки сирого молока до переробки, включаючи підвісні насоси, витратоміри, фільтри, холодильні установки та резервуари для зберігання молока.

На черзі - комплект обладнання для виробництва нормалізованої молочної суміші, що містить насоси, теплообмінники, сепаратори, дозатори компонентів, резервуари та фільтри для нормалізованої молочної суміші.

Далі лінія містить набір обладнання для згущення молока, що має багатокорпусні вакуумні пристрої або циркулюючі вакуумні випарники, гомогенізатори, фільтри та резервуари для охолодження згущеного молока.

Лінія закінчується набором обладнання для пакування згущеного молока в споживчу та транспортну тару.[1]

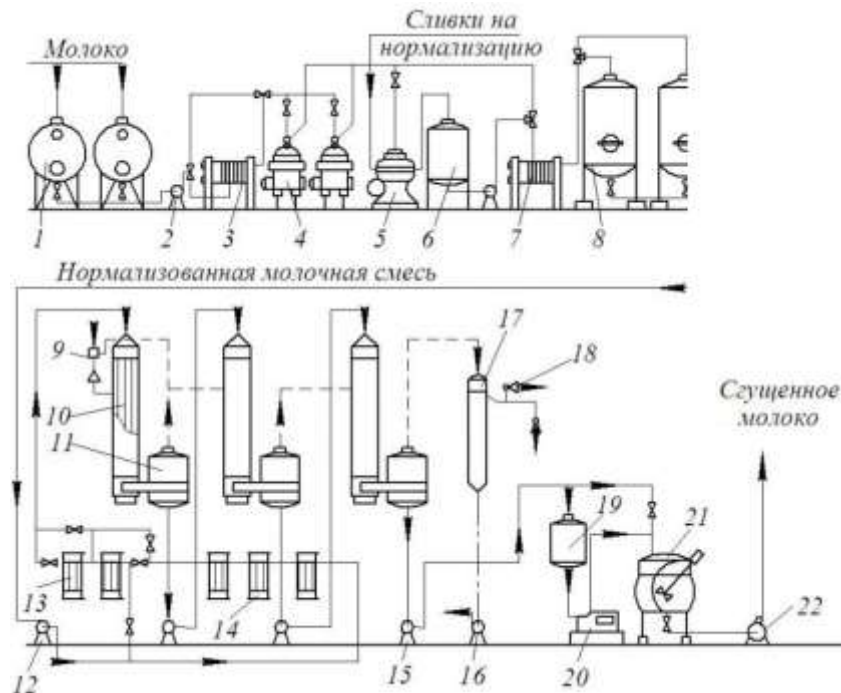


Рис.1.1. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва згущеного молока.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|--|-------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Розроб. | | Бойко В.В. | | | | | | 8 |
| Перевір. | | Киричук С.А. | | | | НУХТ АК-4-2 | | |
| Секр. | | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

Пристрій і принцип дії лінії:

Після контролю якості, обліку, очищення та охолодження сире молоко завантажується в приймальні резервуари. Для переробки сире молоко відкачують відцентровим насосом (2) через пластинчастий нагрівач (3), сепаратори-очищувачі молока (4) в сепараторі-нормалізаторі (5).

Нормалізація молока здійснюється додаванням вершків, знежиреного молока або пахта. У нормалізованій молочній суміші співвідношення жиру до сухого залишку знежиреного молока має бути таким, як у готовому продукті. Нормалізоване молоко з резервуара (6) перекачується в блок пастеризації та охолодження (7). Молоко пастеризують при температурі 95 ° С без впливу, фільтрують і завантажують у проточні резервуари (8).

Молоко конденсується у вакуумному випарнику плівкового типу. Установа включає три нагрівальні камери (10) з сепараторами-паровіддільниками (11), трубчасті нагрівачі (13) і (14), продуктову лінію з насосами (12), систему подачі пари для опалення (9), конденсатор (17) з парою струменеві насоси (18) та насоси для перекачування згущеного молока (15) та конденсату (16).

Для випаровування молоко закачується зверху в труби нагрівальної камери (10) і стікає вниз, утворюючи тонку плівку на внутрішній поверхні труб. Нагрівальний пар потрапляє в міжтрубний простір, нагріває продукт до температури кипіння. Парова суміш продукту з нижньої секції нагрівальної камери надходить у сепаратор-паровіддільник (11). У ній потік поділяється на вторинну пару, яка надходить у нагрівання сусідньої камери, і випаровується продукт, який закачується в труби сусідньої камери. З останньої (третьої) камери згущене молоко перекачується насосом (15) у проміжний бак (19), а вторинна пара потрапляє в конденсатор (17), перетворюється в рідину і перекачується насосом (16) в систему збору конденсату.

З метою запобігання осаду жиру згущене молоко гомогенізують. Ця операція виконується в двоступеневому гомонізаторі (20) клапанного типу. Продукт нагрівають до 55 ... 60 ° С і гомогенізують при робочому тиску 11,5 ...

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

12,5 МПа, в першу чергу, і 2,5 ... 3,0 МПа, на другій стадії. Гомогенізований згущене молоко фільтрують і накопичують у ванні з мішалкою (21). Для охолодження та розливу в пляшки згущене молоко подається шестерневим насосом).[1]

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1

| № | Машина, агрегат, установка | Параметр, місце відбору сигналу | Припустиме значення параметра | Вид автоматизації | Характер контролю чи управління | Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії | Додаткові умови |
|---|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Трубний підігрівач 1 | Температура | 75 ⁰ С ± 5 ⁰ С | Контроль | Відображення Реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на витрату теплоносія | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 2 | Трубний підігрівач 2 | Температура | 75 ⁰ С ± 5 ⁰ С | Контроль | Відображення Реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на витрату теплоносія | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 3 | Гріюча камера 1 | Температура | 90 ⁰ С ± 5 ⁰ С | Контроль | Відображення Реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на витрату теплоносія | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 4 | Гріюча камера 2 | Температура | 90 ⁰ С ± 5 ⁰ С | Контроль | Відображення Реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на витрату теплоносія | Ручне управління зі АРМ оператора |

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

| | | | | | | | |
|----|-----------------|-------------|----------------------|-------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | | | | | ора |
| 5 | Гріюча камера 3 | Температура | 90°C ± 5°C | Контроль | Відображення Реєстрація | АРМ оператора | |
| 6 | Гомогенізатор | Тиск | 10МПа ± 0.5МПа | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на двигун насоса закачування суміші під тиском | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 7 | Гріюча камера 1 | Рівень | 90% ± 2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на насос подачі суміші | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 8 | Гріюча камера 1 | Рівень | 90% ± 2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на насос подачі суміші | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 9 | Гріюча камера 1 | Рівень | 90% ± 2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на насос подачі суміші | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 10 | Конденсатор | Рівень | 40% ± 2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |

| | | | | | | | |
|----|---|---------|--|-------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 11 | Гомогенізатор | Рівень | 90% ± 2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на насос подачі суміші | Ручне управління зі АРМ оператора |
| 12 | Трубопровід подачі нормалізованої молочної суміші | Витрата | 10м ³ /год ± 1м ³ /год | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| 13 | Трубопровід відводу згущеного молока | Витрата | 10м ³ /год ± 1м ³ /год | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |

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

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації

Функціональна схема автоматики (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю та регулювання основних технологічних параметрів. Схема автоматизації виробництва згущеного молока складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання, температури, тиску, рівня та витрат.

Контур вимірювання та регулювання температури:

Температура вимірюється та регулюється в обігрівачах та нагрівальних камерах. Виміряний за допомогою термометрів опору Pt100, сигнал від датчика передається на вторинні перетворювачі ТАА431 (1б, 2б, 3б, 4б, 5б), сигнал від датчика подається на аналоговий вхідний модуль МПК, сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, то на виході МПК генеруються сигнали управління 4-20 мА, які подаються на електропневматичні перетворювачі РС-28G / А (1в, 2в, 3в, 4в), сигнал 4-20 мА перетворюється на пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу надходить у пневматичні клапани PV25 (EN) (1г, 2г, 3г, 4г), які контролюють подачу пари та гарячої води.

Контур вимірювання та регулювання тиску:

Тиск вимірюється та регулюється в гомогенізаторі. Ми вимірюємо за допомогою перетворювача тиску PT5401 (6а), сигнал від датчика надходить на модуль аналогових входів МПК, сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням. перетворювач SINAMICS G120 (6в), що управляє двигуном М4.

Контур вимірювання та регулювання рівня:

Вимірювання рівня відбувається в нагрівальних камерах, конденсаторі та гомогенізаторі. Вимірюємо за допомогою датчиків рівня VEGAPULS 61 (7б, 8б,

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|---|--------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Бойко В.В.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Киричук С.А.</i> | | | | | 13 | 14 |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | <i>НУХТ АК-4-2</i> | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | | |

9б, 10б, 11б), сигнал від яких подається на модуль аналогових входів МПК, сигнал обробляється в програмі, і якщо є невідповідність встановленому значенню. 4-20 мА, які подаються на перетворювачі частоти SINAMICS G120 (7в, 8в, 9в), які керують двигунами насосів М1, М2, М3, та на електропневматичний перетворювач РС-28G / А (11в), сигнал 4-20 мА перетворюється на пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який, у свою чергу, надходить у пневматичний клапан PV25 (EN) (11г), який контролює вивантаження згущеного молока з гомогенізатора.

Контур вимірювання витрати:

Вимірювання витрати проводиться в трубопроводах для подачі нормалізованої молочної суміші та згущеного молока. Вимірюємо за допомогою датчиків потоку ASAMAG (12б, 13б), сигнал від яких подається на модуль аналогових входів МПК, сигнали з датчика подаються на модуль аналогових входів МПК, сигнал обробляється в програма і служить допоміжною інформацією для виробництва згущеного молока.

Двигуни М5,М6,М7,М8 управляються через частотні перетворювачі SINAMICS G120 (14а,15а,16а,17а).

2.2. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2

| № п. п. | № Поз-иції за схемою | Найменування і технічна характеристика виробу | Тип, марка | Одиниця вимірювання | Кількість, шт. | Примітка |
|---------|----------------------|---|------------|---------------------|----------------|----------------|
| 1 | 1б,2б, 3б,4б, 5б | Датчик температури розроблений, щоб забезпечити гнучкі та надійні вимірювання температури в процесі моніторингу та контрольні середовища. Особливості включають: Діапазони температур від -10до 150 °; Стандартні типи датчиків: PT100 RTD; термопари типу J, типу К і типу Т; Служби калібрування для ознайомлення з роботою датчика. | ТАА431 | С | 5 | ІФМ, Німеччина |

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

| | | | | | | |
|---|---|---|-------------------|-------|---|---------------------------------|
| 2 | 1а,2а, 3а,4а, 5а | Чутливий елемент датчика температури. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Робочий діапазон: -10 ... 150 С(Pt100) | Pt100 | | 5 | ІФМ, Німеччи на |
| 3 | 6а | Перетворювачі РТ5401 тиску, надлишкового та абсолютного тиску. Межі вимірювань: від -0,1 до 100 МПа [Мінімальна ширина діапазону 2,5 кПа [Вихідний сигнал: (4 ÷ 20) мА або (0 ÷ 10) В [Вибухобезпечне виконання Ga / GbExia ІСТ4 / Т5 / Т6 Х | РТ5401 | Па | 1 | ІФМ, Німеччи на |
| 4 | 1в,2в, 3в,4в, 11в | Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мАВих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 кПа | РС- 28G/A | | 5 | Aplisens, Польща |
| 5 | 1г,2г,3 г,4г,11 г | Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа | PV25(E N) | | 5 | «ІРИМ ЭКС», Казахста н |
| 6 | 7б,8б, 9б,10б ,10б | Радарний рівнемір VEGAPULS 61 призначений для безперервного вимірювання рівня рідин при простих технологічних умовах Діапазон вимірювання: до 35 м; Приєднання: різьблення G1½А, монтажна скоба або фланець; Робоча температура: -40 ... + 80 ° С; Робочий тиск: -1 ... + 3 бар (-100 ... + 300 кПа); Точність вимірювання: ± 2 мм. | VEGAP ULS 61 | м | 5 | «VEGA» , Німеччи на |
| 7 | 6б,7в, 8в,9в, 14а,15 а,16а, 17а | Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...380 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С; | SINAMI CS G120 | | 8 | Siemens, Німеччи на |
| 8 | 12б,13 б | Витратоміри ASAMAG Сигнал 0 / 4-20 мА, може бути використаний протокол HART (на вимогу); Програмовані імпульси з регульованою тривалістю імпульсів; Реле контролю, дозування, Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор Інтерфейси RS485 або RS232 | ASAMA G | л/год | 2 | «ASA», Італія |

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

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

Для вимірювання температури в нашому дипломному проекті були обрані датчики температури TAA431.



Рис.2.1. зовнішній вигляд перетворювача TAA431

Датчик температури електронний, зонд 46.5 мм Pt1000 (нерж.сталь), діапазон -10 ... + 150 ° С, підключення до процесу G^{1/4} нар, AS-i, живлення 18 ... 31.6 VDC, IP69K, роз'єм M12.[2]

Технічні характеристики:

- Бренд (виробник): IFM Electronic;
- Тип: датчик температури;
- Принцип дії: терморезистивний;
- Особливості: для AS-інтерфейсу;
- Позначення: TAA060CCDR14-ASIVG / US
- Вимірювальний елемент: Pt 100;
- Середовище: Гази , рідини;
- Тиск середовища: 400 бар;
- Температура середовища: -10 ... + 150 ° С виходи;
- Кількість виходів: 1;
- Типи виходів: AS-i;
- Електричне виконання: AS-I;
- Захист виходу: захист від перевантажень по струму живлення;

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

- Тип напруги: DC;
- Напруга живлення: 18 ... 31.6 VDC конструктивне виконання;
- Матеріал корпусу: нерж.сталь;
- Зонд: 46.5 мм;
- Матеріал зонда: нерж.сталь;
- Підключення до процесу: G¹/₄ зовнішня різьба;
- Підключення: роз'єм M12;
- Робоча температура: -25 ... + 70 ° C;
- Пило / вологозахист: IP69K.

Тиск:

Датчики PT5401 були використані в нашому дипломному проєкті для вимірювання тиску.



Рис.2.2. зовнішній вигляд перетворювача PT5401

Датчик тиску 0 ... 250 бар, підключення до процесу G¹/₄ nar, джерело живлення 8,5 ... 36 В постійного струму, аналоговий вихід 4 ... 20 mA, роз'єм IP69K, M12, для загальнопромислового використання.[3]

Характеристики:

- Електронний датчик тиску для загальнопромислового застосування;
- Підключення до процесу: G ¹/₄ A (відповідно до DIN EN ISO 1179-2) аналоговий вихід 0-20 mA;
- Діапазон контролю: 0 ... 250 bar.
- Діапазон тиску [bar] : 625 (статично);

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

- Мінім.разривное тиск [bar]: 1200;
- Стійкість до вакууму [мбар]: -1000;
- Температура вимірюваного середовища [° C] : -40 ... 90.

Електронні дані:

- Електричне виконання: DC
- Робоча напруга [V]: 8,5 ... 36 DC
- опір ізоляції: [MΩ]> 100 (500 V DC)
- Клас захисту: III
- Захист від переполюсовки : Так.

Рівень:

Для вимірювання рівня використовуються рівнеміри VEGAPULS 61.



Рис.2.3. Зовнішній вигляд рівнеміра VEGAPULS 61

Рівнемір VEGAPULS 61 призначений для нанесення на рідини в простих умовах вимірювання практично в будь-якій галузі та є економічним рішенням завдяки простій, але надійній конструкції та універсальним можливостям монтажу. Герметична антенна система забезпечує тривалу експлуатацію без необхідності організації та проведення періодичних заходів з технічного обслуговування. Пристрій має два типи характеристик системної антени:

- версія із герметичною антенною системою для вимірювання рівня агресивні рідини, а також у випадках, коли використання відкритої антенної системи неможливо (наприклад, при утворенні конденсату або забруднення під час роботи датчика);

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

- версія з пластиковою рупорною антеною особливо добре підходить для вимірювання рівня води та водних розчинів, а також витрат у відкритих лотках та трубопроводах без тиску.[4]

Принцип роботи:

Антенa радіолокаційного датчика випромінює короткі радіолокаційні імпульси тривалістю приблизно 1 нс і приймає їх у вигляді ехо-сигналів, що відбиваються від поверхні виробу. Час проходження радіолокаційного імпульсу від випромінювання до отримання пропорційно відстані до поверхні виробу, тобто рівня. Визначений таким чином рівень перетворюється у відповідний результат сигнал і видається у вигляді вимірної величини.

Налаштування:

Для налаштування VEGAPULS 61 можна використовувати чотири різні інструменти:

- 1 модуль відображення та регулювання PLICSCOM;
- 1 ПК із сумісним VEGA-DTM та FDT / DTM програмним забезпеченням, наприклад, PACTware™ 1, що постачається виробником AMS™ або PDM 1 комунікатор HART Введені параметри зазвичай зберігаються в пам'яті датчика VEGAPULS 61 під час налаштування за допомогою PLICSCOM або ПК та PACTware™ ви також можете зберегти параметри в пам'яті модуля або комп'ютера.

Монтаж:

Монтажне положення пристрою повинно бути зручним для встановлення та підключення, а також доступним для встановлення модуля дисплея та регулювання. Корпус пристрою можна повернути без інструменту на 330 °. Модуль дисплея та регулювання також можна встановити в одному з чотирьох положень зі зміщенням на 90 °.

Щоб захистити VEGAPULS 61 від вологи, перед входом кабелю рекомендується прокласти сполучний кабель донизу, щоб з нього могла стікати волога від дощу або конденсату. надані рекомендації

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

застосовується для зовнішнього монтажу, у приміщеннях з підвищеною вологістю (наприклад, там, де проводиться прибирання), а також на резервуарах з охолодженням або опаленням.

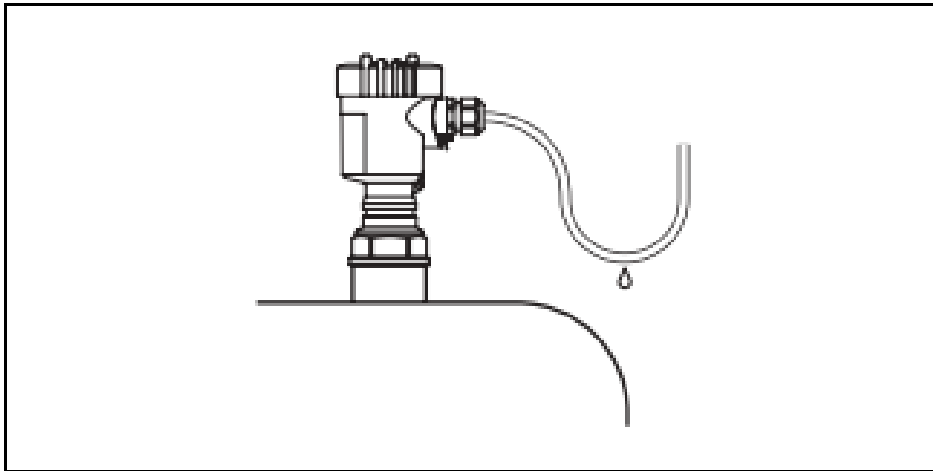


Рис.2.4. Приклад під'єднання кабелю до рівнеміра VEGAPULS 61

Основою площини вимірювального діапазону датчиків є ущільнювальна поверхня сполучних ниток.

