

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

« 27 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Матеуц Олександр Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виготовлення рязанки

керівник роботи професор, кандидат технічних наук, Кишенько Василь Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. №269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 9 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

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

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27.04.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Матеуш О.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи Кишенько В.Д.

_____ (підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

В роботі розроблена система автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, схема монтажу датчика, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для всієї функціональної схеми автоматизації . Програма розроблена в програмному забезпеченні SoMachine від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

Також для проекту був розроблений SCADA-інтерфейс в програмному забезпеченні Zenon від фірми COPA-DATA , складена структурна схема САР , та знайдені оптимальні налаштування ПІД-регулятора.

Ключові слова: *M241, Zenon, VEGABAR 17.*

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

Annotation

This qualification work is devoted to the development of a system for automating the process of making fermented milk.

The work develops an automation system, which includes: a description of the technological object of control, the scheme of automation, the scheme of installation of the sensor, the basic schemes of control and alarm.

Developed software for the entire functional scheme of automation. The program is developed in the SoMachine software from Schneider Electric. The program's performance was tested on a real controller.

Also for the project the SCADA-interface in the Zenon software from COPA-DATA firm was developed, the structural scheme of SAR was made, and optimum settings of the PID-regulator were found.

Ключові слова: *M241, Zenon, VEGABAR 17.*

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

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	10
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	16
Розділ 2. Опис системи автоматизації	18
2.1. Схема автоматизації	18
2.2. Специфікація засобів автоматизації	20
2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів.....	21
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	34
3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера.....	34
3.2. Загальна схема підключення.....	39
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	46
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	51
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	53
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	59
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	59
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	61
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ...	63
Висновки	68
Список використаної літератури	69

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

Вступ

Молоко – це біологічна рідина, до складу якої входять вода, білки, жири, молочний цукор, фосфатиди, стерини, солі органічних кислот, мінеральні речовини, мікроелементи, вітаміни, ферменти, гормони, пігменти, імунні тіла, гази. Крім великої групи біологічно активних і бактерицидних речовин, у його складі є також оротикова кислота, яка бере участь у процесах продовження життя, лактаційній діяльності та ферментативній рівновазі організму людини та тварини.

Завдяки вмісту в молоці великої кількості різних органічних, мінеральних і біологічно активних речовин та їх раціональному співвідношенню в організмі створюються оптимальні умови для засвоювання молочних продуктів у цілому та їх окремих компонентів. Молочні продукти є дієтичними.

Поживна цінність молока та молочних продуктів зумовлюється вмістом у них білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин. Висока поживна цінність молока визначається як вмістом у ньому різноманітних життєво необхідних речовин, сприятливим, раціональним з біологічного погляду їх співвідношення, так і специфічним складом та якостями окремих компонентів молока. Всі речовини молока містяться в легкозасвоюваній формі.

З молока виготовляють велику кількість різноманітних цінних харчових і технічних молочних продуктів, в тому числі і ряжанка.

Ряжанка - виготовляється з високоякісного молока шляхом топлення, що додає їй світло-кремовий колір. Має дієтичні і лікувальні властивості. Білки ряжанки засвоюються швидше, ніж білки молока. Ряжанку (український кисляк) готують з молока жирністю 4; 2,5 і 1%, а також 2,5 і 1%-й жирності і з вітаміном. С. Ряжанку виробляють тривалою температурною обробкою молока (95 °С з витримкою 2-3 год) і сквашують при 40-45°С "Із закваскою з культур термофільного молочнокислого стрептокока. Вона має кисломолочний смак з вираженим присмаком пастеризації, ніжний, але в міру щільний згусток без пухирців газу. Колір ряжанки - кремовий з буруватим відтінком. Виробляють ряжанку 4; 2,5 і 1%-ої жирності.

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

Продукт повинен виготовлятися відповідно до вимог технічних умов за технологічними інструкціями з дотриманням санітарних вимог для підприємств молочної промисловості, затверджених в установленому порядку.

Для виробництва ряжанки незбиране молоко повинно бути не нижче 2-го гатунку, кислотністю не вище 19°T , з бактеріальним обсіменінням за редуказною пробою не нижче 2-го класу. Кількість соматичних клітин не вище 300 тис/см³.

Особливу увагу звертають на густину молока, яка має бути не нижче 1028 кг/м³ саме цей показник впливає на консистенцію кисломолочних напоїв, особливо у виробництві нежирних і маложирних продуктів.

Молоко-сировина не повинна містити антибіотиків та інших інгібуючих і токсичних речовин, які пригнічують заквасочну мікрофлору і шкодять утворенню згустку.

Важливою технологічною характеристикою придатності молока до високих режимів теплової обробки є термостійкість не нижче 2-ої групи.

При прийманні незбираного молока на виробництво кисломолочних напоїв у кожній партії необхідно встановлювати органолептичні та фізико-хімічні показники: масову частку жиру і білка, титровану і активну кислотність, термостійкість, температуру, густину, а також – раз в декаду – мікробіологічні показники.

- молоко знежирене кислотністю не більше 19°T , густиною не менше 1030 кг/м³, без сторонніх присмаків і запахів, отримане шляхом сепарування молока коров'ячого незбираного по ДСТУ 3662 – 97 не нижче 2-го сорту;

- молоко пастеризоване, кислотністю (16 - 20) $^{\circ} \text{T}$, без сторонніх присмаків і запахів;

- вершки із коров'ячого молока незбираного з масовою часткою жиру не більше 40%, кислотністю не більше 20°T , термостійкістю не нижче 2-ї групи, отримані шляхом сепарування заготівельного молока, яке відповідає вимогам, які указані вище;

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

- закваски – типу «DVS», яка надходить імпортом і дозволена до використання органами охорони здоров'я України.

- вода питна по ДСТУ 2874.

У виробництві кисломолочних продуктів бажану мікрофлору вносять у пастеризоване молоко у вигляді заквасок, які готують з чистих культур відповідних видів мікроорганізмів.

Закваски (або заквашувальні препарати) – це одно – або багатокомпонентні комбінації мікроорганізмів, що використовуються для сквашування молочної сировини під час виробництва кисломолочних продуктів.

Якість і біологічна цінність кисломолочних продуктів залежить від виду та складу мікрофлори бактеріальних заквасок.

До складу заквасок для виробництва цільномолочних продуктів входять такі основні групи мікроорганізмів: молочнокислі бактерії, біфідобактерії. Заквасочні культури можна поділити залежно від оптимальної температури розвитку на: мезофільні мікроорганізми, оптимальна температура розвитку яких складає 20 – 30°C, та термофільні мікроорганізми, оптимальна температура росту 40 – 45°C.

У процесі сквашування відбуваються біохімічні, фізико-хімічні зміни практично всіх складових частин молока.

За характером біохімічних процесів розрізняють кисломолочні продукти, виготовлені тільки з використанням молочнокислого бродіння і нагромадженням тільки молочної кислоти, та продукти, одержані при поєднанні молочнокислого і спиртового бродіння, коли нагромаджується молочна кислота, етиловий спирт і вуглекислий газ. До першої групи належать кисломолочні продукти усіх видів, йогурт, ацидофілін, ацидофільне молоко; до другої – кефір, кумис, ацидофільно-дріжджове молоко тощо. При молочнокислому бродінні, яке спричинюють молочнокислі бактерії, лактоза зброджується з утворенням молочної кислоти. Молоко скисає, а наявний казеїн зсідається і утворює згусток.

Поряд із молочнокислим бродінням відбуваються побічні процеси, які зумовлюють накопичення продуктів розщеплення лактози – летких кислот,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

спиртів і діацетилу (ароматичної речовини). Навіть за сприятливих умов молочнокисле бродіння у виробництві кисломолочних продуктів поступово припиняється. Це відбувається у результаті того, що продукт життєдіяльності молочнокислих бактерій – молочна кислота, нагромаджуючись, згубно впливає на бактерії, і їх життєдіяльність гальмується, навіть припиняється.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
<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 ділянки як об'єкта автоматизації

У цьому розділі представлена схема автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Процес складається з таких етапів:

1. Приймання молока:

Приймання молока полягає у визначенні його маси і контролі якості. Приймання проводить приймальник або майстер за участю лаборанта в присутності здавача. Приймання від одного здавача триває не більш 40 хвилин. Молоко повинне відповідати вимогам діючого стандарту. Доставка молока на завод здійснюється за графіком .

Робота прийомного цеху і робота інших цехів починається за 30 хвилин до початку роботи апаратного цеху.

Приймання молока містить у собі наступні операції:

- знайомство із супровідної накладної;
- огляд тари;
- розкриття тари і перемішування молока;
- визначення органолептичних показників;
- визначення температури;
- добір середньої проби;
- проведення аналізів;
- сортування молока;
- визначення маси молока;
- оформлення прийомних документів.

У прийомному цеху встановлюється наступне устаткування: насоси для перекачування молока, трубопроводи, лічильники, охолоджувачі, резервуари.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Матеуш О.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					10	69
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

2. Резервування молока:

Резервування молока проводять з метою забезпечення безперебійної роботи устаткування і цехів.

У процесі резервування за рахунок подачі холодної води в між стінний простір резервуара і періодичного перемішування, підтримується постійна температура не вище 10 С.

Кожні 2 години контролюється температура та кислотність. Проміжне збереження триває не більше 24 годин, тому що при даному проміжному збереженні молока в ньому розвиваються психрофільні мікроорганізми.

3. Нормалізація молока:

Нормалізація молока проводиться з метою забезпечення одержання стандартного по складу продукту. Нормалізація проводиться в потоці або періодичному способі. При періодичному способі нормалізація проводиться в резервуарі шляхом змішування незбираного молока з компонентом нормалізації (знежиреним молоком, вершками). Компонент нормалізації вибирається шляхом порівняння масової частки жиру нормалізованої суміші з масовою часткою жиру вихідної сировини.

Якщо жир молока більше жиру нормалізованої суміші, потрібно використовувати знежирене молоко, якщо жир молока менше жиру нормалізованої суміші, використовувати вершки. Масова частка жиру нормалізованої суміші визначається з урахуванням внесення закваски і випарювання частини вологи під час топлення.

4. Підігрівання:

Суміш насосом через зрівняльний бак подають у секцію регенерації охолоджувально-пастеризаційної установки, для підігрівання до температури 40...45С, з метою зниження в'язкості і полегшення процесу очищення. Сутність підігрівання полягає в теплообміні між холодним молоком і гарячим.

5. Очищення молока:

Очищення молока проводиться з метою видалення механічних домішок. Очищення проводять на сепараторі-молокоочиснику з відцентровим

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

вивантаженням осаду. Процес очищення найкраще йде при температурі 40..45°C. Підігріте молоко через прийомний пристрій надходить у центральну трубку і доходить до днища барабана сепаратора. Потім під тиском нових позицій молоко піднімається нагору, розтікається в міжтарілочному просторі. Під дією відцентрової сили механічні домішки, як більш важка частина, відкидаються до стінок барабану сепаратора й осідають у грязьовому просторі, звідки за допомогою гідросистеми змиваються в циклон, а потім віддаляються в каналізацію. Очищене молоко збирається до центру, піднімається нагору і виходить на подальшу обробку.

6. Гомогенізація суміші:

Гомогенізацію проводять з метою запобігання відстоювання жиру в готовому продукті. Гомогенізатор являє собою 3-х плунжерний насос, на нагнітальній лінії якого встановлений гомогенізуючий клапан. Під дією високого тиску клапан небагато відкривається і через вузьку щілину проходить молоко. При переході молока через вузьку щілину різко змінюється перетин потоку і його швидкість. При цьому жирові краплі витягаються з округлої форми в еліпсоподібну і дробляться на більш дрібні краплинки. Тиск гомогенізації $15 \pm 2,5$ Мпа, температура 45...85 °С.

7. Пастеризація суміші:

Пастеризація суміші проводиться в пастеризаційно-охолоджувальній установці з метою знищення сторонньої і патогенної мікрофлори, руйнування ферментів, додання продуктові смаку й аромату пастеризації, та для подовження термінів зберігання. Температура пастеризації 95...99 °С.

Сутність пастеризації полягає в теплообміні між нормалізованою сумішшю і гарячою водою. Спочатку нормалізована суміш надходить у зрівняльний бак під напором насосу в секцію регенерації, де за рахунок гарячого молока знову нові порції холодного молока підігріваються до температури 40...45 °С, потім надходить у молокоочисник і далі в секцію пастеризації. Із секції пастеризації нормалізована суміш проходить через поворотний клапан. Далі суміш надходить на топлення.

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

8. Топлення:

Молоко витримується тривалий час при високій температурі. Для ряжанки з масовою часткою жиру 4 і 6% топлення триває 3...4 години при температурі 95...99 °С. Топлення проводиться з метою додавання молоку характерного смаку і кольору в універсальному резервуарі. Під час топлення утворюються меланоїдини, що додають молоку кремовий колір. Щоб не відстоювався жир і не утворювалися білкові пінки, молоко під час топлення перемішують щогодини по 5...10 хвилин. По закінченні топлення подача пари в сорочку резервуара припиняється.

9. Охолодження пряженого молока:

Молоко проохолоджується з метою створення умов для розвитку мікрофлори закваски в універсальному резервуарі шляхом подачі крижаної води в сорочку резервуара і розсолу в змійовик під днищем. Проохолоджується молоко до температури 38...42 °С.

10.Внесення закваски:

Закваска вноситься в резервуар з метою додання спрямованості мікробіологічним процесам при температурі 38...42 °С з розрахунку від 3% до 5% від маси топленого молока. Закваска готується у відповідності з технологічною інструкцією на чистих культурах термофільного стрептококу. Закваска подається в резервуар із заквасочника.

11.Перемішування

Перемішування проводиться з метою розподілу закваски по всій масі молока. Воно проводиться шляхом включення мішалки в резервуарі протягом 15 хвилин.

12.Сквашування

Сквашування проводиться з метою наростання кислотності й утворення щільного згустку. Сквашування проводиться в резервуарі при температурі 38...42 °С в плинні 4...5 годин, до утворення згустку, кислотністю 65...70 °Т (Тернера).

Сутність сквашування полягає в тому, що при підвищенні кислотності в процесі утворення згустку відбувається молочнокисле бродіння, збудником

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

якого є молочнокислі стрептококи. Закінчення процесу сквашування визначають по щільності згустку, часові і кислотності.

13. Охолодження і перемішування:

По закінченні сквашування в міжстінний простір резервуара подається холодна вода з метою призупинення наростання кислотності. Через 30...60 хвилин після початку охолодження включається мішалка на 15...30 хвилин з метою одержання однорідної консистенції продукту і прискорення охолодження.

14. Фасування, упакування, маркірування:

Далі готовий продукт надходить на фасовку з метою надання продукту товарного вигляду, що запобігає від впливу навколишнього середовища і полегшує транспортування. Ряжанку упаковують у споживчу тару. Споживчу тару упаковують блоками в термоусадочну плівку, на кожну одиницю упакування наноситься маркування відповідно до вимог стандарту

- найменування підприємства-виготовлювача його юридична адреса;
- харчова й енергетична цінність;
- повне найменування продукту;
- склад продукту;
- обсяг продукту;
- умови збереження;
- дата вироблення і кінцевий термін реалізації;
- позначення діючого стандарту;

15. Зберігання:

Упакована тара надходить на зберігання з метою зберегти якість продукту до його реалізації. Ряжанка зберігається в холодильній камері, чистій і з гарною вентиляцією при температурі 4 ± 2 °C не більш 36 годин з моменту закінчення технологічного процесу, у тому числі на заводі виготовлювачі не більш 18 годин. Апаратурно-технологічна схема виробництва ряжанки зображена на рисунку 1.

