

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

Медведєву Євгену Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів*

керівник роботи *професор Ладанюк Анатолій Петрович*

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

затверджені 269-кс наказом закладу вищої освіти від « 27 » 04 2020 р. №

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 Медведєв Є. О.

_____ (підпис)

Керівник роботи Ладанюк А. П.

_____ (підпис)

Анотація

Дипломний проект розроблений на тему: «Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів» з використанням мікропроцесорного контролера Siemens S7-1200 від фірми Siemens.

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Перелік графічного матеріалу:

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

Особлива увага приділяється розробці системи автоматизації, вибору технічних засобів автоматизації. Розроблені схеми підключення датчиків і виконавчих органів. Розроблено алгоритм, програму та імітацію об'єкта для проекту на базі середовища програмування TIA Portal V13 від Siemens. Для управління технологічними процесами була розроблена SCADA/HMI в середовищі ZENON від COPA-DATA для оператора ПЕОМ.

Також для системи була розроблена структурна схема САР, проведена перевірка на стійкість за допомогою методу Михайлова, та визначений запас стійкості.

Ключові слова: Siemens S7-1200, ZENON, TIA Portal.

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

Annotation

The diploma project is developed on a theme: "Development of system of automation of a technological complex of process of production of chocolate masses with use of intelligent flowmeters" with use of the Siemens S7-1200 microprocessor controller from Siemens firm.

The diploma project 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. Drawing 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, program and object simulation for a project based on the TIA Portal V13 programming environment from Siemens have been developed. SCADA / HMI in the ZENON environment from COPA-DATA for the PC operator was developed for process control.

Also, a structural scheme of SAR was developed for the system, a stability test was performed using the Mikhailov method, and a safety margin was determined.

Keywords: Siemens S7-1200, ZENON, TIA Portal.

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

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	9
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	15
Розділ 2. Опис системи автоматизації	17
2.1. Схема автоматизації	17
2.2. Специфікація засобів автоматизації	18
2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів.....	22
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	32
3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера.....	32
3.2. Загальна схема підключення.....	42
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	49
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	54
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	65
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	74
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	74
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	78
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ...82	
7.1. Постановка задачі дослідження.....	82
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	82
7.3. Моделювання САР.....	83
Спецзавдання	89
Висновки	100
Список використаної літератури	101

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

Вступ

Сьогодні дуже актуальна тема шоколадних виробів. Так як асортимент шоколадних виробів та, звісно, самого шоколаду збільшується, росте по днях та ночах. Космічне число людей вживають шоколад, а саме головне, що не мало таких осіб, які вважають його найкращим кондитерським виробом. Історія шоколаду почалася дуже давно – більше 3000 років назад. Вперше слово «какао» прозвучало як «какава» приблизно 1000 років до нашої ери на берегах Мексиканського заливу в момент розквіту цивілізації ольмеків. Але початок культивування декоративного какао-дерева почала цивілізація Майя. І уже тоді, на зорі людської цивілізації, розробили методи приготування шоколаду різних видів з використанням добавок та компонентів. Боби смажили, мололи та нагрівали. Після чого отримували какао-рідину, яка, змішуючись з водою, перетворювалась в гіркий апетитний напій. Любов до нього в той час була така велика, що його називали їдою богів. Ацтеки продовжили приготування какао, вони добавляли туди цукор, ваніль, корицю та мед. Отриманий напій називали «xocolatl», що прославився своєю поживністю, зміцнюючими та збуджуючими властивостями.

В 1770 р. була створена перша французька компанія «Pelletier & Co», яка застосовувала при виробництві шоколаду гідравлічний прес. При добавці какао-масла до суміші какао порошку та цукру отримуємо шоколад. Це стало одним із самих головних відкриттів в області харчової промисловості. Але це було не єдиним нововведенням. В 1828 році голландець Ван Хутен відкрив шоколадну пудру, а в 1875 році в Європі Генрі Нестле винайшов сухе молоко, яке пізніше використовував Талер при використанні свого фірмового молочного шоколаду «Таблерон». Білий шоколад виник набагато пізніше. Це чудове сполучення молока та цукру. В його склад входить какао-масло, цукор та порошокове цільне молоко. Цей вид шоколаду використовується в кондитерському виробництві для виготовлення шоколадних наповнювачів, а також при глазуруванні та виготовленні морозива.

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

Також білий шоколад був розроблений частково для дитячого харчування, з метою зменшення вмісту какао-продуктів (тому що вони містять кофеїн та теобромін – в деякій мірі вони є наркотичними речовинами, а також збуджують нервову систему індивідуума) і підвищенні харчової цінності. Це дуже корисно, якщо зауважити, що в нас час нервова система дитини і так «на підриві», а також більшість неповнолітніх дітей мають неврівноважену психіку.

В цілому на сьогоднішній день автоматизація технологічних процесів є одною з найважливіших засобів підвищення продуктивності праці, зменшення витрат матеріалів і енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління. На початку ХХІ століття вона набула нових рис та особливостей у зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів – мікропроцесорної техніки і персональних електронно-обчислювальних машин, функціональні можливості яких дають змогу використовувати найдосконаліші методи в рамках сучасних складних систем управління. Мікропроцесорні пристрої та електронно-обчислювальні машини пов'язані між собою обчислювальними і керуючими мережами, дозволяють впроваджувати комп'ютерні технології у нетрадиційні сфери діяльності підприємства, що проявляється в інтеграції виробничих процесів та управління ними. Застосування мікропроцесорної техніки в харчовій промисловості дозволяє підвищити точність регулювання технологічними параметрами, зменшити виробничі втрати компонентів продукції.

Основними задачами автоматизації є інтенсифікація промисловості на основі впровадження нових досягнень науки і техніки, зменшення числа технологічних переходів; впровадження неперервних схем промисловості; кількісний та якісний ріст одиничних потужностей обладнання; подальше підвищення рівня механізації і автоматизації.

Масштабність задач, які вирішує харчова промисловість потребує створення заводів, цехів, ділянок з високим ступенем механізації і автоматизації виробництва; технологічними процесами і виробництвом на базі використання ЕОМ; створення приладів і систем автоматизації на базі традиційних технічних

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

засобів, а також мікропроцесорної техніки; розробки і впровадження промислових роботів і маніпуляторів.

Метою автоматизації є підвищення ефективності праці, покращення якості продукції, яка випускається, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів промисловості. При створенні систем автоматизації використовують багато контурні та каскадні системи, в яких реалізуються принципи компенсації збурень, адаптації досконалі структури типу каскадних систем, з додатковими сигналами та інше.

Сучасна автоматизована система управління технологічними процесами виробництва призначена для:

- покращення якості регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміна морально та фізично застарілих існуючих засобів автоматизації;
- покращення технологічної дисципліни за рахунок постійного контролю по виконанню норм технологічного режиму і можливості аналізу історії параметрів за будь-який період часу;
- зменшення праці технологічного персоналу;
- аналіз виникаючих ситуацій та своєчасного прийняття рішень за рахунок виділення і показу інформації на мнемосхемах ПК, графіках параметрів;
- аналіз аварійних ситуацій за допомогою роздрукування графіків;
- підвищення професійної підготовки технологічного персоналу, персоналу служби КВПіА. Велике значення при підготовці об'єкта або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється об'єктивне керування процесом.

Отже головним напрямом автоматизації в агропромисловому комплексі на сучасному етапі є створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв, впровадження мікропроцесорної техніки та ЕОМ, покращення якості випускаємої продукції, зменшення праці персоналу.

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

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Технологічна схема виробництва шоколаду поділяється на наступні етапи:

Переробка какао-бобів, що складається із таких операцій:

- **Сортування какао-бобів** з метою очищення какао-бобів від сторонніх домішок і відокремлення пошкоджених надломлених зерен. Очищення і сортування бобів - на очисно-сортувальних машинах з сепараційними і ситовими пристроями та відбіркоvim транспортером

- Сортування какао-бобів, відокремлення їх від пилу та сторонніх домішок проводять в окремих, ізольованих від основного виробництва приміщеннях.

- **Термічне оброблення какао-бобів** - одна з основних операцій, що впливає на якість шоколадних виробів, є термічне оброблення какао-бобів, у процесі якого в них проходить ряд фізико-хімічних змін, в результаті яких істотно змінюються склад і властивості какао-бобів.

- **Подрібнення какао-бобів.** Після термічного оброблення і охолодження какао-боби подають у дробильно-сортувальну машину, на якій здійснюється подрібнення бобів, розподіл отриманої крупки за розмірами та відокремлення какаовели.

- **Подрібнення какао-крупки.** Головними якісними характеристиками какао тертого є його в'язкість, ступінь подрібнення та масова частка жиру і вологи

- **Темперування і збереження какао тертого.** Какао терте збирають у темперуючі збірники місткістю від 2 до 10 т, які оснащені обігрівачами, мішалками і термометрами. В цих збірниках какао терте нагрівають до 85...90°C і зберігають при безперервному помішуванні, щоб не стався розподіл рідкої і твердої фаз. Какао терте використовують для приготування шоколадної маси і для одержання какаової олії, яка є другим основним компонентом шоколадного виробництва.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					9	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

- **Пресування какао тертого.** Какаову олію отримують пресуванням какао тертого. Процес пресування проходить при температурі завантаженого какао тертого і отримуваної какаової олії близько 100 °С і тиску до 4,5...5,5 МПа. Цикл пресування — від 15 до 40 хв, залежно від залишеного жиру в макусі, який використовується для одержання какао-порошку товарного і виробничого.

- **Збереження какаової олії.** Какаова олія від пресів надходить у великі місткості з обігрівними стінками, в яких зберігається при температурі 50...60 °С. Какаову олію, призначену для медичних цілей, ретельно фільтрують для відокремлення дрібних частинок какао тертого.

- **Одержання какао-порошку.** Макуха какао, отримана після пресування, в гарячому стані транспортером подається на грубе подрібнення в макуходробарку. Потім макуха охолоджується і подається в проміжні бункери для збереження.

- Какао-порошок являє собою високодисперсний продукт, головна маса частинок якого (до 80 %) має розміри, менші 35 мкм. Вологість какао-порошку - близько 5% . Відрізняють товарний (для продажу) і виробничий (що використовується для добавок) какао-порошок.

- **Приготування шоколадної маси.** Шоколадна маса є основним напівфабрикатом, із якого відливанням у різні форми з наступним охолодженням отримують шоколад. Шоколадна маса, що призначена для глазурування цукерок, карамелі, мармеладу, тортів та інших виробів, називається шоколадною глазур'ю (поливою).

- **Подрібнення цукру-піску.** Для приготування шоколаду переробляється значна кількість цукру-піску, який заздалегідь подрібнюється до цукрової пудри.

- **Змішування.** Виготовлення шоколадної маси починають зі змішування какао тертого з цукровою пудрою, какаовою олією та іншими компонентами, передбаченими рецептурою. Основним призначенням процесу змішування є ретельне рівномірне перемішування всіх складових частин з метою одержання однорідної пластичної тістоподібної маси. Змішування значно впливає на наступний процес подрібнення шоколадної маси. Рівномірно перемішана шоколадна маса значно краще подрібнюється.

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

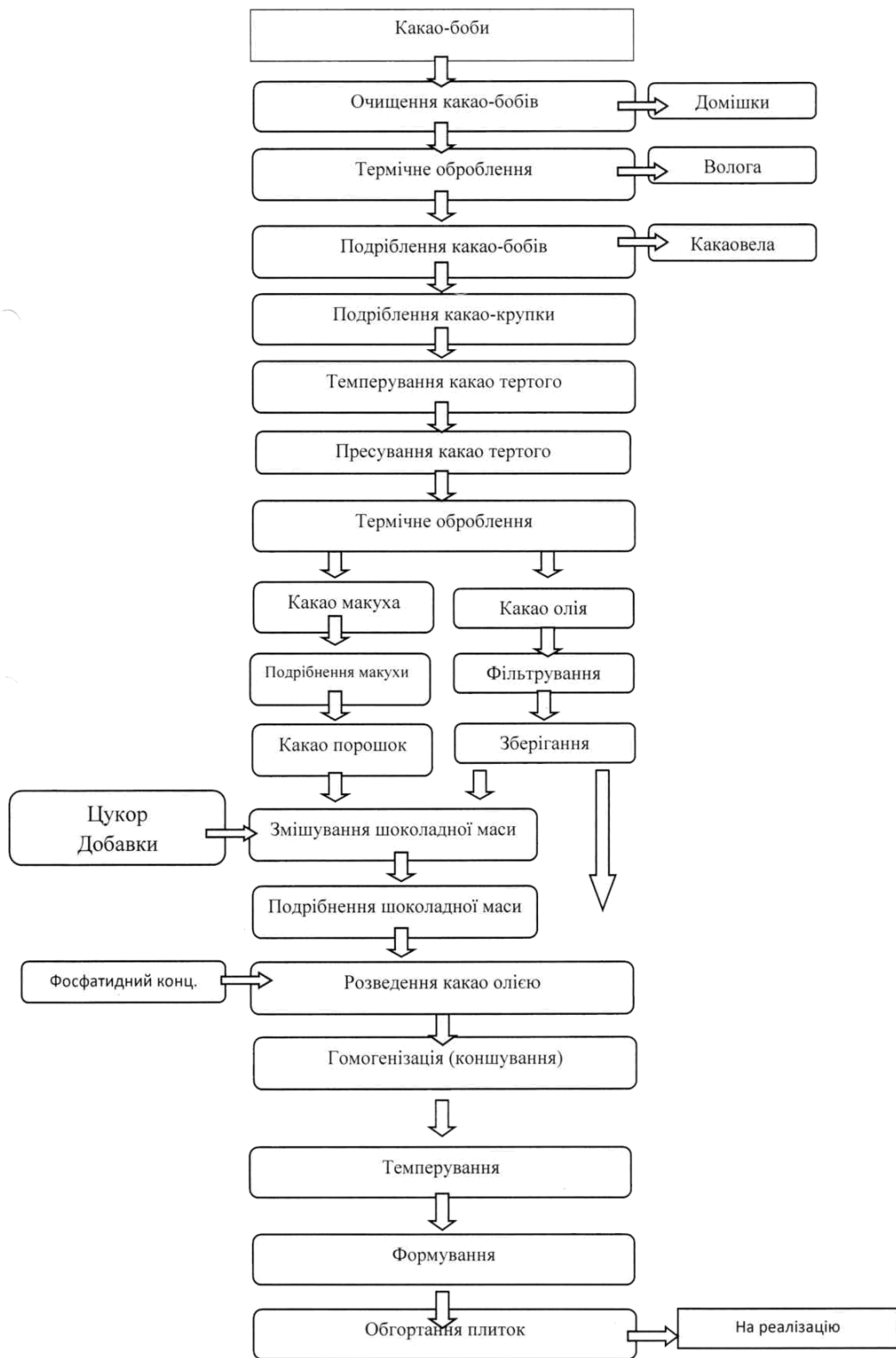


Рис.1.1. Принципова технологічна схема виробництва шоколаду

- Подрібнення шоколадної маси. Основним призначенням процесу подрібнення шоколадної маси є подрібнення твердої фази — цукру, какао тертого, горіхів, сухого молока та ін. розтиранням і розчавлюванням до частинок необхідного розміру.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Розведення шоколадної маси какаоовою олією.** Подрібнена шоколадна маса під час нагрівання і ретельного перемішування розводиться какаоовою олією для того, щоб вона перейшла із порошкоподібного стану в рідкий.

- **Введення фосфатного концентрату.** У процесі вимішування вводиться соєвий фосфатидний концентрат, що являє собою поверхнево-активну речовину, здатну утворювати рідку малов'язку шоколадну масу.