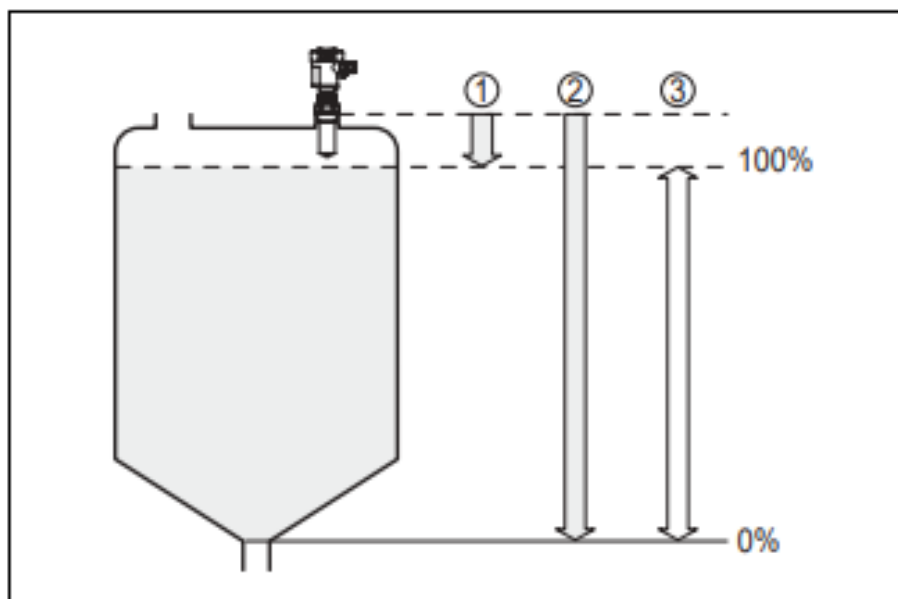


Рис.2.5. Приклад монтажу рівнеміра VEGAPULS 61

Технічні дані:

Контактують з продуктом матеріали (виконання з герметизованою антеною системою)

- Приєднання PVDF, 316L;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Ущільнення до процесу FKM (Viton);

- Антена PVDF;

Контактують з продуктом матеріали (виконання з пластикової рупорної антеною)

- Ущільнення (адаптерний фланець) FKM (Viton);

- Антена PBT-GF 30;

- фокусуються лінза PP;

- Накидний фланець PP

- Монтажна скоба 316L

- Гвинти монтажноі скоби 316L

- Гвинти адаптерного фланця 304

- Пластиковий корпус Пластик PBT (поліестер)

- Корпус з нержавіючої сталі 316L

- Ущільнення між корпусом і кришкою корпусу

- Фланці DIN від DN 80, ANSI від 3 ", JIS від DN 100 10K

- Гігієнічні приєднання Зажим, накидна гайка з DIN 11851,

- Вага, в залежності від приєднання та матеріалу корпусу 0,7 ... 3,4 кг (1.543 ... 7.496 lbs).

Підключення:

Блок живлення і вихід сигналу підключаються через пружинні контакти в корпусі. Підключення до модуля дисплея та регулювання та багатофункціонального адаптера здійснюється за допомогою контактних штифтів у корпусі.

Виконайте наступне:

1. Ослабте кришку корпусу;
2. Зніміть модуль дисплея та регулювання, якщо він встановлений, трохи повернувши його вліво;
3. Ослабте гайку вводу кабелю;
4. Видаліть припл. 10-сантиметрову оболонку для кабелю, зачистіть кінці проводів припл. на 1 см.

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

5. Вставте кабель в датчик через кабельний вхід.



Рис.2.6. Клеми рівнеміра VEGAPULS 61

Витрата:

Для вимірювання потоку використовуються витратоміри ASAMAG.



Рис.2.7. Зовнішній вигляд витратоміру ASAMAG

Ця нова серія витратомірів багата рішеннями з високими технічними характеристиками - як з точки зору програмного, так і апаратного забезпечення, може використовуватися для широкого кола цілей. Лінія HI-TEC призначена для вимогливих клієнтів з точки зору технічних характеристик та точності. На виході відображаються цифрові та аналогові вимірювальні сигнали, метрологічна якість вимірювань вражає, похибка менше 0,5% і відтворюваність 0,1% показань.

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

Крім того, ASAMAG підходить для вимірювання будь-якого типу рідини з провідністю понад 5 мкСм / см, нечутливої до змін температури, тиску, щільності та в'язкості рідини.[5]

ASAMAG має наступні переваги:

- максимальний контроль, включаючи дистанційний. ASA забезпечує інтерфейс з портом RS232 (або RS485 з адаптером) за запитом, за допомогою якого витратомір можна підключити до ПК і переглянути або змінити параметри процесу ASAMAG.

- Всі витратоміри ASAMAG оснащені блоком Sensoreprom, який зберігає всі дані манометричної труби датчика і всі налаштування перетворювача за весь період роботи приладу. Параметри виробництва разом із розмірами пристрою реєструються в Sensoreprom, а також конкретні параметри користувача. Будь-яку заміну сенсорної трубки можна виконати якомога легше та швидше завдяки Sensoreprom.

- значна універсальність, що дозволяє мати компактну модель з дистанційним управлінням з однаковою трубою і перетворювачем.

Технічні характеристики:

Електронна частина витратоміра забезпечує такі виходи:

1. Сигнал 0 / 4-20 мА, може використовуватися протокол HART (за запитом)
2. Програмовані імпульси з регульованою тривалістю імпульсу
3. Реле управління, дозування, пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор

Також є два програмовані цифрові входи для скидання лічильника, блокування лічильника, блокування виходу, автоматичного скидання, запуску та зупинки дозування.

Живлення передбачає наступні опції:

Від 20 до 50 В постійного струму та від 17 до 45 В змінного струму з частотою 50/60 Гц (24 В).

Від 90 до 250 В змінного струму з частотою 50/60 Гц (220 В).

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

Дані відображаються на РК-дисплеї з підсвічуванням, оптичні кнопки дозволяють інтуїтивно швидкий доступ до функцій меню без необхідності знімати передню кришку корпусу, підтримуючи ступінь захисту відповідно до стандарту IP67 на етапі програмування.

Корпус електронного перетворювача естетичний та функціональний для будь-якого типу установки (вертикальний / горизонтальний / 45 °), виготовлений з литого алюмінію, пофарбованого. Ступінь герметичності IP67 (68 за запитом) гарантована.

Як і всі витратоміри ASA (ASameters), витратоміри ASAMAG розроблені в суворій відповідності з високоякісними матеріалами Італії та Європи. Матеріали сертифіковані, весь їх виробничий ланцюг ретельно контролюється. Крім того, електронні пристрої, встановлені на витратомірах ASAMAG, відповідають вимогам ROhS, Директиви АТЕХ (за запитом).

Частотний перетворювач:

Перетворювачі частоти SINAMICS G120C використовуються для управління двигунами.



Рис.2.8. Зовнішній вигляд частотного перетворювача SINAMICS G120C

Перетворювач частоти Sinamics G120C компактний і моноблочна конструкція, що виробляється потужністю від 0,55 до 18,5 кВт.

Вони використовуються в основному для тих виробників обладнання, які цінують компактні розміри накопичувачів та широкі функціональні можливості. Клієнтам доступні лише три розміри перетворювачів G120C.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Електричний привід Siemens G120C підтримує базові інтерфейси для обміну даними. Якщо вам потрібно швидко скопіювати налаштування, ви можете легко це зробити за допомогою панелей оператора ВОР та ІОР або за допомогою карти пам'яті MMC. Використовуйте програми Sizer і Starter для налаштування параметрів приводу за допомогою ПК. Конвертер G120C підключається до ПК через USB. При установці декількох перетворювачів допускається їх монтаж стінка до стіни. Частотний привід має векторне управління без датчика ОС, автоматичне зменшення витрати за допомогою ECO U / f. [6]

Область застосування:

Можливе універсальне використання в стрічкових конвеєрах, змішувачах, екструдерах, насосах, вентиляторах, компресорах або простих завантажувально-розвантажувальних пристроях.

Переваги перетворювачів Siemens Sinamics G120C:

- компактний дизайн;
- установка поруч;
- висока питома потужність, малий обсяг;
- проста установка в обмеженому просторі;
- займає невелику площу;
- використання в невеликих електричних шафах, в безпосередній близькості від обладнання;
- оптимізований процес введення в експлуатацію;
- можливість використання панелей операторів ВОР-2 або ІОР;
- вбудований USB-роз'єм;
- проста і швидка параметризація програмного забезпечення;
- просте зручне управління при введенні в експлуатацію та поточній роботі;
- мінімально необхідна підготовка, використання існуючих ноу-хау SINAMICS;
- висока надійність, просте ТО;

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

- роз'ємні термінали;
- функція "клонування" через WOP-2 або SD-карту;
- лічильник годин роботи на "Драйв вкл." та "Двигун увімкнено";
- швидкий механічний монтаж;
- інтуїтивне послідовне введення в експлуатацію;
- енергоефективне векторне управління без датчика;
- автоматичне зменшення витрати за допомогою U / f ECO;
- вбудований енергозберігаючий калькулятор;
- вбудовані комунікаційні інтерфейси (DP, CAN, USS, Modbus RTU);
- робота до температури навколишнього середовища 60 ° C.

Технічні параметри:

Напруга / частота: 3 AC 380 - 480 В -20% + 10%, 47/63 Гц +/- 5%;

Діапазон потужностей: 0,55 - 132 кВт / 0,75 - 150 к.с;

Допустиме перевантаження:

- Для ILO _out (LO¹): 150% на 3 з плюс 110% на 57 з при навантажувальні циклі в 300 з
- Для IHO _out (HO²): 200% на 3 з плюс 150% на 57 з при навантажувальні циклі в 300 с3;

Ступінь захисту: IP20 / UL open type;

Температура навколишнього середовища: -10 ° до 40 ° C без погіршення параметрів / до 60 ° C з погіршенням параметрів;

Сигнальні входи / виходи 6 DI / 2 DO / 1 AI / 1 AO

Безпека SIL 2 согл. EN 61508, PL d согл. EN ISO 13849, class 3 согл. EN 60204

Режими управління: Vector, U / f, U / f ECO

Функції: Постійне задане значення швидкості, ПІД-регулятор, управління стоянковим гальмом двигуна, вільні функціональні блоки;

Гальмування: Вбудований гальмівний переривник;

Комунікація: FSAA до FSC: PROFINET, PROFIBUS, EtherNet / IP, USS / Modbus RTU. FSD до FSF: PROFINET.

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

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Modicon M580:



Рис.3.1. Зовнішній вигляд мікропроцесорного контролера Modicon M580

Modicon M580 - це перший у світі ePAC, оснований на Ethernet. Цей підхід дозволяє поєднувати віддалені та розподілені пристрої вводу-виводу в рамках однієї мережі, тим самим знімаючи обмеження на архітектуру системи автоматизації. Це використовує переваги модулів вводу-виводу X80, що зменшує витрати на технічне обслуговування та навчання та використовує найновіші технічні досягнення та стандарти.[7]

Modicon M580 ePAC - це контролер для створення інтегрованих та інтегрованих систем автоматизації PlantStruxure.

Розробляйте, впроваджуйте та керуйте процесами, використовуючи всі переваги відкритої мережі:

- ВЕЛИКА чіткість інформації про дані та події ключових виробничих процесів;
- ВЕЛИКА прозорість та послідовність інформації;
- ВИСОКА пропускна здатність каналів даних.

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|---|--------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Бойко В.В.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Киричук С.А.</i> | | | | | <i>27</i> | <i>21</i> |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | <i>НУХТ АК-4-2</i> | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | | |

Переваги:

Використовуючи стандартний немодифікований Ethernet як основу контролера Modicon M580, досягається більша прозорість, гнучкість та відкритість, що дозволяє отримати доступ до необхідної виробничої інформації в потрібний час та досягти більшої продуктивності та ефективності процесу.

Продуктивність:

- Прискорене в два рази управління даними;
- Позначка часу менш ніж 1 мс;

Інноваційність:

- Відкрита магістральна лінія зв'язку Ethernet;
- Високотехнологічний PAC;
- Висока точність;
- Безпечне виконання;
- Оптимізація енергоспоживання;
- Вбудовані рішення з інформаційної безпеки;

Проста і гнучкість:

- Розробка архітектур автоматизації без обмежень;
- Модифікація процесів і архітектури без зупинки процесу;
- Віддалена діагностика;
- Зменшення витрат на розробку.

Сфера застосування:

- Водопідготовка і водовідведення;
- Харчова промисловість;
- Гірничодобувна і цементна промисловість, металургія і виробництво будівельних матеріалів;
- Гідроенергетика;
- Інфраструктура.

Єдине середовище програмування. Скористайтеся єдиним, простим та дружнім підходом до розробки додатків для Modicon M340, M580, Premium, Quantum та Atrium.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Потужність доступна кожному. Unity Pro підтримує всі 5 мов ІЕС, графічне програмування, розширені контекстні підказки та численні майстри введення даних. Вбудований симулятор дозволяє негайно протестувати створені програми без прямого підключення до реального ПЛК. На етапі роботи готові до використання діагностичні засоби дозволяють відображати помилки та збої з автоматичним виявленням їх джерела.

Швидкісне підключення - стандартно. Для підключення до персонального комп'ютера можна використовувати простий і швидкісний USB-інтерфейс, який доступний на будь-якому процесорі. Ви також можете підключитися через Ethernet, точка-точка або LAN.

Повний сервіс, навіть віддалено. Ваші послуги завжди в межах досяжності. За допомогою послідовного модему (RTC, GSM / GPRS, радіо) або ADSL ви зможете підключитися до своїх налаштувань. Інтернет-програмування; завантажувати або вивантажувати програми; віддалена діагностика через WEB-сервер; запис / читання файлів даних.

Конфігурування МПК Modicon M580:

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

Таблиця 3. Конфігурування МПК

| Вимоги | Кількість або наявність |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC) | 24 |
| Кількість аналогових входів 4-20 mA | 13 |
| Кількість аналогових виходів 4-20 mA | 13 |
| Кількість дискретних виходів 9-30В | 14 |

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводу-виводу, обсяг пам'яті для користувацької програми та доступність комунікацій, ми вибираємо модуль процесора ВМЕ Р58 2020.

Вибір модулів вводу/виводу:

8 ВА 4-20 мА – ВМХ АМІ 0800

8 АВ 4-20 мА – ВМХ АМО 0802

16 ДВ 9-30В – ВМХ DDO 0802

Таблиця 4. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

| Модулі вводу/виводу | | Характеристики |
|--------------------------------------|-----------|---|
| Найменування | Кількість | |
| ВМХ ХВР 0800 Шасі | | Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення |
| ВМХ СРС 2000 Блок живлення | 1 | Напруга живлення 100...240 ВАС Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А) |
| ВМЕ Р58 2020 Центральний процесор | 1 | Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM: загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464 |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

| Модулі вводу/виводу | | Характеристики |
|---|---|---|
| ВМХ АМІ 0800 Модуль аналогових входів | 2 | Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка |
| ВМХ АМО 0802 Модуль аналогових виходів | 2 | Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол. |
| ВМХ DDO 1602 Модуль дискретних виходів | 1 | Діапазон сигналу 9-30 В Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол. |
| ВМХ ФТВ 2010 | 4 | 20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами |
| ВМХ АМІ 810 | 1 | 28-конт. з'ємна кол. з'ємна клемна колодка ВМХ ФТВ 2820 |

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі:

Загальна кількість модулів з процесором: 1 CPU + 2 AI + 2 AO + 1 DO + 1 VJ = 7. Тож мені потрібно лише одне шасі на 8 місць (ВМХ ХВР 0800).

Аналогові входи:

У цьому проекті використовуються датчики і перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить через клемний блок і надходить в аналого-цифровий перетворювач ВМХ АМІ 0800.

За допомогою написаної програми виробляється сигнал управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля ВМХ АМІ 0800.

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



Рис.3.2. Зовнішній вигляд модуля аналогових входів VMX AMI 0800

Технічні характеристики:

Модуль аналогового введення:

- Електричне з'єднання;
- 1 роз'єм 28 позицій;
- Ізоляція між каналами без розв'язки;
- 8 аналогових входів;

Тип підключення:

- Струм +/- 20 mA;
- Струм 0 ... 20 mA;
- Струм 4 ... 20 mA;
- Напруга +/- 10 V;
- Напруга +/- 5 V;
- Напруга 0 ... 10 V;
- Напруга 0 ... 5 V;
- Напруга 1 ... 5 V;

Допустиме перевантаження на входах:

- +/- 30 mA 0 ... 20 mA;
- +/- 30 mA 4 ... 20 mA;
- +/- 30 V +/- 10 V;
- +/- 30 V +/- 5 V;
- +/- 30 V 0 ... 10 V.

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

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля ВМХ АМО 0802 подається на клемний блок. Модуль ВМХ АМО 0802 перетворює сигнал з цифрового в аналоговий у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал надходить до електропневматичних перетворювачів, де він перетворюється на пневматичний, і управляє пневматичними клапанами.



Рис.3.3. Зовнішній вигляд модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802

Технічні характеристики:

Похибка вимірювання:

- $\leq 0,25\%$ повної шкали $0 \dots 60 \text{ }^\circ \text{C}$;
- $0,1\%$ повної шкали $25 \text{ }^\circ \text{C}$;

Придушення несиметричної перешкоди між каналами:

- $\geq 80 \text{ дБ}$;

Тип помилки:

- Розімкнутий ланцюг $4 \dots 20 \text{ мА}$;
- Коротке замикання $0 \dots 20 \text{ мА}$;

Активний опір навантаження:

- $\leq 350 \text{ Ом}$ $0 \dots 20 \text{ мА}$
- $\leq 350 \text{ Ом}$ $4 \dots 20 \text{ мА}$

8 аналогових входів:

- Струм $0 \dots 20 \text{ мА}$;
- Струм $4 \dots 20 \text{ мА}$.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 33 |

Дискретні виходи:

Модуль BMX DDO 1602 перетворює сигнал з цифрової форми в дискретний що йде на дискретний клапан та керує його положенням.

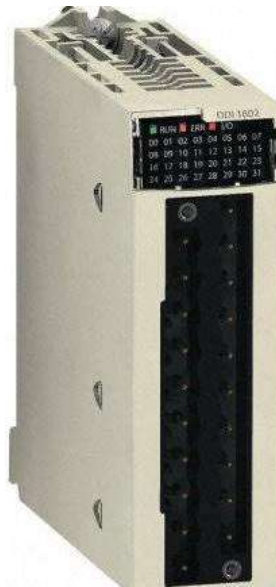


Рис.3.4. Зовнішній вигляд модуля дискретних виходів BMX DDO 1602

Технічні характеристики:

- Дискретна вихідна напруга 24 В 19 ... 30 В постійного струму;
- Дискретний вихідний струм 0,5 А;
- Сумісність з виходом IEC 61131-2 тип 3 вхід DC;
- Не вхідний сигнал IEC 61131-2 DC;
- Струм на канал 0.625 А;
- Струм на модуль ≤ 10 А;
- Струм витоку $\leq 0,5$ мА при стані 0;
- [Uges] залишкової напруги 1,2 В при стані 1;
- Опір ізоляції > 10 МОм 500 В постійного струму;
- Розсіювання потужності в W ≤ 4 Вт;
- Час відгуку на виході 1,2 мс.
- Паралельні виходи Так: 2 максимум