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



Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема виробництва ряжанки.

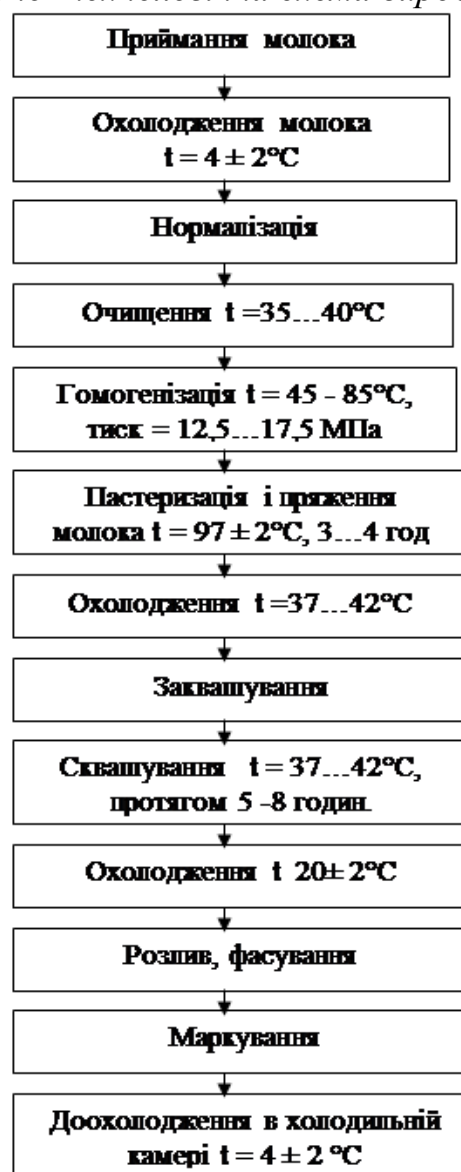


Рис.1.2. Технологічна схема виробництва ряжанки резервуарним способом

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	Пастеризатор (зона рекуперації)	Температура	92°C ± 2°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
2	Пастеризатор (зона пастеризації)	Температура	52°C ± 2°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
3	Пастеризатор (зона охолодження)	Температура	6°C ± 1°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
4	Ємність для сквашування	Температура	30°C ± 5°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату теплої води	Ручне управління зі АРМ оператора
5	Гомогенізатор	Тиск	2-6°C ± 0.5°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
6	Ємність для нормалізації	Рівень	15МПа ±0.2МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани і насос подачі рідин у ємності	Ручне управління зі АРМ оператора
7	Гомогенізатор	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі рідини у ємності	Ручне управління зі АРМ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

16

							операт ора
8	Рівняль ний бачок	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулюва- ння	Стабілізація	Вплив на насос подачі рідини у ємності	Ручне управлі ння зі АРМ операт ора
9	Ємність для витримк и	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулюва- ння	Стабілізація	Вплив на насос подачі рідини у ємності	Ручне управлі ння зі АРМ операт ора
10	Ємність для сквашу вання	Рівень	90% ± 2%	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулюва- ння	Стабілізація	Вплив на клапани і насос подачі рідин у ємності	Ручне управлі ння зі АРМ операт ора
11	Трубопр овід відводу гомоген ізованог о молока на пастери зацію	Витрата	3000л\го д ± 50л\год	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	
12	Ємність для сквашу вання	pH	67 ⁰ T ± 3 ⁰ T	Контроль	Відобра- ження, реєстрація	АРМ оператора	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

17

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів. Схема автоматизації процесу виготовлення ряжанки складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання, температури, тиску, рівня, витрати та кислотності.

Контур вимірювання та регулювання температури:

Вимірювання і регулювання температури відбувається у пастеризаторі та ємності для сквашування. Вимірюємо за допомогою термометрів опору pt100, сигнал із датчика передається на вторинні перетворювачі Rosemount 214C (16,26,36,46), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, де сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро – пневматичний перетворювач Samson 3740 (4в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Samson 3310 (1г), що регулює подачу теплої води у ємність для сквашування.

Контур вимірювання тиску:

Вимірювання тиску відбувається у гомогенізаторі. Вимірюємо за допомогою перетворювача тиску Vegabar 17 (5а), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації.

Контур вимірювання та регулювання рівня:

Вимірювання і регулювання рівня відбувається у ємності для нормалізації, сквашування, гомогенізаторі, рівняльному бачку та ємності для витримки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Матеуш О.Д.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					18
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Вимірюємо за допомогою рівнемірів Eclipse 705 (6б,7б,8б,9б,10б), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, де сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро – пневматичні перетворювачі Samson 3740 (6г,10г,10д), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапани Samson 3310 (6д,10е,10ж) , що регулюють подачу рідин у ємності, та на частотні перетворювачі DanfossVLT 2800 (6в,7в,8в,9в,10в), що закачують суміш у ємності та викачують з них на подальші етапи виробництва.

Контур вимірювання витрати:

Вимірювання витрати відбувається у трубопроводі подачі гомогенізованого молока у пастеризатор. Вимірюємо за допомогою витратоміру РЕМ-1000 (11б), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації.

Контур вимірювання кислотності:

Вимірювання кислотності відбувається у ємності для сквашування. Вимірюємо за допомогою датчику кислотності П-02 Т (12б), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації.

Двигуни насосів М1, М2, М3, М4, М5, М6, М7, М8 управляються через частотні перетворювачі DanfossVLT 2800 (6в,7в,8в,9в,10в,13а,14а,15а).

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

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	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...600 °С, Клас точності-0,25.	Rosemount 214С	С	4	Emerson, США
2	1а,2а, 3а,4а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Робочий діапазон: -200 ... 260 С(Pt100)	Pt100		4	ОАО «Тера», Україна, м. Чернігів
3	5а	Перетворювач тиску Vegabar 17: Середовища, в яких можливе вимірювання і коректування надлишкового тиску: рідини, газ, пар, нафтопродукти. Діапазон вимірювання: 0-1МПа 0,125%.Запатентована конструкція корпусу пристрою Corplanar. Основна похибка +/- 0,065% - 0,04%. Протоколи: HART, Foundation Fielbus, Profibus.	Vegabar 17	Па	1	VEGA, Німеччина
4	4в,6г, 10г,10 д	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	Samson 3740		4	Siemens, Німеччина
5	4г,6д, 10е,10 ж	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Samson 3310		4	Interapp , Швейцарія
6	6б,7б, 8б,9б, 10б	Рівнемір Eclipse 705 для безперервного вимірювання рівня. Діапазон вимірювання: до 30 м Приєднання: різьблення G1½А або фланець Робоча температура: -40 ... + 250 °С Робочий тиск: -1 ... + 100 бар (-100 ... + 10000 кПа) Точність вимірювання: ± 2 мм	Eclipse 705	%, м	5	MAGNETROL, Бельгія
7	11б	Дана серія витратомірів може бути використана для широкого спектру цілей. На виході виводиться цифровий та аналоговий сигнали вимірювання, похибка менше 0,5% і відтворюваність 0,1% від показань. Для вимірювання будь-яких типів рідин з провідністю вище 5 мкСм / см, нечутливий до зміни температури, тиску, щільності і в'язкості рідини. Діапазон	PEM-1000	л/год м3/год д	2	Aplisens, Польща

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

№ п. п.	№ Поз-иції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
		вимірювання: 0,013 ... 36000 м ³ / год; Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, HART;				
8	12б	Датчик кислотності Діапазон вимірювань від 0 до 14 од. рН Температура аналізованого середовища від 0 С до +100 С Температура навколишнього повітря від +5 С до +50 С Д опускається установка датчика под кутом не менше 30 градусів до поверхності рідини ; Середній термін служби датчика не менше ніж 6 років	П-02 Т	Шт.	1	ХІМТЕСТ, Україна
9	6в,7в, 8в,9в, 10в,13 а,14а, 15а	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;	Danfoss VLT 2800		8	Danfoss, Данія

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

Для вимірювання температури у дипломному проєкті були застосовані перетворювачі температури Rosemount 214С.



Rosemount 214C RTD - це високоточний одно- або двоелементний резистивний датчик температури, розроблений для оптимізації ефективності установки і підвищення надійності вимірювань. 214С використовує перевірену в галузі конструкцію і технічні характеристики поряд з сучасними виробничими процесами для забезпечення гнучких і надійних вимірювань температури в середовищах моніторингу та управління технологічними процесами.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У RTD 214с використовується стандартний тип датчика

PT100. Температурні датчики Rosemount 214С доступні із занурю вальною довжиною від 2 до 78-1 / 2 дюймів (від 50 до 2000 мм) з кроком 1/4 дюйма (5 мм).

Всі типи датчиків і довжини мають стандартний номінальний діаметр 1/4 дюйма (6 мм). Також доступні різні варіанти сполучних головок, точності, стилів монтажу, розширень і інших чинників.

Температурні датчики Rosemount 214С можуть бути об'єднані з готовими до роботи або ручними герметичними датчиками, датчиками і / або термокарманами в зборі для забезпечення повного температурного рішення.

Технічні характеристики:

Діапазон робочих температур:

Для дротяного елементу: максимальна зміна опору 0,05 °С (0,020) при температурі танення льоду після дії вібрації 1g в діапазоні від 20 до 500 Гц впродовж 150 годин, відповідно до ІЕС 60751 : 2008

Дротяні виведення:

Дріт 24 AWG, ізолюваний FEP; колірна маркіровка відповідно до ІЕС 60751.

Максимум 10,8 секунд вимагається для того, щоб досягти 50 еакции сенсора при тестуванні в проточній воді відповідно до стандарту ІЕС 60751 : 2008.

Максимальна зміна опору $\pm 0,15$ °С (0,059) при температурі танення льоду після 1000 годин при вимірі по методу, вказаному в ІЕС;

Опір ізоляції:

Мінімальний опір ізоляції складає 1000 МОм при вимірі піднапругою 500

В постійного струму при кімнатній температурі.

Діапазон калібрування:

Точність по ІЕС 751, клас А або В; Калібрування по одній точці;

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

Тиск:

Для вимірювання тиску були використані перетворювачі тиску VEGABAR 17.



Перетворювач тиску VEGABAR 17 призначений для вимірювання надлишкового тиску і абсолютного тиску на газах, парах і рідинах, в тому числі в'язких і забруднених.

Принцип дії:

Під дією тиску процесу на мембрану з нержавіючої сталі змінюється опір в чутливому елементі. Ця зміна перетворюється у відповідний вихідний сигнал. Для діапазонів до 16 бар застосовується п'єзорезистивного сенсор з заповнює рідиною. Для діапазонів від 25 бар застосовується тензорезистор, встановлений за мембраною з нержавіючої сталі, дана система працює без заповнює рідини.

Переваги:

- Двохпровідна система 4 ... 20 мА;
- Встановлюваний нуль і діапазон;
- Похибка вимірювання <0,5%;
- Малі, компактні розміри;
- Корпус з нержавіючої сталі з клемним підключенням або висновком кабелю;
- Приєднання з нержавіючої сталі .

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання -1 ... +1000 бар, -100 ... +100000 кПа;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Похибка 0,5%;
- Температура процесу -40 ... +150 ° С.

Рівень:

Для вимірювання рівня у системі використовуються радарні рівнеміри Eclipse 705.



Рівнемір Enhanced Eclipse моделі 705 - це датчик постійного струму (24 В) з живленням по струмовій петлі на основі передової технології «хвильового радара» (GWR). Один тип електроніки може використовуватися із зондами всіх типів. Він забезпечує підвищений рівень надійності, що підтверджується показником безпечних відмов 91%, який дозволяє використовувати його в контурах класу надійності SIL 2.

Рівнемір Eclipse служить для забезпечення якості вимірів, набагато вище, ніж у багатьох традиційних приладів. Новаторський запатентований корпус вперше в галузі виконаний з орієнтацією блоку підключення живлення і електронного блоку в одній площині. Корпус може повертатися для зручності підключення, налаштування і відображення даних.

Можливості коаксіального GWR-зонда дозволяють виконувати вимірювання аж до монтажного фланця, вести вимірювання в зріджених газах з ϵ_r аж до 1,4 і забезпечують більшу гнучкість при виконанні монтажу. Хвильові радарні рівнеміри з коаксіальними GWR-зондами придатні для вимірювань рівня та межі розділу майже в будь-яких умовах. Вони замінюють традиційні прилади, такі як датчики буйкового типу і датчики, що працюють за принципом вимірювання перепаду тиску, в тому числі з виносною мембраною, забезпечуючи підвищену точність, поліпшену стабільність сигналу і значну економію витрат на технічне обслуговування.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

- Вимірювання реального значення рівня; на результати вимірювань не впливають характеристики середовища, наприклад, діелектрична проникність, тиск, щільність, рН, в'язкість;
- Простота конфігурації - немає необхідності в імітації рівня;
- 2-дротовий іскробезпечний рівнемір з живленням по струмовій петлі;
- Таблиця на 20 пар значень рівня і відповідного обсягу, що дозволяє визначати обсяг контрольованого середовища в резервуарі замовника;
- Обертається на 360° корпус, який можна зняти без скидання тиску в резервуарі завдяки вузлу "швидкого" з'єднання з зондом;
- Двохстрочний 8-символьний ЖК-дисплей з 3 кнопками;
- Конструкція зонда забезпечує роботу в умовах: до +430 ° C / 430 бар;
- Застосування в середовищі насиченої пари - до 155 бар при +345 ° C;
- Застосування в криогенних середовищах - температура до -196 ° C;
- Блок електроніки єдиної або виносної конструкції;
- Застосуємо для ланцюгів класів надійності SIL1 або SIL2 (мається повний звіт з аналізу відмов, їх наслідків та діагностиці (FMEDA)).

Принцип дії:

Хвилеводний датчик Eclipse заснований на технології тимчасової рефлектометрії (TDR). В технології TDR використовуються імпульси електромагнітної енергії, що передаються по зонду. Коли імпульс досягає поверхні, яка має більш високу діелектричну проникність, ніж повітря/пара, в якому він поширюється, імпульс відбивається. Надзвичайно швидка схема синхронізації точно вимірює час поширення імпульсу і забезпечує точне вимірювання рівня рідини.

Датчик Eclipse GWR може використовуватися для визначення верхнього або міжфазного рівня. При використанні з розподільником HART® може передавати два сигнали 4-20 мА.

- Можливість вимірювання при низькій діелектричній проникності ($\epsilon_r > 1,4$);

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- Швидке приєднання/від'єднання зонда;
- Можливість роботи в середовищі насиченої пари і нечутливість до піни;
- Сертифікати IS (іскробезпечний), XP (вибухобезпечний) і NS (безіскровий);
- Нечутливий до нальоту і відкладень.

Кислотність:

Для вимірювання кислотності в дипломному проєкті були застосовані датчики рН П-02 Т.



Датчик Д (рН) П призначений для перетворення в електрорушійну силу активності іонів водню (рН) в рідинах. Датчик може бути використаний для контролю технологічних процесів у цукровій, хімічній, фармацевтичній, нафтопереробній та інших галузях промисловості.