- **Гомогенізація шоколадної маси.** Процес гомогенізації полягає в одержанні однорідної маси шляхом безперервного оброблення її на вимішувальному обладнанні, результатом якого є руйнування структури мас, рівномірний розподіл твердих найдрібніших частинок у какаоовій олії і зменшення в'язкості. Цей процес здійснюють при температурі 60...70 °С для маси без добавок і для шоколадної глазури і при температурі 45...50 °С для маси з добавками молока, горіхів тощо.

- **Коншування шоколадної маси.** Шоколадну масу, призначену для приготування десертного шоколаду, піддають тривалому процесу коншування — механічному і термічному обробленню в спеціальних млинах. Крім механічних і теплових впливів при коншуванні, підігріта шоколадна маса інтенсивно стикається з повітрям. Обробку шоколадних мас без добавок виробляють при температурі 55...70 °С, а мас, що містять молоко, - при 45...55 °С. Тривалість обробки 72 ч. Кожне корито машини прикрите відкидною на шарнірах кришкою. Машину завантажують зверху, а розвантажують, відкачуючи масу насосом через нижнє зливний отвір.

- **Збереження шоколадної маси.** Виготовлені шоколадні маси всіх видів після оброблення перекачуються в місткості для збереження, в яких температура маси постійно витримується до 42...45 °С. З них шоколадну масу вибирають для подальших виробничих операцій.

- **Темперування шоколаду.** Шоколад з шоколадної маси одержують наливанням шоколадної маси в різні форми з наступним охолодженням, в результаті чого шоколад у готовому вигляді має тверду, ламку, специфічну структуру, що характерна тільки для шоколаду.

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

- **Формування шоколаду.** Плитковий шоколад без начинки формують на автоматах безперервної дії, на яких здійснюються всі операції. Відтеперована шоколадна маса із темперувальної машини потрапляє у лійку відливної машини, із якої дозується в форми. Форми, закріплені та злегка підігріті, на ланцюговому транспортері подаються до відливної машини, заповнюються шоколадною масою, обробляються на вібротранспортері для розподілу маси по формі і надходять до охолоджувальної шафи. Процес охолодження триває 20...25 хв.

- **Упаковка та маркування.** Штучний шоколад в плитках загортають у фольгу і етикетку або в художньо оформлену фольгу. Плитки масою менше 50 г допускається загортати в фольгу і наклеювати поясок замість етикетки. Шоколадні медалі загортають у фольгу. Шоколадки з начинками загортають у вигляді батонів в подвертку і етикетку або в фольгу і етикетку. Шоколадні фігури загортають у художньо оформлену фольгу або полімерні плівки. [2]

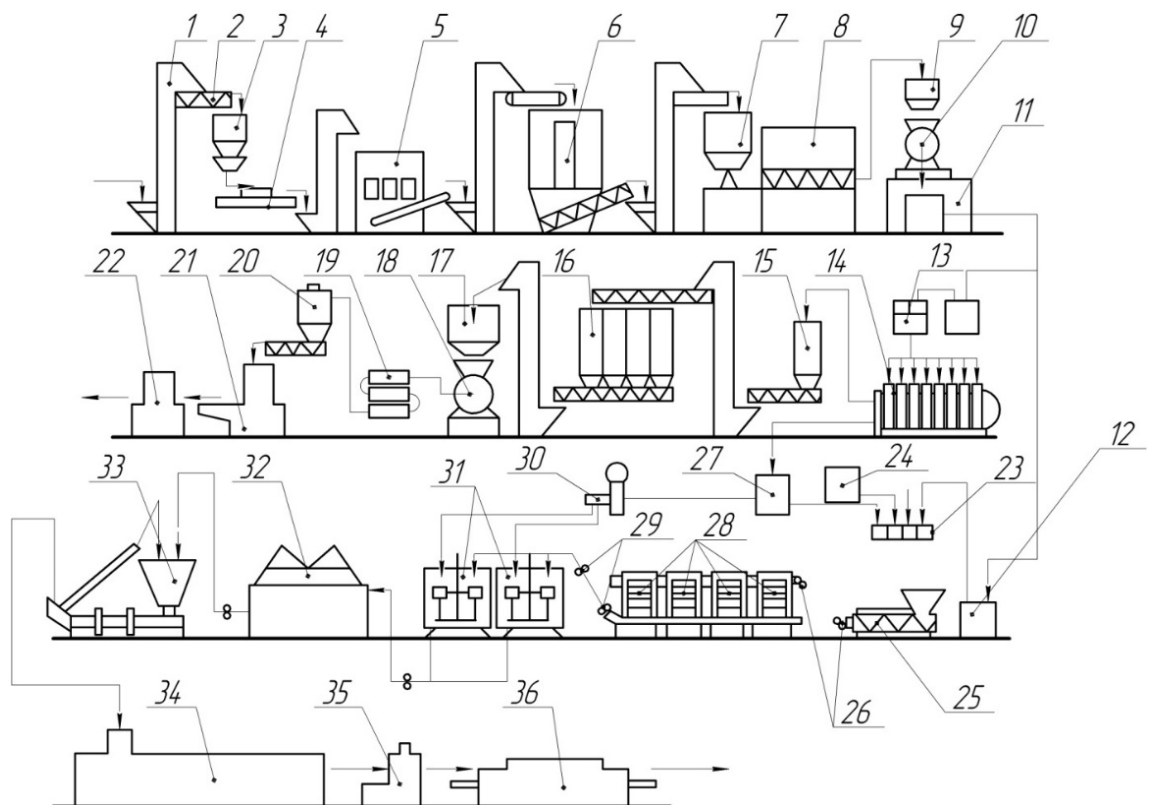


Рис. Машино-апаратурна схема виробництва шоколаду, де
 Норія-1, Шнек- 2, Ваги-3, Конвеєр-4, Очисно- сортувальна машина-5,
 Сушарка-6, Проміжний збірник-7, Дробильно-сортувальна машину-8, Бункер-9,
 Молярний агрегат-10, Насос-11, Збірники-12, вакуумна- коншемашина-13,
 Гідропресова установка-14, Бункери для охолодження -16, Видатковий бункер-17,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мольний агрегат-18, Охолоджувальний агрегат-19, Циклон-20, Розфасувально-пакувальний автомат-21, Обклеювальний агрегат-22, Збірник-27, Рецептурно-змішувальна станція, яка забезпечена дозаторами-23 і змішувачем-25, Дробарка-24, Змішувач-25, Конвеєр-26, П'ятивалковий млин-28, Конвеєр-29, Шоколадно-оздоблювальні машини-31, Дозатор-30, Коншмашина-32, Темперуючі машини – 33, Формувальний автомат-34, Машина для загортання-35, Упаковочка машина-36.

Опис роботи системи автоматизації:

На основі описаної технології виробництва шоколадної маси була розроблена схема автоматизації (Креслення 1).

Приготування шоколадної маси починається з формування рецептурної суміші відповідно до затвердженої рецептури. З темперуючих збірок рідкі компоненти насосами подаються в дозатори рецептурно-змішувальної установки. У дозатори завантажують цукор, сухе молоко і інші сипучі компоненти. Цукор подається у вигляді попередньо приготовленої цукрової пудри, для цього цукор-пісок з витратного бункера і транспортується конвеєром в живильні млини, після подрібнення надходить в дозатор рецептурно-змішувальної установки.

У змішувач рецептурно-змішувальної установки подаються какао терте, цукрова пудра, масло какао і інші добавки, де вони перемішуються і утворюють пастоподібну масу. Така маса безперервно надходить на конвеєр зі сталеву стрічкою і за допомогою шиберів розподіляється на п'ятивалковій мельниці.

Подрібнена маса зсипається на безперервно рухомий конвеєр зі сталеву стрічкою, який направляє продукт на розведення, гомогенізацію і конширування в ротаційну конш-машину. За допомогою дозатора в ротаційну конш-машину подається масло какао, в результаті чого вдається досягти необхідної в'язкості шоколадної маси.

Приготована шоколадна маса перекачується на зберігання в темперуючі збірники, а потім в темперуючі машини. Готову шоколадну масу, що надходить на формування, піддають фільтрації для видалення сторонніх домішок. Масу

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропускають через металеві фільтри з діаметром осередків 2 мм, встановлені на вході в автоматичну машину для темперування шоколадних мас.

Відтеперованого шоколадна маса подається в агрегат для формування плиткового шоколаду, що складається з відливальної машини, ланцюгового конвеєра з формами і охолоджуючого апарату .

Формування шоколадних плиток відбувається наступним чином. Темперований шоколадна маса дозувальними головками заливається в форми. Заповнені форми надходять в зону вібраційного обробки. В результаті якої, шоколадна маса добре заповнює всі поглиблення форми, а що містяться в масі дрібні бульбашки повітря видаляються з її обсягу.

Оброблена вібрацією шоколадна маса повинна бути швидко охолоджена, тому форми з шоколадною масою охолоджуються в апараті , до повної кристалізації. По закінченню кристалізації форми перевертають на 180 °, під дією вібрації шоколадні плитки випадають з форм на пластинчастий конвеєр, а порожні форми повертаються ланцюговим конвеєром до відливальної машині. Шоколадні плитки вивантажуються з апарату чотирма стрічковими живильниками і передаються в машини загортання , де відбувається загортання в алюмінієву фольгу і художньо оформлену етикетку.

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1.

№	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	Темперуюча машина 1	Температура	43°C ± 2°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
2	Темперуюча машина 2	Температура	43°C ± 2°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	

3	Охолоджуюча установка	Температура	10°C ± 2°C	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
4	Темперующа машина 1	Тиск	0.17МПа ±0.03МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
5	Темперующа машина 2	Тиск	0.17МПа ±0.03МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
6	Дозатор 1 рецептурно-змішувальної установки	Вага	900кг ± 5кг	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	Вплив на клапан подачі тертого какао і какао масла
				Регулювання	Стабілізації		
7	Дозатор 2 рецептурно-змішувальної установки	Виага	300кг ± 5кг	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	Вплив на клапан подачі сахару і сухого молока
				Регулювання	Стабілізації		
8	Дозатор какао масла	Рівень	95% ± 1%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	Вплив на клапан подачі какао масла у дозатор
				Регулювання	Стабілізації		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

16

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 відділення приготування шоколадної маси складається з контурів вимірювання, сигналізації, температури, тиску та регулювання ваги, рівня.

Контур вимірювання температури:

Відбувається вимірювання температури в темперуючих машинах та охолоджувальній установці. Вимірювання відбувається за допомогою ПВП термометра опору pt100, сигнал із датчика передається на вторинний перетворювач Sitrans TF (1а, 2а, 3а), з нього на модуль аналогових входів МПК, а далі на екран оператора.

Контур вимірювання та регулювання рівня:

Регулювання рівня відбувається в дозаторі конш-машини. Вимірюємо за допомогою радарних рівнемірів Sitrans LR200 (8а). Сигнал із датчика на модуль аналогових входів МПК, 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-пнеumo перетворювач Siemens-771-16STF1 (8в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Item 375 (8г), який змінює кількість компоненту, що надходить в апарат.

Контур вимірювання тиску:

Відбувається вимірювання тиску в темперуючих машинах. Вимірювання відбувається перетворювачів тиску APC-2000AL (4а, 5а), сигнал із датчика передається на модуль аналогових входів МПК, а далі на екран оператора.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					17	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Контур вимірювання та регулювання ваги:

Сигнал із перетворювача БПТ-3 надходить на модуль аналогових входів МПК, 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-пневно перетворювач Siemens-771-16STF1 (6в,6г,7в,7г), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Item 375 (6д,6ж,7д,7ж), який змінює кількість компоненту, що надходить в апарат.

Двинуни машин та конвеєрів М1,М3,М4,М5,М10,М11,М12,М13 управляються за допомогою магнітних пускачів КМ1-КМ8.

Двигуни насосів та машин М2,М6,М7,М8,М9 управляються через частотні перетворювачі Danfoss VLT 2800 (9а,10а,11а,12а,13а).

2.2. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1.

№ п. п.	№ Поз-иції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	1б, 2б,3б	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	С	3	Siemens, Німеччина, Мюнхен
	1а, 2а,3а	Температурний датчик Pt100 заснований на принципі вимірювання опору. Вимірювальним елементом є резистор з платини з опором 100 Ом при температурі 0 ° С. Платина має позитивний коефіцієнт залежності опору від температури; з ростом температури зростає опір. Зміна опору від температури (лінійний к-т): 0,39 Ом / 1 ° С. Діапазон вимірюваних температур: -40 ° С до +300 ° С (+/- 2,5 ° С) Точність: +/- 0,3 - 0,8 ° С (в діапазоні 0-200 ° С) Довжина з'єднувальних проводів: 50 см	Pt100		3	ОАО «Тера», Україна, м. Чернігів

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
2	4а,5а	Первинний перетворювач (чутливий елемент) датчика тиску APR-2000 призначений для вимірювання тиску, вакууметричного тиску, а також абсолютного тиску газу, пари та рідини.	APR-2000	Па	2	«Aplisen s», Польща, м.Варшава
	4б,5б	Вторинний перетворювач (датчик) тиску APR-2000 призначений для вимірювання тиску, вакууметричного тиску, а також абсолютного тиску газу, пари та рідини. - Вихідний сигнал 4 ... 20, 0 ... 20 або 0 ... 5 мА + протокол HART - Межа допустимої зведеної похибки (+/-) 0,05% (цифрова компенсація додаткових похибок) - Іскробезпечне виконання 0ExiaIICT4 X, Вибухобезпечне виконання IExdIICT5/T6 X			2	
3	6в,6г, 7в,7г, 8в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	Siemens-771-16STF1		5	Siemens Німеччина
4	6д,6ж, 7д,7ж, 8г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Item 375		5	Omatal, Італія

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

5	8а	Первинний перетворювач радарного рівнеміра Sitrans LR200 (чутливий елемент)	Sitrans LR200	%	1	Siemens, Німеччина, Мюнхен
	8б	Вторинний перетворювач радарного рівнеміра Sitrans LR200: ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА два цифрових виходу RS-485 УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ: температура навколишнього середовища - 40 ° С ... +50 ° С рівень температури контрольованого середовища -40 ° С ... + 100 ° С тиск в об'єкті контролю до 1,6 МПа відносна вологість до 95% вібраційні навантаження 5 ... 80 Гц, 1 g			1	
6	6а,7а	Первинний перетворювач (чутливий елемент) тензодатчик для вимірювання ваги . Номінальне навантаження: 110 кг, 220 кг, 550 кг, 1.1 т, 1.76 т, 2.2 т, 4.4 т, 10 т Клас точності: D1, C3, C4, C6 Нержавіюча сталь	HBM HLCB1 C3	кг	2	AXIS, Україна
	6б,7б	Блок БПТ-3 – пристрій для перетворення сигналу з датчиків тензорезистивного типу для вимірювання механічних сил і деформації (в подальшому - тензодатчики) в струмового сигнал для систем автоматичного дозування, зважування.	БПТ-3			Мікрол, Україна
7	9а,10а,11а,12а,13а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	Danfoss VLT 2800	Шт.	5	Danfoss, Данія
8	КМ1-КМ7	Магнітний пускач ПМ 3-40-11 380В 40А АскоУкрем - пускач, у якого сила, необхідна для замикання головних контактів, забезпечується електромагнітом. Електромагнітні пускачі низької напруги серії ПМ, в комбінації з тепловим реле, гарантують комплексний захист та комутацію електричних двигунів.	ПМ 3-40-11	Шт.	7	АскоУкрем, Україна

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

9	HL1- HL10	Сигнальна лампа LED E.AD22.24.RED AC/DC 24V S009021 Монтаж: панельний Напруга: 24V Номинальний струм: 0,02 А Тип напруги: AC/DC Тип індикації: світлодіодна матриця Ступінь захисту: IP40 Діаметр: 22 мм	E.AD22 .24.RE D	шт.	10	E.NEXT, Україна, м. Київ
10	9а	Первинний перетворювач інтелектуального витратоміру, з поліпшеними характеристиками, вихрових витратомірів з фланцеві та безфланцевимі корпусами. Аналоговий 4-20 мА або цифровий сигнал, і імпульсний вихідний сигнал, в залежності від застосування, використовуючи протокол зв'язку HART для дистанційного конфігурування, калібрування і моніторингу. Для локального конфігурування передбачений вбудований ЖК-індикатор з нажимними кнопками.	I/A SERIES 84W-U	м3/Го д	1	FOXBO RO ESKAR DT, Франція
	9б	Вторинний перетворювач інтелектуального витратоміру <i>Функції і можливості:</i> • Для роботи з рідиною, газом або парою. • Конструкції з фланцевими або безфланцевими корпусами: - фланцеве корпус від $\frac{3}{4}$ до 12 дюймів (DN 15 - DN 300). - безфланцевий корпус від $\frac{3}{4}$ до 8 дюймів (DN 15 - DN 200). • Найкраща точність в своєму класі: - $\pm 0,5\%$ від поточного значення для рідин.				