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

3.2. Загальна схема підключення

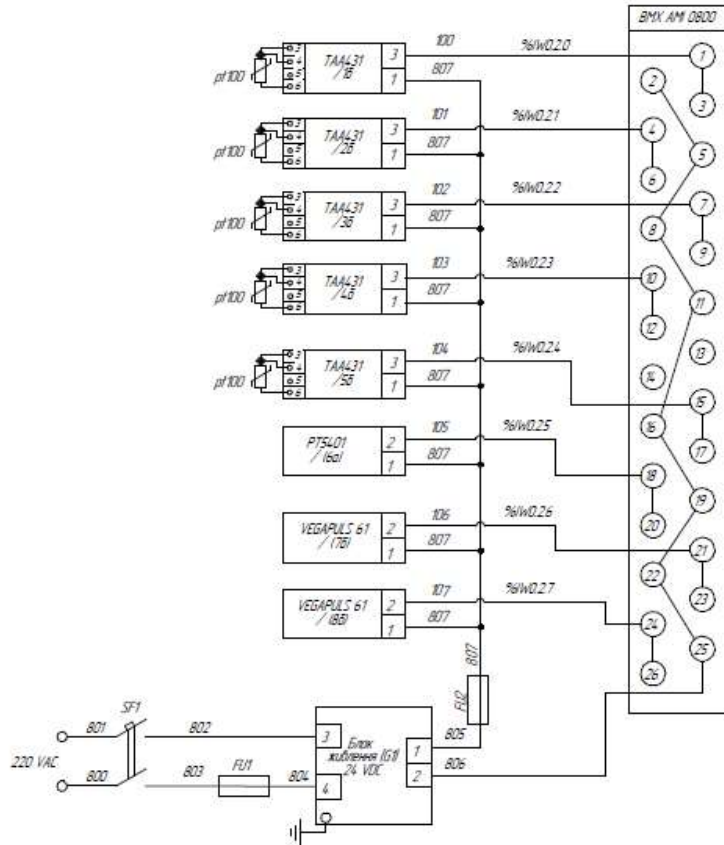


Рис.3.5. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

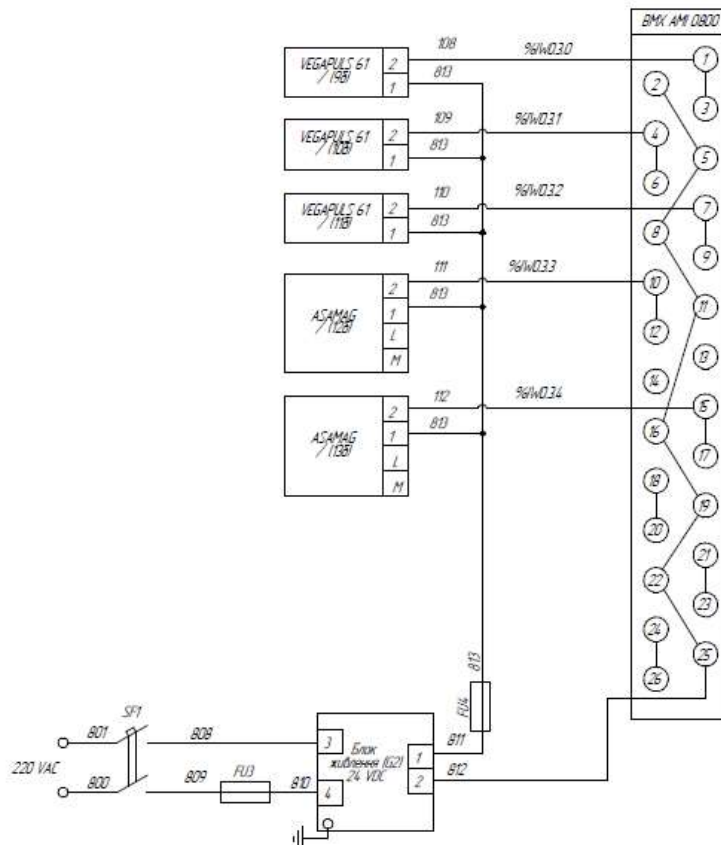


Рис.3.6. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів

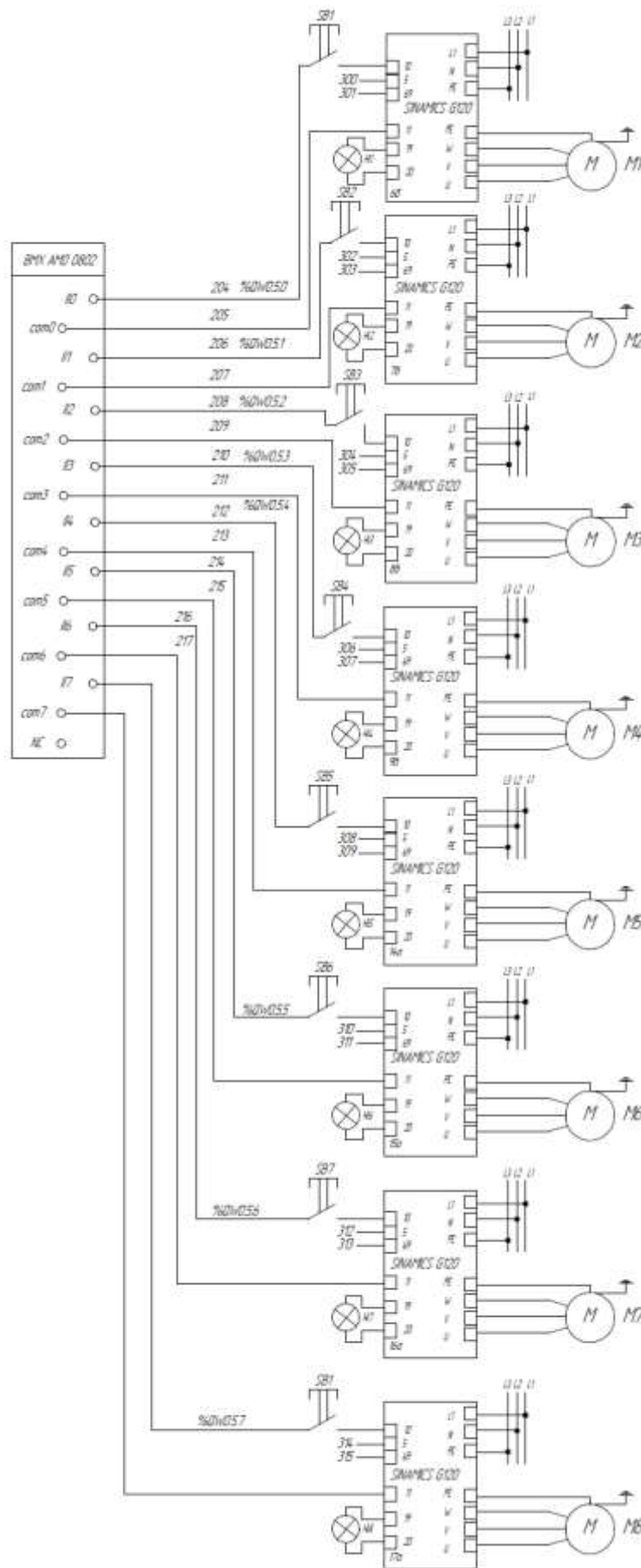


Рис.3.8. Підключення частотних перетворювачів до другого модуля аналогових виходів

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

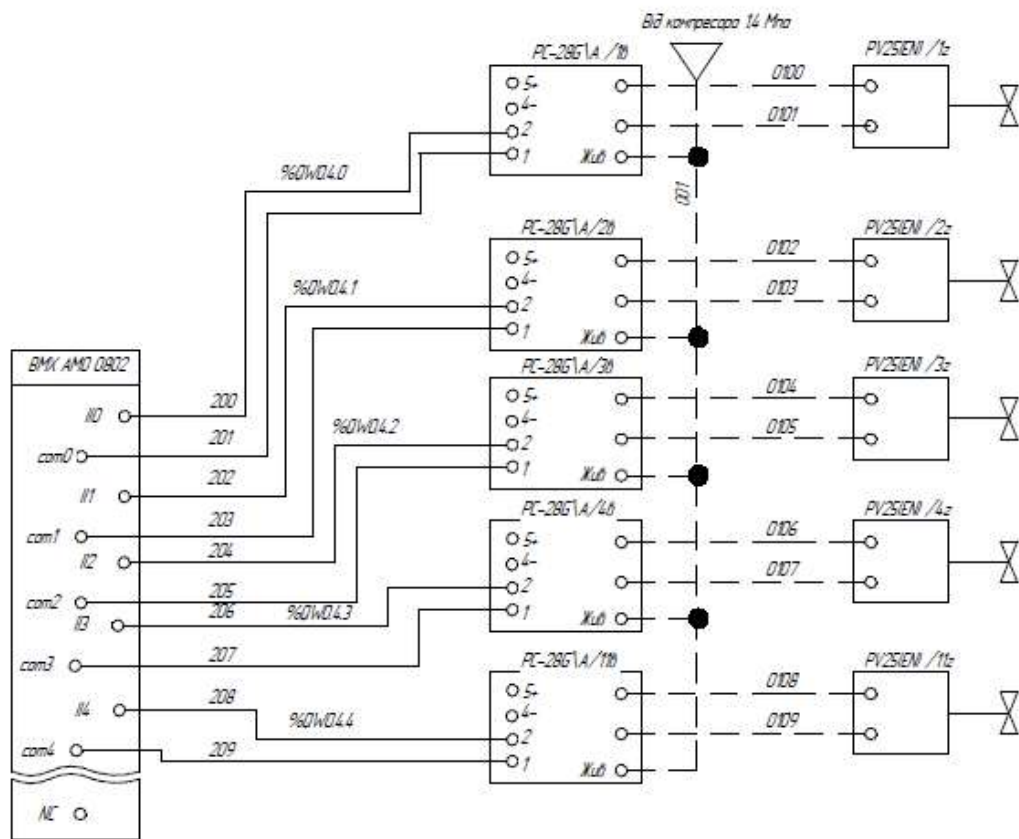


Рис.3.7. Підключення датчиків до першого модуля аналогових виходів

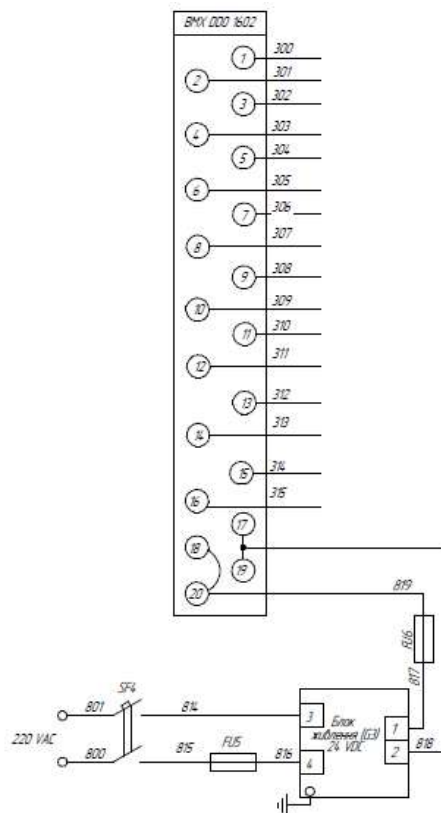


Рис.3.9. Підключення частотних перетворювачів до другого модуля дискретних виходів

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 1 і 2 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (1вв) підключений до нього на клеммах П0 і СОМ0, який управляє пневматичним клапаном (1г), який регулює подачу теплоносія в нагрівач труби 1.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 і 5 клеммах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (2в) підключений до нього на клеммах П1 і СОМ1, який управляє пневматичним клапаном (2г), який регулює подачу теплоносія в трубчастий нагрівач 2.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 7 і 8 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (3в) підключений до нього на клеммах П2 і СОМ2, який управляє пневматичним клапаном (3г), який регулює подачу теплоносія в нагрівальну камеру 1.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Вторинний перетворювач температури ТТ (4б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 10 і 11 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури,

інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де він підключений до ПЗ і клем СОМ3 (4в), який управляє пневматичним клапаном (4г), який регулює подачу теплоносія в нагрівальну камеру 2.

Вторинний перетворювач температури ТТ (5б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 15 і 16 клемах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією про роботу системи автоматизації.

Вторинний перетворювач тиску РТ (6а) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 18-му та 19-му терміналах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика тиску інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де до нього на терміналах ПЗ та СОМ3 та до модуля дискретних виходів ВМХ ДДО 1602 на 7 та 8 терміналах підключений перетворювач частоти (6б), який управляє двигуном насоса М4.

Датчик рівня ЛТ (7б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 21 і 22 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

0802. Де перетворювач частоти (7в) підключений до нього на клеммах П0 та СОМ0 та до дискретного модуля виводу ВМХ DDO 1602 на клеммах 1 та 2, який управляє двигуном насоса М1.

Датчик рівня LT (8б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 24 і 25 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Куди йому на терміналах П1 та СОМ1 та до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 на 3 та 4 терміналах підключений перетворювач частоти (8в), який управляє двигуном насоса М2.

Датчик рівня LT (9б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на терміналах 1 і 2. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Куди йому на терміналах П2 та СОМ2 та до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 на 5 та 6 терміналах підключений перетворювач частоти (9в), який управляє двигуном насоса М3.

Датчик рівня LT (10б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 3-му та 4-му терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де залежно від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється і служить додатковою інформацією про роботу системи автоматизації.

Датчик рівня LT (11б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 7-му та 8-му терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу

ВМХ АМО 0802. Куди йому електропневматичний перетворювач (11в) підключений до клем П2 і СОМ2, який управляє пневматичним клапаном (11г), який регулює скидання речовини з гомогенізатора у ванну для змішування.

Датчик витрати FT (12б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 10 і 11 клеммах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика витрати інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вона обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Датчик потоку FT (13б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на клеммах 15 і 16. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика витрати інформація передається до контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми він обробляється, реєструється та служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Перетворювач частоти (14а) підключений до другого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на терміналах П4 та СОМ4 та до модуля цифрових виходів ВМХ DDO 1602 на 9-му та 10-му терміналах і управляє двигуном насоса (М5) .

Перетворювач частоти (15а) підключений до другого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на терміналах П5 та СОМ5 та до модуля цифрових виходів ВМХ DDO 1602 на 11-му та 12-му терміналах і управляє двигуном насоса (М6) .

Перетворювач частоти (16а) підключений до другого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на терміналах П6 та СОМ6 та до модуля цифрових виходів ВМХ DDO 1602 на 13-му та 14-му терміналах і управляє двигуном насоса (М7) .

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 41 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Перетворювач частоти (17а) підключений до другого модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 на клеммах П7 і СОМ7 та до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 на 15 та 16 терміналах і управляє двигуном насоса (М8).

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширений контур контролю та регулювання температури:

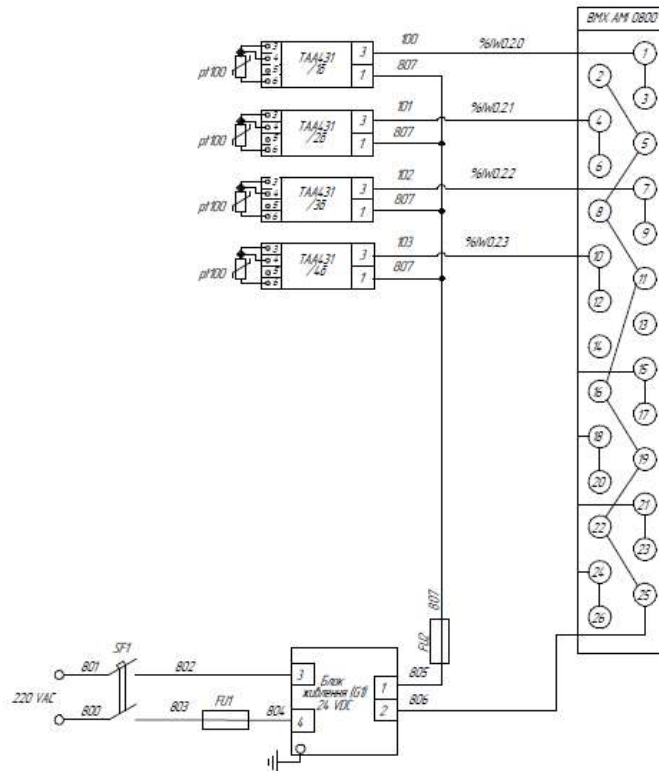


Рис.3.9. Підключення датчиків температури до модуля аналогових входів

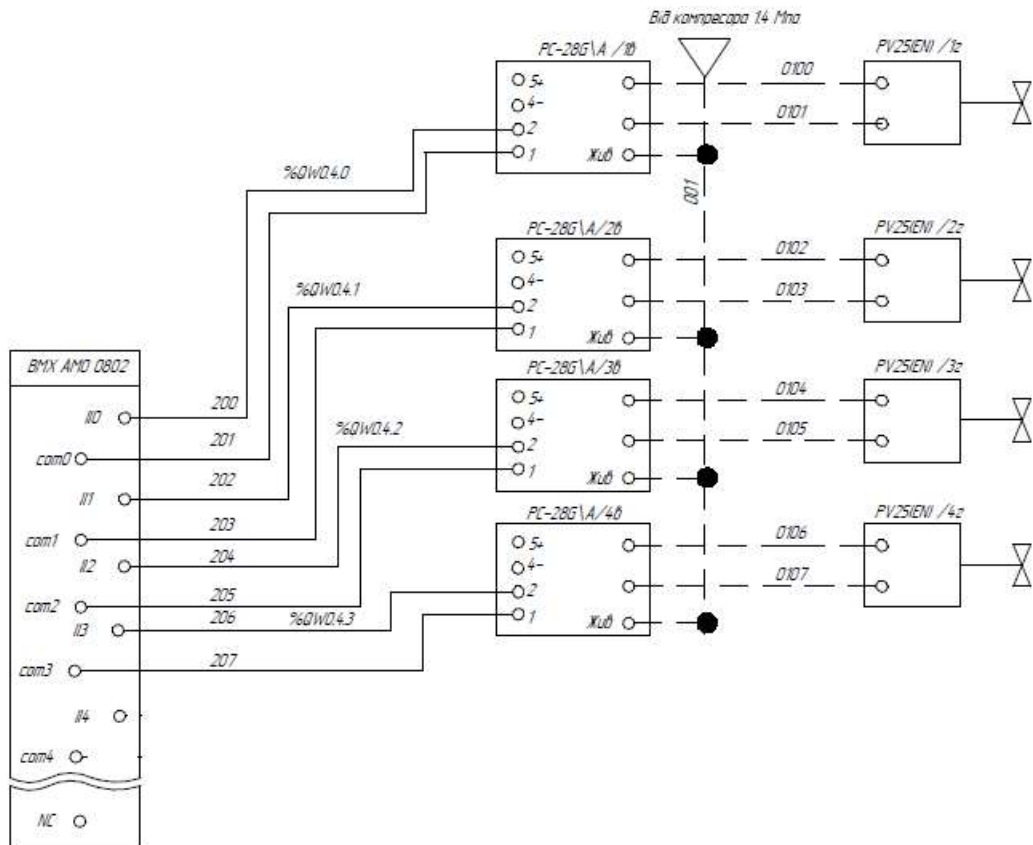


Рис.3.10. Підключення ЕП до модуля аналогових виходів

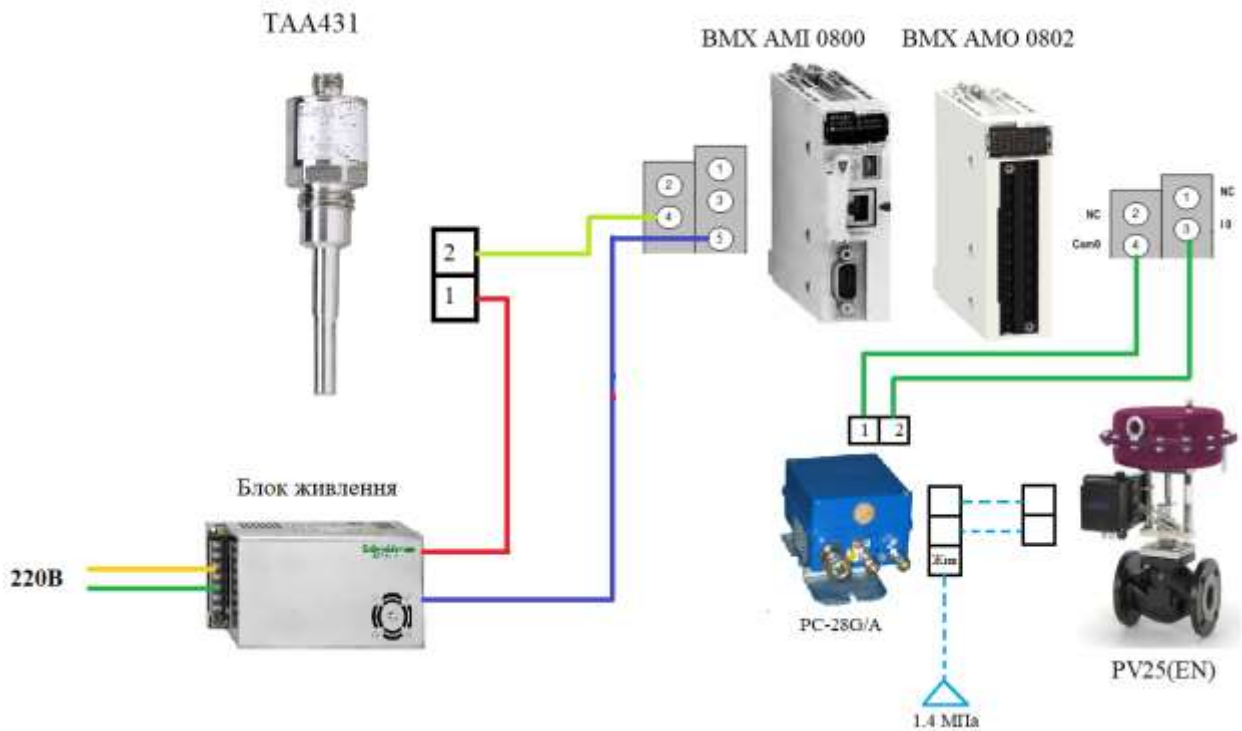


Рис.3.11. Графічне зображення підключення засобів автоматизації контуру контролю та регулювання температури

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

Опис схеми підключення:

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 1 і 2 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (1вв) підключений до нього на клеммах П0 і СОМ0, який управляє пневматичним клапаном (1г), який регулює подачу теплоносія в нагрівач труби 1.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 4 і 5 клеммах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (2в) підключений до нього на клеммах П1 і СОМ1, який управляє пневматичним клапаном (2г), який регулює подачу теплоносія в трубчастий нагрівач 2.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 7 і 8 клеммах. Після отримання інформації з аналогового входу модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на перший модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Де електропневматичний перетворювач (3в) підключений до нього на клеммах П2 і СОМ2, який управляє пневматичним клапаном (3г), який регулює подачу теплоносія в нагрівальну камеру 1.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 43 |

Вторинний перетворювач температури ТТ (4б) підключений до першого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на 10 і 11 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика температури,

інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується та передається на перший модуль аналогових виходів ВМХ АМО 0802. Де він підключений до ПЗ і клем СОМ3 (4в), який управляє пневматичним клапаном (4г), який регулює подачу теплоносія в нагрівальну камеру 2.