Технічні характеристики:

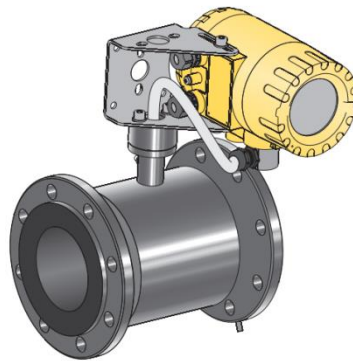
- Діапазон вимірювань від 0 до 14 од. рН;
- Температура аналізованого середовища від 0 С до 100 С;
- Температура навколишнього повітря від 5 С до 50 С;
- Допускається установка датчика під кутом не менше 30 градусів до поверхні рідини;
- Діаметр застосовуваних електродів 12 мм;
- Вбудований термометр опору стандартних градувань;
- Габаритні розміри:
 - довжина погрузної частини датчика - 250-400 мм і більше;
 - посадковий діаметр - 38 мм;

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

- різьблення накидної гайки - М60х2;
- Маса датчика - не більше ніж 2,5 кг.
- Середній термін служби датчика не менше 6 років.
- Виробник поставляє датчик готовий до роботи. За умови правильної експлуатації відповідно до інструкції, яка надається при постачанні датчика, гарантійний термін роботи - 18 місяців з моменту введення в експлуатацію, при безперервній роботі - не менше 1000 годин. (В залежності від застосовуваного вимірювального електрода).

Витрата:

У якості витратоміра було обрано електро-магнітний витатомір РЕМ-100.



Електромагнітний витратомір РЕМ-1000 призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин. Регулятор потоку може вимірювати витрату і об'єм рідини, що пройшла через нього, як в прямому, так і в зворотному напрямку. Для отримання достовірних результатів вимірювань потрібно, щоб вимірювана середу повністю заповнювала трубу.

Регулятор потоку не містить виступаючих внутрішніх елементів, завдяки цьому гідравлічні втрати на приладі мінімальні. Регулятор потоку може застосовуватися для вимірювання витрати в'язких рідин, емульсій, різних хімічних розчинів, в тому числі агресивних і т.п.

Галузь застосування:

- підприємства водопостачання (вимірювання питної води і стічних вод);
- хімічна, текстильна, гірська промисловості;
- харчова промисловість;

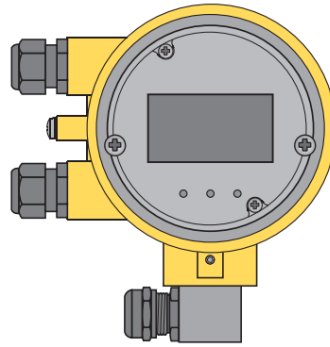
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- енергетика та теплопостачання.

Принцип дії:

Принцип роботи заснований на законі електромагнітної індукції. При русі електропровідної рідини в магнітному полі, створюваному перетворювачем витрати, в ній наводиться ЕРС індукції з амплітудою, прямо пропорційною швидкості руху рідини. ЕРС знімається з електродів перетворювача витрати і передається в індикатор, де відбувається його перетворення в значення обсягу і об'ємної витрати, і формування вихідних сигналів: імпульсний від 0,1 до 10 кГц, струмовий від 4 до 20 мА. Так само передбачені протоколи передачі даних ModbusRTU / RS 485 і HART.

Налаштування:



Налаштування витратоміра здійснюється за допомогою трьох кнопок і дисплея, що знаходяться під гвинтовою кришкою зі склом, або по зв'язку RS485 і протоколу Modbus RTU.

Приклади параметрів функцій:

- виявлення порожньої труби;
- роздільний або сумарний розрахунок загальної витрати в обох напрямках (лічильник).
- виявлення низької витрати;
- дозування;
- сигналізація;
- архівування результатів вимірювань і подій.

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

Технічні характеристики:

- Номінальний діаметр, мм: від 10 до 500
- Діапазон швидкості потоку, м/с: від 0,3 до 6
- Діапазон вимірювань об'ємної витрати, м³/год: від 0,085 до 4241,147
- Межі відносної похибки вимірювань об'єму (об'ємної витрати),%: $\pm 0,5$
- Максимальний тиск вимірюваної рідини, МПа, не більше: 1,6 (2,5 і 4,0 - на замовлення)
- Діапазон температур вимірюваної рідини в залежності від матеріалу ізоляції, ° С: гума: від -5 до +90; фторопласт: від -25 до +130
- Напруга електроживлення, В: змінне (від 90 до 260) В, 50 Гц; постійне (від 10 до 36) В
- Потужність споживання: змінна напруга 15 В · А; постійна напруга 15 Вт
- на замовлення
- Умови експлуатації:
 - температура навколишнього середовища, ° С: від -20 до +60
 - відносна вологість, %: до 80
 - Габаритні розміри, мм, не більше:
 - перетворювач витрати: 600 × 750 × 755
 - індикатор: 213 × 163 × 218

Частотний перетворювач:

Для керування двигунами у системі були обрані частотні перетворювачі Danfoss VLT



					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Перетворювачі частоти серії VLT 2800 одні з найбільш малогабаритних і багатоцільових на сучасному ринку. Досконала система відведення тепла дозволяє виробляти монтаж перетворювачів частоти впритул один до одного. Пропонується широкий діапазон зовнішніх силових модулів для використання з перетворювачами частоти: гальмівні модулі, фільтри радіоперешкод, LC-фільтри.

VLT 2800 - передова розробка універсального і простого в експлуатації перетворювачів частоти. Меню швидкого доступу містить всі основні параметри, необхідні для введення приводу в експлуатацію. Можливість швидкого монтажу та обслуговування.

Переваги застосування пристрою:

- 1) Можливість регулювання швидкості трифазного асинхронного двигуна.
- 2) Регулятор швидкості дає економію енергії - більше 90%. Споживання енергії пропорційно кубу швидкості двигуна. Так що зменшення швидкості навіть на 5% при запуску двигуна дає величезну економію;
- 3) ЧРП дозволяє запускати потужні електродвигуни без пускового струму, що знижує ймовірність перегріву агрегатів і підвищує термін їх служби.

Особливі функції DANFOSS VLT 2800 series:

- старт на льоту;
- сплячий режим;
- захист від холостого ходу;
- початковий розгін.

Принцип дії:

Робота звичайних систем базується на періодичному скануванні цифрових входів, які ініціюють команду «стоп». Це може привести до неоднакових затримок, тому що привід сканує всі інші частини програми, витрачаючи на це 10 мс.

При роботі конвеєра зі швидкістю 1 м / с це дає відхилення ± 10 мм. Це є недоліком пакувальних систем.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У VLT 2800 команда «стоп» є сигналом переривання, тому відхилення складе тільки ± 1 мм.

Після надходження сигналу пуску VLT 2800 працює до тих пір, поки на клемі 33 не з'явиться запрограмоване користувачем кількість імпульсів. Після цього генерується сигнал «стоп» і привід зупиняється із заданою швидкістю.

Імпульсний вхід призначений для підключення до енкодер з дозволом до 1024 імп / об. Максимальна частота імпульсів 67 600 Гц.

Управління: вих. частота 0-1000Гц (настроюється U / f)

Технічні характеристики:

- Бренд: Danfoss;
- Серія: VLT 2800;
- Потужність: 0.5 кВт;
- Число фаз / напруга на вході: 1-ф / 220 (однофазний 220в) В;
- Число фаз / напруга на виході: 3-ф / 220 В;
- Mmax (1 min)%: 160-200;
- Струм номінальний (150%): 3.20 А;
- Струм в перебігу 1 хвилини: 5.1 А;
- Максимальна вихідна частота: 1000 Гц;
- Ступінь захисту по IP: 20;
- ЕМС фільтр: є;
- Гальмівний модуль: Є;
- Вбудований ПЛК: Немає;
- Вбудований регулятор: ПД;
- Скалярний режим управління: є;
- Векторний режим керування без енкодера: є;
- Лінійний закон управління U / f: є;
- Квадратичний закон управління U / f²: є;
- Панель програмування в комплекті з ПЧ: Незнімна;
- Базова панель програмування: LCP 2;
- Максимальне число фіксованих швидкостей: 4;

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

- Число / тип аналогових входів: 2 (1: 1-10V; 1: 0 (4) -20mA);
- Число дискретних входів: 6;
- Число / тип аналогових виходів: 0 (4) -20mA;
- Число дискретних (транзисторних) виходів: 1;
- Число релейних виходів: 1;
- Вбудований потенціометр (або номінал опору): Немає;
- Інтерфейс RS-485 / Modbus: Є.

Електро-пневматичний перетворювач:

Для керування пневматичними клапанами у системі були обрані електро-пневматичні перетворювачі SAMSON 3740. Перетворювачі призначені для перетворення уніфікованого електричного сигналу в пропорційний пневматичний сигнал.

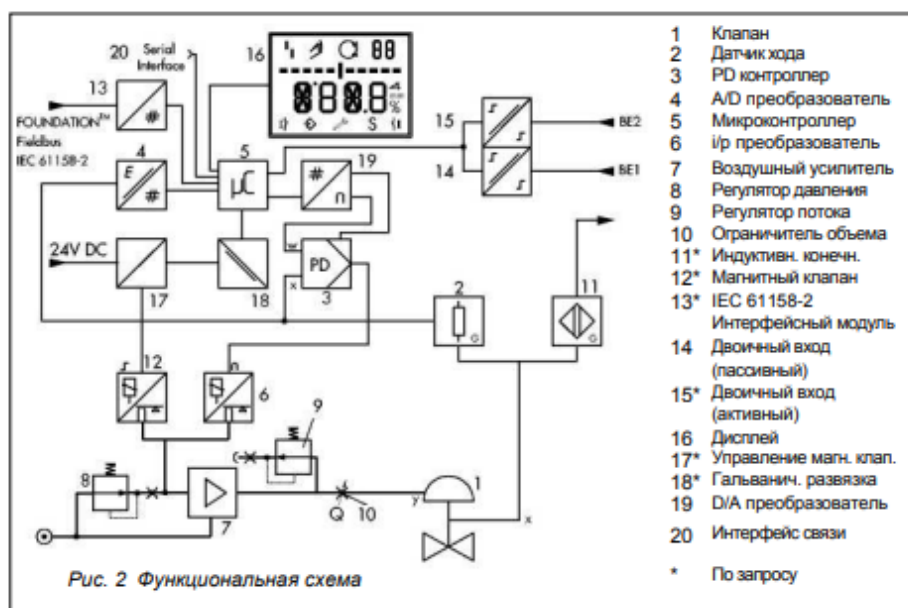


Конструкція і принцип дії:

Це електропневматичний позиціонер, що встановлюється на пневматичні регулюючі клапани і призначений для «прив'язки» положення клапана (Регульований параметр x) до величини керуючого сигналу (задає параметра w). Для цього керуючий електричний сигнал, що надходить від будь-якого регулюючого пристрою, порівнюється з величиною ходу / повороту регулюючого клапана, на основі чого виробляється необхідне керуючий тиск (вихідний сигнал y). Позиціонер включає в себе: систему визначення ходу пропорційно величі опору, аналоговий і / р перетворювач з підсилювачем потужності і електронну частину з мікро контролером. При наявності неузгодженості тиск на привід подається або скидається. При необхідності різниця керуючого тиску може бути зменшена за допомогою дроселя витрати Q .

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керуючий тиск на приводі може бути обмежена програмно або на місці до 1.4, 2.4 або 3.7 бар. Постійний потік повітря в атмосферу створюється регулятором потоку (9) з заданим значенням. Потік повітря очищає корпус всередині, а також оптимізує обсяг пневмоусилителя. Регулятор тиску (8) забезпечує I / р-перетворювач (6) постійним припливом тиску, що робить останній незалежним від живлячої тиску повітря.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

У якості контролера в нашій системі був обрани контролер M241 компанії Schneider Electric.

M241:



Контролер Modicon M241 володіє кращими в своєму класі комунікаційними можливостями завдяки п'яти вбудованим портів. Сучасні технічні характеристики і вбудований порт CANopen дозволяють скоротити вартість і час монтажу при побудові архітектур на польових шинах, що включають до 63 пристроїв. Сторінки візуалізації, створювані безпосередньо в ПО SoMachine і збережені в web-сервері ПЛК, забезпечують необмежений доступ до пристроїв через Ethernet завжди і всюди, за допомогою будь-якого мобільного пристрою.

Все необхідне вбудовано:

- Карта SD;
- Спеціальні входи / виходи HSC / PTO;
- Сервери Web і FTP;
- Високопродуктивний процесор і картриджі розширення - 5 портів: Ethernet, CANopen, 2 послідовних лінії, порт USB для програмування;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Матеуш О.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					34	69
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

- Швидка і проста конфігурації;
- Модулі Ethernet і Profibus;
- Модуль пускача TeSys SoLink;
- Інтуїтивне програмування за допомогою програмного забезпечення SoMachine, унікального ПО для контролерів MachineStruxure;
- Завантаження розробленої програми на всі пристрої за один клік;
- Скорочення часу на розробку досягається застосуванням готових бібліотек і шаблонів;
- Новий віконний інтерфейс дозволяє зробити програмування інтуїтивним як ніколи раніше;
- Загальне середовище для всіх завдань: стандартна і безпечна логіка, управління рухом і конфігурація пристроїв HMI;
- SoMachine - одна з найсучасніших і найпотужніших завданню-орієнтованих середовищ розробки на ринку.

ПЛК Modicon M241 - це невід'ємна складова комплексу рішень «Schneider Electric» по автоматизації MachineStruxure. Нове покоління MachineStruxure™ - це інтуїтивне рішення для промислової автоматизації з усіма функціями і характеристиками, які необхідні для створення високоефективних механізмів. MachineStruxure забезпечує численні переваги протягом усього життєвого циклу механізмів і машин, від розробки і проектування до введення в експлуатацію та обслуговування.

Переваги:

Modicon M241 - це ПЛК, який дозволяє досягти оптимальної продуктивності і збільшення економічного ефекту за допомогою: Гнучкого і масштабується управління, включаючи можливість переходу на більш продуктивні моделі ПЛК, вбудованих функцій, які дозволяють більш ефективно проектувати і програмувати, простий інтеграції і управління за допомогою підключення через Ethernet, бездротовий доступ або WEB-сервер, інтуїтивного програмування за допомогою ПО SoMachine Basic, готових до застосування прикладів і функціональних блоків.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конфігурування МПК Modicon M241:

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

Таблиця 3.1/ Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	12

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TM241C24R.

Вибір модулів вводу/виводу:

8 ВА 4-20 mA – TM3AI8

4 АВ 4-20 mA – TM3AQ4

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
<u>TM241C24R</u> Центральний базовий модуль	1	Modicon M241 : Номінальна напруга мережі: 100 ... 240 В пер. струм Кількість дискретних входів: 14 дискретний вхід включаючи 8 швидкодіючий вхід відповідно до МЕК 61131-2 тип 1 Кількість дискретних виходів: 6 реле 4 транзисторний включаючи 4 швидкодіючий вихід Напруга дискретного виходу: 24 В пост. Стр. для транзисторний вихід 5 ... 125 В пост. Стр. для релейний вихід 5 ... 250 В пер. стр. для релейний вихід Стр. дискретного виходу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
ТМ3АІ8 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 12-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
ТМ3АQ4 Модуль аналогових виходів	3	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

Аналогові входи:

В даному проекті використовуються датчики та перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля ТМ3АІ8.

За допомогою написаної програми виробляється сигнал управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля ТМ3АІ8.