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

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

У якості приладів для вимірювання температури у системи автоматизації були обрані перетворювачі температури SITRANS TF2.



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

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

Використовується для індикації та контролю вимірної температури в місці установки. Існує осьова і радіальна версія SITRANS TF2.[3]

Особливості:

- міцний корпус з нерж. стали з двома варіантами з'єднання;
- висока точність вимірювання;
- точна індикація з дозволом в $1/100$ ° С в макс. діапазоні вимірювання;
- параметризуєміє діапазони вимірювання від -50 до $+200$ ° С;
- на замовлення також можливі інші довжини і матеріали захисної трубки;
- захисна трубка з нерж. стали з високою хімічною стійкістю;
- сигналізація +/- перевищення граничного значення на РК, а також за допомогою червоного світлоіндікуючого діода (СІД).

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

Галузь застосування:

SITRANS TF2 використовується для індикації і контролю вимірної температури в місці установки. Сферами застосування є всі технологічні області, наприклад:

- Хімія;
- Енергетика;
- тепло від системи централізованого тепlopостачання;
- водopостачання;
- станції очистки стічних вод;
- харчова промисловість;
- металургійна і цементна промисловість;
- фармацевтика;
- біотехнологія;

Тиск:

Для вимірювання тиску у системі автоматизації використовуються інтелектуальні перетворювачі тиску APR-2000.



Перетворювач APR-2000 призначений для вимірювань різниці тисків газів, парів і рідин. Вимірювальним елементом є п'єзорезистивного монолітна кремнієва структура, вбудована в приймач тисків, відокремлений від вимірюваного середовища розділовими мембранами і заповнений спеціальною рідиною.

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

Перетворювачі APR-2000 мають можливість перенастроювання діапазону вимірювань. Модифікації APR-2000 PD і APR-2000 PZ випускаються в корпусі з нержавіючої сталі і відрізняються типом електричного приєднання. APR-2000 ALW, APR-2000 ALE випускаються в корпусі з алюмінієвого сплаву, мають рідкокристалічний індикатор і розрізняються типами вихідних сигналів. [4]

Конструкція:

У перетворювачах APR-2000 ALW і APR-2000 ALE, корпус електричної частини виконаний з алюмінію або з нержавіючої сталі 0H17N12M2T (316ss) (спеціальне виконання SN) зі ступенем захисту IP66 (в спеціальному виконанні - IP67). У корпусі знаходиться мікропроцесорний підсилювач, що формує вихідний уніфікований сигнал. Конструкція корпусу дає можливість повороту місцевого індикатора на 90 °, повороту корпусу по відношенню до приймача тиску в межах 0-355 °, а також вибір напрямку введення кабелю. Можлива комплектація, при якій в кабельний ввід вбудований штепсельної вилки типу DIN 43650 зі ступенем захисту IP65 (спеціальне виконання PD).

APR-2000 ALW виготовляється також в спеціальному виконанні Safety відповідно до сертифіката промислової безпеки SIL2. Для вимірювань у вибухонебезпечних зонах для APR-2000 ALW передбачено спеціальне виконання Exd. Може мати виконання підвищеної точності 0,05% (спеціальне виконання 0,05%). Також для перетворювача APR-2000 ALW в спеціальному виконанні HS використовується приймач тиску з високостабільним полісенсорній вимірювальним елементом і збільшеним діаметром мембрани, призначений для вимірювань низьких тисків газів, парів і рідин. Дане виконання стандартно застосовується для діапазону: -2,5 ... 2,5 кПа, а на замовлення для діапазонів: 0 ... 1,6 МПа; 0 ... 100 кПа; 0 ... 25 кПа; -0,5 ... 7 кПа. Для приєднання до процесу використовуються приєднання типу С і СН.

У перетворювачах APR-2000 PZ, корпус виготовлений з нержавіючої сталі, механічно стійкий, зі ступенем захисту IP66. Електронна схема залита захисним силіконовим компаундом. Перетворювачі APR-2000 PZ можна експлуатувати в складних умовах навколишнього середовища, при наявності агресивних газів,

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

наприклад, сірководню, а також при дуже низьких температурах (спеціальне виконання (-60)).

У перетворювачах APR-2000 PD корпус виконаний з нержавіючої сталі зі стандартним штепсельним роз'ємом DIN 43650 і ступенем захисту IP65. Електронна схема залита захисним силіконовим компаундом. Також в перетворювачах APR-2000 конструкція приймача гарантує стійкість до ударних впливів вимірюваним тиском і до перевантаження по тиску до гранично допустимого статичного 40 МПа (спеціальне виконання 40 МПа). Виконання можливо з приєднувальним пристроєм типу С, СН (приєднання типу С повернене на 90 °), і у всіх діапазонах, крім -2,5 ... 2,5 кПа.

Для вимірювань у вибухонебезпечних зонах передбачено спеціальне виконання Ex (не доступно у виконанні APR-2000 ALE).

У спеціальному виконанні Кисень перетворювач пристосований до вимірювання кисню. Застосовується для діапазонів: 0 ... 100 кПа; 0 ... 25 кПа; -0,5 ... 7 кПа.

У спеціальному виконанні Hastelloy використовуються приєднання типу С, СН, змочуються частини яких виготовлені зі сплаву Hastelloy С276. (Не доступно в спеціальному виконанні HS). У спеціальному виконанні Au використовується мембрана, покрита золотом. Для приєднання до процесу використовуються приєднання типу С, СН (можливі інші варіанти за згодою). Можливо спеціальне виконання Q ... для підвищення показників надійності перетворювача шляхом додаткового тренування приладу в кліматичній камері.

Вага:

Для вимірювання ваги використовуємо тензодатчики НВМ НЛСВ1С3



Балковий тензодатчик ваги НЛС придатний для комерційного застосування. Максимальний діапазон навантаження датчика ваги від 110 кг до

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

10 метричних тонн. Тензометрический датчик доступний з різними класами точності D1, C3, C4 і C6 (OIML R60). Міцна конструкція (IP68) і нечутливий до перешкод 6-ти провідний кабель тензодатчика робить його придатним для вирішення різних завдань, наприклад, платформні ваги, конвеєрні ваги і вагові модулі для зважування бункерів.

Ключові особливості:

- Номінальне навантаження: 110 кг, 220 кг, 550 кг, 1.1 т, 1.76 т, 2.2 т, 4.4 т, 10 т;
- Клас точності: D1, C3, C4, C6;
- Нержавіюча сталь;
- Герметична конструкція (IP68);
- малі габарити;
- Відповідає вимогам EMC / ESR згідно EN 45 501;
- Виконання згідно OIML R60, до 6000 повірочних інтервалів;
- Вибухобезпечне виконання соотв. АTEX 95 (опція).

Для перетворення сигналу із тензодатчика використовуємо блок перетворення БПТ-3



Призначений для безперервного пропорційного перетворення сигналу від датчиків тензорезистивного типу для вимірювання механічних сил і деформації (тензодатчиків) в струмового сигнал для систем автоматичного дозування, зважування.

Підключення здійснюється до гвинтових клем, розміщеним на приладі (без КБЗ).[5]

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

Галузь застосування:

- Системи безперервного зважування і вимірювання ваги;
- Системи автоматичного порціонування необхідної маси речовини;
- Автоматичне вагове дозування;
- Вимірювання і контроль маси, точкових навантажень, зусиль, деформації;
- силовимірювальні системи;
- Системи автоматичного регулювання та керування технологічними процесами в промисловості.

Призначення блоку:

- Блок БПТ-3, призначений для безперервного пропорційного перетворення сигналу з датчиків тензорезистивного типу для вимірювання механічних сил і деформації (в подальшому - тензодатчики) в струмового сигнал для систем автоматичного дозування, зважування. Блок застосовується для спільної роботи з обчислювальними комплексами мають вхід для підключення стандартного аналогового сигналу.

- Перетворювач може бути використаний в системах автоматизованого регулювання і управління технологічними процесами в енергетиці, металургії, в вимірювальних системах і вимірювально-обчислювальних комплексах.

Підключення здійснюється за допомогою пружинних клем. При підключенні використовуйте одножильні або багатожильні тонкопроволочні проводи перерізом не більш 2.5 мм^2 .

Проводи не повинні мати пошкоджень ізоляції і підривів струмоведучих жил. Скорочення кінці проводів не повинні мати стирчать окремих жив. Для надійності контакту з клемми кінці проводів слід облудити або оконцевати.

Технічні характеристики:

- Кількість незалежних каналів: 1;
- Еквівалентний опір датчика 75 - 1000 Ом;
- Напруга живлення датчика - постійне 10 В;
- Початкове значення вхідного сигналу від 0 до 40 мВ;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- Номінальний діапазон зміни вхідного сигналу від мінус 100 до 100 мВ;
- Опір навантаження для вихідного сигналу:
 - 0-5 мА - Не більше 2000 Ом;
 - 0-20 мА- Не більше 500 Ом;
 - 4-20 мА- Не більше 500 Ом;
 - 0-10 В- Більше 2000 Ом;
- Найбільша похибка перетворення вхідного сигналу, виражена у відсотках від номінального діапазону зміни вихідного сигналу не перевищує $\pm 0,2\%$;
- Напруга живлення, від джерела постійного струму нестабілізованих 24 В (від 20 В до 28 В);
- Струм споживання, не більше 250 мА;
- Габаритні розміри 76 x 26 x 115 мм;
- Маса Не більше 0.15 кг.

Рівень:

Для вимірювання рівня використовуємо радарні рівнеміри LR-200



SITRANS LR 200 - 2-х провідний імпульсний радар для вимірювання рівня рідин у відстійниках і простих робочих резервуарах.

Оригінальний дизайн SITRANS LR 200 дозволяє здійснювати просте програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Навіть в ЕХ-зоні не потрібно відкривати кришку корпусу. Крім цього прилад має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах. Стандартна антена SITRANS LR 200 це цілісна поліпропіленова стрижнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших

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

приладів для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати кілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами. Цілісна антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкоди від монтажних штуцерів.

Проста настройка і програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернений для полегшення підключення і оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу.

SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність.[6]

Частотний перетворювач:

Для керування двигунами у системі автоматизації використовуються частотні перетворювачі Danfoss VLT 2800 .



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.[7]

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

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.

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;

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

- Потужність: 0.5 кВт;
- Число фаз / напруга на вході: 1-ф / 220 (однофазний 220в) В;
- Число фаз / напруга на виході: 3-ф / 220 В;
- M_{max} (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 / f^2 : є;
- Панель програмування в комплекті з ПЧ: Незнімна;
- Базова панель програмування: LCP 2;
- Максимальне число фіксованих швидкостей: 4;
- 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.

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

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

SIMATIC S7-1200:



SIMATIC S7-1200 - новий модульний контролер, який має сучасний дизайн, високу продуктивність, широкий набір можливостей і призначений для вирішення завдань автоматизації початкового рівня. Виробник позиціонує його як контролер з базовим набором функцій (Basic Controller), підкреслюючи, що це «мікро» (Micro PLC), хоча за формальними критеріями контролер виходить за рамки цієї ніші. Базова конфігурація передбачає процесорний блок з 14-24 входами / виходами і розширення не більше ніж вісьмома блоками вводу / виводу, що в сукупності дозволяє підключити до 284 дискретних входів / виходів або до 51 аналогового. Це повністю виправдовувало б приміщення контролера в розряд Micro PLC, якби не одне «але». Контролер може працювати з розподіленою периферією стандарту PROFIBUS DP і PROFINET IO в якості майстра і має адресний простір 1000 байт, що потенційно дозволяє йому прийняти до 8000 цифрових або до 500 аналогових каналів. У поєднанні з робочою пам'яттю 50-150 кбайт (в залежності від моделі CPU), де зберігається виконується програма (дані можна зберігати на зовнішньому носії до двох гігабайт), це вже ніяк не відповідає категорії «мікро».

Однак, якщо порівняти його з «старшим» контролером сімейства S7-1500, відразу стає зрозуміло, чому можливості сімейства Basic вважаються скромними.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					32	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

З точки зору набору підтримуваних функцій, обидва сімейства максимально уніфіковані: єдине середовище написання програм, уніфіковані мови програмування стандарту МЕК 61131-3, уніфіковані бібліотеки і інтерфейси роботи з апаратною частиною, єдина інтегрована діагностична система, вбудований параметризуємий веб-сервер. Відмінності криються в кількісних характеристиках. Так, S7-1200 має максимум 16 логічних коннекції для організації мережевих комунікацій засобами операційної системи через вбудований порт Ethernet. Таким чином, можна створити мережу з 16 контролерів SIMATIC, операторських панелей, персональних комп'ютерів, і обмін інформацією буде відбуватися асинхронно, незалежно від виконання алгоритмів управління обладнанням, закладених користувачем. Хоча, з іншого боку, у контролера є підтримка протоколу MODBUS TCP, де немає таких обмежень.

Досить своєрідно реалізована підтримка комунікаційних процесорів для зв'язку з різним обладнанням. Спеціальна шина дозволяє підключити до трьох комунікаційних плат для реалізації комунікацій через мережу PROFIBUS (режим Master і Slave), інтерфейс AS-і і з'єднання «точка-точка» по фізичним стандартам RS232 і RS485 (з підтримкою MODBUS RTU і USS-протоколів). Комунікаційні плати дозволяють використовувати контролер S7-1200 в системах телекерування, що підтримують обмін даними по протоколах IEC 60870-5-104 або DNP3. Ці плати оснащені буферною пам'яттю для збереження до: 64 000 вимірних величин з відмітками дати і часу при порушеннях нормальної роботи системи зв'язку. Через цю шину можливо підключати також модуль для роботи з системою ідентифікації на базі безконтактних RFID-міток і GSM + 3G-модем для роботи в мережах стільникового зв'язку. Таке рішення дозволяє уникнути скорочення числа позицій для установки модулів введення / виведення, які підключаються на свою власну шину даних, оптимізовану для передачі керуючих сигналів.