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

Розширений контур контролю та регулювання рівня:

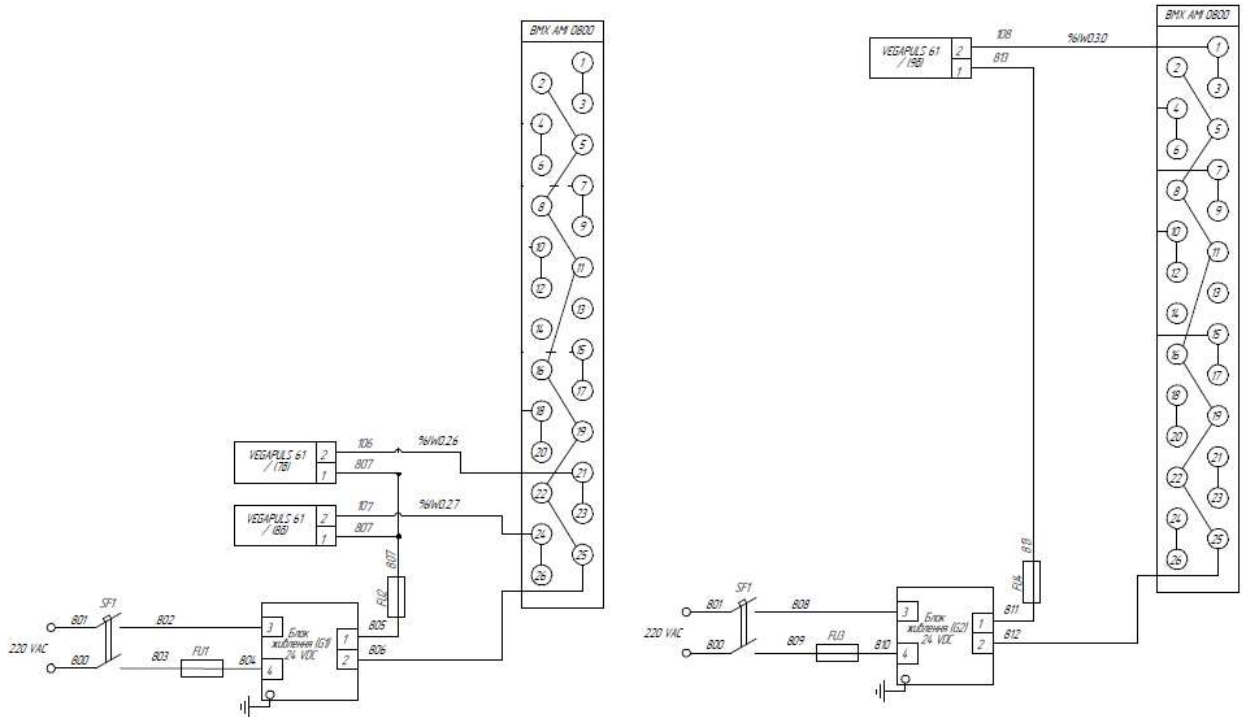


Рис.3.12. Підключення датчиків рівня до модулів аналогових входів

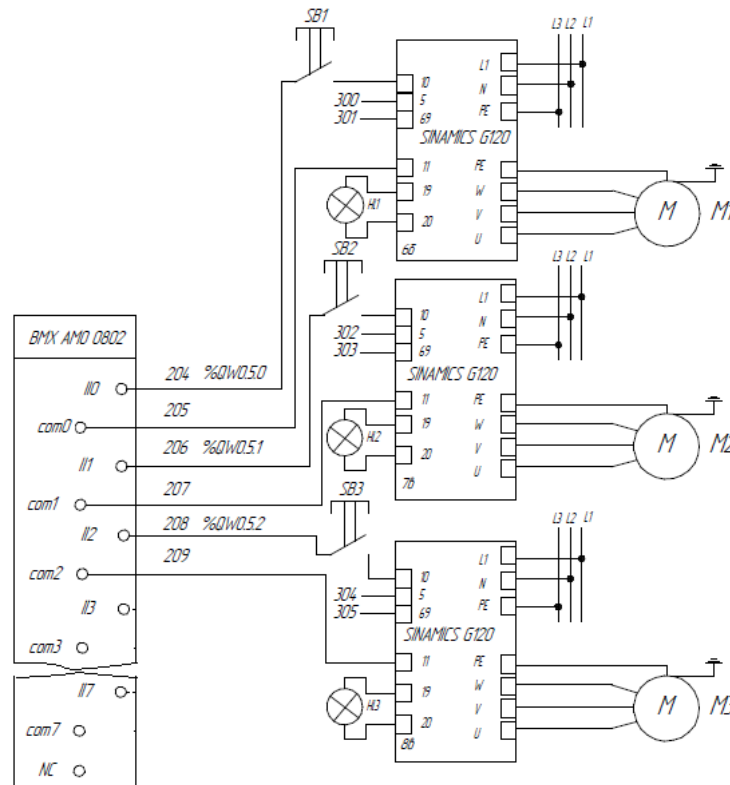


Рис.3.13. Підключення частотних перетворювачів до модуля аналогових виходів

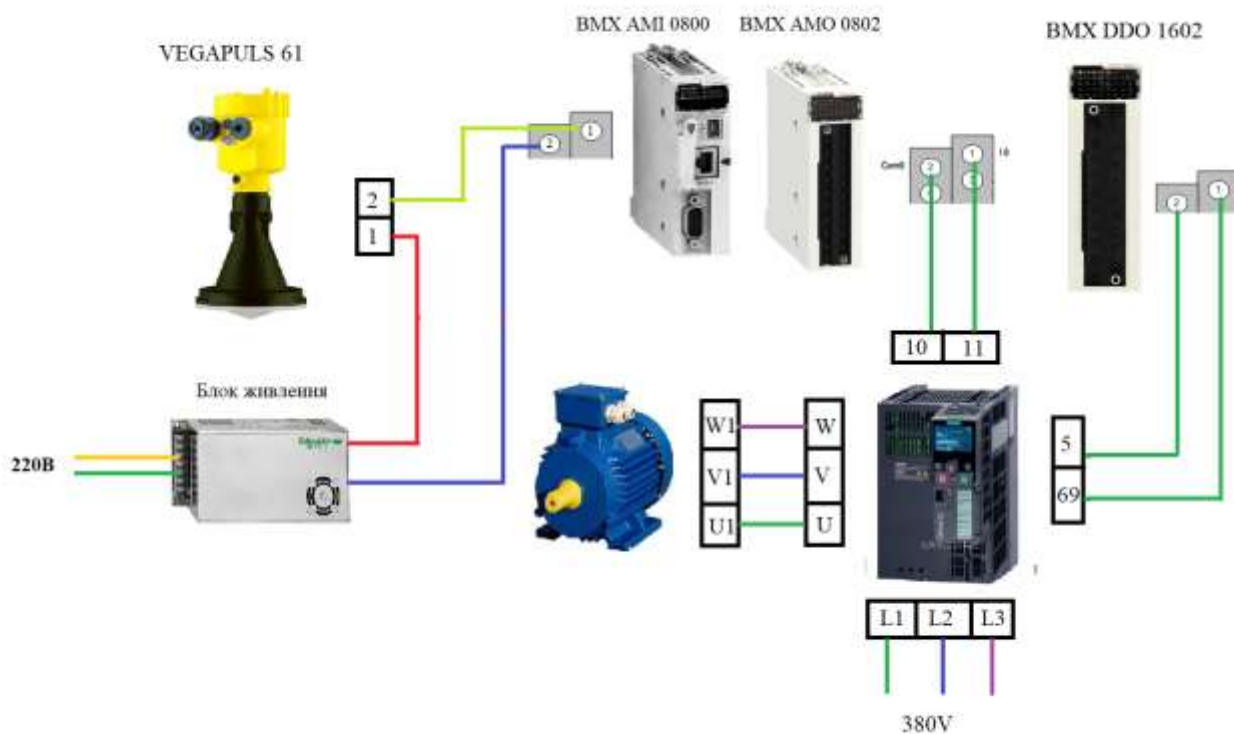


Рис.3.14. Графічне зображення підключення засобів автоматизації контуру контролю та регулювання рівня

Опис схеми підключення:

Датчик рівня LT (7б) підключений до першого модуля аналогових входів BMX AMI 0800 на 21 і 22 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля BMX AMI 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер BMX Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу BMX AMO 0802. Де перетворювач частоти (7в) підключений до нього на клеммах П0 та СОМ0 та до дискретного модуля виводу BMX DDO 1602 на клеммах 1 та 2, який управляє двигуном насоса М1.

Датчик рівня LT (8б) підключений до першого модуля аналогових входів BMX AMI 0800 на 24 і 25 терміналах. Після отримання інформації аналоговим входом модуля BMX AMI 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер BMX Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Куди йому на терміналах П1 та СОМ1 та до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 на 3 та 4 терміналах підключений перетворювач частоти (8в), який управляє двигуном насоса М2.

Датчик рівня LT (9б) підключений до другого модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0800 на терміналах 1 і 2. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ 0800 від датчика рівня інформація передається на контролер ВМХ Р34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми вихідний сигнал управління обробляється, реєструється та генерується і передається на другий модуль аналогового виводу ВМХ АМО 0802. Куди йому на терміналах П2 та СОМ2 та до модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 на 5 та 6 терміналах підключений перетворювач частоти (9в), який управляє двигуном насоса М3.

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

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Радарний рівнемір VEGAPULS 61:

Датчик рівня Vega Puls 61 призначений для вимірювання рівня рідини. Vega Puls 61 застосовується на неабразивних рідинах та сипучих продуктах. Вимірювальний зонд повністю ізолюваний. Випробувана механічна конструкція забезпечує високу функціональну надійність.



Рис.4.1. Зовнішній вигляд рівнеміру Vega Puls 61

Принцип дії:

Принцип роботи всіх відомих радіолокаційних рівнемірів заснований на вимірюванні часу поширення радіохвилі від антени рівня вимірювача до поверхні виробу, до якого вимірюється рівень, і назад, при відомій швидкості його поширення. Відомо, що швидкість поширення електромагнітних хвиль (фазова швидкість, м / с) у середовищі залежить від властивостей середовища:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a}}$$

(де $\epsilon_a = \epsilon_0 \epsilon$ — абсолютна діелектрична проникність середовища, Ф/м;

$\mu_a = \mu_0 \mu$ - абсолютна магнітна проникність середовища, Гн/м.

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Кваліфікаційна робота | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|--|------|------|---------|
| Розроб. | | Бойко В.В. | | | Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Киричук С.А. | | | | | 48 | 7 |
| Секр. Е.К. | | Проскурка Є.С. | | | НУХТ АК-4-2 | | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

Як правило, використовується розташування через газ, оскільки чутливий елемент не піддається дії вимірюваної рідини або сипучого середовища. Крім того, діелектричні константи майже всіх газів близькі до одиниці, в результаті показання рівнемірів майже не залежать від властивостей середовища, що заповнює бак.

Найпростішим з точки зору реалізації на перший погляд є імпульсний метод, суть якого полягає у вимірюванні часу затримки прийнятого імпульсу щодо випромінюваного. Але при його здійсненні виникають такі труднощі:

1) випромінюваний імпульс повинен бути досить коротким, щоб закінчитися до того, як відбитий імпульс надійде до антени, тобто імпульс повинен мати тривалість наносекунд і менше, і реалізувати це не так просто;

2) випромінюваний радіоімпульс повинен бути достатньо сильним, щоб забезпечити необхідне відношення сигнал / шум у прийнятому сигналі, і це накладає відповідні вимоги до випромінюючого елемента;

3) проблема високоточного вимірювання наносекундних інтервалів часу між випромінюваним та відбитим імпульсами не є простою у технічному вирішенні. У той же час, через високу швидкість поширення електромагнітних хвиль у газовому середовищі (майже рівну швидкості поширення світла), реалізація радіолокаційного методу, за аналогією з ультразвуковим "методом ехо", майже неможлива на відносно невеликих відстанях (рівнях). малі інтервали часу через час проходження хвилі від випромінювача до межі між двома середовищами і назад.

Монтаж:

Щоб з'ягнути різьбу пристроїв з різьбовим з'єднанням, використовуйте з'єднувальний шестикутник та відповідний інструмент. Щоб захистити пристрій від вологи, рекомендується прокласти сполучний кабель до входу кабелю, щоб з нього могла стікати волога від дощу або конденсату. Ці рекомендації застосовні, перш за все, при установці на відкритому повітрі, в приміщеннях з підвищеною вологістю (наприклад, там, де проводиться прибирання), а також у резервуарах з охолодженням або опаленням. Частина

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

пристрою, що контактують із середовищем, що підлягає вимірюванню, а саме активна частина, ущільнення та з'єднання, повинні застосовуватися в заданих умовах процесу. Необхідно враховувати тиск процесу, температуру процесу та хімічні властивості середовища.

Накидний або адаптерний фланець:

Для встановлення пристрою на патрубку пропонується комбінований фланець ковпачка для DN 80 (ASME 3" або JIS 80). Пристрій також може поставлятися у виконанні з перехідним фланцем від DN 100 (ASME 4" або JIS 100). У пристроїв із пластиковим, алюмінієвим однокамерним або нержавіючим корпусом фланець ковпачка можна прокласти через корпус безпосередньо при установці на місці. Через алюмінієвий двокамерний корпус неможливо надіти фланець ковпачка, тому такий спосіб установки потрібно вказати при замовленні пристрою.

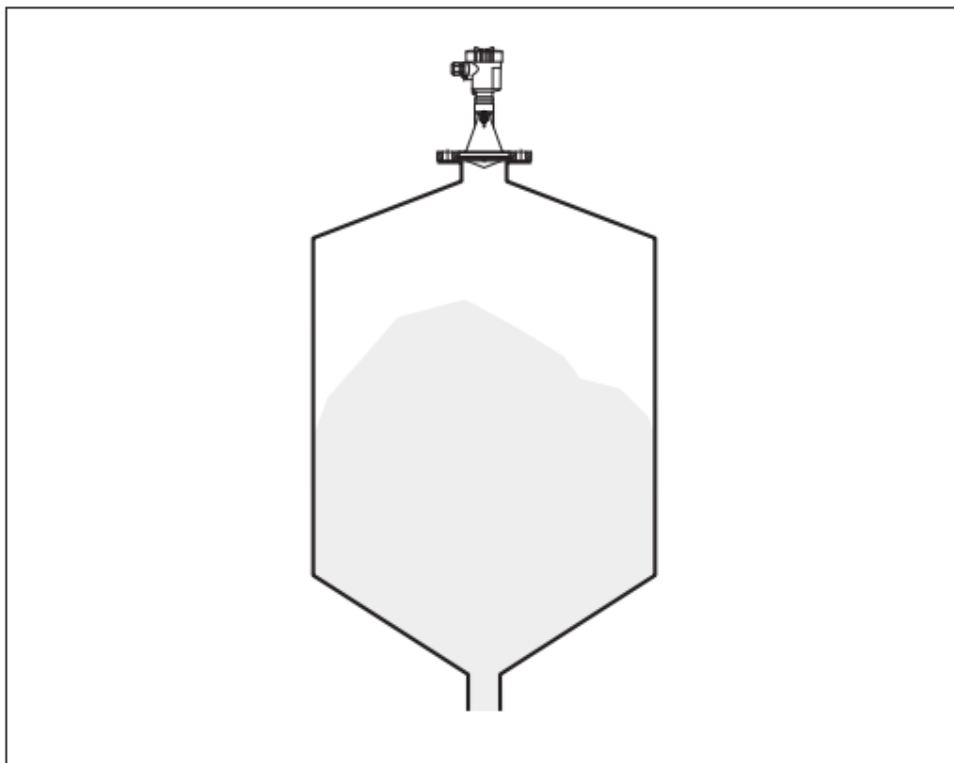


Рис.4.2 Фланцевий монтаж датчика рівня

Підготовка до монтажу з монтажною скобою:

За допомогою монтажного кронштейна датчик може бути встановлений на стінці резервуара, стелі силосу або на кронштейні. Кронштейн дозволяє

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 50 |

легко орієнтувати датчик відносно поверхні сипучого продукту у відкритих контейнерах. Монтажний кронштейн, що постачається з приладом, не прикріплений до нього. Спочатку його слід прикріпити до датчика за допомогою трьох шестигранних гвинтів М5х10 та пружинних шайб. Необхідний інструмент: шестигранний ключ, розмір 4. Кронштейн можна прикрутити до датчика двома способами. Залежно від обраного методу, ви можете встановити інший кут нахилу датчика в кронштейні:

Однокамерний корпус:

- Безступінчато, кут нахилу 180 °;
- Ступінчато, кут нахилу 0 °, 90 ° і 180 °;

Двокамерний корпус:

- Безступінчато, кут нахилу 90 °;
- Ступінчато, кут нахилу 0 ° і 90 °;

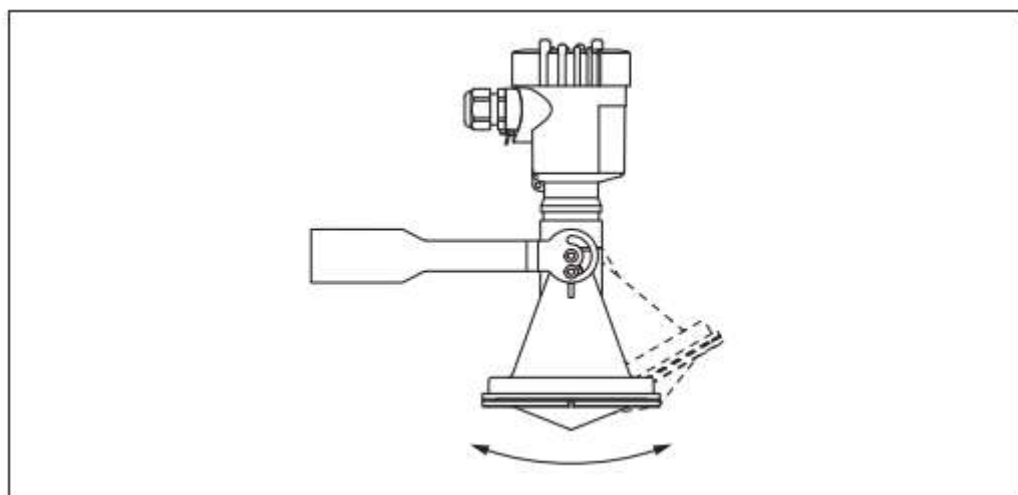


Рис.4.3. Кут повороту при кріпленні (в центрі)

Радіолокаційні імпульси, випромінювані датчиком, є електромагнітними хвилями. Площина поляризації визначається напрямком електричної складової. Повертаючи пристрій на сполучному фланці або в різьбовій трубі, положення площини поляризації може значно зменшити ефект помилкових відлунь. При установці датчика, відстань від стінки резервуара повинні бути не менше 200 мм (7,874 дюйма). При встановленні рівня в центрі опуклої або округлої даху резервуара можливі множинні відлуння, які можна відфільтрувати за допомогою відповідної настройки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Якщо неможливо забезпечити зазначену вище відстань (особливо якщо осад продукту накопичується на стінці резервуара), то початкова установка повинна створити пам'ять про перешкоди. Рекомендується заново створити пам'ять про перешкоди з уже накопиченим осадом на стінці резервуара.

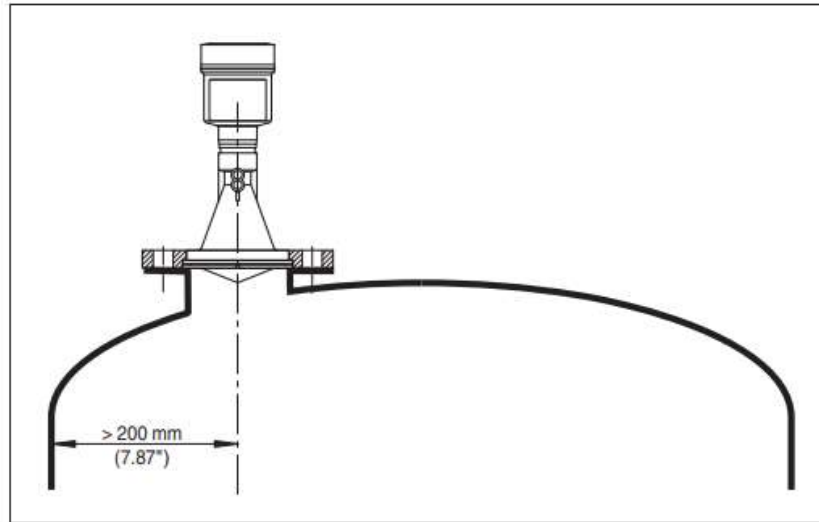


Рис.4.4. Монтаж радарного датчика на округлої даху ємності

На резервуарах з конічним дном рекомендується датчик встановити в центрі резервуара так, щоб вимірювання було можливим на всю глибину.