Технічні характеристики:

Модуль аналогового введення:

- Електричне з'єднання;
- Ізоляція між каналами без розв'язки;
- 8 аналогових входів;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип підключення:

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

Допустиме перевантаження на входах:

- +/- 30 mA 0 ... 20 mA
- +/- 30 V +/- 10 V
- +/- 30 V 0 ... 10 V

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля ТМ3АQ4 подається на клемну колодку.

Модуль ТМ3АQ4 перетворює сигнал з цифрової форми в аналогову у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал йде на електропневматичні перетворювачі, де перетворюється в пневматичний, та управляє пневматичними клапанами.



Технічні характеристики:

Похибка вимірювання:

- $\leq 0,25\%$ повної шкали 0 ... 60 ° C;
- 0,1% повної шкали 25 ° C;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Придушення несиметричної перешкоди між каналами:

- ≥ 80 дБ;

Тип помилки:

- Розімкнутий ланцюг 4 ... 20 мА;
- Коротке замикання 0 ... 20 мА;

Активний опір навантаження:

- ≤ 350 Ом 0 ... 20 мА
- ≤ 350 Ом 4 ... 20 мА

4 аналогових виходів:

- Струм 0 ... 20 мА;
- Струм 4 ... 20 мА.

3.2. Загальна схема підключення

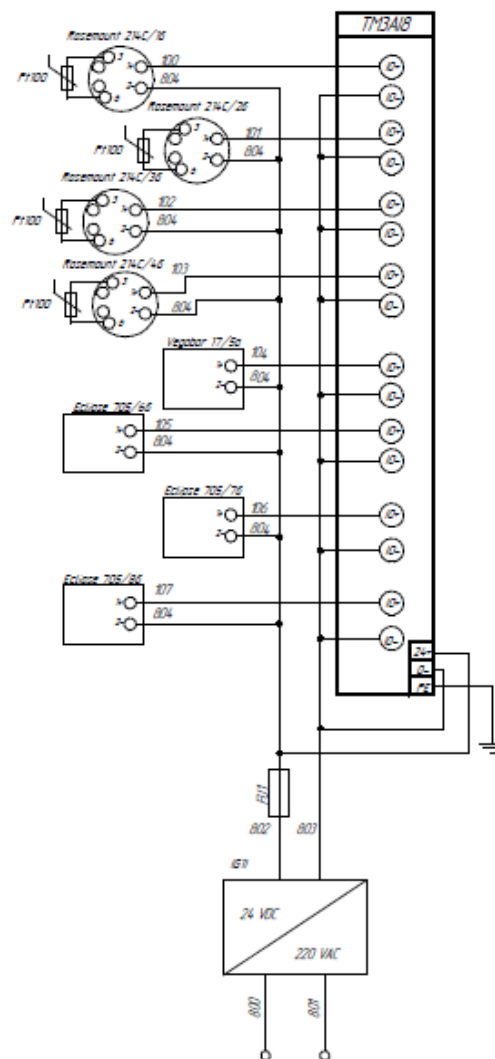


Рис.3.1. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

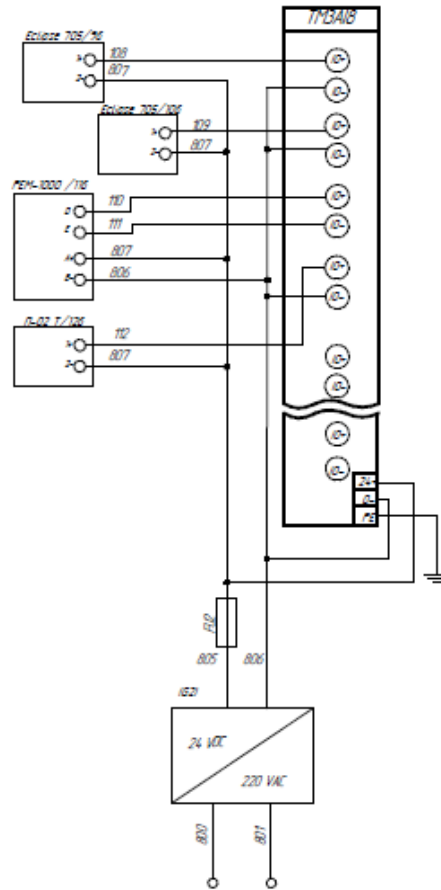


Рис.3.2. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів

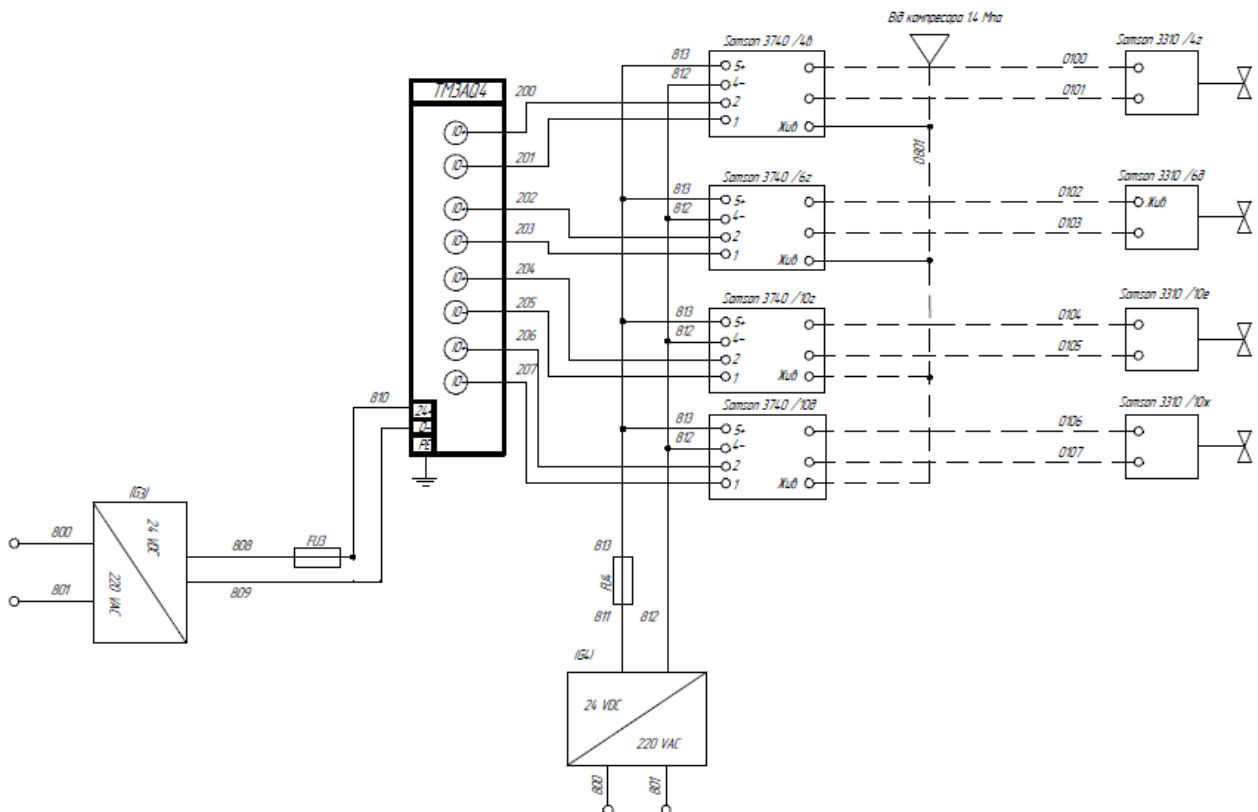


Рис.3.3.. Підключення датчиків до першого модуля аналогових виходів

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

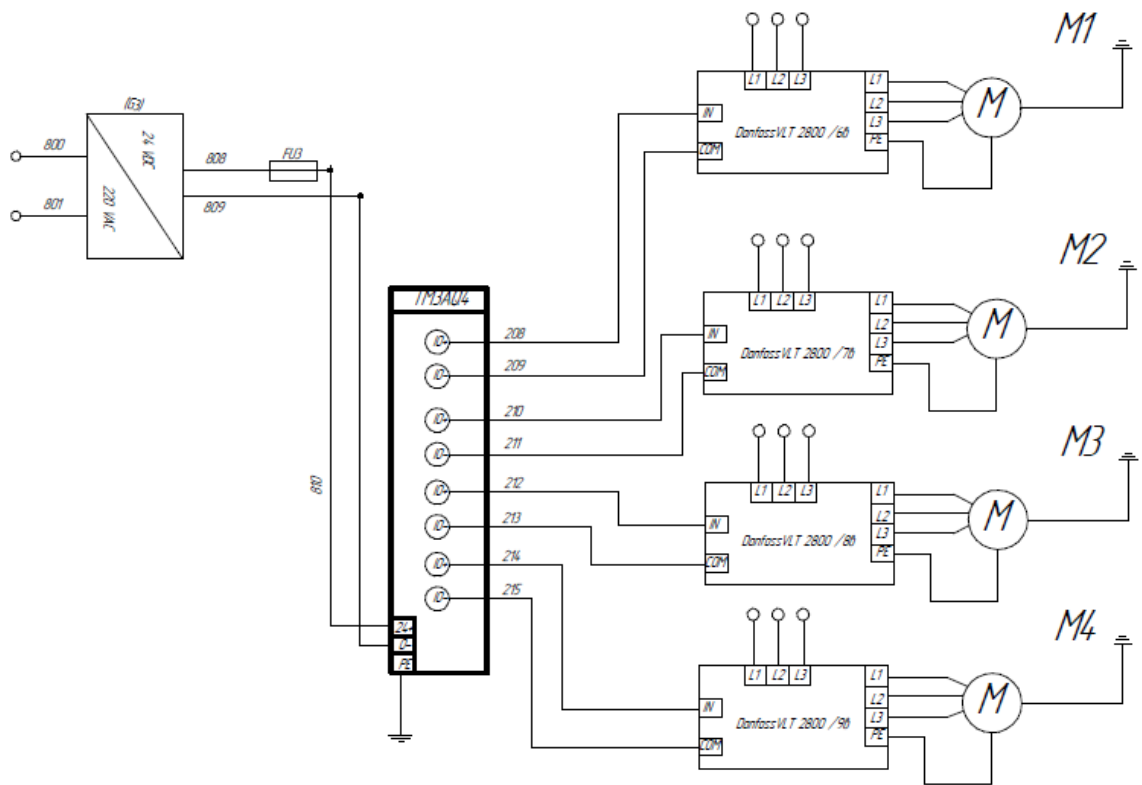


Рис.3.4. Підключення датчиків до другого модуля аналогових виходів

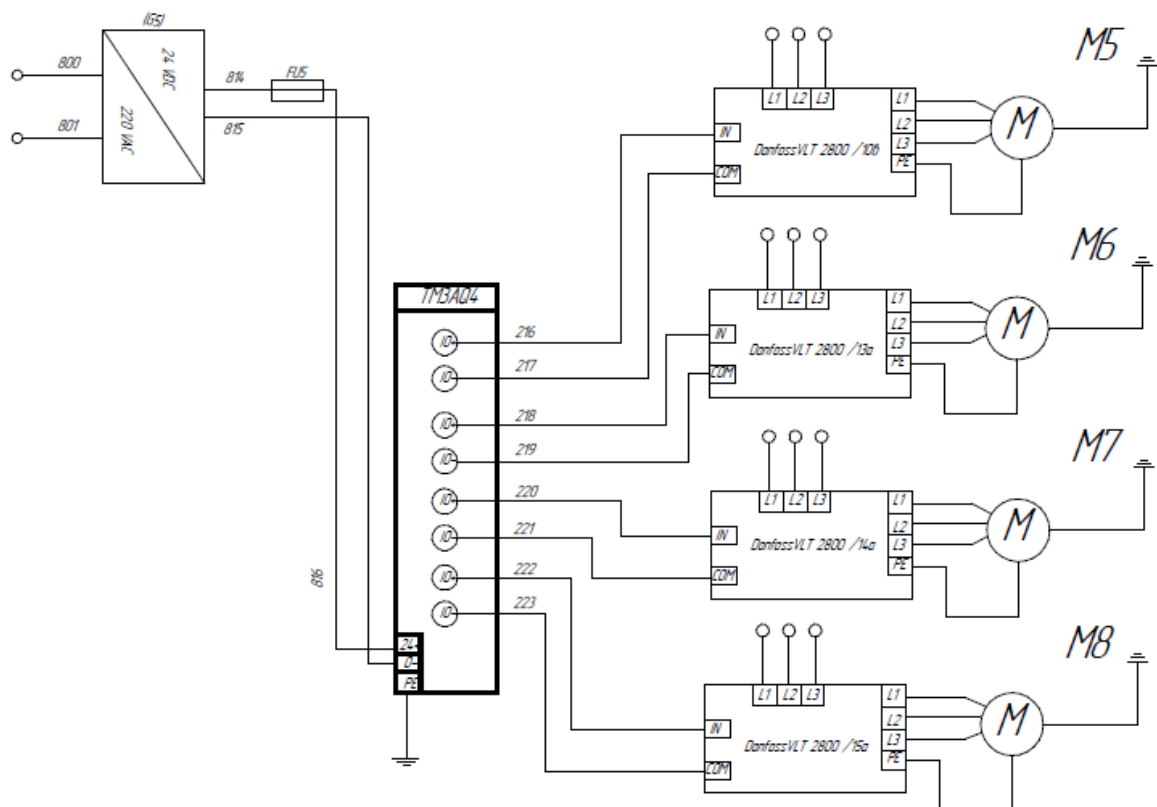


Рис.3.5. Підключення датчиків до третього модуля аналогових виходів

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач температури ТТ (4б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми четвертого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми першого каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (4в), який керує пневматичним клапаном (4г), який регулює подачу теплої води.

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

Вторинний перетворювач тиску РТ (5а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми п'ятого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика тиску, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач рівня LT (6б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми шостого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми другого каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (6г), який керує пневматичним клапаном (6д), який регулює подачу нормалізованої суміші у ємність для нормалізації. Та на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми першого каналу під'єднаний частотний перетворювач (6в), який керує двигуном насосу М1.

Вторинний перетворювач рівня LT (7б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми сьомого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми другого каналу під'єднаний частотний перетворювач (7в), який керує двигуном насосу М2.

Вторинний перетворювач рівня LT (8б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми восьмого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації

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

та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на на І0+ та І0- клеми третього каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (8в), який керує двигуном насосу М3.

Вторинний перетворювач рівня LТ (9б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на на І0+ та І0- клеми четвертого каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (9в), який керує двигуном насосу М4.

Вторинний перетворювач рівня LТ (10б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на третій модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на на І0+ та І0- клеми першого каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (10в), який керує двигуном насосу М5. Та на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4, де до нього на на І0+ та І0- клеми третього та І0+ та І0- клеми четвертого каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (10г,10д), які керують пневматичними клапанами (10е,10ж), які регулюють подачу та відведення рідин у ємності для сквашування.

Датчик витрати FТ (11б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика витрати, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

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

Датчик рН QT (12б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми четвертого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рН, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Частотний перетворювач (13а) підключений до третього модуля аналогових виходів ТМ3АQ4 на І0+ та І0- клеми другого каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном мішалки М6.

Частотний перетворювач (14а) підключений до третього модуля аналогових виходів ТМ3АQ4 на І0+ та І0- клеми третього каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном гомогенізатору М7.