Ще одне цікаве рішення - використання технології SIGNAL BOARD. Контролер має на фронтальній панелі спеціальну шахту з роз'ємом, куди можна

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

підключити компактний модуль, який розширює можливості процесорного блоку без збільшення габаритів. Модулі пропонують до чотирьох цифрових або один аналоговий вхід або вихід, або інтерфейс RS485. Здавалося б, навіть такі хитрощі, коли контролер можна стандартно розширити за допомогою додаткових блоків входу / виходу або комунікаційним процесором. Але такі блоки мають мінімум вісім каналів (а в мікросистемах часто буває ситуація, коли не вистачає одного-двох) і помітний (на тлі процесорного блоку) розмір, що не завжди допустимо. Такий підхід, хоча і збільшує номенклатуру виробів, дозволяє дуже точно «підігнати» конфігурацію обладнання під технічне завдання.

Контролер S7-1200 виконаний в класі захисту IP20 і передбачає монтаж в шафі чи іншому захисному корпусі. Можливе кріплення як на 35-мм рейку, так і на плоску монтажну панель. Гвинтові клеми «відстібаються» разом з кабелями, що дозволяє, в разі виходу з ладу, оперативно провести заміну, чи не відкручуючи дві дюжини проводів. Завантаження програми можлива як з комп'ютера, так і через знімну карту пам'яті, що знову-таки дозволяє максимально спростити і прискорити заміну відмовив обладнання.

Крім основної модифікації, пропонується так звана Fail-Safety версія, призначена для побудови систем протиаварійного захисту і забезпечення безпеки (рис. 2). Вона реалізована в рамках єдиної концепції Totally Integrated Automation, що дозволяє здійснювати її ефективну взаємодію зі стандартними системами автоматизації SIMATIC, використовувати F-системи в якості підсистем стандартних систем автоматизації, покладати на F-системи виконання як стандартних функцій управління, так і F-функцій. Крім того, в F-системах забезпечується підтримка стандартної концепції діагностики систем автоматизації SIMATIC S7. Контролери S7-1200F повністю, програмно і апаратно, сумісні зі своїми аналогами (S7-1200), програмуються точно так само і з використанням ідентичного інструментарію, доповненого бібліотекою F-блоків. Для роботи поза приміщеннями, в умовах підвищеної загазованості або наявності агресивних парів і газів, існує модифікація SIPLUS. Вона повністю

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

програмно і апаратно сумісна з лінійкою S7-1200. Фактично це той же самий контролер, але з посиленням захистом від зовнішніх впливів (герметизація плат спеціальним компаундом) і розширеним температурним діапазоном (-25 ... + 60 °C).

Важливим фактором, крім самого устаткування, є функціональність і зручність програмного середовища розробки. Зазвичай пропонується використовувати окремі пакети для програмування контролерів, засобів операторського інтерфейсу і мережевого обміну даними. Етап об'єднання всіх компонентів системи для спільної роботи є досить трудомістким. При подальшій налагодженні системи внесення змін в проект одного пристрою може спричинити за собою необхідність зміни програми всіх інших, що працюють спільно. На такі зміни зазвичай йде досить багато часу, а в процесі змін легко допустити помилки. Комплексний підхід до параметрування і програмування систем автоматизації на основі серії контролерів SIMATIC S7-1200 дозволяє зробити розробку проекту ефективною, спростити подальшу налагодження і діагностику несправностей.

Підготовка проекту проводиться в єдиній програмному середовищі TIA Portal. У ній, як в єдиній програмній платформі, вдалося об'єднати все, що необхідно для роботи з усіма компонентами автоматизації «Сіменс» на всіх етапах роботи з проектом. Розробка проектів для контролерів і пристроїв розподіленого вводу / виводу, конфігурація HMI і SCADA-систем, параметрування мережевих компонентів і модулів зв'язку, налагодження програмних алгоритмів управління, а також введення в експлуатацію приводів - все це об'єднано в загальну структуру програмного забезпечення та має уніфікований інтерфейс. Це не тільки прискорює роботу, але і дозволяє створювати прозорі рішення, які прості в обслуговуванні і діагностиці і можуть бути легко розширені або трансформовані. Наріжним каменем продукту TIA Portal поставлена простота використання продукту (Usability). Принципово новий призначений для користувача інтерфейс покликаний полегшити користувачеві роботу з платформою, а його уніфікація і стандартизація

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

спрощують взаємодію з різноманітним обладнанням. Це нове слово в розробці програмного забезпечення. Основний упор зроблений на наочність, інтуїтивну зрозумілість і відсутність багаторазово вкладених структур. Передбачено два варіанти інтерфейсу. Портальний орієнтований на обслуговуючий персонал і пропонує генералізований вибір завдань і інструментів, необхідний для успішного введення в експлуатацію, діагностику та обслуговування обладнання. Проектний відкриває доступ до повного набору інструментів і функцій, необхідних на етапі розробки конфігурації і написання програм.

Єдина інформаційна база проекту дозволяє бесшовно інтегрувати програми для контролера, графічні об'єкти НМІ і масиви налаштувань для приводів, а також уникнути необхідності імпорту-експорту змінних, спростити їх адміністрування. Завдяки тому що проект представляє єдине ціле, незважаючи на значну різноманітність назв компонентів, стало можливим реалізувати єдину діагностичну систему, яка дозволяє здійснювати оперативний моніторинг стану обладнання і оперативно відображати відомості на пристроях НМІ. Додатковою перевагою є те, що цей моніторинг організований засобами операційної системи контролера і не вимагає від користувача додаткових трудовитрат. Досить налаштувати видачу повідомлень на панель управління (рис. 3), а їх підготовка і відправка буде відбуватися автоматично.

У програмному пакеті існують як стандартні інструкції для створення алгоритмів управління, так і спеціальні блоки управління переміщенням на основі стандарту PLC Open і ПД-регулювання. Ці блоки забезпечені зручними механізмами покрокового конфігурації і графічними екранами для діагностики і настройки. У стандартний набір призначених для користувача бібліотек вже включені комунікаційні блоки для організації обміну даними по протоколах MODBUS і USS. Також існує можливість створення власних бібліотек для спрощення багаторазового використання подібних по функціональності частин проекту і обміну ними між різними розробниками. Якщо раніше в бібліотеку можна було помістити тільки закінчені фрагменти програмного коду, то тепер поняття бібліотечного елемента набагато ширше: можна зберігати для

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

подальшого використання програми, апаратні конфігурації (як окремі модулі, так і цілі станції) з усіма параметрами, графічні об'єкти. Можливо використовувати бібліотечні елементи в якості типів, коли елемент не просто вставляється в проект в якості копії, а зберігає зв'язок з вихідним об'єктом і дозволяє організувати автоматичну синхронізацію змін в копіях при редагуванні вихідного компонента.

Спеціально для роботи з Basic-контролерами існує Lite-версія TIA Portal, спеціально призначена для роботи з контролерами S7-1200. Але «Lite» - не означає урізана. Всі функції TIA Portal Basic реалізовані в повному обсязі. Єдина особливість: в каталозі обладнання присутні тільки контролери сімейства S7-1200. Зрозуміло, програмний пакет в будь-який момент можна «наростити», придбавши відповідну ліцензію. Це означає повну уніфікацію програмних алгоритмів, системних сервісів і прийомів роботи, ідентичних для всіх контролерів сімейства S7-1200 / 1500. З цієї точки зору SIMATIC S7-1200 має менші «кількісні» показники, але абсолютно не програє за багатством наданих функцій. Зрозуміло, на цьому контролері можна вирішувати і «великі» завдання. Але продуктивність сучасних контролерів визначається не обсягами пам'яті і кількістю підтримуваних введів / висновків, а кількістю додаткових функцій і допоміжних сервісів, які прискорюють створення систем управління, спрощують обслуговування, скорочують час простою обладнання. Починаючи з певного моменту стає вигідніше застосовувати більш дорогий, але володіє великою кількістю ресурсів S7-1500, а S7-1200 залишити для вирішення завдань «мікроавтоматизації».[8]

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конфігурування МПК Siemens S7-1200:

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	8
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	10
Кількість дискретних виходів 24 VDC	27

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводів/виходів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль 6ES7215-1AG40-0XB0.

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
6ES7215-1AG40-0XB0	1	ПЛК Siemens CPU 1215C
6ES7231-4HF32-0XB0	1	Модуль аналогових входів (8 входів)
6ES7232-4HD32-0XB0	2	Модуль аналогових виходів (4 виходи)
6ES7222-1AD30-0XB0	4	Модуль дискретних виходів (8 виходів)

Аналогові входи:

В системі використовуються модулі аналогових входів 6ES7231-4HF32-0XB0.



Загальна інформація:

- Позначення типу продукту SM 1231, AI 8 x 13 розряд;
- Напруга живлення : Номінальне значення (пост. Струм) 24 V;
- Вхідний струм : Споживання струму, тип. 45 mA, з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 90 mA;
- Потужність, що розсіюється : Нормальна розсіює потужність 1,5 W;
- Аналогові вводи : Число аналогових входів 8; Диференціальні входи струму або напруги;
- Макс. допустимий вхідна напруга для входу: напруги (межа руйнування) 35 V;
- Макс. допустимий вхідний струм для токового входу (Межа руйнування) 40 mA;
- Макс. час циклу (всі канали) 625 μ s : вхідні діапазони Напруга Так; ± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V.

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

Аналогові виходи:

В системі використовуються модулі аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0.



Загальна інформація:

- Напруга живлення : Номінальне значення (пост. Струм) 24 В пост. струму;
- Вхідний струм : Споживання струму, тип. 45 mA, з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 80 mA;
- Потужність, що розсіюється: Нормальна розсіює потужність 1,5 W
- Аналогові виходи: Число аналогових виходів 4;
- Струм або напруга: Діапазони вихідних параметрів, напруга від -10 до +10В;
- Діапазони вихідних параметрів: струм від 0 до 20 mA ;
- Опір навантаження: (в номінальному діапазоні виходу) при вихідних напругах хв. 1 000, при вихідних струмах, макс. 600;
- Придушення напруги перешкод для частоти перешкод f_1 в Гц 40 дБ, пост. ток до 60 В для частоти перешкод 50/60 Гц;
- Похибки / точність: Похибка температури (щодо діапазону вихідних параметрів) (+/-) Весь діапазон вимірювань від $25 \pm 0,3\%$, до $55 \pm 0,6\%$.

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

Дискретні виходи:

В системі використовуються модулі дискретних виходів 6ES7222-1AD30-0XB0.



Загальна інформація:

- Вхідний струм: з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 35 mA;
- Потужність, що розсіюється: Нормальна розсіює потужність 0,5 W;
- Цифрові виходи: Вид виходів 4; польовий МОП-транзистор, електронний (з втікає / впливають струмом) по групах ;
- Захист від короткого замикання: Немає;
- Комутаційна здатність виходів: при омічній навантаженні, макс. 0,1 А;
- Вихідна напруга: Номінальне значення (пост. Струм) 5 V , для сигналу "0", макс. 0,2 V, для сигналу "1", хв. L + мінус 0,7 В пост. Струму, для сигналу "1", макс. 6 V;
- Вихідний струм: для сигналу "1", номінальне значення 0,1 А , для сигналу "1", діапазон допустимих значень, макс. 0,1 А.