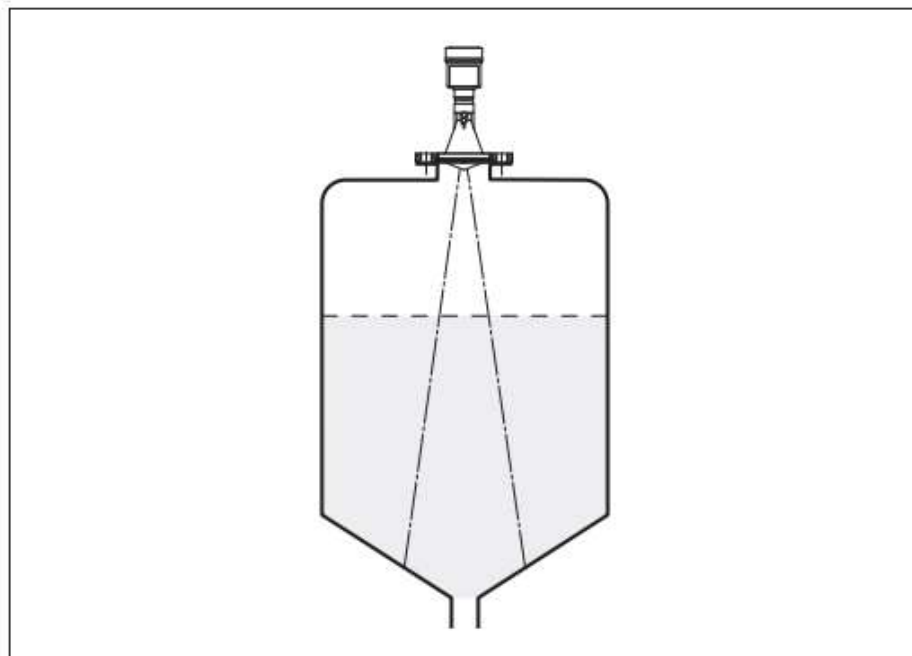


Рис.4.5. Монтаж радарного датчика на ємностях з конічним днищем

Пристрої не слід встановлювати над потоком наповнення. Пристрій повинен визначати поверхню виробу, а не продукт, що витікає.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

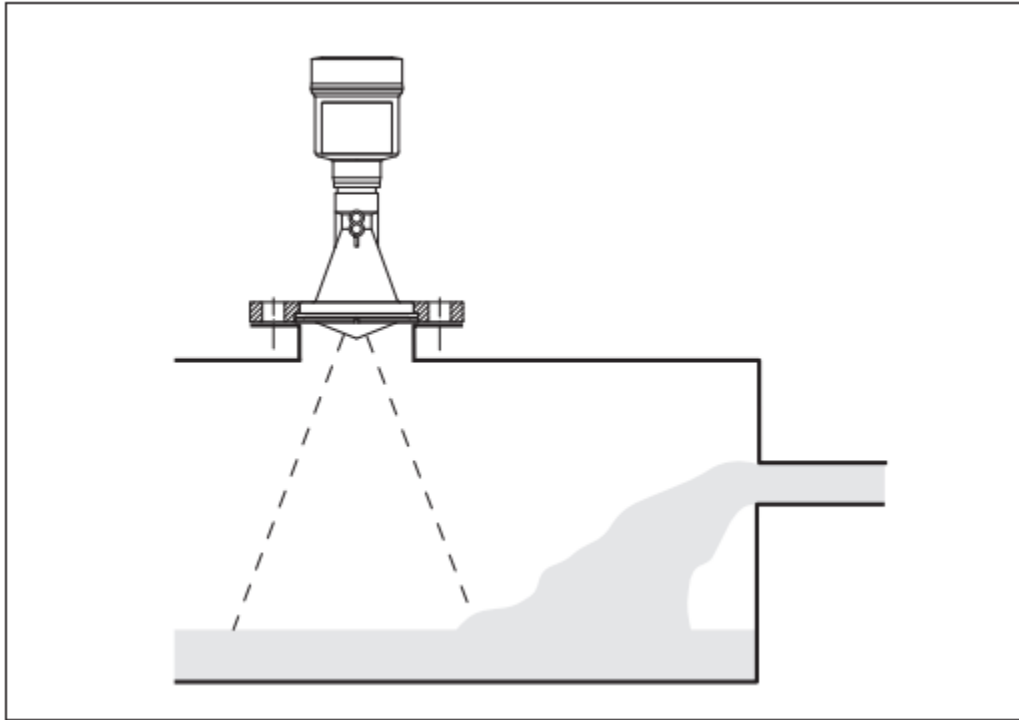


Рис.4.6.. Монтаж радарного датчика при втікає продукті

Висота монтажної труби повинна бути такою, щоб край антени виступав із труби щонайменше на 10 мм (0,4 дюйма).

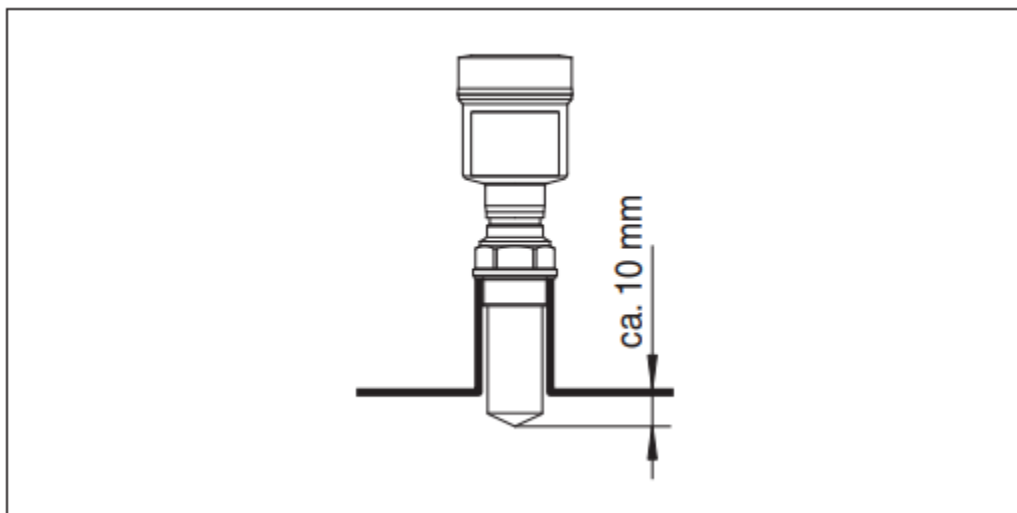


Рис.4.7. Рекомендована висота монтажної трубки

На виробках із хорошими відбиваючими властивостями VEGAPULS 61 також можна встановлювати на форсунках, висота яких перевищує довжину антени (приблизні розміри форсунок див. На малюнку нижче). У цьому випадку кінець труби повинен бути рівним, без задирок і, по можливості, закругленим.

Необхідно створити пам'ять перешкод. Для забезпечення оптимальних результатів вимірювань на рідинах датчик повинен бути встановлений, якщо це

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

можливо, вертикально відносно поверхні виробу.

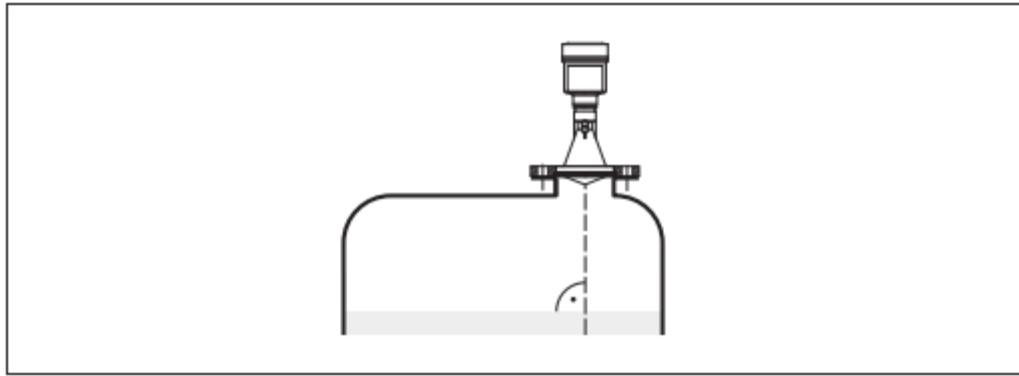


Рис. 4.8. Орієнтація датчика на рідинах

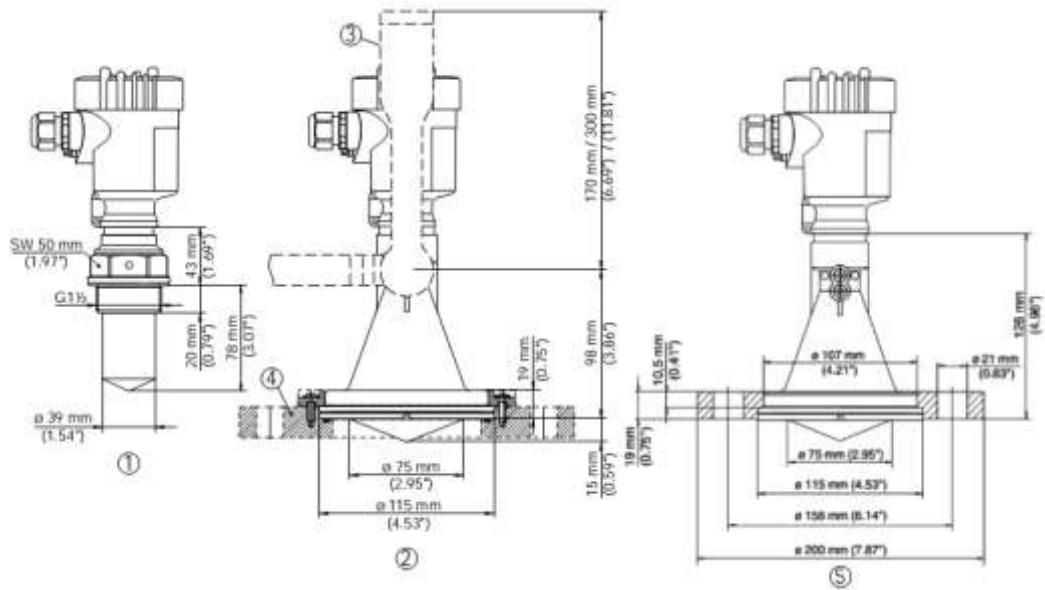


Рис. 4.9. Габаритні розміри рівнеміру Vega Puls 61

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

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

Програма для роботи системи автоматизації розроблена в програмному середовищі Unity Pro від французької фірми Schneider Electric.



Рис.5.1. Логотип ПЗ Unity Pro.

Система Unity Pro - це багатofункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження і оперативного управління ПЛК Modicon M340, Premium і Quantum, а також Atrium. який відповідає стандарту IEC 61131-3, визнає переваги пакетів PL7 і Concept, а також заснований на відомих стандартах PL7 і Concept.

Unity Pro має повний набір готових функцій для підвищення продуктивності:

- нові вбудовані засоби діагностики.
- сучасний функціонал;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;

- численні інструменти для тестування програми і поліпшення системи;

Unity включає спеціальне програмне забезпечення, в якому є:

- природна комунікабельність.
- Розробка та створення додатків з інтеграцією ПЛК / людино-машинного інтерфейсу.
- відкритість для розробки на C або VBA (Visual Basic для додатків);

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-------------|------|----------------|--------|------|--|-------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| | | | | | Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Розроб. | | Бойко В.В. | | | | | 55 | 9 |
| Перевір. | | Киричук С.А. | | | | НУХТ АК-4-2 | | |
| Секр. | | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| Зав.кафедри | | Ельперін І.В. | | | | | | |

Платформи автоматизації Modicon з технологією Transparent Ready на основі TCP / IP Ethernet і веб-технологій пропонують рішення для оптимізації продуктивності. Послуги веб-сервера, електронна пошта, прямий доступ до бази даних, синхронізація пристроїв, розподілений введення-виведення.

Робоча система інструментів Unity Pro дозволяє:

- настраюєма панель інструментів і значки;
- функції перетягування і масштабування;
- вбудоване діагностичне вікно.
- прямий доступ до інструментів та інформації;
- 100% графічна конфігурація;

Розширений діапазон функцій:

- журнал історії операторів в системі Unity Pro, що зберігається у захищеному файлі;
- захист профілю користувача та пароля;

Емуляція ПЛК:

Вбудована функція емулятора ПЛК дозволяє точно відтворити поведінку програми ПЛК на вашому комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні інструменти налагодження для досягнення максимальної якості перед установкою:

- поступова реалізація програми;
- точки зупинки програми і контрольні точки зміни змінних;
- Анімація в реальному часі для перевірки змінних і логіки під час роботи.
- Скорочення вимушених простоїв.

Система інструментів Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Функціональні блоки, інтегровані в програму, використовуються (в залежності від їх призначення) для контролю умов безпечної експлуатації та розвитку процесу в часі.

У вікні програми в хронологічному порядку відображаються всі повідомлення про збої системи і помилки програми з відміткою часу, коли вони відбулися. В

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

У цьому вікні ви можете одним клацанням запустити редактор для усунення помилок в програмі (пошук помилок в початковому тексті). Зміни, зроблені онлайн, можуть бути згруповані в автономному режимі на комп'ютері і завантажені безпосередньо в ПЛК, так що всі зміни будуть враховані в одному циклі сканування. [10]

Переваги стандартизації:

Система інструментів Unity Pro має повний набір інструментів і функцій, необхідних для структурування додатків відповідно до характеристиками процесу або блоку.

Програма розділена на ієрархічно розташовані функціональні блоки, що містять:

- програмна область;
- анімаційні таблиці;
- операторські екрани;
- гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можуть бути запрограмовані в спеціальних функціональних блоках (DFB) в IEC 61131.

Багаторазове використання модулів:

Всі модулі оптимізовані і відповідають вимогам, скорочуючи час розробки та налагодження на місці при оптимізації якості:

- функціональні модулі можна повторно використовувати в додатку і застосовувати XML для імпорту / експорту між проектами;
- функціональні блоки легко «перетягуються» в проект з бібліотеки за допомогою «миші» - технології drag and drop;
- автоматичне оновлення копій блоків в телепрограмах при змінах в бібліотеці (за бажанням).

Алгоритм програми:

1. Натискається кнопка ПУСК.
2. Включаємо двигуни насосів з 1 по 5 (M1-M5), Регулятори температури 1,2,3,4, та закриваємо клапан 1Г (якщо відкритий);

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

3. Коли рівень у гомогенізаторі більше\дорівнює заданому значення вмикаємо двигун гомогенізатору М6 та таймер №1, Вимикаємо двигуни насосів М1-М5 та регулятори 1,2,3,4;

4. Коли час таймеру №1 вичерпався вимикаємо двигун М6 та відкриваємо клапан 11г.

5. Коли рівень у гомогенізаторі досяг позначки 0 (пусто) вмикаємо двигун ванни з мішалкою М8 та таймер №2 ;

6. Коли час таймеру №2 вичерпався вимикаємо двигун М6 та вмикаємо двигун насосу М7 та таймер №3;

7. Коли час таймеру №3 вичерпався або нажата кнопка «Стоп» вимикаємо М7, обнуляємо всі таймери.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

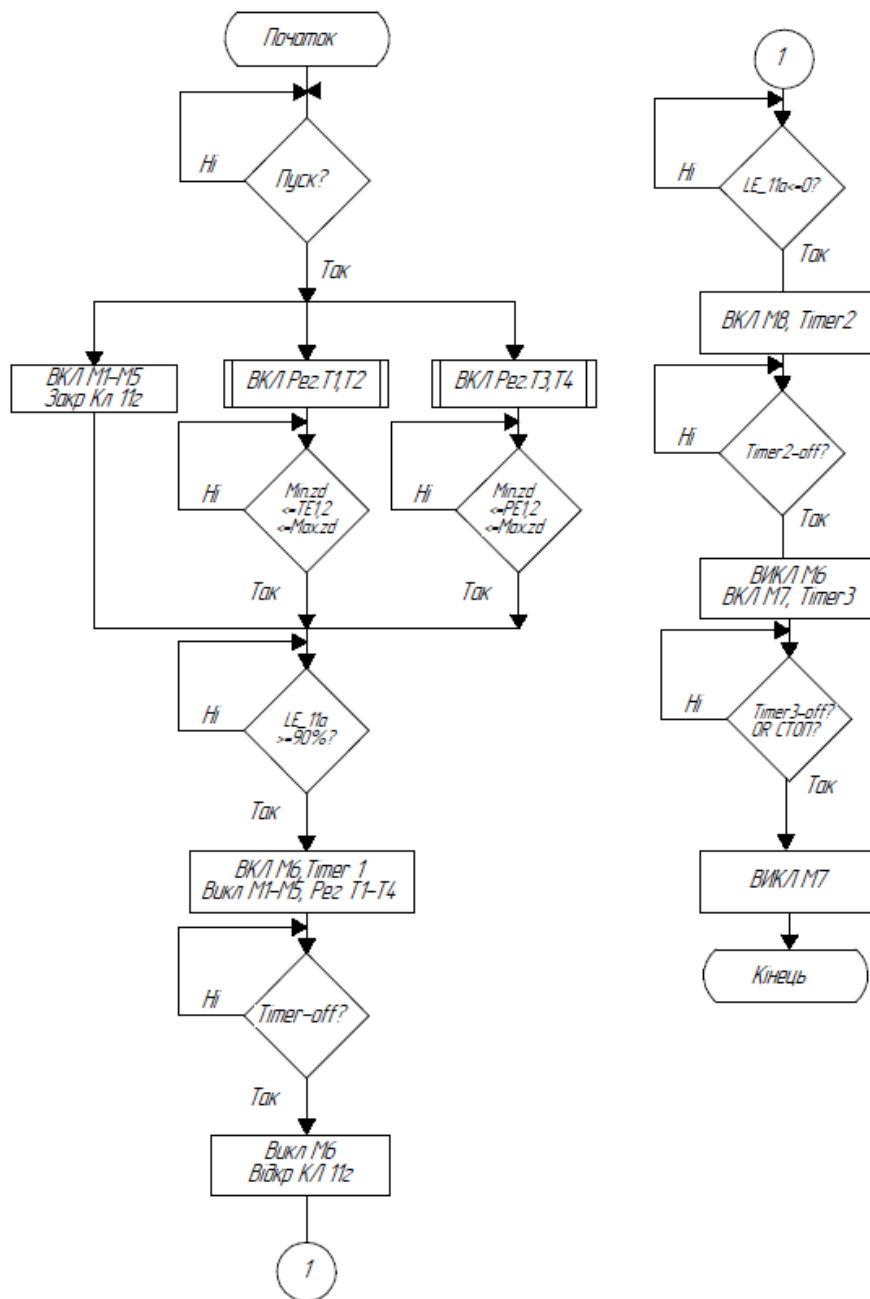


Рис.5.2. Блок-схема алгоритму

Фрагмент програми на мові ST:

Структурований текст або *Structured text (ST)* - це мова програмування стандарту IEC 61131-3, яка призначена для програмування промислових контролерів та операторських станцій. Він використовується в пакунках SCADA / HMI / SoftLogic. За структурою та синтаксисом він найближчий до мови програмування Паскаль. Мова зручна для написання великих програм та роботи з аналоговими сигналами та числами з плаваючою комою.