Частотний перетворювач (15а) підключений до третього модуля аналогових виходів ТМ3АQ4 на І0+ та І0- клеми четвертого каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М8.

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширений контур контролю температури:

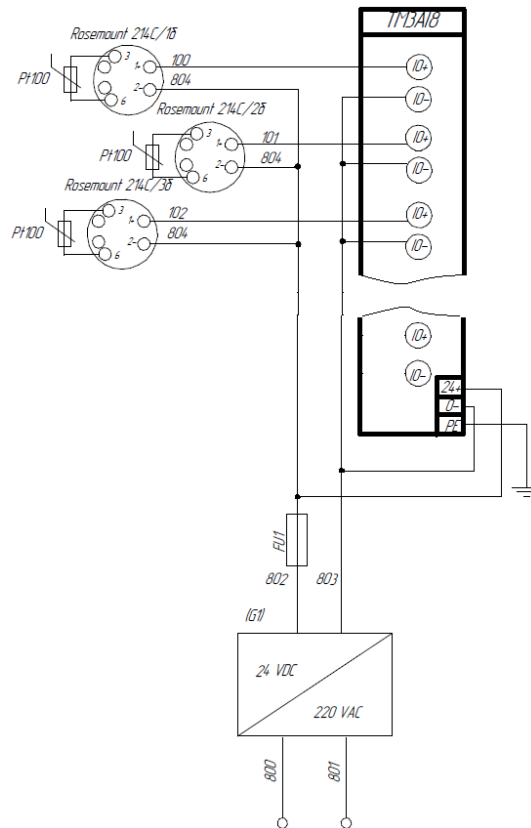


Рис.3.6. Підключення датчиків температури до модулів аналогових входів

Rosemount 214C

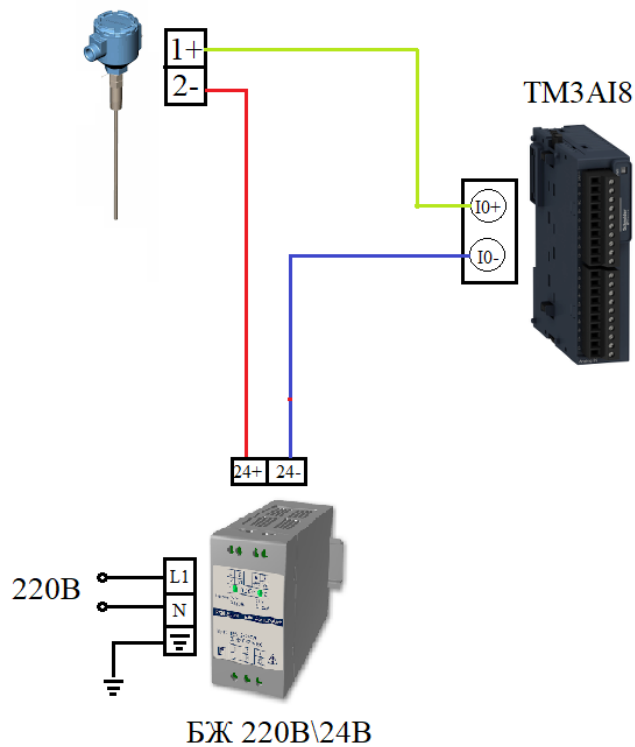


Рис.3.7. Графічне зображення підключення ТЗ контуру контролю температури

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Опис схеми з'єднання:

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки.

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

Розширений контур контролю та регулювання рівня:

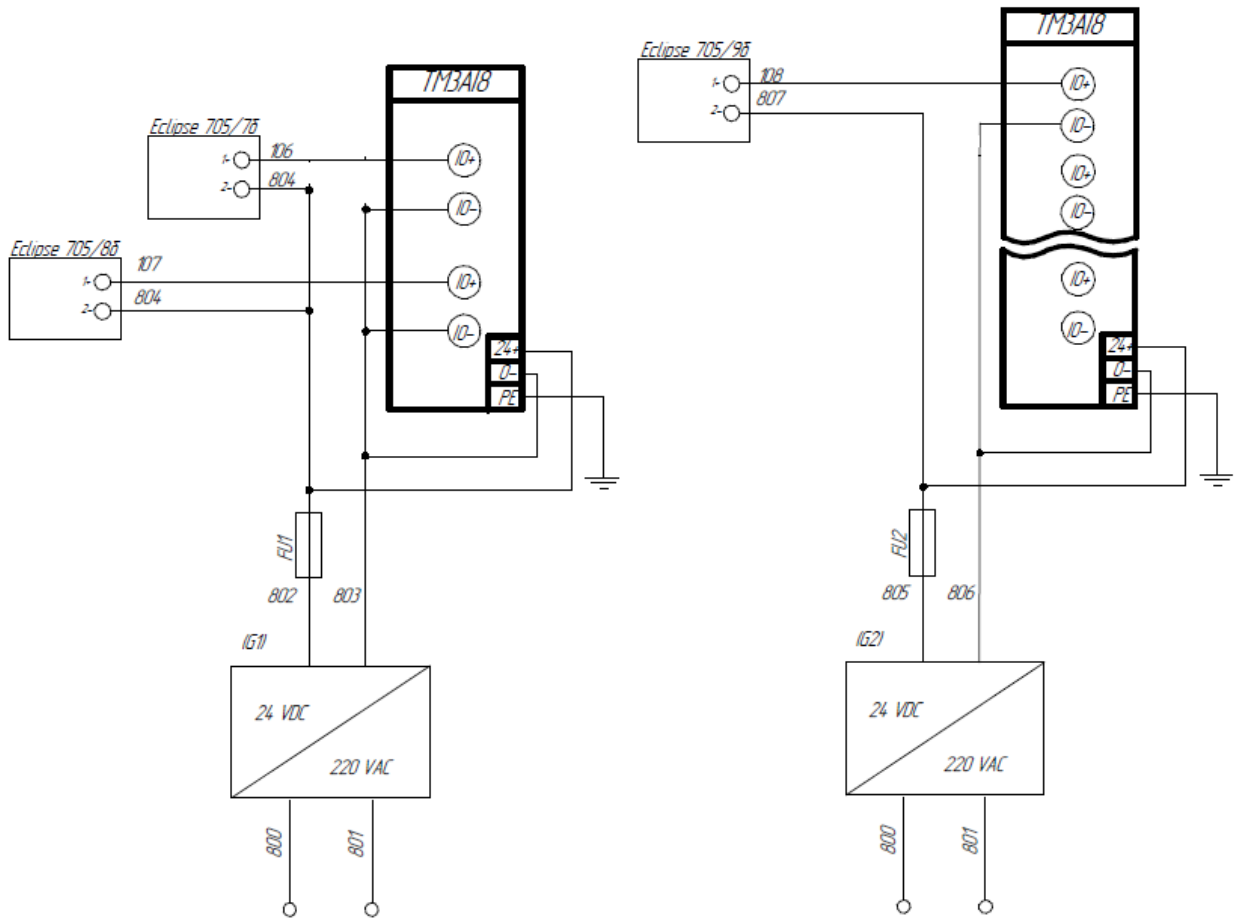


Рис.3.8. Підключення датчиків рівня до модулів аналогових входів

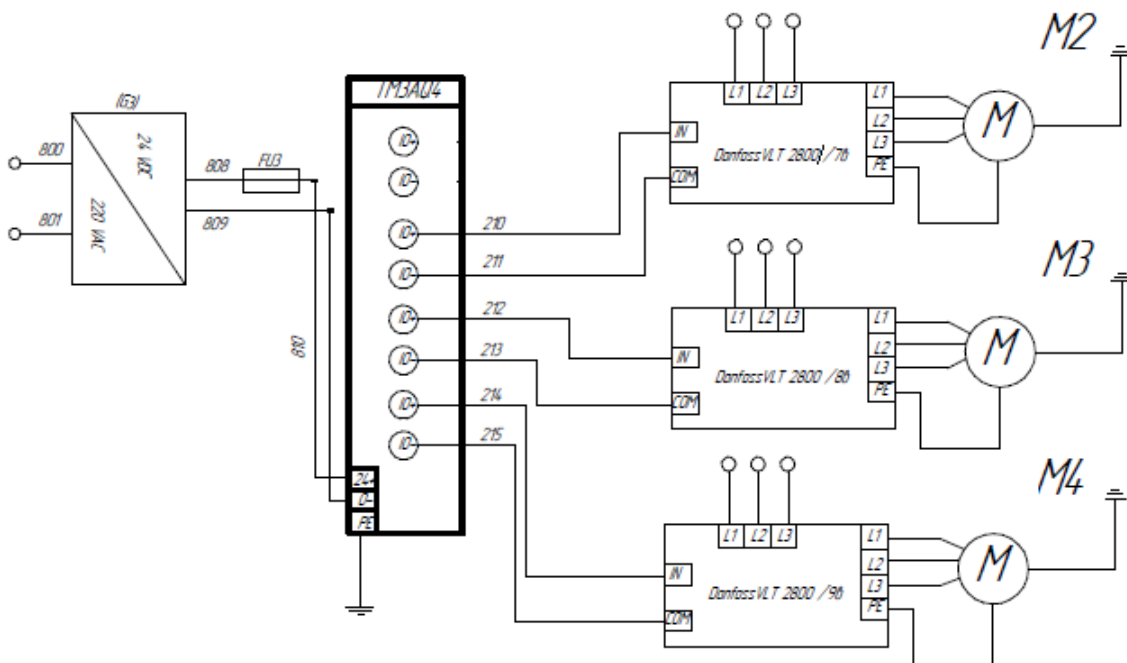


Рис.3.9. Підключення частотних перетворювачів до модулів аналогових виходів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

48

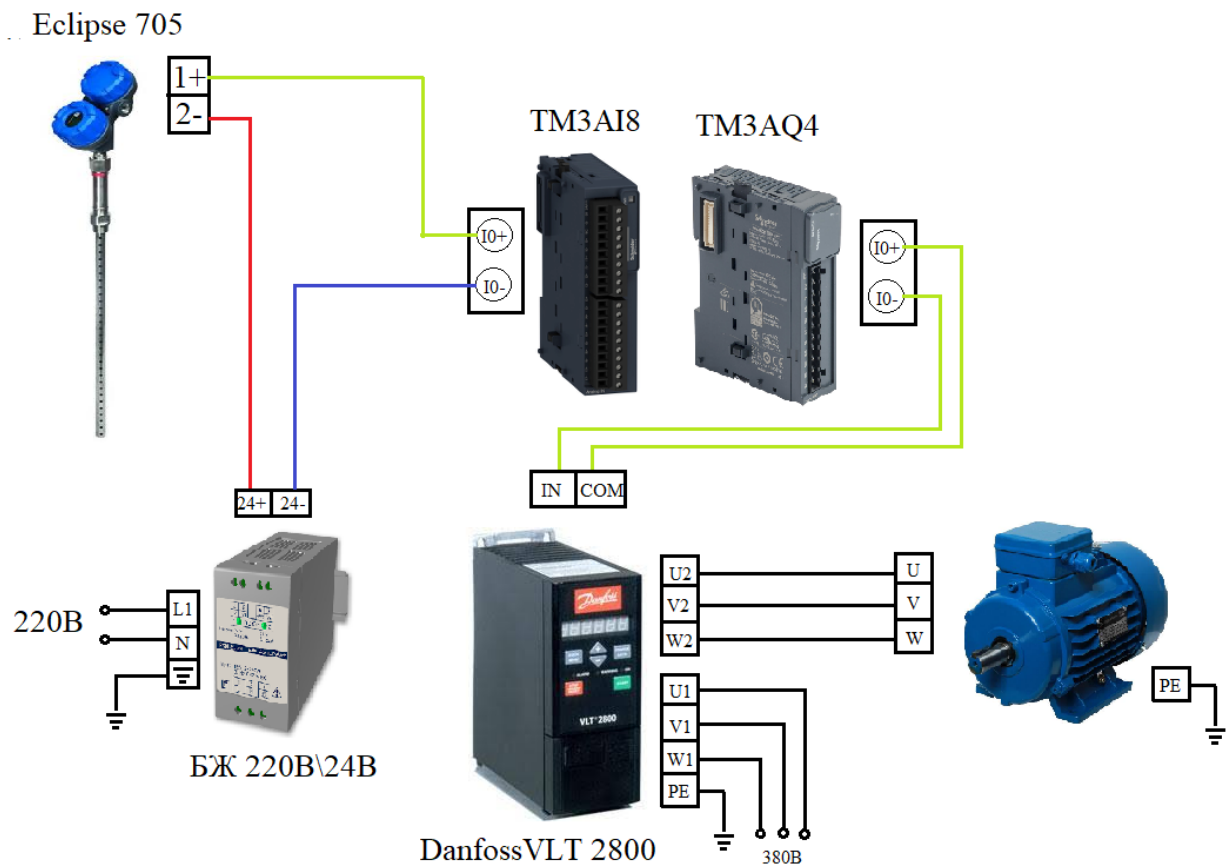


Рис.3.10. Графічне зображення підключення ТЗ контуру контролю та регулювання рівня

Опис схеми з'єднання:

Вторинний перетворювач рівня LT (76) під'єднаний до першого модуля аналогових входів TM3AI8 на IO+ та IO- клеми сьомого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TM3AI8 від датчика рівня, інформація передається в контролер TM241C24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів TM3AQ4. Де до нього на IO+ та IO- клеми другого каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (7в), який керує двигуном насосу M2.

Вторинний перетворювач рівня LT (86) під'єднаний до першого модуля аналогових входів TM3AI8 на IO+ та IO- клеми восьмого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TM3AI8 від датчика рівня, інформація передається в контролер TM241C24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на на І0+ та І0- клеми третього каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (8в), який керує двигуном насосу М3.

Вторинний перетворювач рівня LТ (9б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на на І0+ та І0- клеми четвертого каналу під'єднаний під'єднаний частотний перетворювач (9в), який керує двигуном насосу М4.

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

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчик тиску VEGABAR 17:



Перетворювач тиску VEGABAR 17 призначений для вимірювання надлишкового тиску і абсолютного тиску на газах, парах і рідинах, в тому числі в'язких і забруднених.