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

3.2. Загальна схема підключення

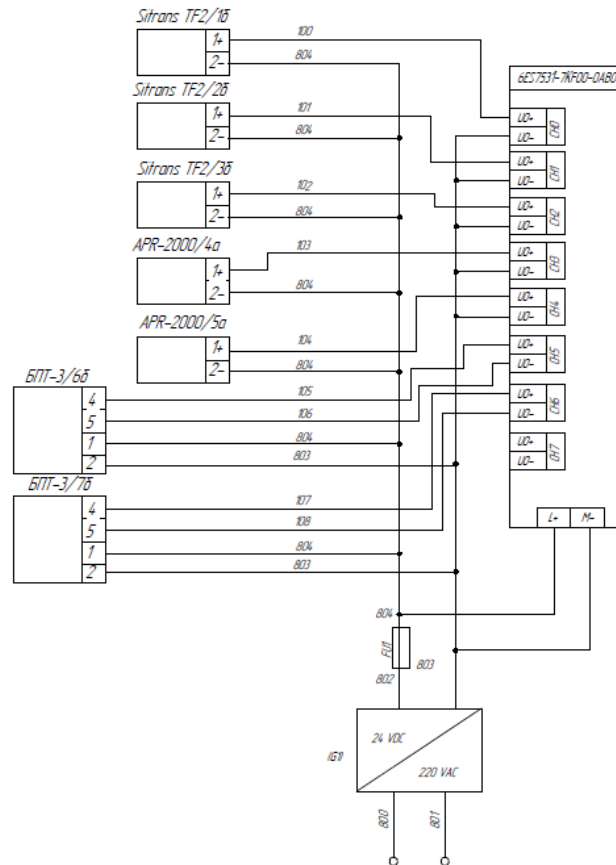


Рис.3.1. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

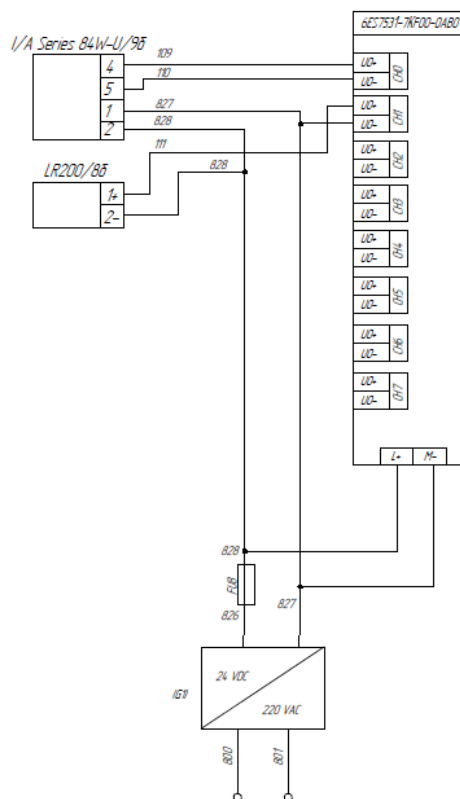


Рис.3.2. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів

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

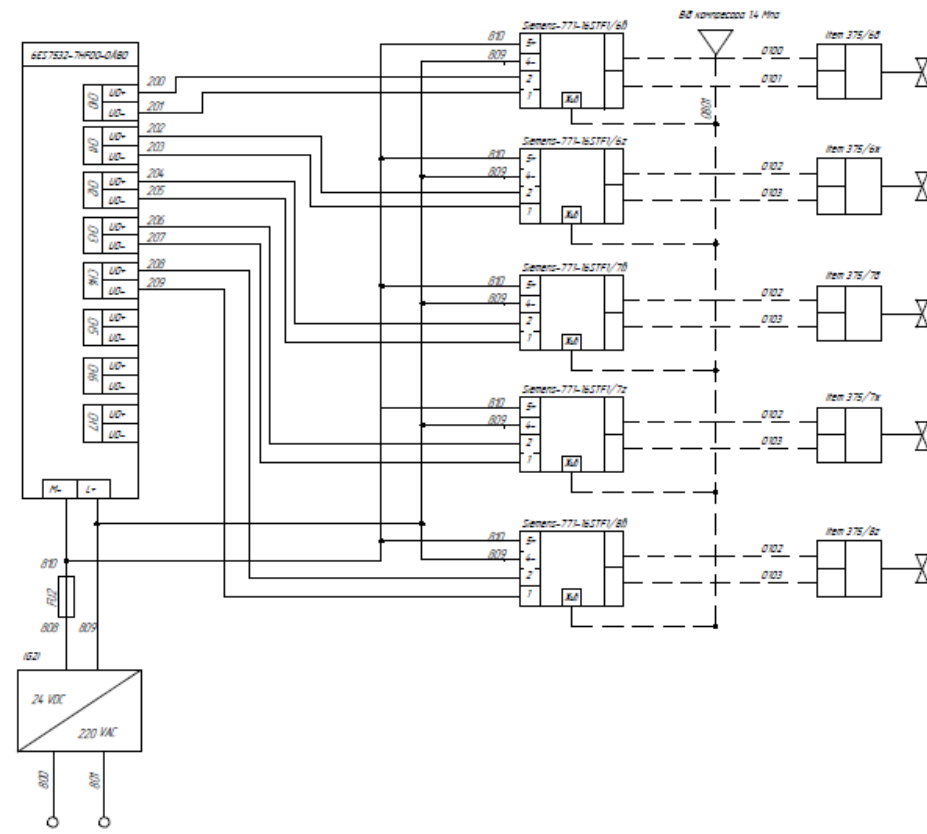


Рис 3.3. Підключення датчиків до першого модуля аналогових виходів

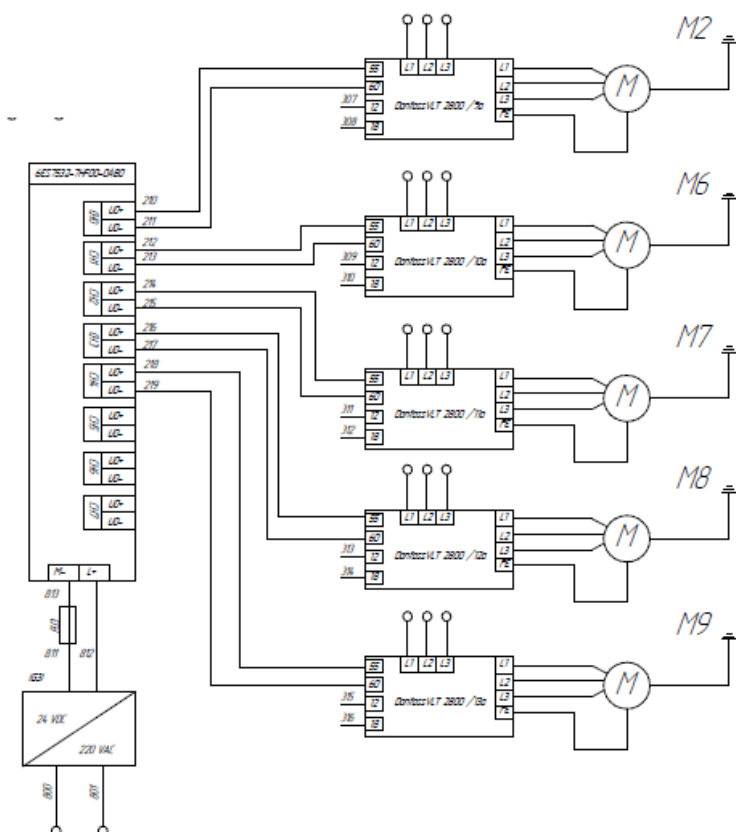


Рис.3.4. Підключення датчиків до другого модуля аналогових виходів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

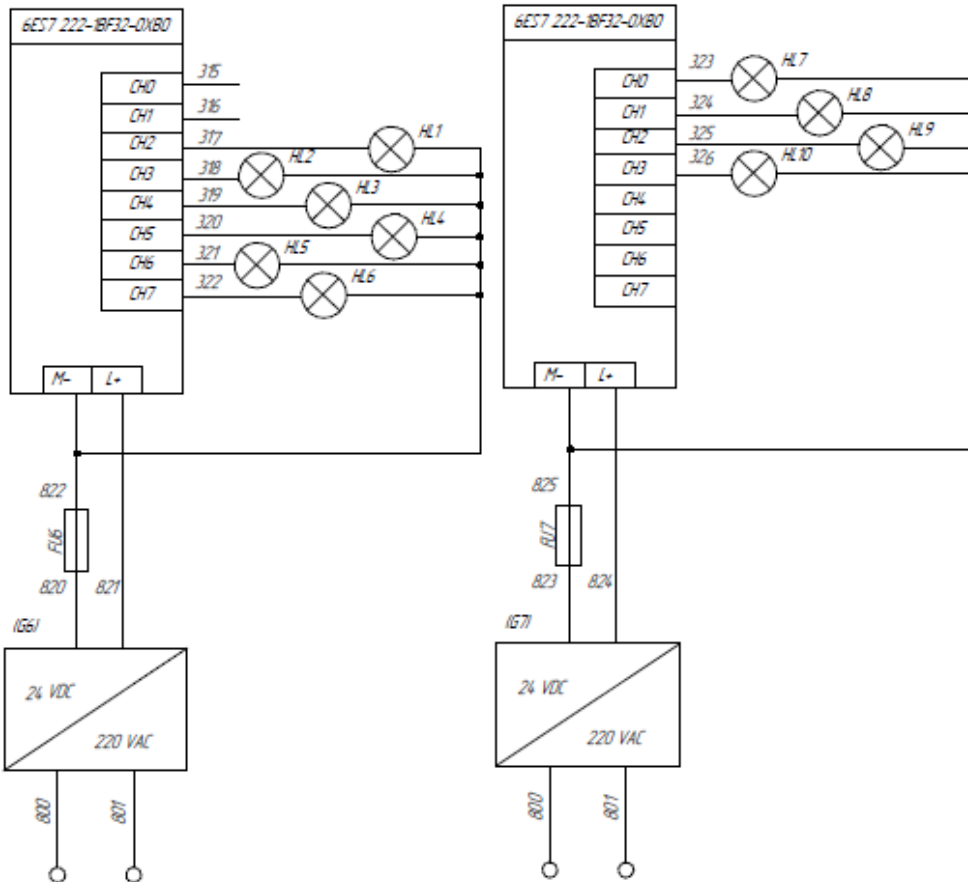
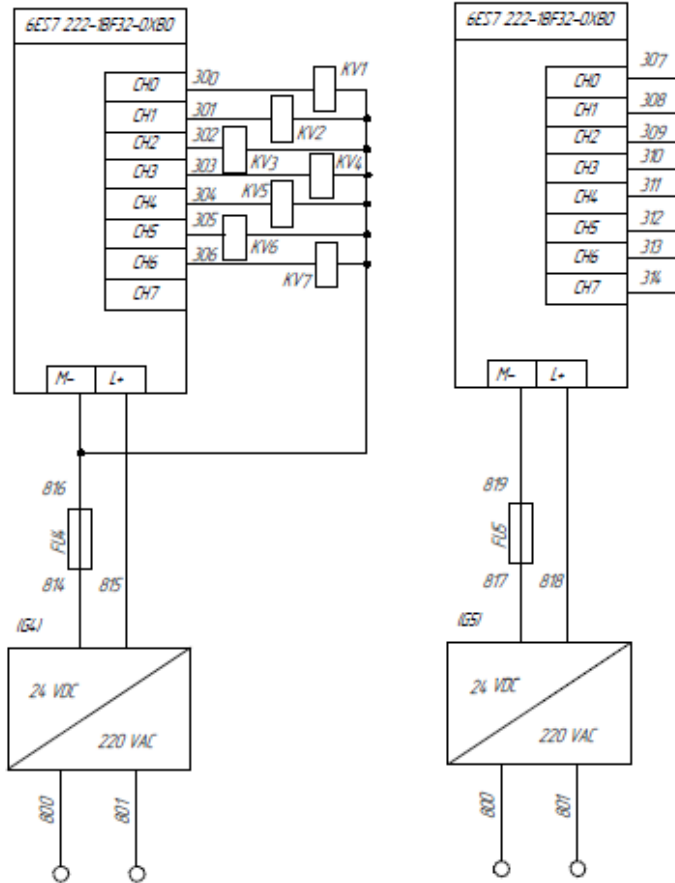


Рис.3.5. Підключення датчиків до модулів дискретних виходів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми СНО каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми СН1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми СН2 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач датчика тиску РТ (4а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми СН3 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика тиску, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач датчика тиску РТ (5а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми СН4

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

каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика тиску, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Датчик ваги WT (6б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH5 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика ваги, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH0 каналу та на U0+ та U0- клеми CH1 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (6в,6г), які керують пневматичними клапанами (6д,6ж), що регулюють подачу сахару та сухого молока з добавками у дозатор змішувальної установки.

Датчик ваги WT (7б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH6 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика ваги, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH2 каналу та на U0+ та U0- клеми CH3 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (7в,7г), які керують пневматичними клапанами (7д,7ж), що регулюють подачу сухого какао та какао масла у дозатор змішувальної установки.

Датчик рівня LT (8б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика рівня,

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

інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CN4 каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (8в), який керує пневматичним клапаном (8г), що регулює подачу какао масла у дозатор какао масла.

Вторинний перетворювач датчика витрати FT (9б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CN1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика тиску, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Магнітний пускач (KV1) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 0 клему. Та керує двигуном змішувальної установки M1.

Магнітний пускач (KV2) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 1 клему. Та керує двигуном п'ятивалкової мельниці M3.

Магнітний пускач (KV3) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 2 клему. Та керує двигуном конвеєра M4.

Магнітний пускач (KV4) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 3 клему. Та керує двигуном конш-машини M5.

Магнітний пускач (KV5) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 4 клему. Та керує двигуном відливочної машини M10.

Магнітний пускач (KV6) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 5 клему. Та керує двигуном охолоджувальної установки M11.

Магнітний пускач (KV7) підключений до модуля дискретних виходів 6ES7 222-1BF32-0XB0 на 6 клему. Та керує двигуном конвеєра M12.

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

Частотний перетворювач (9а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М2.

Частотний перетворювач (10а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М6.

Частотний перетворювач (11а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH2 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном темперуючої машини М7.

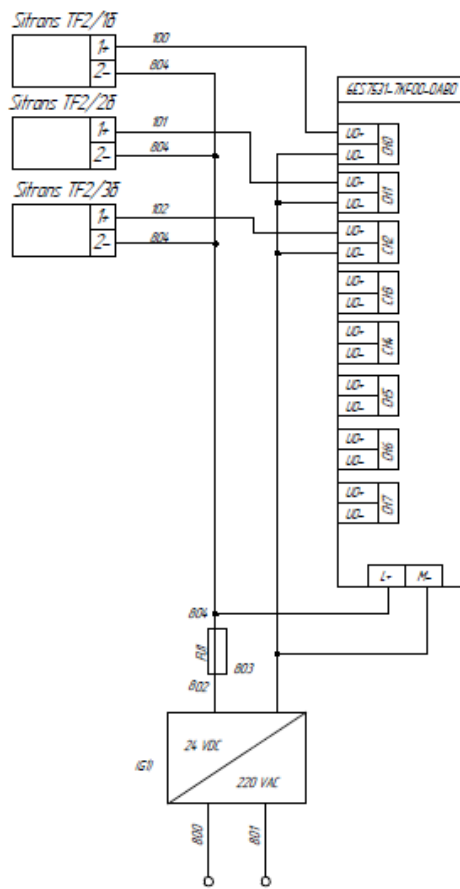
Частотний перетворювач (12а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH3 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном насосу М8.

Частотний перетворювач (13а) підключений до другого модуля аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0 на U0+ та U0- клеми CH4 каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном темперуючої машини М9.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

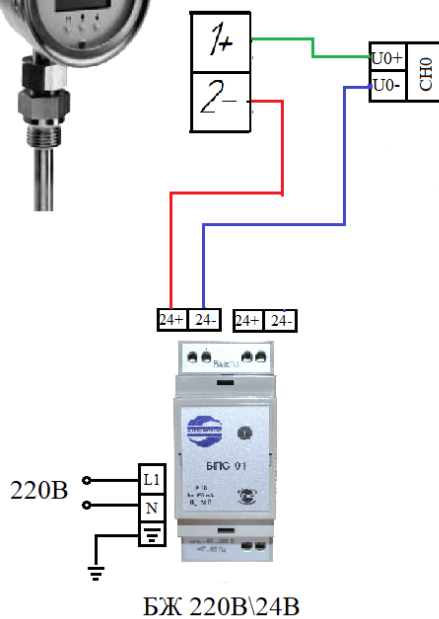
Розширений контур контролю температури:



Sitrans TF2



6ES7531-7KF00



БЖ 220В\24В

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

49

Опис схеми з'єднання:

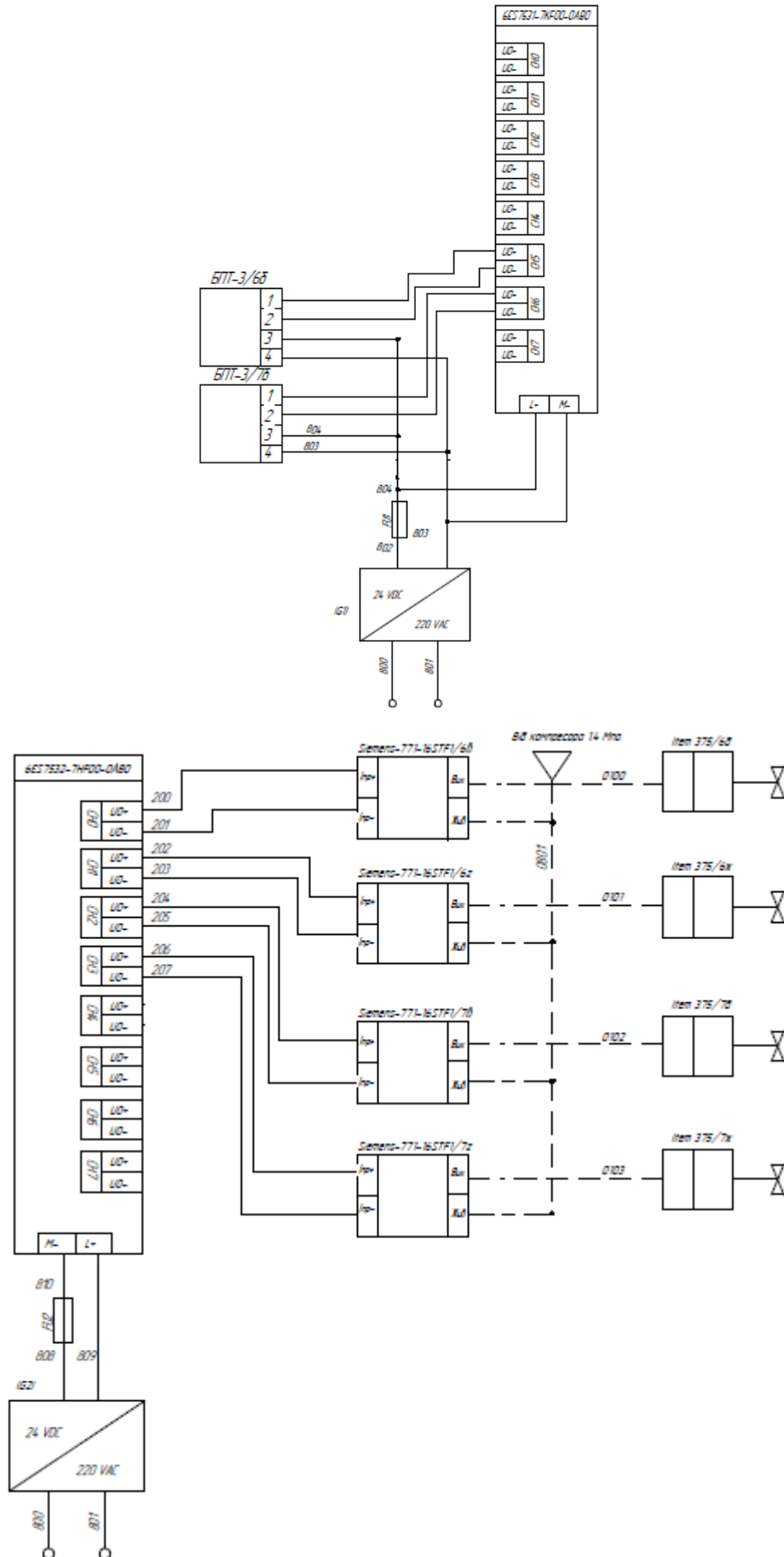
Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH0 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH1 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH2 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика температури, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0 , де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси.