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

```

IF PUSK OR restart THEN
Stop:=FALSE;
Pusk:=FALSE;
Step1:=TRUE;
restart:=FALSE;
M1:=100.0;
M2:=100.0;
M3:=100.0;
M4:=100.0;
M5:=100.0;
Reg_TE1:=TRUE;
Reg_TE2:=TRUE;
Reg_TE3:=TRUE;
Reg_TE4:=TRUE;
END_IF;
IF Level_11a>=90.0 AND Step1 THEN
M1:=0.0;
M2:=0.0;
M3:=0.0;
M4:=0.0;
M5:=0.0;
M6:=100.0;
Timer1:=TRUE;
Reg_TE1:=FALSE;
Reg_TE2:=FALSE;
Reg_TE3:=FALSE;
Reg_TE4:=FALSE;
Step1:=FALSE;
Step2:=TRUE;
END_IF;

```

```

IF Step2 AND FBI_0.Q THEN
M6:=0.0;
Killg:=100.0;
Step2:=FALSE;
Step3:=TRUE;
END_IF;

IF Level_11a<=0.0 AND Step3 THEN
M8:=100.0;
Timer2:=TRUE;
Step3:=FALSE;
Step4:=TRUE;
END_IF;

IF FBI_1.Q AND Step4 THEN
M7:=100.0;
M8:=0.0;
Timer3:=TRUE;
Step4:=FALSE;
Step5:=TRUE;
END_IF;

IF (FBI_2.Q AND Step5) OR Stop THEN
M7:=0.0;
restart:=TRUE;
Step5:=FALSE;
END_IF;

IF Stop THEN
Pusk:=FALSE;
Reg_TE1:=FALSE;
Reg_TE2:=FALSE;
Reg_TE3:=FALSE;
Reg_TE4:=FALSE;
restart:=FALSE;
M1:=0.0;
M2:=0.0;
M3:=0.0;
M4:=0.0;
M5:=0.0;
M6:=0.0;
M7:=0.0;
M8:=0.0;
END_IF;

```

Рис.5.3. Фрагменти програми на мові ST

Регулятори температури на мові FBD:

FBD - це графічна мова програмування. Мова стандартизована міжнародним стандартом ІЕС 61131-3. Програма формується з так званих ланцюжків, які виконуються послідовно зверху вниз. Ланцюги можуть мати ярлики. Інструкція переходу мітки дозволяє змінити послідовність схем для умов програмування та циклів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вхід "EN" підключений до змінної, яка запускає блок контролера,
 "PV" - змінна, яка вказує поточне значення регульованого параметра, "SP" -
 встановлене значення параметра, "Man_Auto" -автоматичний \ ручний режим
 (має два значення: 1 \ 0 або TRUE \ FALSE), " PARA "- блок керування
 налаштуваннями," OUT "(вхід і вихід, також званий In-Out) - значення, яке ми
 регулюємо (% відкриття клапана, частота обертання двигуна).

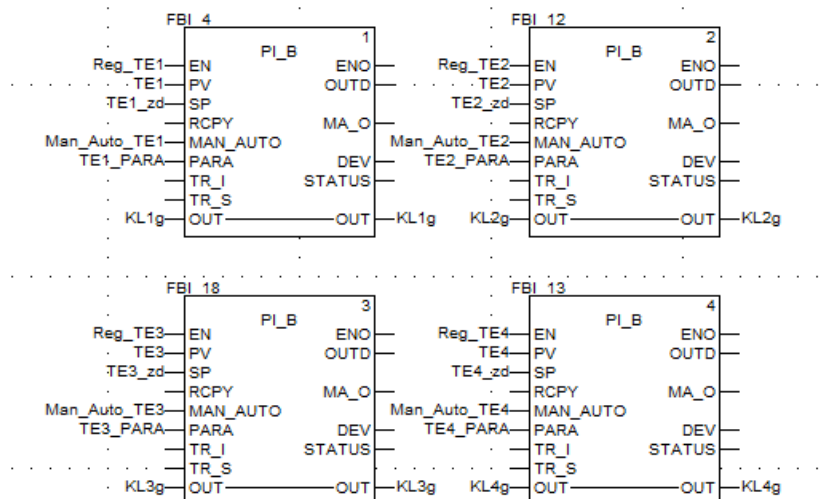


Рис.5.4. Блоки регуляторів на мові FBD.

Змінні, що використовуються у програмі:

| Name | Type | Value | Comment |
|--------------|------|-------|---|
| Man_Auto_TE1 | BOOL | | Ручний\автоматичний режим роботи регулятора температури 1 |
| Man_Auto_TE2 | BOOL | | Ручний\автоматичний режим роботи регулятора температури 2 |
| Man_Auto_TE3 | BOOL | | Ручний\автоматичний режим роботи регулятора температури 3 |
| Man_Auto_TE4 | BOOL | | Ручний\автоматичний режим роботи регулятора температури 4 |
| Pusk | BOOL | | Кнопка "ПУСК" |
| Reg_TE1 | BOOL | | Змінна запуску регулятора температури 1 |
| Reg_TE2 | BOOL | | Змінна запуску регулятора температури 2 |
| Reg_TE3 | BOOL | | Змінна запуску регулятора температури 3 |
| Reg_TE4 | BOOL | | Змінна запуску регулятора температури 4 |
| restart | BOOL | | Кнопка перезапуску циклу |
| Step1 | BOOL | | Внутрішня змінна-крок |
| Step2 | BOOL | | Внутрішня змінна-крок |
| Step3 | BOOL | | Внутрішня змінна-крок |
| Step4 | BOOL | | Внутрішня змінна-крок |
| Step5 | BOOL | | Внутрішня змінна-крок |
| Stop | BOOL | | Кнопка "СТОП" |
| Timer1 | BOOL | | Змінна запуску таймеру 1 |
| Timer2 | BOOL | | Змінна запуску таймеру 2 |
| Timer3 | BOOL | | Змінна запуску таймеру 3 |
| KL1g_0 | INT | | Клапан 1г (не масштабоване значення) |
| KL2g_0 | INT | | Клапан 2г (не масштабоване значення) |
| KL3g_0 | INT | | Клапан 3г (не масштабоване значення) |
| KL4g_0 | INT | | Клапан 4г (не масштабоване значення) |

| | | | | |
|-------------|------|--|--|---------------------------------------|
| ● TE1_0 | INT | | | Значення температури (не шкальоване) |
| ● TE2_0 | INT | | | Значення температури (не шкальоване) |
| ● TE3_0 | INT | | | Значення температури (не шкальоване) |
| ● TE4_0 | INT | | | Значення температури (не шкальоване) |
| ● KL1g | REAL | | | Клапан 1г |
| ● KL2g | REAL | | | Клапан 2г |
| ● KL3g | REAL | | | Клапан 3г |
| ● KL4g | REAL | | | Клапан 4г |
| ● Level_11a | REAL | | | Рівень |
| ● M1 | REAL | | | Двигун M1 |
| ● M2 | REAL | | | Двигун M2 |
| ● M3 | REAL | | | Двигун M3 |
| ● M4 | REAL | | | Двигун M4 |
| ● M5 | REAL | | | Двигун M5 |
| ● M6 | REAL | | | Двигун M6 |
| ● M7 | REAL | | | Двигун M7 |
| ● M8 | REAL | | | Двигун M8 |
| ● TE1 | REAL | | | Значення температури 1(масштабоване) |
| ● TE1_zd | REAL | | | Задане значення температури 1 |
| ● TE2 | REAL | | | Значення температури 2(масштабоване) |
| ● TE2_zd | REAL | | | Задане значення температури 2 |
| ● TE3 | REAL | | | Значення температури 3 (масштабоване) |
| ● TE3_zd | REAL | | | Задане значення температури 3 |
| ● TE4 | REAL | | | Значення температури 4 (масштабоване) |
| ● TE4_zd | REAL | | | Задане значення температури 4 |

Рис.5.5. Таблиця використуваних змінних.

Шкалювання змінних для зручності використання у програмі:

На вхід IN (блоків Int_to_Real) підключений сигнал від датчиків в діапазоні 0..10000, На виході Out (блок Масштабування) ми отримуємо масштабоване значення параметра, відповідно до налаштувань, що містяться у змінній PARA (підключається до вхідного блоку PARA для масштабування).

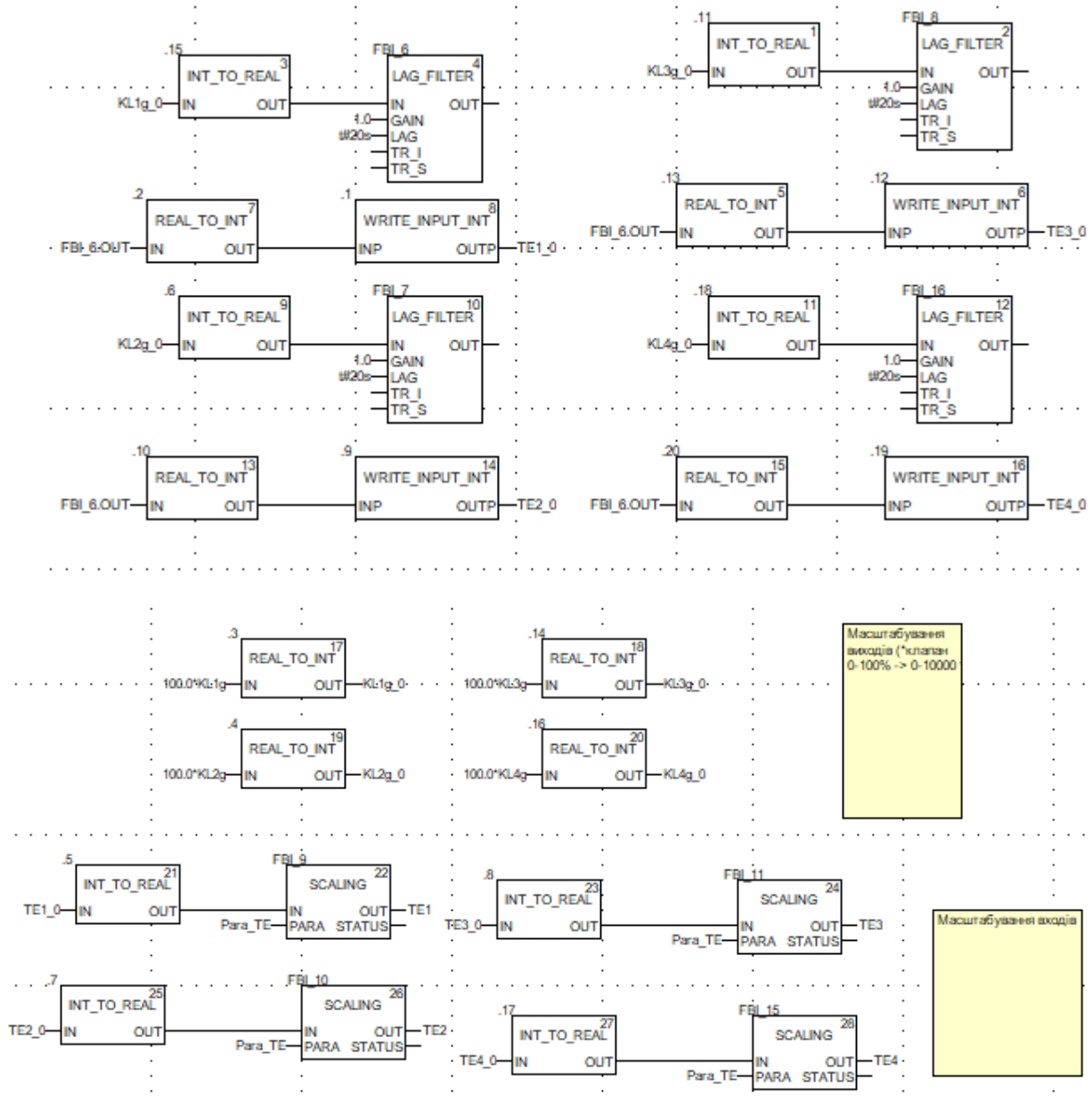


Рис.5.6. Блоки шкалювання змінних

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

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Програмним середовищем для розробки інтерфейсу HMI / SCADA було обрано програмне середовище Zenon SCADA.

Zenon - це простий у використанні, але потужний програмний пакет для систем автоматизації, розроблений світовим лідером у HMI / SCADA-рішеннях SCADA-DATA. Він використовується багатьма компаніями по всьому світу в області візуалізації процесів, машинних операцій та управління виробництвом.

Zenon пропонує простий об'єктно-орієнтований дизайн, повну сумісність та інтеграцію в єдину систему пристроїв, від окремих терміналів до пунктів управління, рівень безпеки відповідає міжнародним стандартам. Його відкритість дозволяє швидко та ефективно підключати будь-яке апаратне та програмне забезпечення (наприклад, програми ERP). Чудово працює на промислових ПК та пристроях Windows CE. Розробник пропонує найновіші програмні інтерфейси, такі як VSTA та VBA.

SCADA - програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення систем реального часу для збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. SCADA може бути частиною ACS TP, ASKOE, системи моніторингу навколишнього середовища, наукового експерименту, автоматизації будівель тощо. SCADA-системи використовуються у всіх галузях економіки, де необхідно забезпечити контроль оператора за технологічними процесами в режимі реального часу. Це програмне забезпечення встановлюється на комп'ютерах і використовує драйвери вводу-виводу або сервери OPC / DDE для зв'язку з об'єктом. Код програми може бути написаний однією з мов програмування та сформований у середовищі проектування.

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|---|--------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Бойко В.В.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Киричук С.А.</i> | | | | | 64 | 9 |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | <i>НУХТ АК-4-2</i> | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | <i>Ельперін І.В.</i> | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Іноді системи SCADA оснащуються додатковим програмним забезпеченням для програмування промислових контролерів. Такі системи SCADA називаються інтегрованими, і до них додається термін SoftLogic.

Термін SCADA зазвичай позначає централізовані системи контролю та управління цілою системою або комплекси систем, що здійснюються за участю людини. Більшість контрольних дій виконуються автоматично RTU або PLC. Пряме управління процесом зазвичай забезпечується RTU або PLC, а SCADA контролює режими роботи.

Наприклад, ПЛК може контролювати потік охолоджуючої води як частину виробничого процесу, а система SCADA може дозволяти операторам змінювати налаштування потоку, змінювати маршрути рідини, наповнювати певні резервуари та контролювати повідомлення про тривогу, такі як втрата потоку та високі температури . відобразитися, записуватись і на що оператор повинен своєчасно реагувати. Цикл управління зворотним зв'язком проходить через RTU або PLC, тоді як система SCADA контролює повне виконання циклу.[9]

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

Всі параметри в наступних таблицях аналогових входів і виходів підлягають архівуванню (запис в архіві кожні 5 хвилин) і відображаються у вікні історії на вкладці "Історія" мнемонічного дисплея. Межі для сигналізації виходу параметра поза допустимими межами встановлюються для всіх сигналів аналогових входів.

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

Таблиця аналогових входів:

| Назва сигналу | Позначення на СА | Адреса |
|---|------------------|--------|
| Температура у трубчастому підігрівачі 1 | TE 16 | %MW0 |
| Температура у трубчастому підігрівачі 2 | TE 26 | %MW2 |
| Температура у гріючій камері 1 | TE 36 | %MW4 |
| Температура у гріючій камері 2 | TE 46 | %MW6 |
| Температура у гріючій камері 3 | TE 56 | %MW8 |
| Тиск у гомогенізаторі | PT 6a | %MW10 |
| Рівень в гріючій камері 1 | LE 76 | %MW12 |
| Рівень в гріючій камері 2 | LE 86 | %MW14 |
| Рівень в гріючій камері 3 | LE 96 | %MW16 |
| Рівень в конденсаторі | LE 106 | %MW18 |
| Рівень в гомогенізаторі | LE 116 | %MW20 |
| Витрата нормалізованого молока | FE 126 | %MW22 |
| Витрата сгущеного молока | FE 136 | %MW22 |

Таблиця аналогових виходів:

| Назва сигналу | Позначення на СА | Адреса |
|---|------------------|--------|
| Клапан регулювання витрати гарячої води | 1г | %MW50 |
| Клапан регулювання витрати гарячої води | 2г | %MW52 |
| Клапан регулювання витрати пари | 3г | %MW54 |

| | | |
|--|-----|-------|
| Клапан регулювання подачі молока з гомогенізатору у ванну з мішалкою | 11Г | %MW58 |
| Керування двигуном насосу 1 | M1 | %MW60 |
| Керування двигуном насосу 2 | M2 | %MW62 |
| Керування двигуном насосу 3 | M3 | %MW64 |
| Керування двигуном насосу 4 | M4 | %MW66 |
| Керування двигуном насосу 5 | M5 | %MW68 |
| Керування двигуном гомогенізатора | M6 | %MW70 |
| Керування двигуном насосу 6 | M7 | %MW72 |
| Керування двигуном мішалки | M8 | %MW74 |

Таблиця даних SCADA/HMI:

| Name ▲ | Measur... |
|---------------|-----------|
| Filter text | Filter... |
| FE 126 | мЗ\год |
| FE 136 | мЗ\год |
| LE 76 | % |
| LE 86 | % |
| LE 96 | % |
| LE 106 | % |
| LE 116 | % |
| PT 6а | МПа |
| TE 16 | *С |
| TE 26 | *С |
| TE 36 | *С |
| TE 46 | *С |
| TE 56 | *С |
| Клапан 1г | % |
| Клапан 1г АР | |
| Клапан 2г | % |
| Клапан 2г АР | |
| Клапан 3г | % |
| Клапан 3г АР | |
| Клапан 4г | % |
| Клапан 4г АР | |
| Клапан 11г | % |
| Клапан 11г АР | |
| M1 | % |
| M1 АР | |
| M2 | % |
| M2 АР | |
| M3 | % |
| M3 АР | |
| M4 | % |
| M4 АР | |
| M5 | % |
| M5 АР | |
| M6 | % |
| M6 АР | |
| M7 | % |
| M7 АР | |
| M8 | % |
| M8 АР | |

Рис.6.1. Таблиця даних SCADA Zenon.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми.

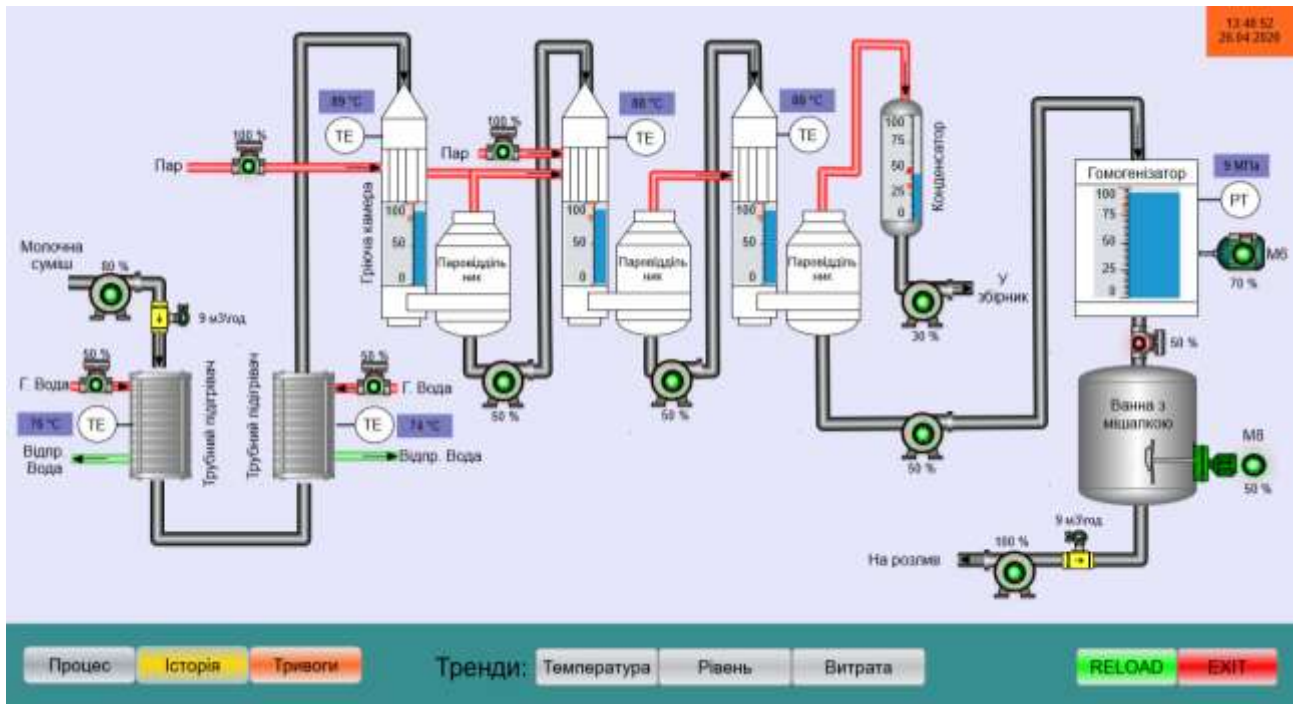


Рис.6.2. Робочий вид для оператора.