Особливості:

- Двухпроводна система 4 ... 20 мА;
- Встановлюваний нуль і діапазон;
- Похибка вимірювання <0,5%;
- Рудникове / іскрозаціщенне виконання
- Малі, компактні розміри
- Корпус з нержавіючої сталі з клемним підключенням або висновком кабелю
- Контактують з продуктом деталі з нержавіючої сталі

Переваги:

- Недороге виконання з найменшими монтажними розмірами
- Повністю заварена вимірювальна осередок
- Висока хімічна стійкість високоякісних матеріалів мембрани

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Матеуш О.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення рязанки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					51	69
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Технічні дані:

Діапазони вимірювання: -1 ... +1000 bar / -100 ... +100000 kPa (-14.5 ... +14503 psig);

Найменший діапазон виміру :0,1 bar / 10 kPa (1.45 psig);

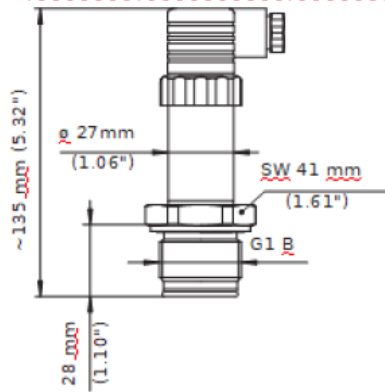
Відхилення характеристики: 0,5%;

Різьба від G½, ½ NPT, різьблення від G½ B;

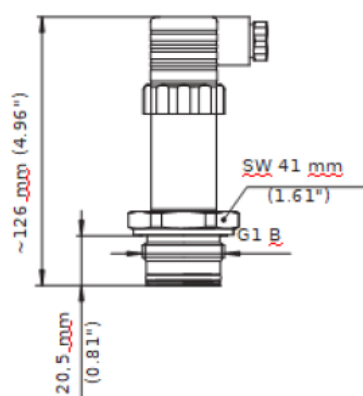
Температура процесу: -40 ... +150 ° C (-40 ... +302 ° F);

Монтаж:

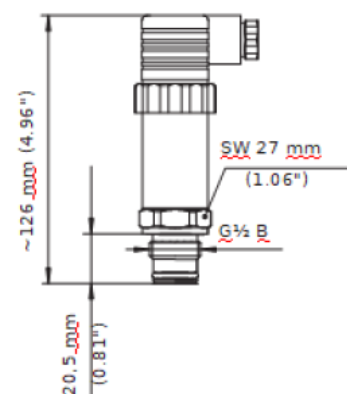
З кутовим штекерним роз'ємом



З штекерним роз'ємом



З клемним корпусом



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

52

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

Програма для дипломного проекту була розроблена у програмному середовищі SoMachine від компанії Schneider Electric.

Програмне забезпечення Schneider Electric Somachine призначене для контролерів M241, M251, M238, M258, LMC058, ATV IMC, XBT GC і HMI SCU.

Це програмне рішення для OEM-виробників, яке забезпечує розробку, настройку та введення в експлуатацію всієї системи автоматизації в єдиній програмному середовищі, в тому числі логіку, управління рухом, людино-машинний інтерфейс, а також мережеві функції автоматизації. Платформа Schneider Electric Somachine також служить для програмування і введення в експлуатацію кожного елемента гнучкого і масштабованого забезпечення цієї ж компанії. Крім усього сказаного це ще й вигідну пропозицію для компаній, які займаються виготовленням комплексного обладнання, яке сприяє оптимальному виконанню всіх вимог, що пред'являються до устаткуванням промислового типу.

Schneider Electric Somachine має інтегроване ПО Vijeo-Designer, тому вважається професійним і ефективним відкритим програмним забезпеченням. Крім цього воно включає в себе засіб налаштування і введення в експлуатацію пристроїв управління рухом.

Крім того, платформа підтримує такі технології і можливості:

всі мови стандарту MEK 61131-3;

інтегровані засоби для настройки польових шин;

експертну діагностику і налагодження;

надає необмежені можливості обслуговування і відображення даних.

Бібліотеки експертних програм Schneider Electric Somachine перевірені, затверджені, задокументовані і підтримуються для подальшого використання в обладнанні пакувального, підйомного і конвеєрного типу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Матеуш О.Д.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					53	69
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-Зск</i>			
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Платформа забезпечує:

- 1 програмний пакет;
- 1 файл проекту;
- 1 готове кабельне з'єднання;
- 1 операцію по завантаженню.

Графічний інтерфейс користувача:

Платформа Somachine оснащена зрозумілим, наочним і інтуїтивним інтерфейсом. Оптимізація програмного забезпечення була спрямована на надання всіх необхідних засобів користувачеві на кожному етапі розробки проекту. Інтерфейс розроблений таким чином, щоб користувач не зміг нічого пропустити під час проектування і завдяки цьому забезпечується виконання кожного завдання протягом усього часу експлуатації інтерфейсу. У робочому просторі знаходиться тільки найнеобхідніша і пов'язані саме до цього завдання інформація, нічого зайвого в платформі ви не знайдете.

Програмування та налагодження:

Як відомо, програмування - це важливий етап в проектуванні, тому цей процес повинен бути максимально оптимізований.

Розширені можливості і функції ЧМІ і управління відповідають вимогам OEM-виробників, які відносяться до систем контролю і відображення даних. Так, для налагодження та перевірки роботи ви можете використовувати такі засоби: моделювання, пошук точок можливого переривання, покрокове виконання, трасування.

Впровадження в експлуатацію:

Для того, щоб користувачі могли контролювати поточний стан архітектури використовується меню введення в експлуатацію, яке також сприяє полегшенню і спрощення діагностики. Увійшов користувач в систему, чи працюють пристрої і інші дані показуються на топологічній схемою конфігурації.

Прозорість:

У Schneider Electric Somachine передбачений Device Type Manager (DTM), який містить Field Device Tool (FDT), він же інструментарій для польових

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

пристроїв. Завдяки цьому і менеджеру класу пристроїв (DTM) здійснюється прямий зв'язок через платформу з кожним окремим пристроєм, контролером і CANopen (польова шина). Це означає, що немає необхідності у використанні проводів для виконання окремих кабельних з'єднань. Крім того, унікальне середовище платформи передбачає переклад віддалених пристроїв в автономний і мережевий режим.

Бібліотеки спеціалізованих додатків OEM (бібліотеки AFB):

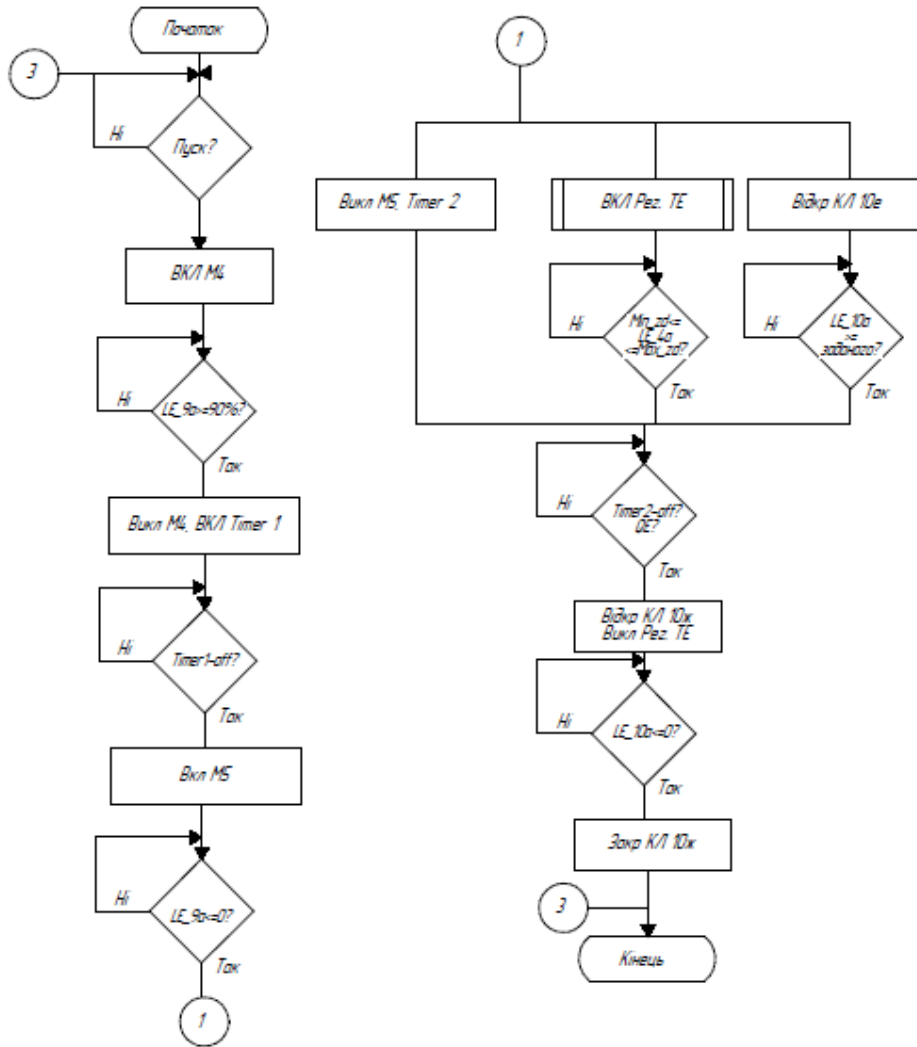
При бажанні можливості платформи SoMachine можуть бути розширені. Для цього вам знадобиться додатковий компакт-диск з інформацією, яка передбачає перевірені, документовані, затверджені і підтримувані бібліотеки експертних програм. Вони ж в свою чергу призначені для різних OEM-застосувань. Ці бібліотеки мають просту конфігурацію і прискорюють процеси розробки, введення в експлуатацію, монтаж, пошук і ліквідацію помилок. Дані бібліотеки можуть використовуватися в наступних сферах: обладнання для упаковки, підйом вантажів, конвеєрний транспорт.

Конфігурації (TVDA): перевірені, затверджені і документально оформлені:

Платформа SoMachine передбачає різні заздалегідь підготовлені проекти, які містять готові до застосування налаштування, до того ж їх просто адаптувати під вимоги замовника. Частина з них відноситься до категорії типових (TVDA), відповідних конфігурацій контролерів. Крім того, ви знайдете інші рішення на диску Solution Extension, які спрямовані на готові SoMachine конфігурації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Алгоритм програми:



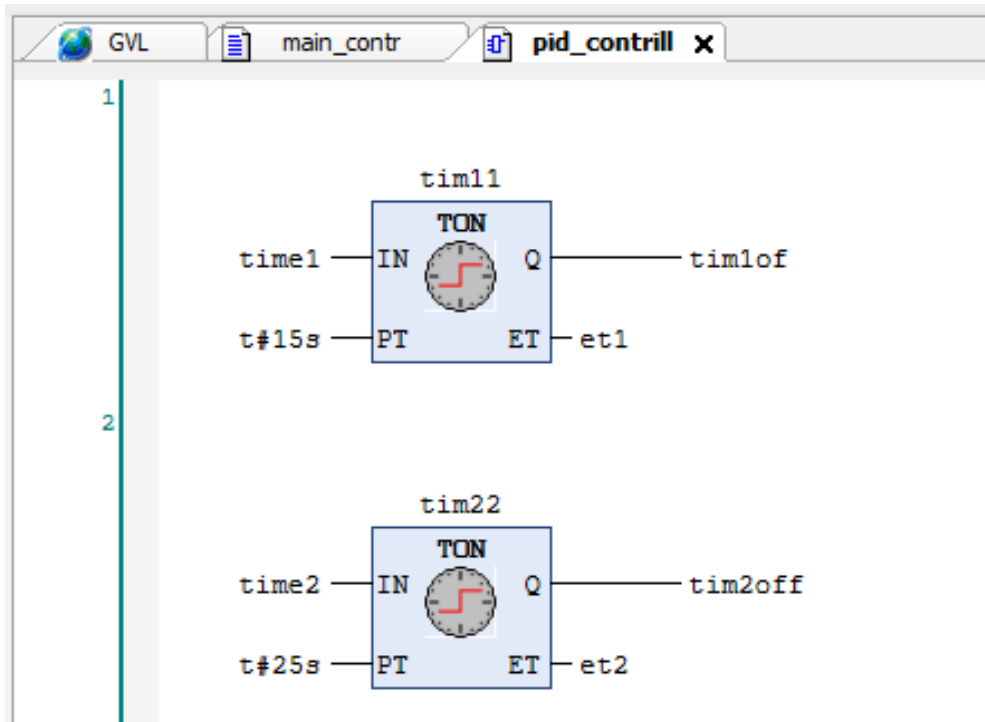
Фрагмент програми:

```

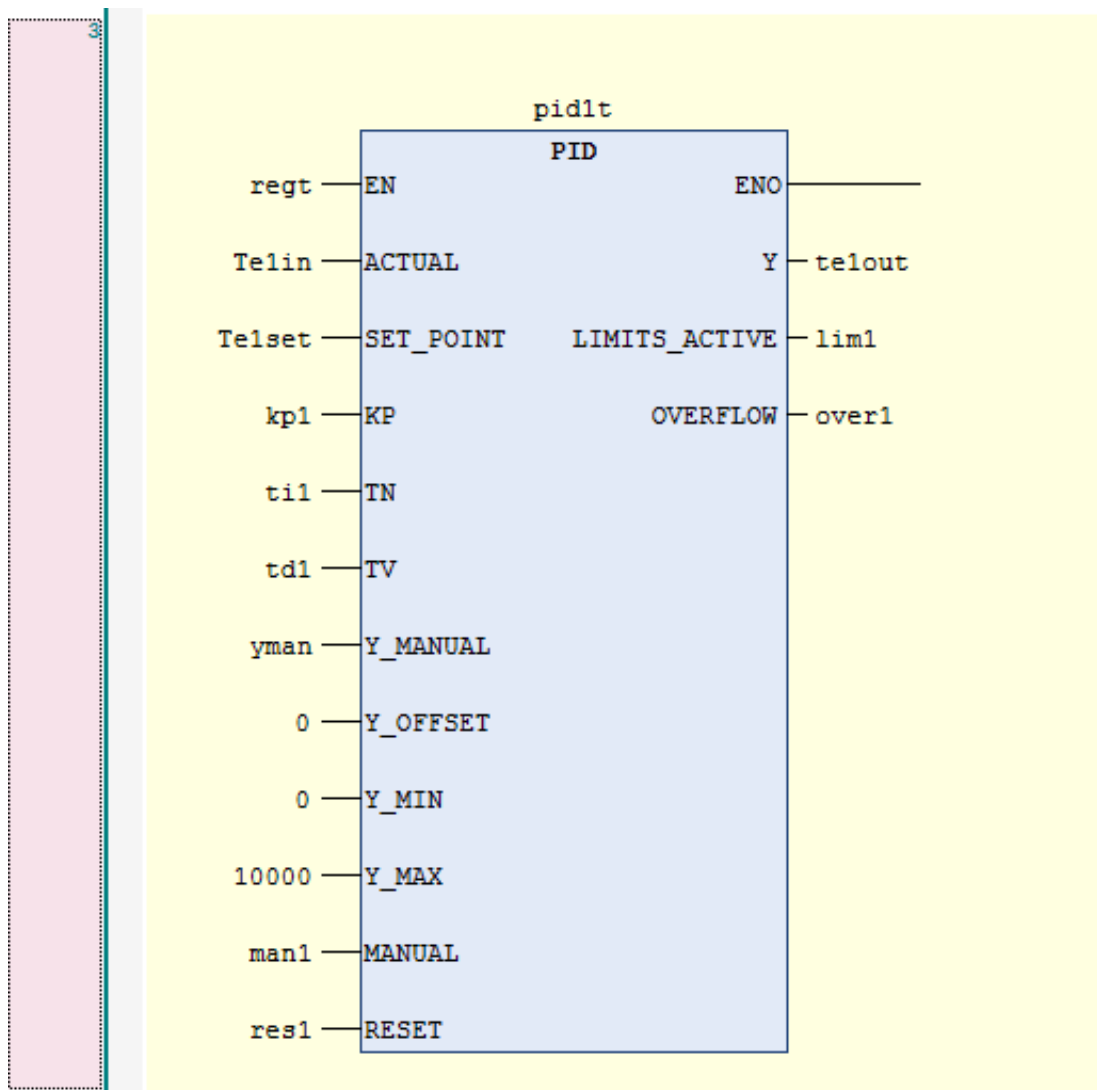
GVL  main_contr x pid_contrill
1   IF pysk THEN
2     m4:=TRUE;
3   END_IF;
4   IF le9a>=9000 THEN
5     m4:=FALSE;
6     timel:=TRUE;
7   END_IF;
8   IF timlof THEN
9     m5:=TRUE;
10  END_IF;
11  IF le9a<=0 THEN
12    m5:=FALSE;
13    regt:=TRUE;
14    kl10e:=TRUE;
15  END_IF;
16  IF le4a>=5000 AND le10a>=6000 THEN
17    kllg:=TRUE;
18    regt:=FALSE;
19  END_IF;
20  IF le10a<=0 THEN
21    kl10g:=FALSE;
22  END_IF;