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

Розширений контур контролю та регулювання ваги:

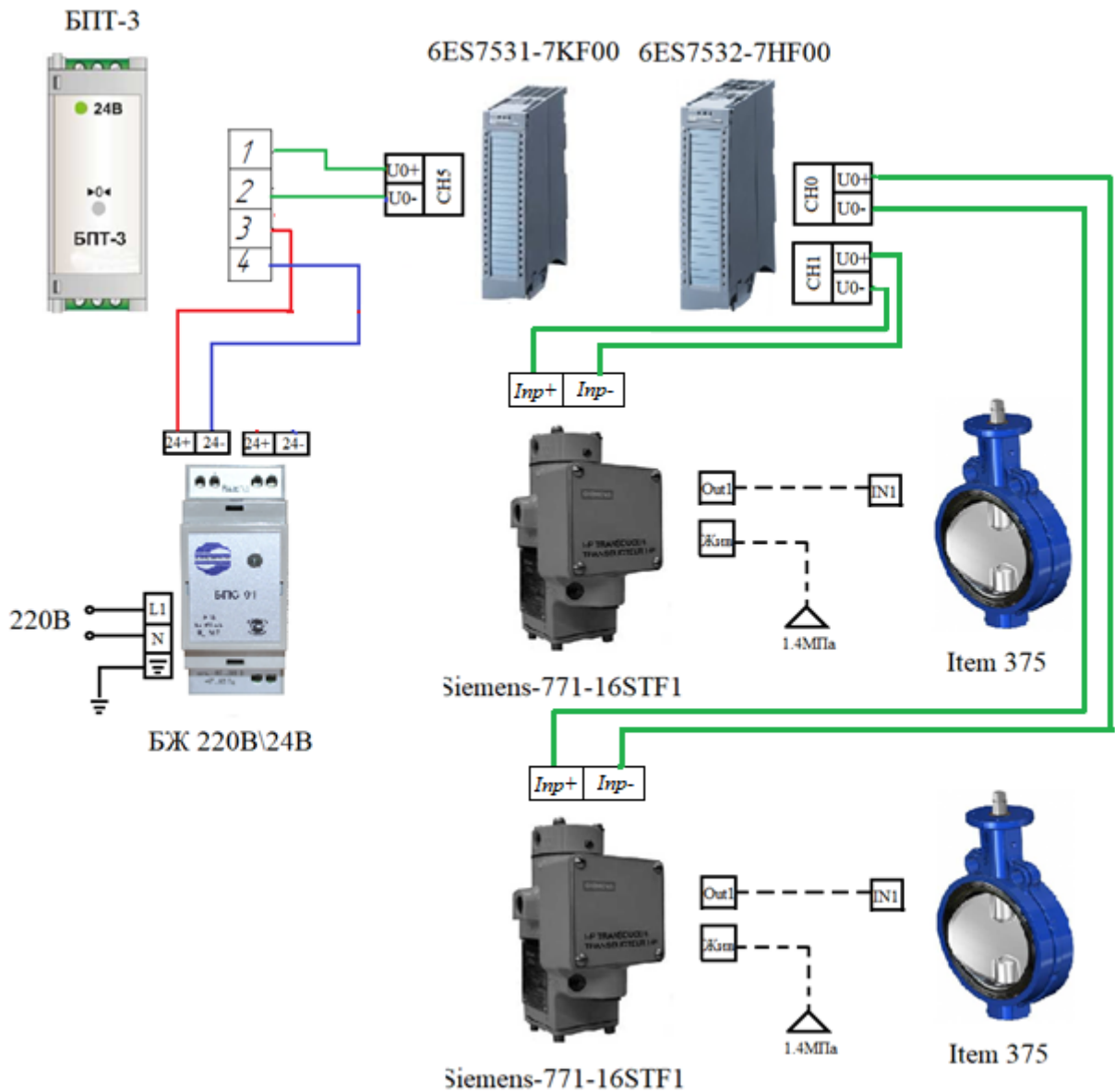


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

51



Опис схеми з'єднання:

Датчик ваги WT (6б) під'єднаний до модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH5 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика ваги, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH0 каналу та на U0+ та U0- клеми CH1 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (6в,6г), які керують пневматичними клапанами (6д,6ж), що регулюють подачу сахару та сухого молока з добавками у дозатор змішувальної установки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

52

Датчик ваги WT (7б) під'єднаний до модуля аналогових входів 6ES7531-7KF00-0AB0 на U0+ та U0- клеми CH6 каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля 6ES7531-7KF00-0AB0 від датчика ваги, інформація передається в контролер 6ES7215-1AG40-0XB0, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів 6ES7232-4HD32-0XB0. Де до нього на U0+ та U0- клеми CH2 каналу та на U0+ та U0- клеми CH3 каналу під'єднані електропневматичні перетворювачі (7в,7г), які керують пневматичними клапанами (7д,7ж), що регулюють подачу сухого какао та какао масла у дозатор змішувальної установки.

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

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчик температури Sitrans TF2:



Будова:

SITRANS TF2 має корпус з нерж. стали (? 80 мм) із захисним склом. Захисна трубка з нерж. стали з угвинчуватися цапфою G1 / 2В містить датчик температури Pt100. Завдяки використанню нерж. стали захисна трубка має високу хімічну стійкість, що означає високий захист датчика температури від зовнішніх впливів.

Захисна трубка стандартно поставляється з довжинами 170 мм або 260 мм. На замовлення також можливі інші довжини і матеріали захисної трубки. Матеріал захисної трубки також може вибиратися замовником.

На задній стороні корпусу знаходиться електричне з'єднання для харчування за допомогою струмової петлі 4 ... 20 мА. З'єднання здійснюється через штекер по EN 175301-803A.

На передній стороні корпусу знаходиться 5-значний дисплей за скляною кришкою. Під дисплеєм знаходяться 3 кнопки для параметрування SITRANS TF2. Над дисплеєм знаходиться зелений і червоний СІД для індикації робочого стану.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Медведев Є.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ладанюк А.П.</i>					54	102
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				НУХТ АК-4-1		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

SITRANS TF2 поставляється в двох варіантах:

У радіальному виконанні (тип А) дисплей розташований паралельно захисній трубі. Дисплей може повертатися макс. $\pm 120^\circ$ по відношенню до захисній трубі.

В осьовому виконанні (тип В) дисплей розташовується під прямим кутом до захисній трубі. Дисплей може повертатися на 360° по відношенню до захисній трубі.

Установка:

SITRANS TF2 здійснюється через 3 клавіші управління за скляною кришкою під дисплеєм. За допомогою клавіші "М" відбувається вибір режиму роботи. Є такі режими роботи:

- вимірне значення;
- пароль;
- одиниця виміру;
- початок і кінець діапазону вимірювання;
- верхнє і нижнє граничне значення;
- зміщення;
- калібрування вихідного струму;
- верхня і нижня межі насичення струму;
- електричне демпфірування;

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

Контроль:

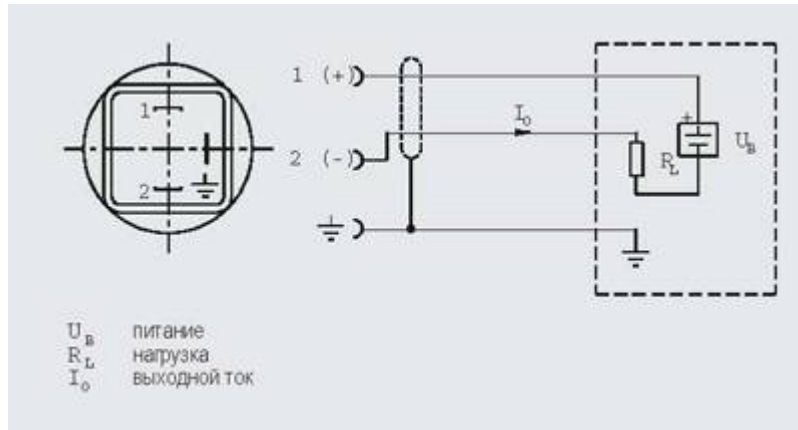
Для контролю встановленого діапазону вимірювання і стану над дисплеєм розташовується два СІД:

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

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Схема підключення:



Перетворювач тиску APR-2000:

Вимірювальний перетворювач різниці тисків APR-2000 призначений для вимірювань різниці тисків газів, парів і рідин.



Принцип дії:

Для даного способу вимірювань рівня використовується перетворювач різниці тисків, який дозволяє компенсувати статичний тиск в ємності. Величиною що перетворюється залишається тільки гідростатичний тиск в ємності, що вимірюється на рівні мембрани нижнього роздільника. Тиск, що вимірюється, є сумою гідростатичних тисків рідкої і парової фаз середовищ вимірювання. У більшості випадків щільність парової фази дуже мала, тому вимірюваний гідростатичний тиск пов'язаний тільки з висотою стовпа рідкої фази і може бути представлений як рівень дзеркала рідкої фази. Для середовищ з великою щільністю парової фази рівень визначений за даною методикою можна вважати як теоретичний рівень рідкої фази, який був би при підсумовуванні дійсної рідкої фази і конденсату парової фази.

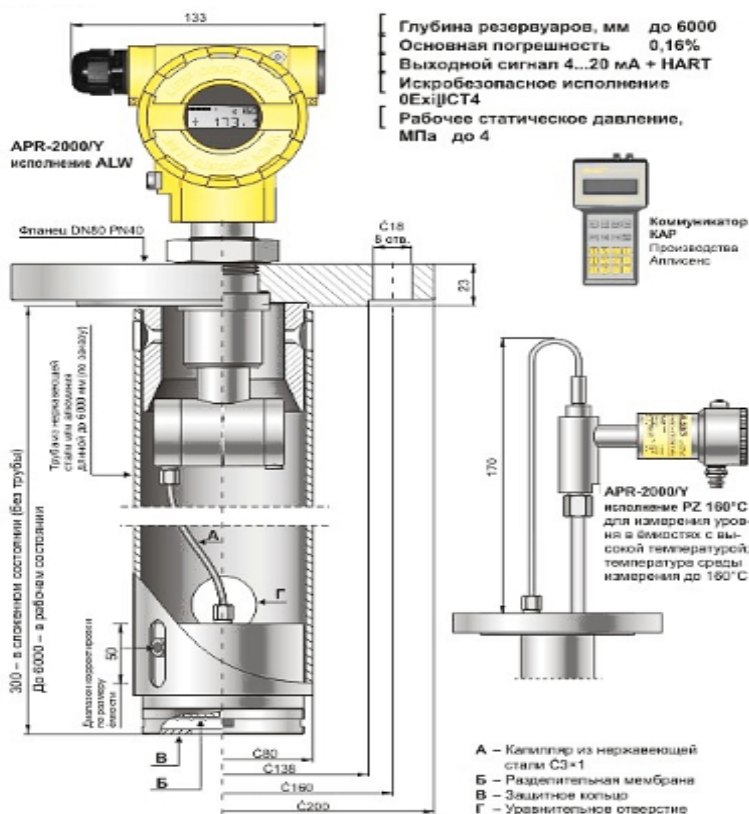
					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Монтаж:

З огляду на невелику масу, перетворювач з приєднувальним пристроєм типу Р монтується безпосередньо на імпульсних трубках. Для монтажу в будь-якому положенні пропонуємо кріплення AL виробництва APLISENS®.

Перетворювач з приєднувальним пристроєм типу С, доцільно монтувати з вентильним блоком. Виробник рекомендує використовувати вентильні блоки серії VM-3 і VM-5. Для монтажу в будь-якому положенні на трубі 2 " або стінці, пропонуємо кріплення С-2".

Для вимірювання рівня в закритих резервуарах середовищ, що вимагають спеціальних процесних приєднань (хімічна, цукрова промисловість), перетворювач оснащений одним з роздільників виробництва APLISENS®.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

57

Датчик рівня LR200:



SITRANS LR 200 - 2-х провідний імпульсний радар для вимірювання рівня рідин в відстійниках і простих робітників резервуарах. Особливості Цілісна стрижнева поліпропіленова антена як стандарт Простий монтаж і введення в експлуатацію Програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора або SIMATIC PDM Комунікація через HART® або PROFIBUS PA Запатентована Sonic Intelligence® для обробки сигналу Дуже висока стійкість Автоматична фільтрація заважає відображення від жорстких вбудованих деталей Є різні фланці, рупорні і хвильове опції антен Область застосування Оригінальний дизайн SITRANS LR 200 дозволяє здійснювати просте рограммірованіе за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Навіть в Ex-зоні не потрібно відкривати кришку корпусу. Крім цього прилад має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах. Стандартна антена SITRANS LR 200 це цілісна поліпропіленова стрижнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших приладів для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати кілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами. Цілісна антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкоди від монтажних штуцерів. Проста настройка і програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернений для полегшення підключення і оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу. SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність.