У системі автоматизації виникло відхилення від норми, SCADA показує повідомлення про відхилення в верхній частині екрану оператора, та вказує який саме параметр вийшов з норми

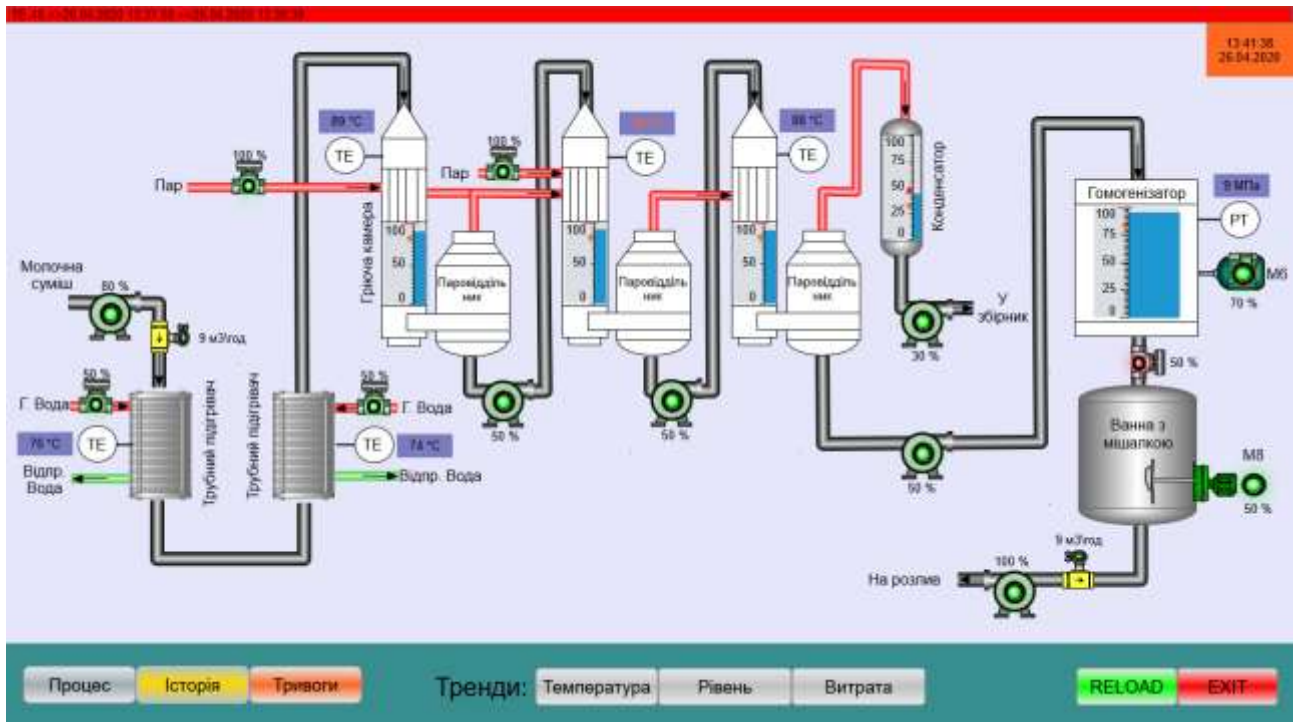


Рис.6.3. Робочий вид для оператора (виникла помилка).

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

Кваліфікаційна робота

Арк.

69

Вікно вкладки історія системи автоматизації. Тут відображаються всі події в хронологічному порядку (наприклад зміни параметрів чи дії оператора)

| Time received | Text | Variable name | Value | Meas... | User - full name | Computer name | Comment |
|---------------------|--------------------------------------|---------------|-------|---------|------------------|---------------|---------|
| 26.04.2020 13:39:31 | Modify spontaneous value: (1) | Kvaran & AP | 1 | | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:33 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 38 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:35 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 38 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:37 | Modify spontaneous value: (89 °C) | TE 38 | 89 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:39 | Modify spontaneous value: (88 °C) | TE 48 | 88 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:41 | Modify spontaneous value: (88 °C) | TE 58 | 88 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:44 | Modify spontaneous value: (1) | M4 AP | 1 | | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:46 | Modify spontaneous value: (1) | M3 AP | 1 | | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:47 | Modify spontaneous value: (1) | M2 AP | 1 | | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:50 | Modify spontaneous value: (0 м3/год) | FE 136 | 0 | м3/год | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:50 | Modify spontaneous value: (0 м3/год) | FE 136 | 0 | м3/год | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:52 | Modify spontaneous value: (0 м3/год) | FE 136 | 0 | м3/год | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:54 | Modify spontaneous value: (1) | M7 AP | 1 | | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:39:57 | Modify spontaneous value: (100 %) | M7 | 100 | % | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:40:03 | Modify spontaneous value: (0 МПа) | PT 6a | 0 | МПа | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:08 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 48 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:11 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 48 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:11 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 48 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:13 | Modify spontaneous value: (95 °C) | TE 48 | 95 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:13 | Modify spontaneous value: (30 °C) | TE 48 | 30 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:50 | Modify spontaneous value: (55 °C) | TE 38 | 55 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:50 | Modify spontaneous value: (55 °C) | TE 38 | 55 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:50 | Modify spontaneous value: (99 °C) | TE 58 | 99 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:52 | Modify spontaneous value: (99 °C) | TE 58 | 99 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:55 | Modify spontaneous value: (99 °C) | TE 58 | 99 | °C | SYSTEM | RURYK | |
| 26.04.2020 13:41:55 | Modify spontaneous value: (99 °C) | PT 6a | 22 | МПа | SYSTEM | RURYK | |

Рис.6.4. Вкладка хронології.

Вікно вкладки тривоги системи автоматизації(ALARM). Тут відображаються всі тривоги які виникли, який параметр, коли усунутий чи є дійсним.

| Alarm... | Time received | Time cleared | Time acknowledged | Variable name | Value | Meas... | Text | User - full name | Computer name | Com... |
|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------|-------|---------|------|------------------|---------------|--------|
| ● | >>26.04.2020 13:37:58 | <<26.04.2020 13:39:38 | | TE 48 | 100 | °C | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:38:07 | <<26.04.2020 13:39:54 | | LE 100 | 03 | % | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:39:00 | <<26.04.2020 13:39:52 | | FE 136 | 0 | м3/год | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:41:11 | <<26.04.2020 13:41:13 | | TE 48 | 95 | °C | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:41:13 | <<26.04.2020 13:41:13 | | TE 48 | 95 | °C | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:41:50 | | | TE 38 | 55 | °C | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:41:52 | | | TE 58 | 99 | °C | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:41:55 | | | PT 6a | 22 | МПа | | | | |
| ● | >>26.04.2020 13:42:00 | | | FE 136 | 0 | м3/год | | | | |

Рис.6.5. Вкладка тривоги.

Спрацювання тривоги і відображення в інформаційному списку тривог визначається індивідуально для кожної змінної в лімітах (вкладка «Ліміти»).

Коли рівень верхнього граничного значення буде досягнутий (у діапазоні, визначеному нами для конкретної змінної), спрацюватиме сигнал тривоги, який відобразатиметься в журналі тривоги. Він матиме статус "Активний" (червоне коло).

Якщо рівень опуститься нижче граничного значення, він змінить свій статус на "Неактивний" (зелене коло). Крім того, будильник може змінити свій статус на "Підтверджено" (синє коло), якщо оператор натисне кнопку "Підтвердити". Оскільки ми активували опцію Видалити, цей запис зникне зі списку, лише якщо ми вручну видалимо його за допомогою відповідної кнопки.

Вікна вкладок трендів системи автоматизації. Тут представленні у вигляді графіків всі зміни контролюючих параметрів (можна побачити навіть миттєві зміни)

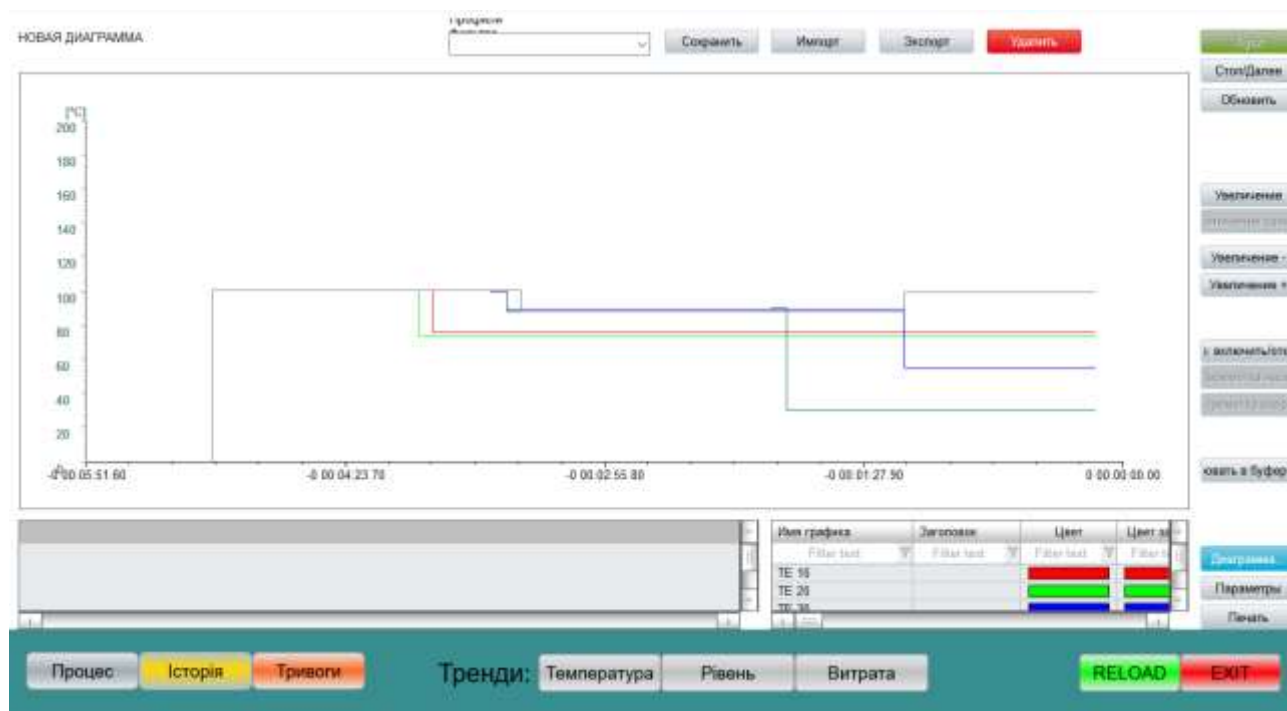


Рис.6.6. Вкладка трендів температури.

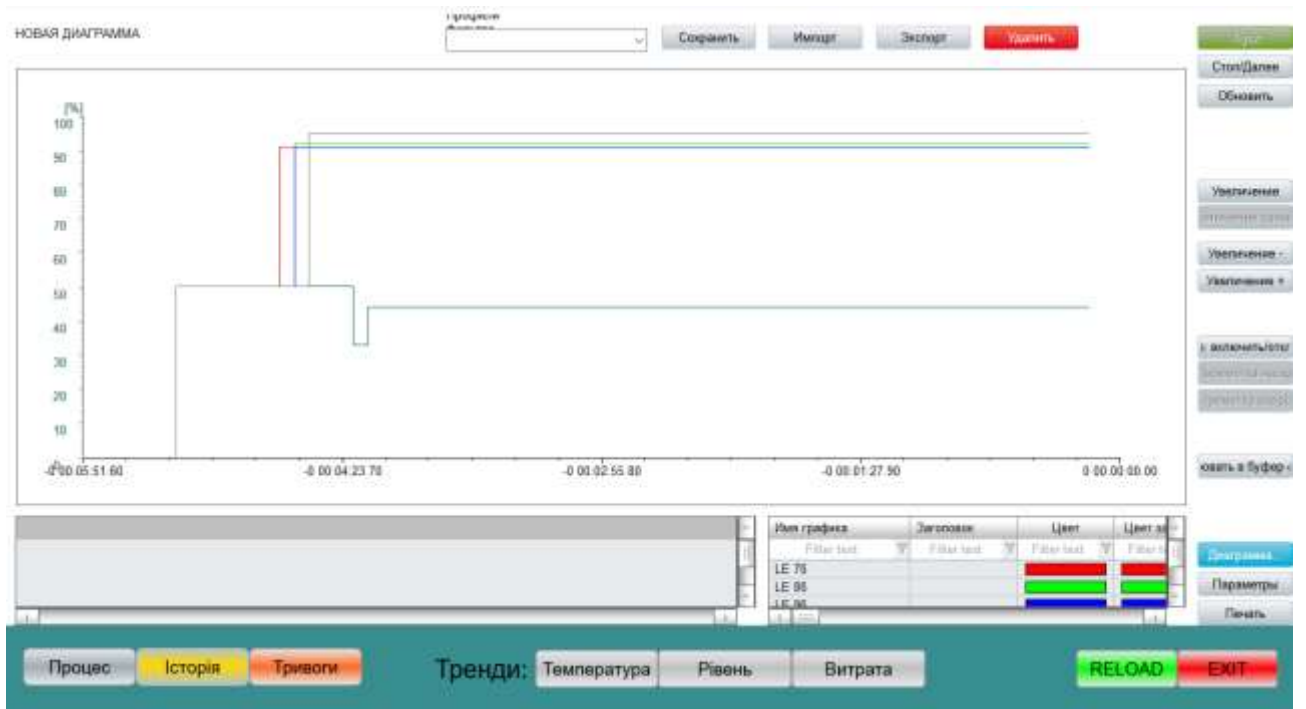


Рис.6.7. Вкладка трендів рівня.

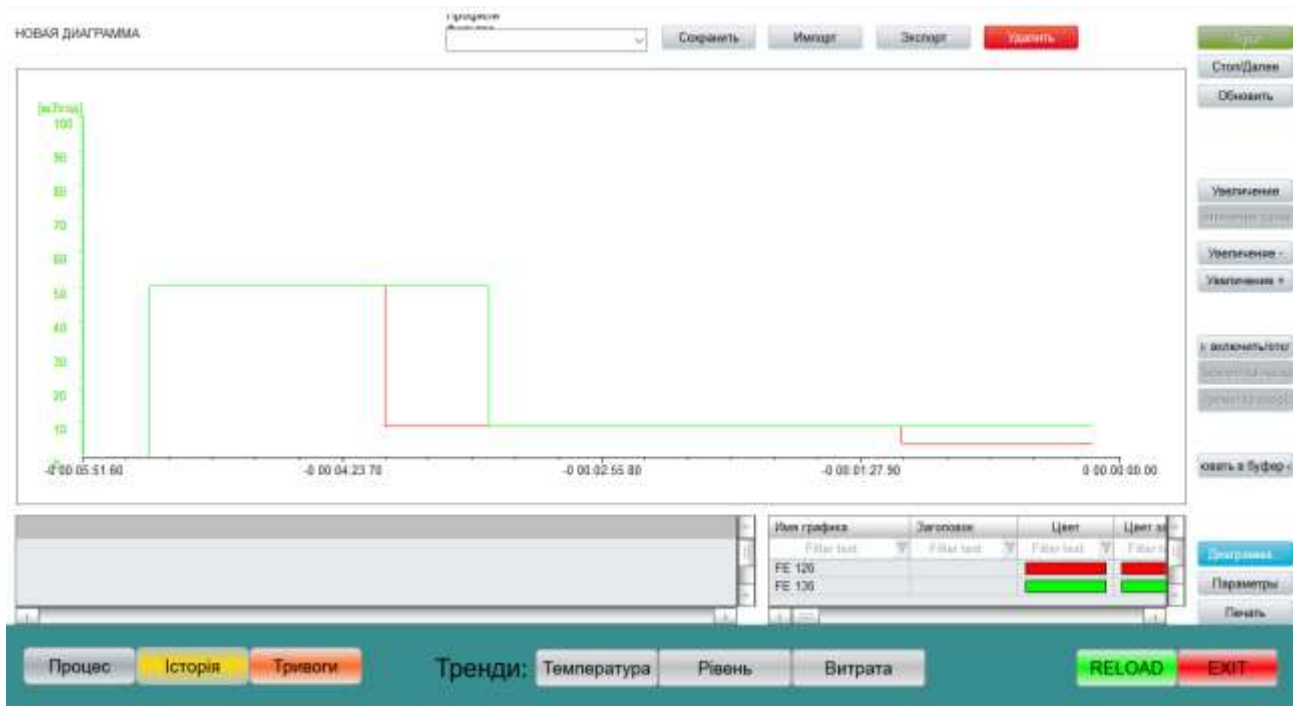


Рис.6.8. Вкладка трендів витрати.

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання - це інструмент математичного моделювання, що використовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближення поведінки систем, занадто складних для аналітичних чи польових досліджень.

У дипломному проекті виконується комп'ютерне моделювання для підсистеми управління технологічною змінною для наступних завдань:

- визначення оптимальної структури та / або параметрів SAR;
- вивчення властивостей ПАР (стабільність, якість, енергоспоживання);
- дослідження SAR технологічними об'єктами, що працюють в умовах нестационарності / нелінійності / невизначеності тощо.

Комп'ютерне моделювання виконується в програмному середовищі Matlab, використовуючи зовнішні функції Toolbox та Simulink. [10]

Постановка задачі: Для системи автоматизації лінії виробництва згущеного молока знайти налаштування ПІ та ПІД-регуляторів.

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

У цьому дипломному проекті для системи управління була взята система автоматизації АСР на лінії виробництва згущеного молока.

Для виконання вищезазначеного аналізу потрібно вивести передавальні функції для об'єкта за каналами різних дій, скласти блок-схему об'єкта.

При необхідності виконайте структурні перетворення (перенесення суматорів, точок), в результаті чого структурна схема зменшується до еквівалентної однолінійної.

Запишемо систему рівнянь в операторному вигляді, враховуючи нульові початкові умови та підстановивши числові значення коефіцієнтів та сталих часу.

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---|-------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Бойко В.В. | | | <i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва згущеного молока</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | Киричук С.А. | | | | | 73 | 6 |
| <i>Секр. Е.К.</i> | | Проскурка Є.С. | | | | НУХТ АК-4-2 | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | Ельперін І.В. | | | | | | |

Система набуває вигляду:

$$(27p+1) \cdot \Delta X_1(p) = 0,8 \cdot \Delta U_1(p) + 0,7 \cdot \Delta Z_1(p) + 0,8 \cdot \Delta X_2(p);$$

$$(15p+1) \cdot \Delta X_2(p) = 0,3 \cdot \Delta X_1(p) + 0,6 \cdot \Delta Z_2(p);$$

$$(14p+1) \cdot \Delta X_3(p) = 0,2 \cdot \Delta X_2(p) + 0,4 \cdot \Delta Z_3(p);$$

Визначимо передаточні функції:

$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{0,8}{27p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{0,7}{27p+1}; W_{21}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0,8}{27p+1};$$

$$W_{2Z}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta Z_2(p)} = \frac{0,6}{15p+1}; W_{12}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_1(p)} = \frac{0,3}{15p+1};$$

$$W_{23}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0,2}{14p+1}, W_{3Z}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta Z_3(p)} = \frac{0,4}{15p+1},$$

Складаємо структурну схему об'єкта:

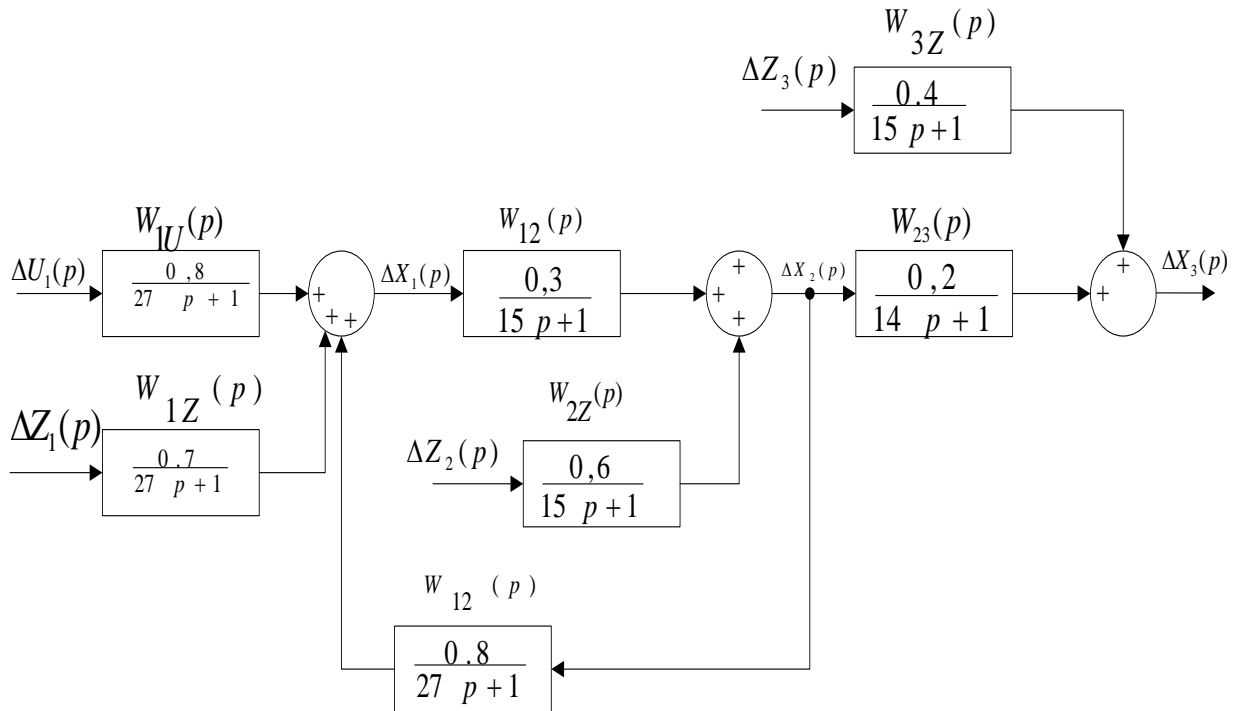


Рис. 7.1. Структурна схема об'єкта.