```

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



Регулятори температури:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Змінні, що використовуються у програмі:

	Scope	Name	Address	Data type	Initialization	Corr
2	VAR_GLOBAL	tim1of		BOOL		
3	VAR_GLOBAL	regt		BOOL		
4	VAR_GLOBAL	kl10e		BOOL		
5	VAR_GLOBAL	le4a		REAL		
6	VAR_GLOBAL	le10a		REAL		
7	VAR_GLOBAL	kl1g		BOOL		
8	VAR_GLOBAL	kl10g		BOOL		
9	VAR_GLOBAL	tim11		TON		
10	VAR_GLOBAL	tim22		TON		
11	VAR_GLOBAL	time2		BOOL		
12	VAR_GLOBAL	tim2off		BOOL		
13	VAR_GLOBAL	et2		TIME		
14	VAR_GLOBAL	pid1t		PID		
15	VAR_GLOBAL	Te1in		REAL		
16	VAR_GLOBAL	Te1set		REAL		
17	VAR_GLOBAL	kp1		REAL		
18	VAR_GLOBAL	ti1		REAL		
19	VAR_GLOBAL	td1		REAL		
20	VAR_GLOBAL	yman		REAL		
21	VAR_GLOBAL	man1		BOOL		
22	VAR_GLOBAL	res1		BOOL		
23	VAR_GLOBAL	te1out		REAL		
24	VAR_GLOBAL	lim1		BOOL		
25	VAR_GLOBAL	over1		BOOL		
26	VAR_GLOBAL	pysk		BOOL		
27	VAR_GLOBAL	m4		BOOL		
28	VAR_GLOBAL	m5		BOOL		

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

SCADA-інтерфейс був розроблений для ємностей витримки та сквашування молока. Інтерфейс був розроблений за допомогою програмного забезпечення SCADA-ZENON

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Температура у сквашувальній ємності	TE 4a	%MW0
Рівень у ємності для витримки	LE 9a	%MW2
Рівень у ємності для сквашування	LE 10a	%MW4
Кислотність у ємності для сквашування	QE 12a	%MW6

Таблиця аналогових виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Клапан регулювання витрати гарячої води	4г	%MW8
Клапан подачі закваски у ємність для сквашування	10е	%MW10
Клапан відводу сквашеного молока з ємності для сквашування	10ж	%MW12

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Матеуш О.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення рязанки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					59	69
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M4	%MW14
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M5	%MW16

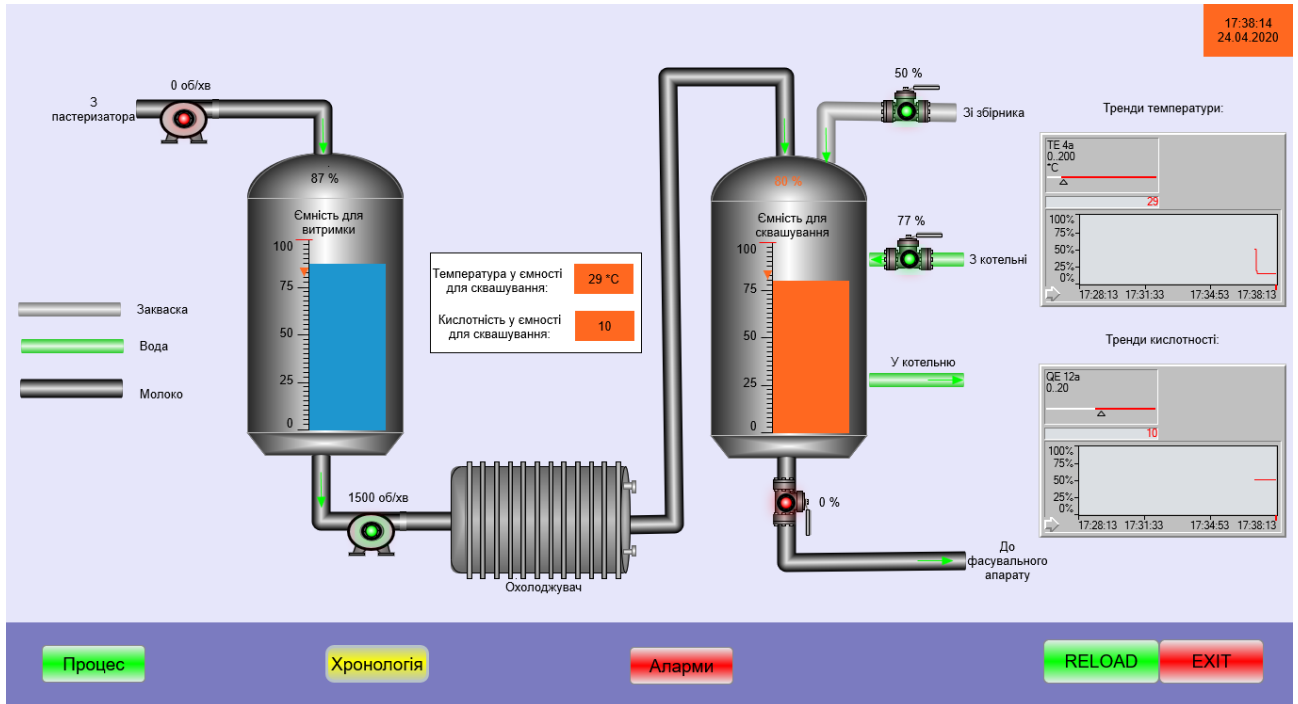
Таблиця даних SCADA/HMI:

Name	Measur...
Filter text	Filter...
M5 A-P	
M5	об/хв
M4 A-P	
M4	об/хв
Клапан 10ж A-P	
Клапан 10ж	%
Клапан 10е A-P	
Клапан 10е	%
Клапан 4г A-P	
Клапан 4г	%
TE 4а	*C
QE 12а	
LE 10а	%
LE 9а	%

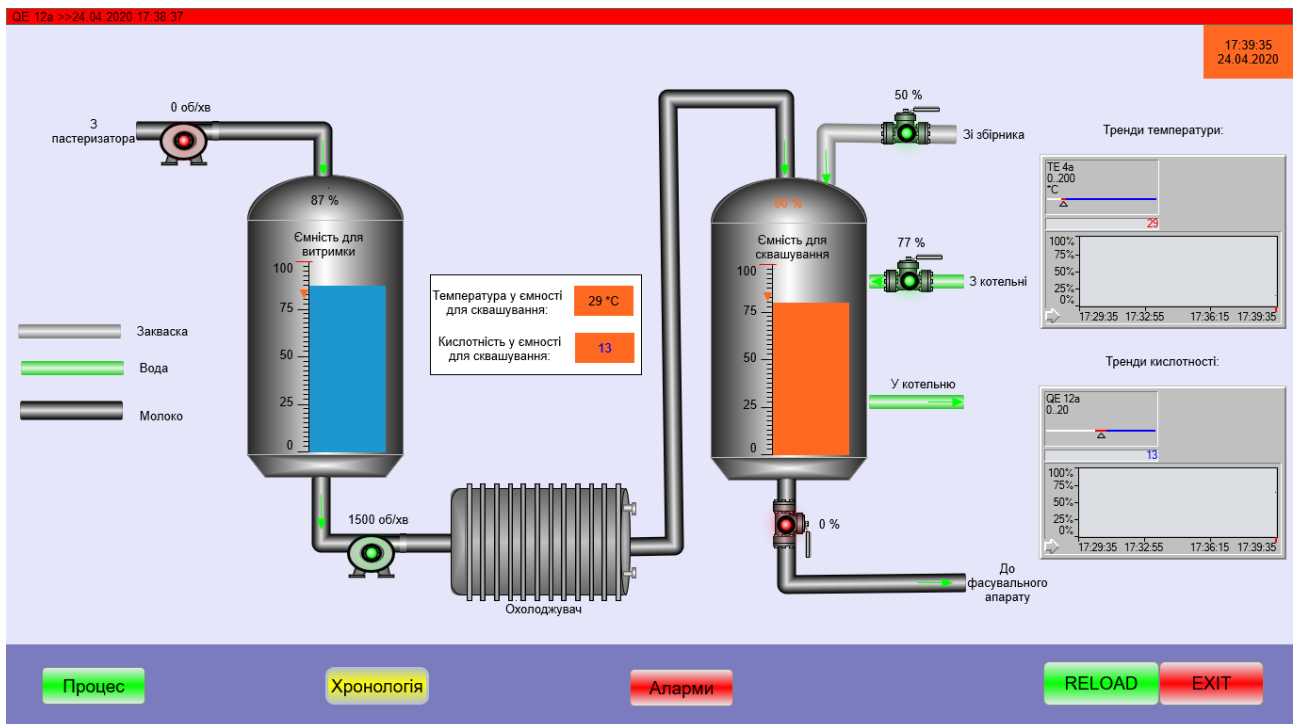
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми.

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



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

61

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

Filter: [*][*][T:Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [] Save Import Export Delete

Time received	Text	Variable name	Value	Mea...	User - full name	Computer name	Comment
24.04.2020 17:32:13	Project MATEUSH1 reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:33:42	System was stopped				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:13	System was started				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:20	Modify spontaneous value: (55 °C)	TE 4a	55	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:23	Modify spontaneous value: (60 °C)	TE 4a	60	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:24	Modify spontaneous value: (30 °C)	TE 4a	30	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:28	Modify spontaneous value: (9)	QE 12a	9		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:32	Modify spontaneous value: (11)	QE 12a	11		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:35:37	Modify spontaneous value: (10)	QE 12a	10		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:36:46	Project MATEUSH1 reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:36:50	Modify spontaneous value: (9)	QE 12a	9		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:36:53	System was stopped				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:06	System was started				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:14	Modify spontaneous value: (36 °C)	TE 4a	36	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:16	Modify spontaneous value: (29 °C)	TE 4a	29	°C	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:19	Modify spontaneous value: (90 %)	LE 10a	90	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:25	Modify spontaneous value: (80 %)	LE 9a	80	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:28	Modify spontaneous value: (87 %)	LE 9a	87	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:35	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 4г А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:37	Modify spontaneous value: (77 %)	Клапан 4г	77	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:43	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 10е А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:46	Modify spontaneous value: (0 %)	Клапан 10ж	0	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:50	Modify spontaneous value: (1)	M5 А-Р	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:53	Modify spontaneous value: (80 %)	LE 10a	80	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 17:37:53		LE 10a	80	%			

Процес Хронологія Аларми RELOAD EXIT

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

Filter: [*][*][T:Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [] Save Import Export Delete

Сос...	Время появления	Время исчезновения	Время подтверждения	Имя переменной	Знач...	Едн...	Текст	Пользователь ...	Имя компьютера	Комме...
●	>>24.04.2020 17:38:37	<<24.04.2020 17:40:25		QE 12a	13					
●	>>24.04.2020 17:40:15			LE 10a	100	%				
●	>>24.04.2020 17:40:22			TE 4a	89	°C				
●	>>24.04.2020 17:40:25		-24.04.2020 17:40:31	QE 12a	4			SYSTEM	RURYK	

Процес Хронологія Аларми RELOAD EXIT

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурального дослідження.

В дипломному проєкті комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної для наступних задач:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах не-стаціонарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

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

Постановка задачі: Для системи автоматизації виготовлення рязанки визначити оптимальні налаштування ПІ та ПІД-регуляторів.

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

В даному дипломному проєкті за систему регулювання було взято АСР системи автоматизації виготовлення рязанки. На показники впливають зміна температур в пастеризаторі, рівні у ємностях, витрата закваски та зміна тиску у гомогенізаторі.

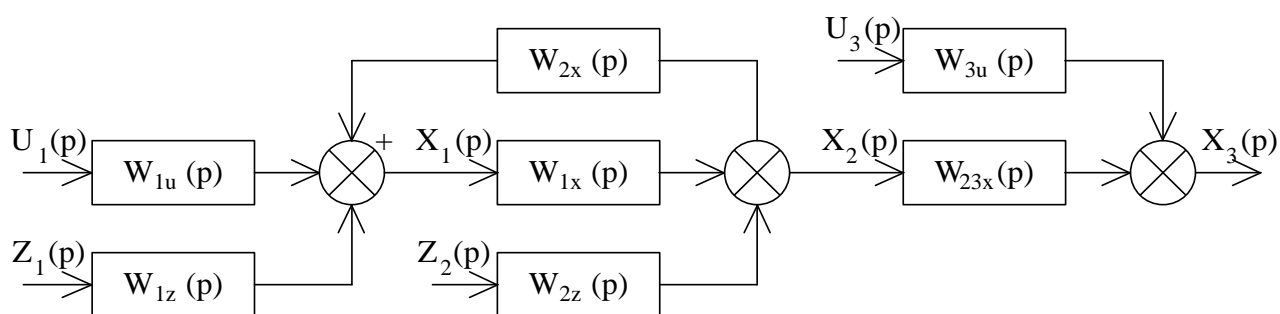
Визначимо передаточні функції:

$$W_1^U(p) = \frac{7}{12p+1}; W_3^U(p) = \frac{3.5}{10p+1}; W_1^Z(p) = \frac{3}{12p+1}; W_2^Z(p) = \frac{3.4}{60p+1};$$

$$W_1^X(p) = \frac{4}{60p+1}; W_2^X(p) = \frac{0.2}{12p+1}; W_{23}^X(p) = \frac{0.35}{10p+1};$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Матеуш О.Д.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення рязанки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					63	69
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Складаємо структурну схему 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 ІІ-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

	$k_{п}$	$k_{и}$	$k_{д}$
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 .

$K_{п крит}=1,49$. $T_{п}=65$ (с).

Для ІІ-регулятора настройки будуть наступними:

$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,45 = 1,49 * 0,45 = 0,6705$

$K_{і} = (0,54 * K_{п (крит)}) / T_{п} = 0,54 * 1,49 / 65 = 0,0124$

Для ПД-регулятора настройки будуть наступними:

$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,6 = 0,894$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_i = (1,2 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,0275$$

$$K_d = 0,075 * K_p(\text{крит}) * T_p = 7,26375$$

Зменшення коефіцієнта передачі регулятора дозволяє забезпечити необхідний запас стійкості, хоча в цілому отримані настройки не гарантують досягнення екстремуму показника якості, наприклад, інтегрального критерію.