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

Установка SITRANS LR 200:

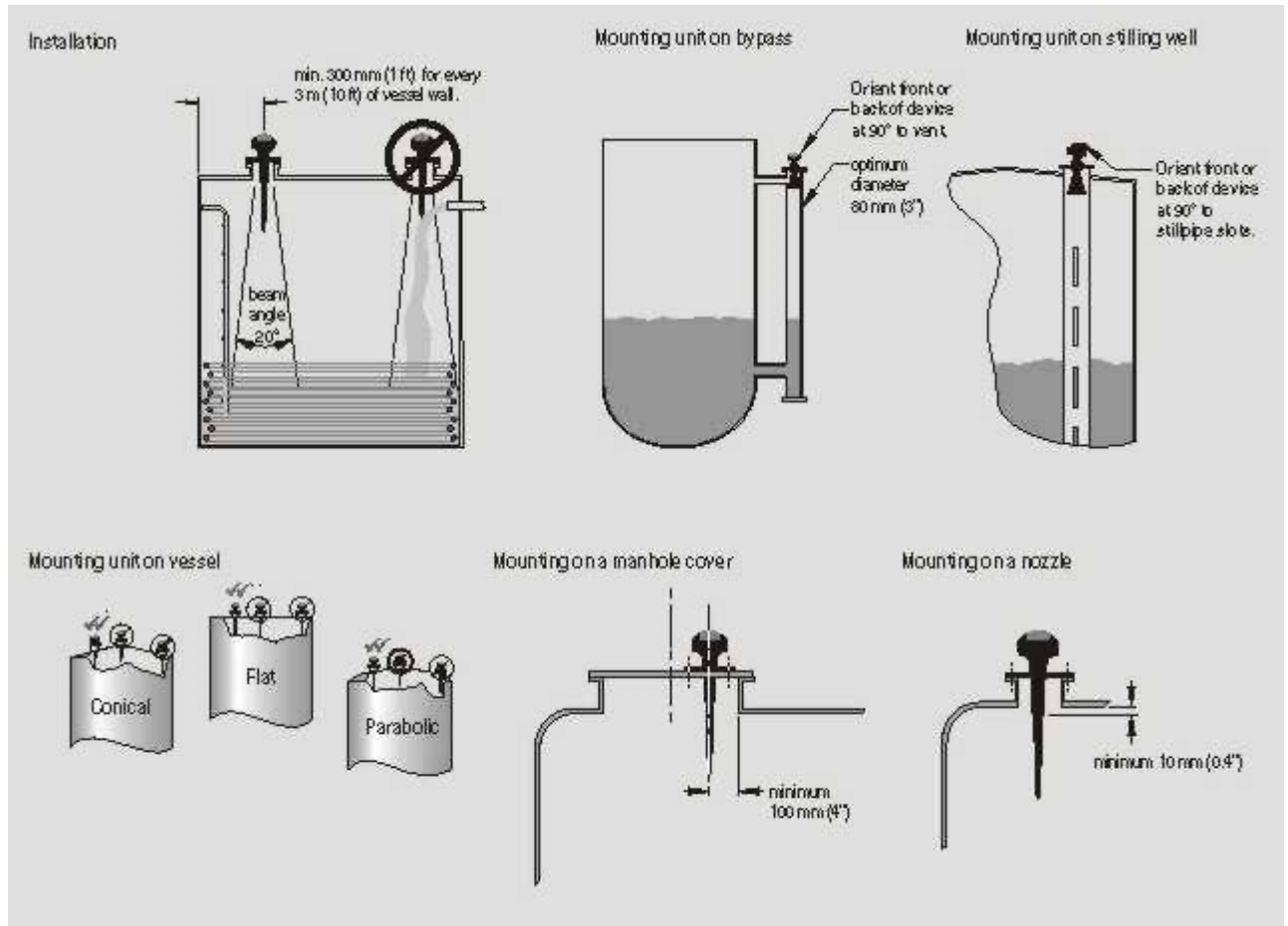
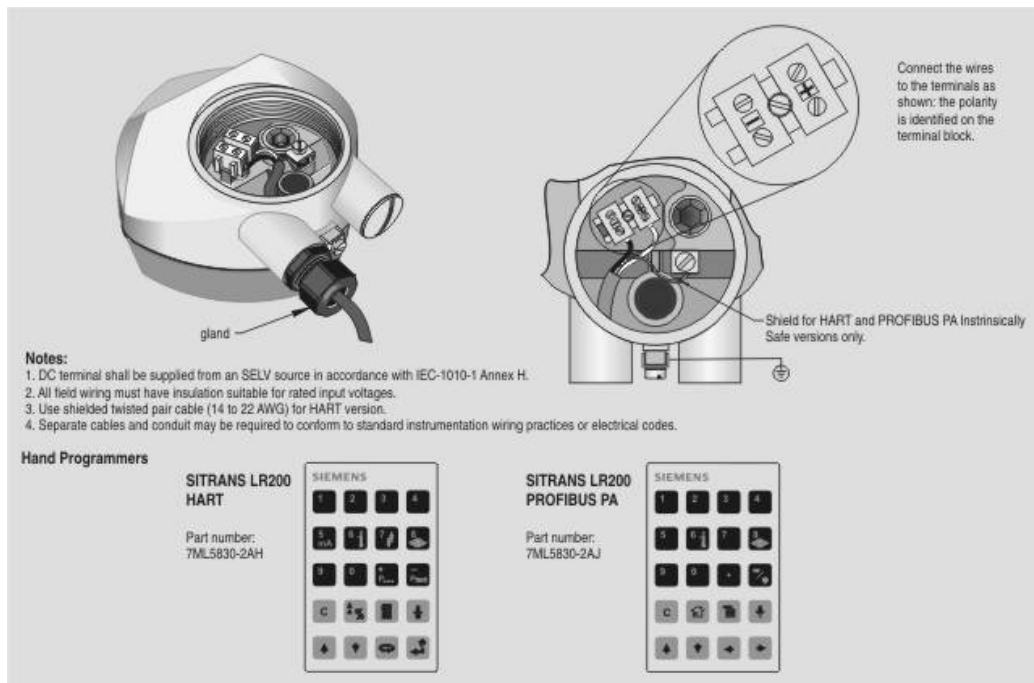


Схема підключення:



Технічні характеристики:

Діапазон вимірів: 0.3 до 20 м (1.0 до 65 ft);

Вихід: аналоговий вихід 4 до 20 мА;

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

Точність: ± 0.02 мА;

Комунікація: HART®;

Опція: PROFIBUS PA (Profile 3.0, Клас В);

Інтервал фільтрації: 0.3 м (from reference point plus any shield length);

Вплив зовнішньої температури: 0.006% / К;

Зовнішні умови (корпус):

- зовнішня температура: -40 до +80 ° С (-40 до +176 ° F);

Матеріал: Алюміній, порошкове поліестрове покриття;

Введення кабелю: 2 M20x1.5 або 2 x ½ "NPT з адаптером;

Клас захисту: Тип 4X / NEMA 4X, Тип 6 / NEMA 6, IP67;

Вага: <2 кг (поліпропіленова стрижнева антена);

Індикація (на приладі): Багатосегментна, алфавітно-цифрова ЖК-індикація з гістограмною шкалою (для рівня), чотири мови;

Розміри: стандарт 100 мм (4 ") екран для монтажних штуцерів макс. 100 мм (4 "), або як опція екран 250 мм (10");

Підключення до процесу: 1½ "NPT, BSP, або G BS EN ISO 228-1 (поліпропіленова стрижнева антена).

Блок перетворення сигналів з датчика ваги БПТ-3:

Блок БПТ-3, призначений для безперервного пропорційного перетворення сигналу з датчиків тензорезистивного типу для вимірювання механічних сил і деформації в струмовий сигнал для систем автоматичного дозування, зважування. Блок застосовується для спільної роботи з обчислювальними комплексами мають вхід для підключення стандартного аналогового сигналу.

Перетворювач може бути використаний в системах автоматизованого регулювання і управління технологічними процесами в енергетиці, металургії, в вимірювальних системах і вимірювально-обчислювальних комплексах.

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



Блок конструктивно виконаний в литому ударопрочном пластмасовому корпусі, на задній стінці якого встановлено захоплення для монтажу на DIN-рейці 35 мм. усередині корпусу розміщена плата блоку, яка представляє собою плату друкованого монтажу з розміщеними на ній радіoeлементами. Світіння світлодіодів, які розміщені на платі, забезпечується крізь отвір в передній панелі корпусу. Вибір вхідних сигналів здійснюється за допомогою блоків перемичок, розташованих всередині блоку.

Живлення блоку здійснюється постійною напругою 24 В. Напруга живлення через діодний випрямляч надходить на імпульсний перетворювач, який формує напруга, необхідне для живлення блоку і забезпечує гальванічну розв'язку від ланцюгів живлення. Світлодіод на передній панелі блоку своїм світінням сигналізує про наявність напруги живлення на вході блоку.

Установка:

Місце встановлення блоку має відповідати таким умовам:

- забезпечувати зручні умови для обслуговування та демонтажу;
- температура і відносна вологість повітря має відповідати вимогам кліматичного виконання блоку;
- навколишнє середовище не повинно містити струмопровідних домішок, а також домішок, які викликають корозію деталей блоку;
- напруженість магнітних полів, викликаних зовнішніми джерелами змінного струму частотою 50 Гц або викликаних зовнішніми джерелами постійного струму, не повинна перевищувати 400 А / м;
- параметри вібрації повинні відповідати виконанню 5 згідно ГОСТ 22261.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При експлуатації блоку необхідно виключити:

- потрапляння провідного пилю або рідини всередину блоку;
- наявність сторонніх предметів поблизу блоку, що погіршують його природне охолодження.

Під час експлуатації необхідно стежити за тим, щоб приєднані до блоку дроти не переламувались в місцях контакту з клемми і не мали пошкоджень ізоляції.

Звільніть блок від упаковки. Перед початком монтажу блоку необхідно виконати зовнішній огляд. При цьому звернути особливу увагу на чистоту поверхні, маркування та відсутність механічних пошкоджень.

Встановіть блок на рейку DIN35x7.5 EN50022 згідно малюнку.

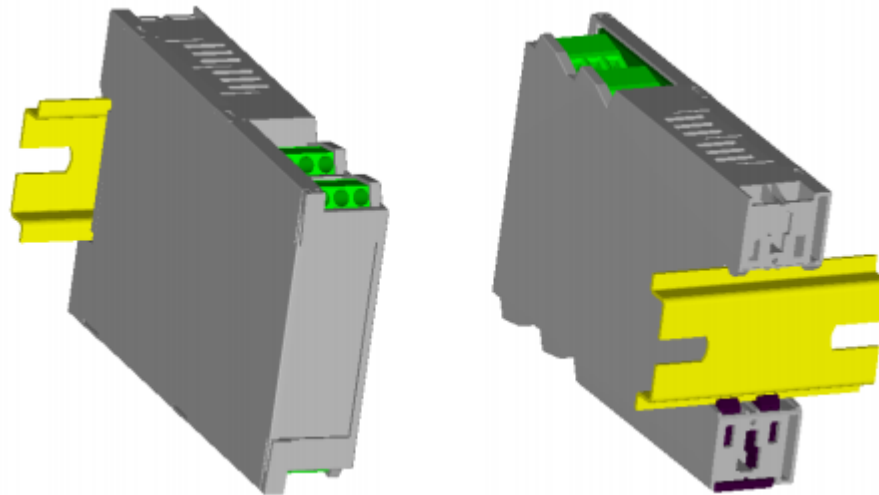


Рис.. Схема кріплення блоку на DIN-рейку

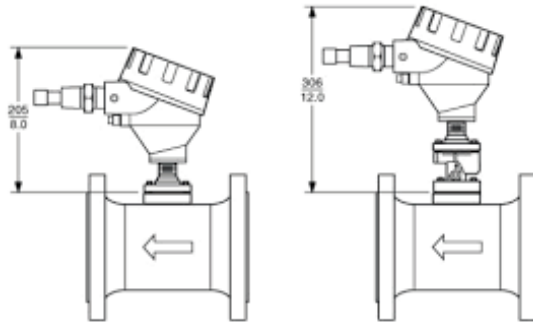
Інтелектуальний витратомір I/A SERIES 84W-U:

Вихровий витратомір, що вимірює витрату текучих середовищ (рідин, газів або парів), використовуючи принцип вихребразування.



					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Монтаж витратоміра:



Регулятор потоку може встановлюватися в трубопроводі, який може йти в будь-якому напрямку: від вертикального (спрямованого вгору потоку) до горизонтального. Корпус електронного блоку можна також повернути на 2700 (3 приростами 900) По відношенню до корпусу. Вертикальний трубопровід кращий для періодичних процесів, щоб забезпечувати поліпшену заповненість лінії.

Фланці: Фланець відповідної труби повинен мати такий же номінальний розмір і номінальний тиск, що і витратомір. Переважно фланці з гладкою внутрішньою поверхнею отвори, аналогічні насадженим на труби і приварених фланців.

Зворотня труба: Ваш витратомір був відкалібрований на заводі з використанням труби розміру Schedule 40 вгору і вниз по потоку. Якщо у вас немає труби розміру Schedule 40, введіть розмір труби під час конфігурації. Це забезпечить збереження коефіцієнта калібрування і точності витратоміра.

Обурення вгору і вниз по потоку: Зазвичай витратомір повинен встановлюватися в прямій, незасміченій трубі з мінімальним прямим ділянкою рівним 30 діаметрам труби вгору по потоку і п'ять діаметрів труби вниз по потоку. У тих випадках, коли ця вимога не можна виконати, тип обурення необхідно вибрати зі списку вибору під час конфігурації і також необхідно ввести відстань до точки обурення, виражене в діаметрах труби. Це забезпечує підтримку точності витратоміра.

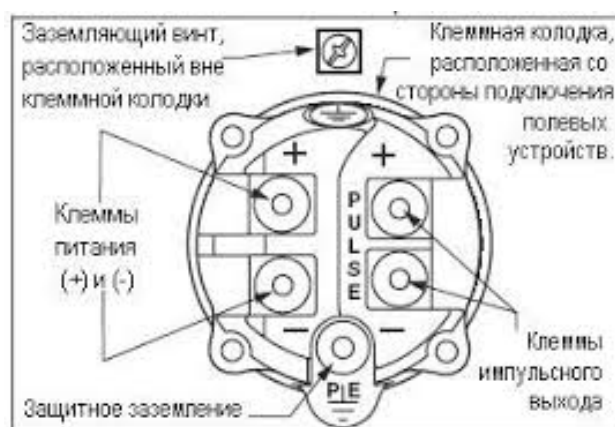
Центрування труб: Отвори труби (фланця) і витратоміра повинні бути відцентровані (див. Розділ "Механічна установка корпусу витратоміра" на стор. 20), і встановлені прокладки фланців таким чином, щоб вони не виступали і не

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

заважали руху потоку. Якщо відповідну трубу не можна належним чином відцентрувати, краще зробити максимально можливу центрування фланця, розташованого вгору по потоку. Це мінімізує обурення потоку в витратомірі.

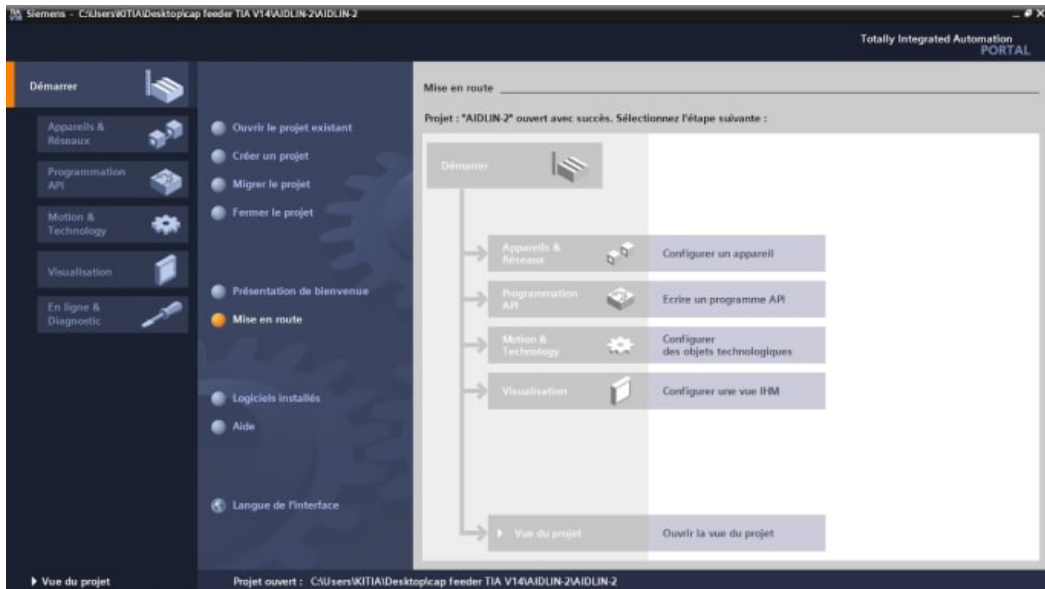
Електричні з'єднання:

Польові дроти вводяться через різьбові вводи $\frac{1}{2}$ NPT або M20, розташовані на кожній стороні корпусу електронного блоку. Кінці проводів закріплюються за допомогою гвинтових клем і шайб на клемній колодці (див. мал.8), розташованій в клемному відсіку підключення польових пристроїв. Невикористані вводи не чути, щоб забезпечити вологонепроникність і захист від радіочастотних / електромагнітних перешкод (RFI / EMI).