7.3. Моделювання САР

Настройка ПД- регулятора

Наближеним методом розрахунку параметрів настройок регуляторів є метод *незагасаючих* коливань (в технічній літературі його називають методом Ціглера-Нікольса). Замкнену систему автоматичного регулювання з П-регулятором переводять в режим автоколивань за допомогою збільшення $K_{рег}$. Якщо в системі працює ПІ-регулятор, то $T_i \rightarrow \infty$, при ПД-регуляторі $T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$. Для отримання автоколивань визначають критичні значення $K_{рег}^{крит}$ і період $T_{п}^{крит}$. Тоді наближеними параметрами настройки ПД-регулятора будуть :

Параметры типовых регуляторов

| | $k_{п}$ | $k_{п}$ | $k_{д}$ |
|---------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| П-регулятор | $0,50k_{п}^*$ | | |
| ПИ-регулятор | $0,45k_{п}^*$ | $0,54k_{п}^*/T^*$ | |
| ПД-регулятор | $0,60k_{п}^*$ | $1,2k_{п}^*/T^*$ | $0,075k_{п}^*T^*$ |

Для цього знаходимо $K_{р}$ критичне, при якому система знаходиться на межі стійкості .

$$K_{п\ крит} = 176,5. T_{п} = 65 \text{ (с).}$$

Для ПІ-регулятора настройки будуть наступними:

$$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,45 = 176,5 * 0,45 = 79,425;$$

$$K_{і} = (0,54 * K_{п(крит)}) / T_{п} = (0,54 * 176,5) / 65 = 1,4663;$$

Для ПД-регулятора настройки будуть наступними:

$$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,6 = 105,9;$$

$$K_{і} = (1,2 * K_{п(крит)}) / T_{п} = 3,2585;$$

$$K_{д} = 0,075 * K_{п(крит)} * T_{п} = 860,4375.$$

Зменшення передавального числа контролера дозволяє забезпечити необхідний запас міцності, хоча загалом отримані налаштування не гарантують досягнення крайності показника якості, наприклад, інтегрованого критерію.

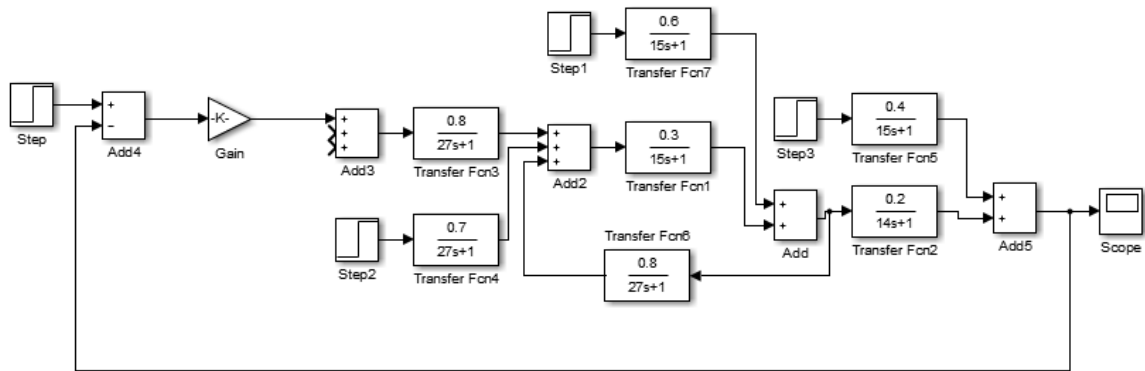


Рис.7.2. Структурна схема АСР з П-регулятором

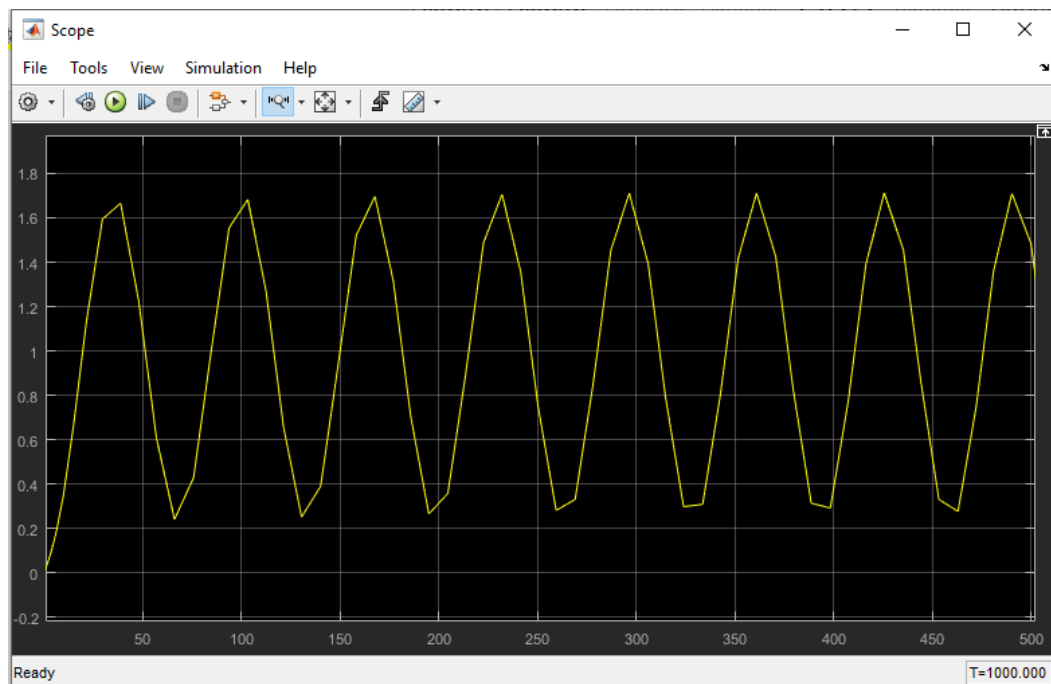


Рис.7.3. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості
($K_n(\text{крит.})=176.5$)

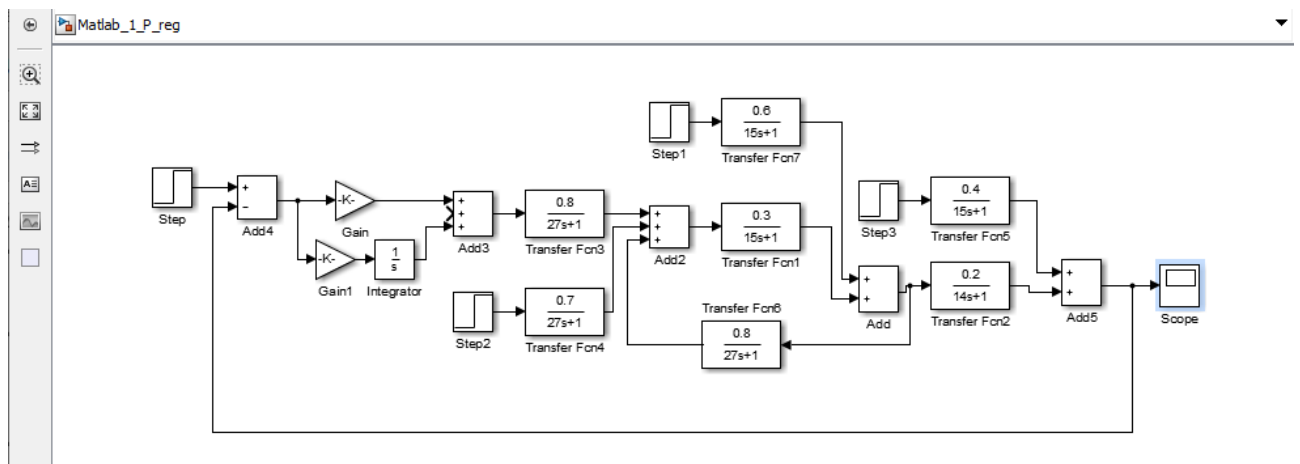


Рис.7.4. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

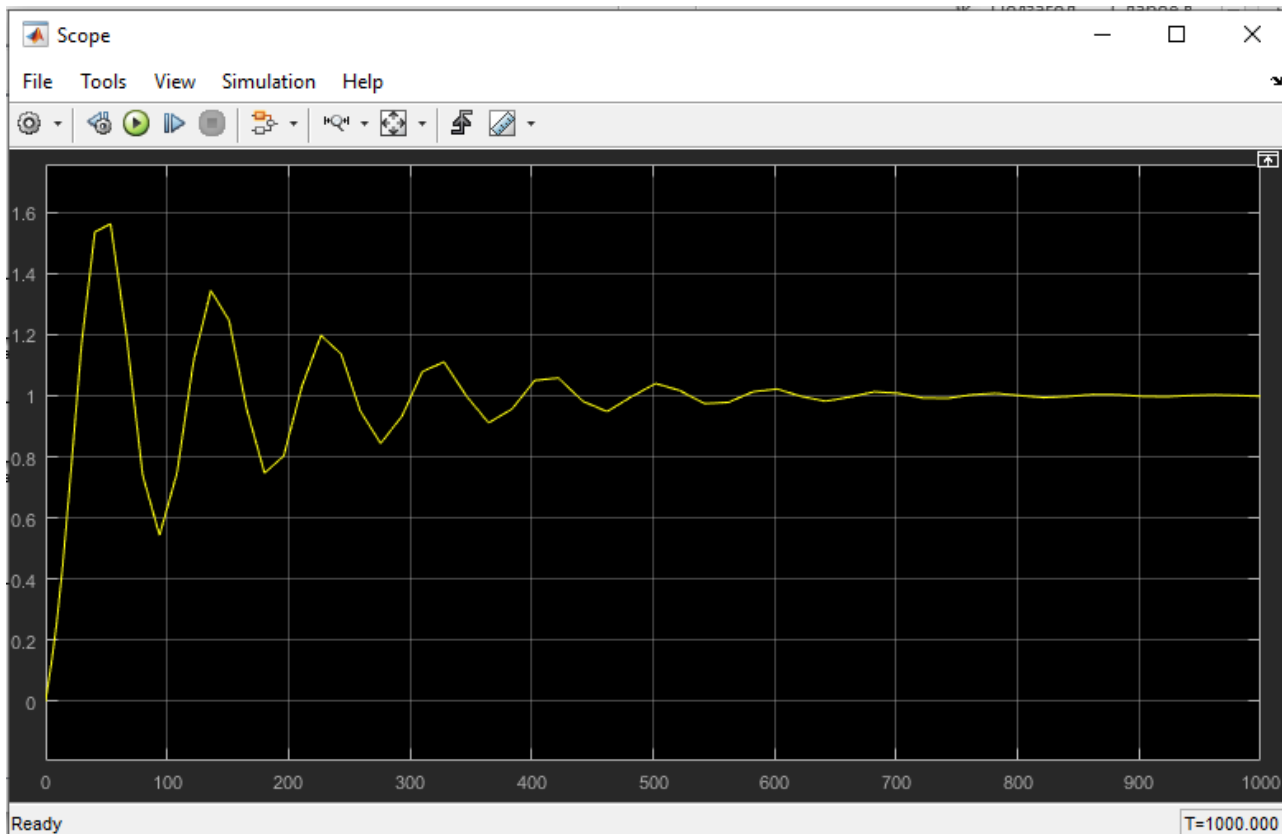


Рис.7.5. Перехідний процес з ПІ-регулятором (оптимальні настройки)

$$\psi = (A1-A3)/A1 = (0,59-0,375)/0,59 = 0,364;$$

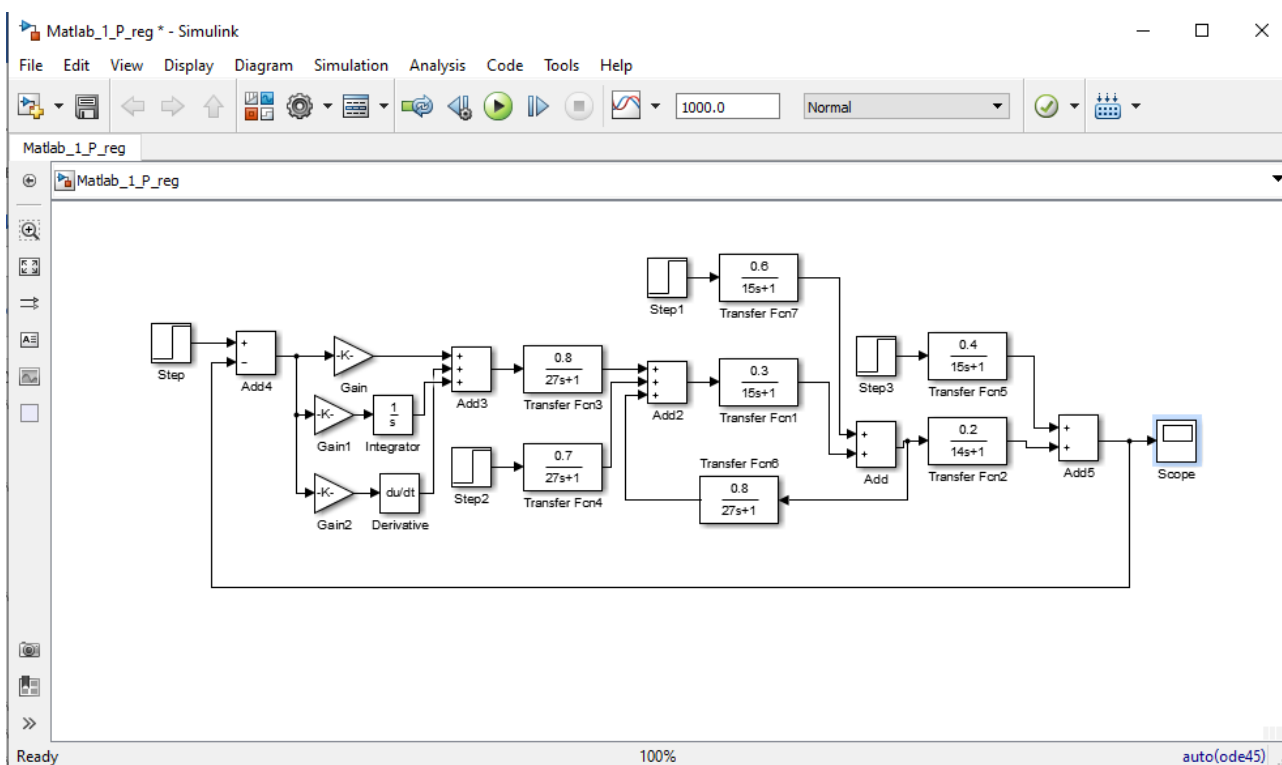


Рис.7.6. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

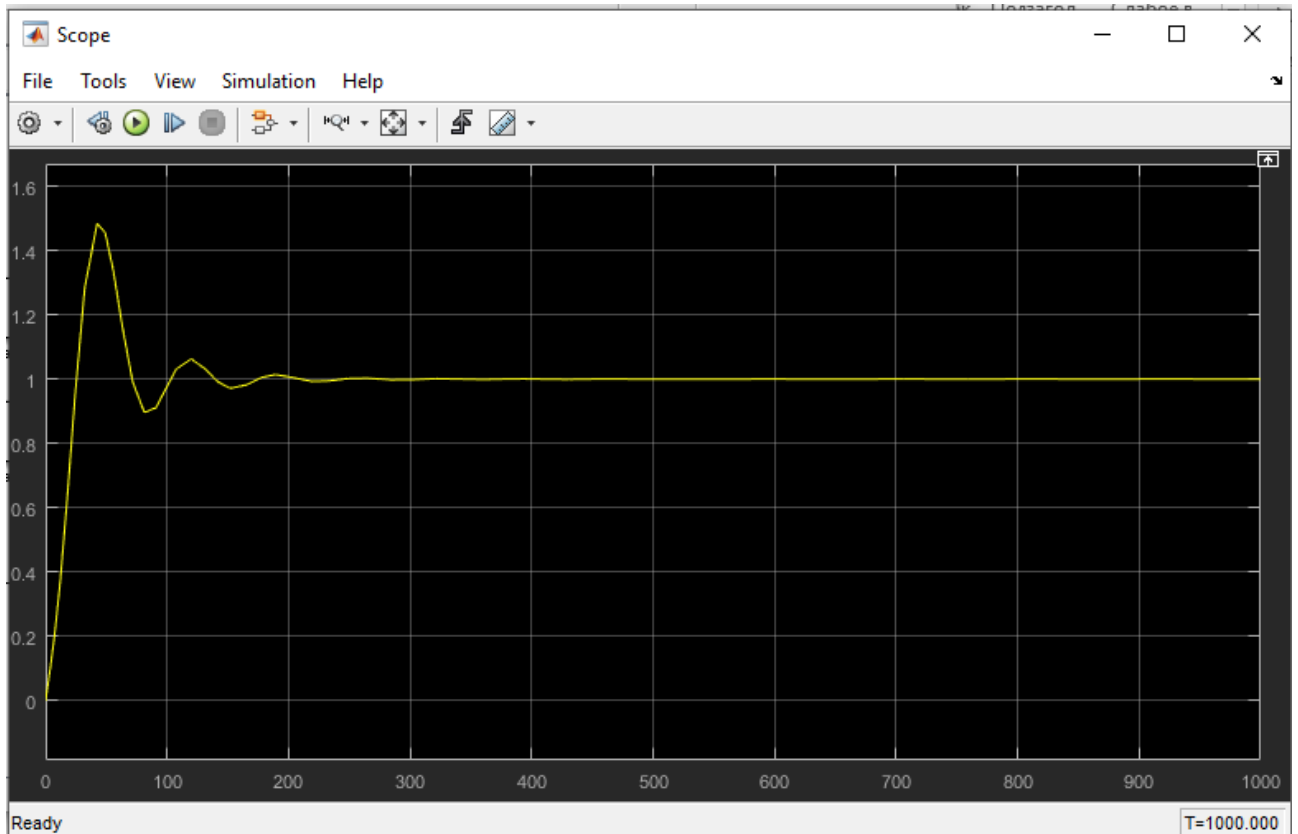


Рис.7.7. Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

$$\psi = (A1-A3)/A1 = (0,5-0,05)/0,5 = 0,9;$$

Висновок: У цьому розділі була складена структурна схема АСР лінії виробництва згущеного молока. Після встановлення коефіцієнта. налаштування регуляторів на блок-схемі та отримання перехідних процесів для ПІ та ПІД-контролерів. З графіків можна сказати, що ПІД-регулятор впорався із завданням найкраще, оскільки він має відповідний ступінь загасання і невелику динамічну похибку. Ми робимо висновок, що використання ПІД-регулятора в цьому випадку є більш доцільним.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 78 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Висновки

У цій кваліфікаційній роботі було розглянуто систему автоматизації технологічного процесу конденсації молока. Я розробив САУ на базі контролера Modicon M580 від Schneider Electric, для цього об'єкта були використані прилади для вимірювання температури, прилади для вимірювання рівня, витратоміри води та прилади контролю тиску для запобігання аваріям через великий або низький тиск. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дозволило реалізувати роботу всього об'єкта на робочій станції оператора. Я розробив алгоритм роботи об'єкта, впровадив програму та змодельовав роботу об'єкта, вибрав пристрої для підключення до контролера, надав схеми підключення, склав специфікацію пристроїв, відповідно розробив та впровадив SCADA / HMI для оператора .

Надалі рекомендується модернізувати САУ після досягнення певного прибутку після окупності, щоб підвищити ефективність об'єкта та збільшити прибуток компанії. Модернізація САУ послужить для зменшення втрат тепла, підвищення ефективності установки, зменшення втрат енергії внаслідок нагрівання теплоносія, а це також призводить до збільшення прибутку для компанії.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 79 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 80 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smityukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovoii Literatury, 2014.- 240 p.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 81 |

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 83 |

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

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

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

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

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

36. 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.

37. Unity Pro. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/548-unity-pro-%28ecostruxure%E2%84%A2-control-expert%29/?subNodeId=12365956192ruUA> [8].

38. Scada Zenon. URL: <https://www.copa-data.com.ua/zenon-v-ukraine/znakomstvo-s-zenon> [9].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 83 |