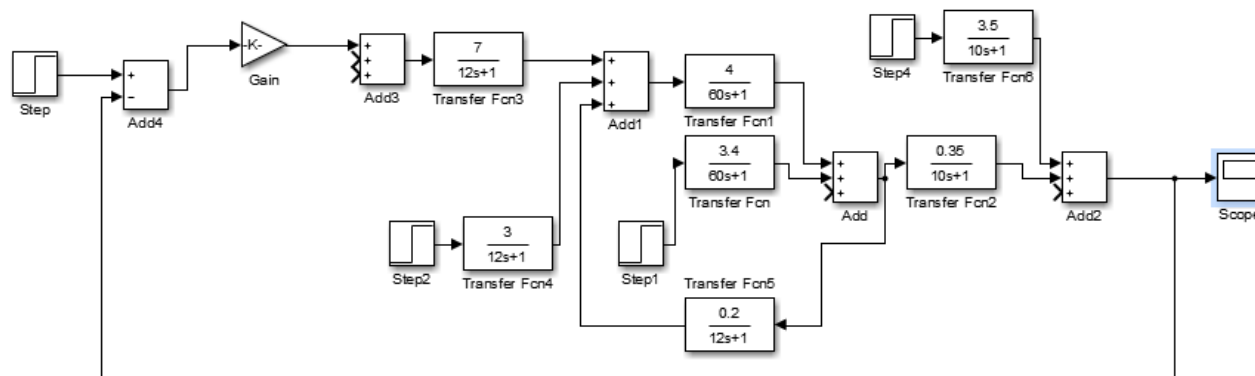


Рис.7.1. Структурна схема АСР з П-регулятором

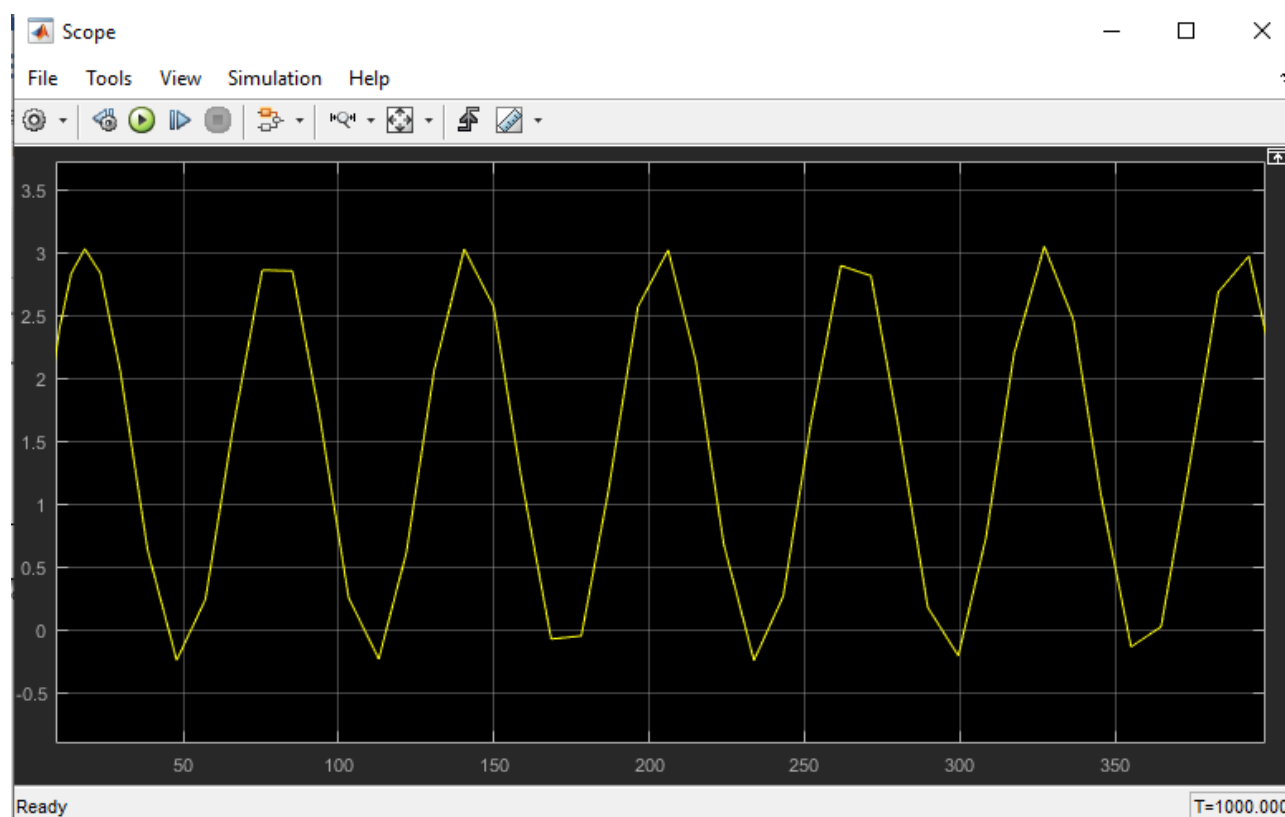


Рис.7.2. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості
($K_p(\text{крит.})=1,49$)

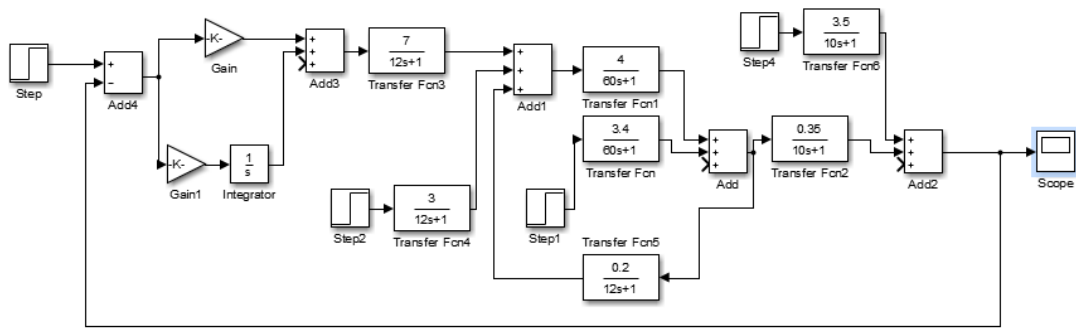


Рис.7.3. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

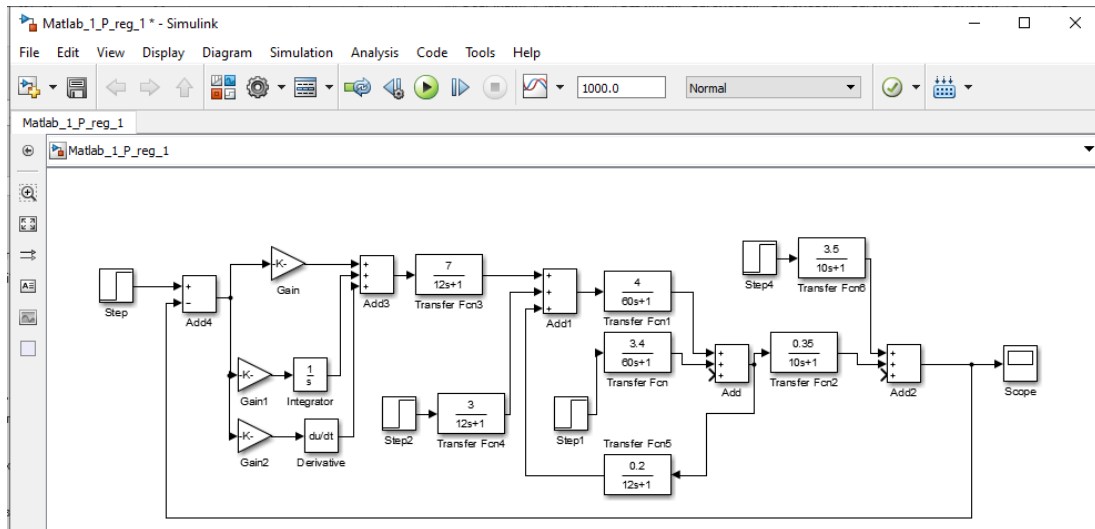


Рис.7.4. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

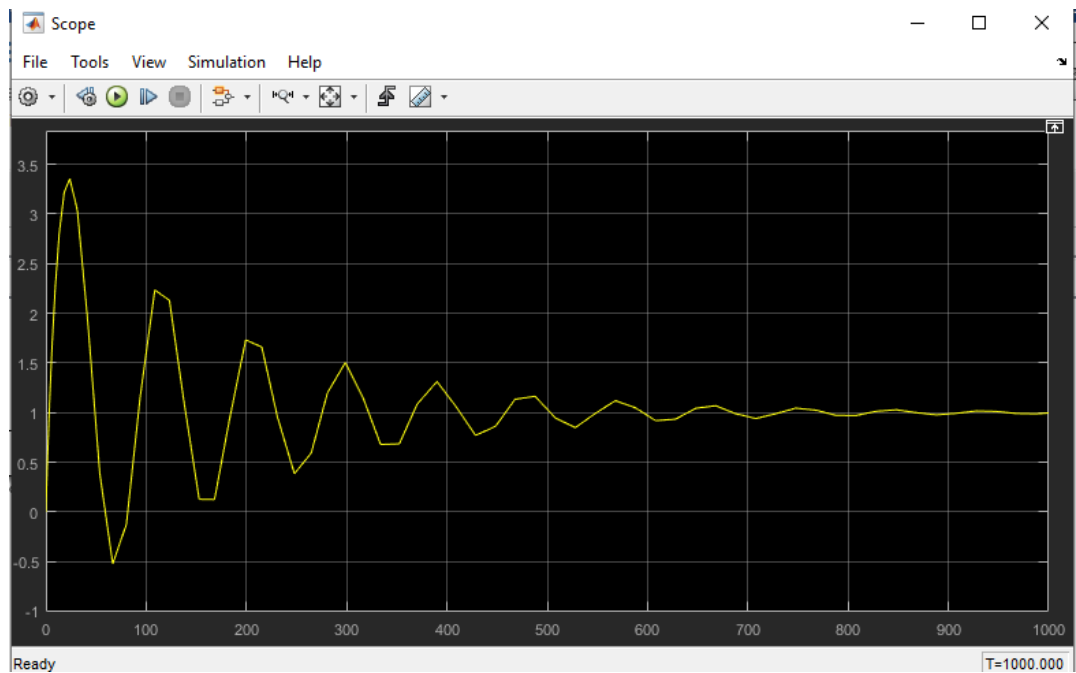


Рис.7.5. Перехідний процес з ПІ-регулятором (оптимальні настройки)

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (2,4 - 1,25) / 2,4 = 0,479;$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

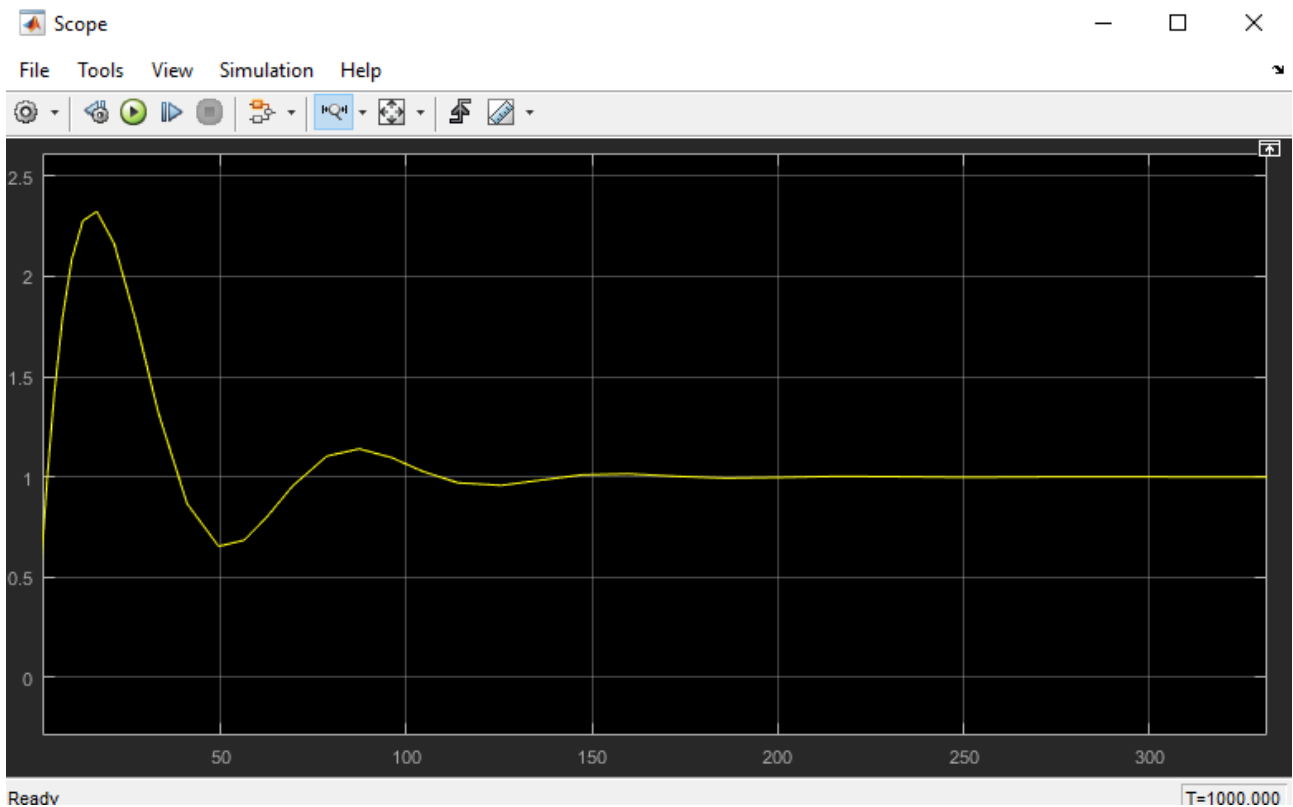


Рис.7.6. Перехідний процес АСР з ПД-регулятором.

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (1,3 - 0,2) / 1,3 = 0,846;$$

Висновок: В даному розділі була складена структурна схема АСР виготовлення ржанки. Після встановлення коеф. настройки регуляторів в структурну схему і отримання перехідних процесів для ПІ та ПД регуляторів. З графіків можна сказати, що найкраще справився із задачею ПД регулятор, тому що він має підходящу ступінь затухання та малу динамічну похибку. Робимо висновок, що використання ПД- регулятора в даному випадку доцільне.

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

Висновки

Внаслідок розробки системи автоматизації процесу виготовлення ряжанки можна досягти підвищення загального рівня автоматизації. Це є можливим на будь-якому технологічному підприємстві за рахунок застосування мікропроцесорного контролера "M241" від Schneider Electric, який необхідний для автоматичної обробки технологічних параметрів, для відображення і збору історії усіх процесів в об'єкті та за рахунок збільшення контурів регулювання і управління.

Також завдяки розробленій системі автоматизації можна буде покращити техніко-економічні показники за рахунок зниження витрати на енергію, паливо та оптимізації технологічного процесу.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, сталості, надійності, сучасності та є ефективною і доцільною для впровадження завдяки прийнятним умовам праці.

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

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
2. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
3. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
4. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін // Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с.
5. Rosemount 214C . URL:
<https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-214c-temperature-sensors-en-80136.pdf>
6. Vegabar 17. URL : <https://m.vega-rus.ru/products/process-pressure/vegabar17/>
7. Eclipse 705. URL: <https://www.magnetrol.com/ru/products/eclipse-705-volnovodnyy-radarnyy-urovner-gwr>
8. PEM-1000. URL: <https://aplisens.com.ua/data/pdfs/PEM-1000.pdf>
9. Danfoss VLT 2800 . URL: <http://danfoss.net.ua/products/4285/4385.html>
10. M241. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/62129-modicon-m241/>
11. SoMachine. URL: <http://www.eleten.com.ua/SoMachine.html>
12. Zenon SCADA. URL: <https://www.copa-data.com.ua/>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69