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

В нашому дипломному проекті програма для функціонування системи автоматизації була розроблена за допомогою програмного середовища SIMATIC STEP 7 Professional V13 (TIA Portal V13) від фірми Siemens.



SIMATIC STEP 7 Professional V13 - це система проектування для програмованих контролерів SIMATIC серій S7-1200, S7-300, S7-400, WinAC, VIPA , та забезпечує оптимальну підтримку нових програмованих контролерів серії SIMATIC S7-1500.

STEP 7 V13 базується на функціональних можливостях єдиної робочої середовища проектування Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal), яка дозволяє виконувати однорідну, ефективну і інтуїтивно зрозумілу розробку рішень для всіх завдань автоматизації. [9]

Галузь застосування:

SIMATIC STEP 7 Professional V13 є інтегрованою системою проектування для програмованих контролерів VIPA, SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400, S7-1500 і WinAC, а також для інтелектуальних станцій SIMATICET 200. Робота з пакетом відрізняється простотою і зручністю.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					65	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

У комплект поставки STEP 7 Professional V12 входить програмне забезпечення PLCSIM для імітації роботи центральних процесорів S7-1500, а також програмне забезпечення WinCC Basic для конфігурації панелей операторів SIMATIC Basic Panel.

STEP 7 V13 забезпечує підтримку всіх фаз розробки проектів автоматизації:

- Конфігурація та налаштування параметрів апаратури;
- Конфігурація систем промислового зв'язку;
- Програмування на мовах IEC;
- Конфігурація приладів людино-машинного інтерфейсу і систем візуалізації;

- Тестування, виконання пуско-налагоджувальних робіт та обслуговування готової системи автоматизації.

Функції:

- Чудова інтеграція нових контролерів SIMATIC S7-1500;
- Безліч нововведень, використовуваних в програмованих контролерах S7-1500, встановлює нові стандарти продуктивності систем автоматизації. Ідеальна інтеграція в STEP 7 Professional V13 забезпечує отримання максимальної ефективності при виконанні проектних робіт. Подальше розширення функціональних можливостей забезпечує використання PROFINET в якості стандартного інтерфейсу всіх центральних процесорів.

- Ефективне проектування з використанням потужних редакторів програм STEP 7 V13 підтримує роботу потужних редакторів програм контролерів S7, оснащених оптимізованими компіляторами.

Захист доступу:

Парольний захист від несанкціонованого читання і зміни вмісту програмних блоків.

Захист від несанкціонованого копіювання програмних блоків. Програмні блоки можуть бути прив'язані до номера карти пам'яті і запускатися тільки при наявності цієї карти в центральному процесорі.

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

Використання до чотирьох рівнів ідентифікації користувачів з різними правами на виконання робіт в системі автоматизації.

Захист від несанкціонованої зміни даних, що передаються між STEP 7 і контролером.

Міграція проектів:

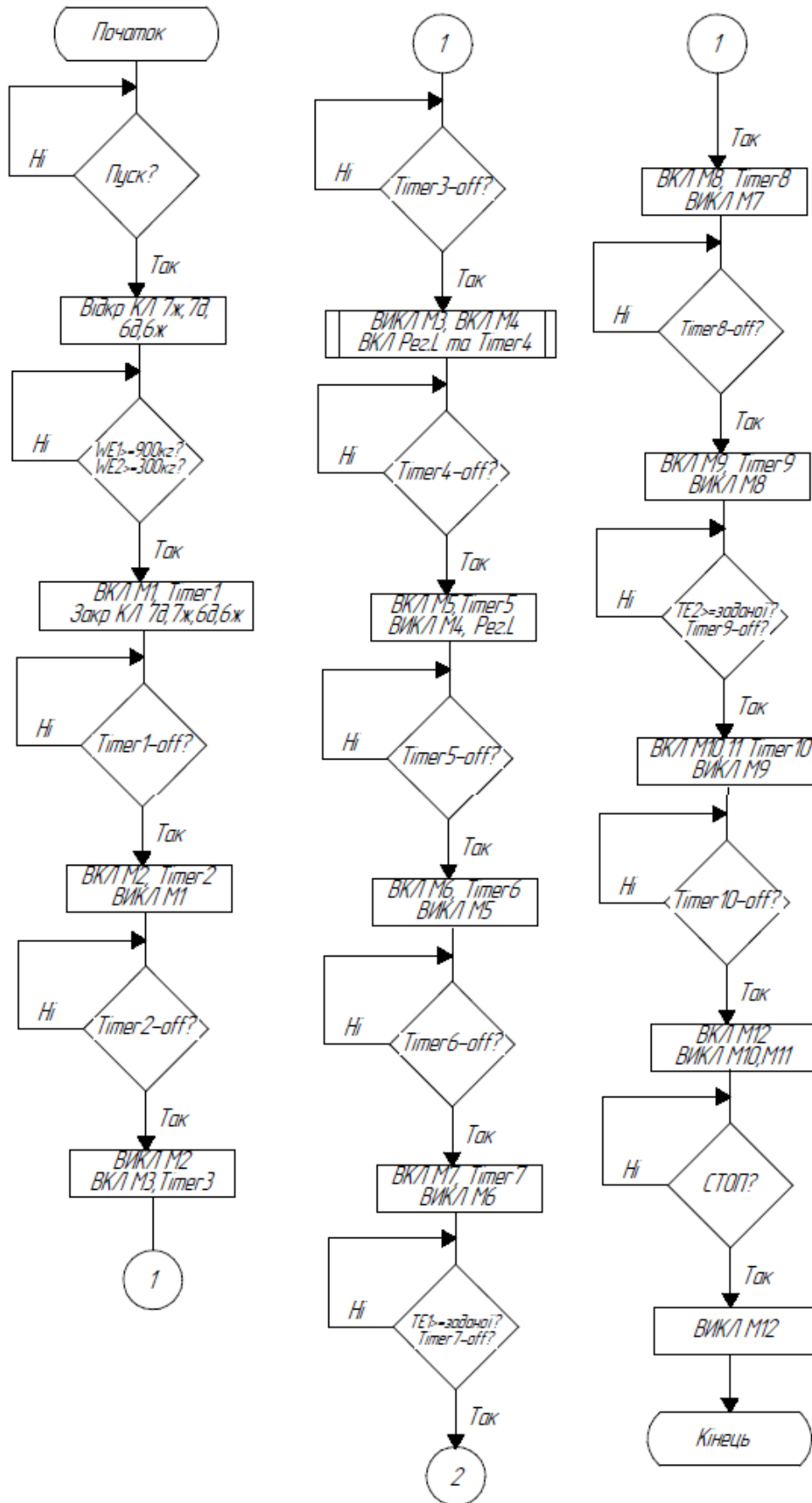
Інструментальні засоби міграції пакета STEP 7 Professional V13 підтримують міграцію проектів програмованих контролерів S7-300 / S7-400 в проекти S7-1500 з автоматичним перетворенням програмного коду. Частина програм, які не можуть бути конвертовані автоматично, реєструються і піддаються ручній обробці. У режимі сумісності проекти STEP 7 V12 SP1 можуть використовуватися і в середовищі STEP 7 V13.

Особливості:

- Ефективне проектування з використанням потужних редакторів програм.
- Наскрізне нарощування функціональних можливостей з використанням всіх лінійок контролерів.
- Організація ефективної взаємодії між контролерами, приладами та системами людино-машинного інтерфейсу і приводами в рамках єдиної робочої середовища.
- Загальний менеджер управління даними і однорідна система символічних імен.
- Системна діагностика як вбудований компонент.
- Трасування змінних для ефективного виконання пуско-налагоджувальних робіт.
- Гнучкий масштабований набір функцій управління переміщенням.
- Вичерпна концепція використання бібліотек.
- Захист доступу до виробничих і проектних даних.
- Підтримка функцій міграції для існуючих програмних і апаратних продуктів.
- Сумісність з іншими продуктами SIMATIC та VIPA.

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

Алгоритм:



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

Текст програми:

Kristina_prog ▸ PLC_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] ▸ Program blocks ▸ Main_1 [OB123]

Main_1

IF...	CASE... OF...	FOR... TO DO...	WHILE... DO...	(*...*)		
1	IF "Push" THEN				"Push"	%M0.0
2	"KL1" := 10000;				"KL1"	%MW20
3	"KL2" := 10000;				"KL2"	%MW22
4	"KL3" := 10000;				"KL3"	%MW24
5	"KL4" := 10000;				"KL4"	%MW26
6	"Step0" := TRUE;				"Step0"	%M1.4
7	END_IF;					
8	IF "WE1">=9000 AND "WE2">= 3000 AND "Step0" T				"WE1"	%MW2
9	"M1" := TRUE;				"M1"	%M0.2
10	"KL1" := 0;				"KL1"	%MW20
11	"KL2" := 0;				"KL2"	%MW22
12	"KL3" := 0;				"KL3"	%MW24
13	"KL4" := 0;				"KL4"	%MW26
14	"Step0" := FALSE;				"Step0"	%M1.4
15	"Step1" := TRUE;				"Step1"	%M1.5
16	"Timer_1".TON(IN:="Step1",				"Timer_1"	%DB1
17	PT:=t#100s);					
18	END_IF;					
19	IF "Timer_1".Q AND "Step1" THEN				"Timer_1"	%DB1
20	"Step1" := FALSE;				"Step1"	%M1.5
21	"Step2" := TRUE;				"Step2"	%M1.6
22	"M1" := FALSE;				"M1"	%M0.2
23	"M2" := 3000;				"M2"	%MW14
24	"Timer_2".TON(IN:="Step2",				"Timer_2"	%DB2
25	PT:=t#100s);					
26	END_IF;					
27	IF "Timer_2".Q AND "Step2" THEN				"Timer_2"	%DB2
28	"Step2" := FALSE;				"Step2"	%M1.6
29	"Step3" := TRUE;				"Step3"	%M1.7
30	"M3" := TRUE;				"M3"	%M0.3
31	"M2" := 0;				"M2"	%MW14
32	"Timer_3".TON(IN:="Step3",				"Timer_3"	%DB3
33	PT:=t#100s);					
34	END_IF;					
35	IF "Timer_3".Q AND "Step3" THEN				"Timer_3"	%DB3
36	"Step3" := FALSE;				"Step3"	%M1.7
37	"Step4" := TRUE;				"Step4"	%M28.0
38	"M3" := FALSE;				"M3"	%M0.3
39	"M4" := TRUE;				"M4"	%M0.4
40	"Timer_4".TON(IN := "Step4",				"Timer_4"	%DB4
41	PT := t#100s);					
42	END_IF;					
43	IF "Timer_4".Q AND "Step4" THEN				"Timer_4"	%DB4
44	"Step4" := FALSE;				"Step4"	%M28.0
45	"Step5" := TRUE;				"Step5"	%M28.1
46	"M5" := TRUE;				"M5"	%M0.5
47	"M4" := FALSE;				"M4"	%M0.4
48	"Timer_5".TON(IN:="Step5",				"Timer_5"	%DB6
49	PT:= t#100s);					
50	END_IF;					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

51 IF "Timer_5".Q AND "Step5" THEN
52     "Step5" := FALSE;
53     "Step6" := TRUE;
54     "M5" := FALSE;
55     "M6" := 3000;
56     "Timer_6".TON(IN:="Step6",
57         PT:= t#100s);
58 END_IF;
59 IF "Timer_6".Q AND "Step6" THEN
60     "Step6" := FALSE;
61     "Step7" := TRUE;
62     "M7" := TRUE;
63     "M6" := 0;
64     "Timer_7".TON(IN:="Step7",
65         PT:=t#100s);
66 END_IF;
67 IF "Timer_7".Q AND "Step7" AND "TE1">="TE1_zd
68     "Step7" := FALSE;
69     "Step8" := TRUE;
70     "M7" := FALSE;
71     "M8" := 3000;
72     "Timer_8".TON(IN:="Step8",
73         PT:=t#100s);
74 END_IF;

```

▶	"Timer_5"	%DB6
	"Step5"	%M28.1
	"Step6"	%M28.2
	"M5"	%M0.5
	"M6"	%MW16
▶	"Timer_6"	%DB7
▶	"Timer_6"	%DB7
	"Step6"	%M28.2
	"Step7"	%M28.3
	"M7"	%M0.6
	"M6"	%MW16
▶	"Timer_7"	%DB8
▶	"Timer_7"	%DB8
	"Step7"	%M28.3
	"Step8"	%M28.4
	"M7"	%M0.6
	"M8"	%MW18
▶	"Timer_8"	%DB9

```

75 IF "Timer_8".Q AND "Step8" THEN
76     "Step8" := FALSE;
77     "Step9" := TRUE;
78     "M9" := TRUE;
79     "M8" := 0;
80     "Timer_9".TON(IN:="Step9",
81         PT:=t#100s);
82 END_IF;
83 IF "Timer_9".Q AND "Step9" AND "TE2" >= "TE2_
84     "Step9" := FALSE;
85     "Step10" := TRUE;
86     "M9" := FALSE;
87     "M10" := TRUE;
88     "M11" := TRUE;
89     "Timer_10".TON(IN:="Step10",
90         PT:=t#100s);
91 END_IF;

```

▶	"Timer_8"	%DB9
	"Step8"	%M28.4
	"Step9"	%M28.5
	"M9"	%M0.7
	"M8"	%MW18
▶	"Timer_9"	%DB10
▶	"Timer_9"	%DB10
	"Step9"	%M28.5
	"Step10"	%M28.6
	"M9"	%M0.7
	"M10"	%M1.0
	"M11"	%M1.1
▶	"Timer_10"	%DB11

```

92 IF "Timer_10".Q AND "Step10" THEN
93     "Step10" := FALSE;
94     "Step11" := TRUE;
95     "M10" := FALSE;
96     "M11" := FALSE;
97     "M12" := TRUE;
98     "M13" := TRUE;
99 END_IF;
100 IF "Stop" THEN
101     "M12" := FALSE;
102     "M13" := FALSE;
103 END_IF;

```

▶	"Timer_10"	%DB11
	"Step10"	%M28.6
	"Step11"	%M28.7
	"M10"	%M1.0
	"M11"	%M1.1
	"M12"	%M1.2
	"M13"	%M1.3
	"Stop"	%M0.1
	"M12"	%M1.2
	"M13"	%M1.3

Змінні, що використовуються:

Kristina_prog ▸ PLC_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] ▸ PLC tags ▸ Default tag table [83]						
Tags User constants System constants						
Default tag table						
	Name	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	Push	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Кнопка ПУСК
2	WE1	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення витрати 1 - шкальоване
3	WE2	%MW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення витрати 2 - шкальоване
4	TE1	%MW6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення температури 1 - шкальоване
5	TE1_zd	%MW8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення температури 1
6	TE2	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значення температури 2 - шкальоване
7	TE2_zd	%MW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення температури 2
8	M2	%MW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун насосу M2
9	M6	%MW16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун насосу M6
10	M8	%MW18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун насосу M8
11	KL1	%MW20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 6д - шкальоване значення
12	KL2	%MW22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 6ж - шкальоване значення
13	KL3	%MW24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 7д - шкальоване значення
14	KL4	%MW26	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 7ж - шкальоване значення
15	Stop	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Кнопка СТОП
16	M1	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M1
17	M3	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M3
18	M4	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M4
19	M5	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M5
20	M7	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M7
21	M9	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M9
22	M10	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M10
23	M11	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M11
24	M12	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M12
25	M13	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Двигун M13
26	Step0	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
27	Step1	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
28	Step2	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
29	Step3	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
30	Step4	%M28.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
31	Step5	%M28.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
32	Step6	%M28.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
33	Step7	%M28.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
34	Step8	%M28.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
35	Step9	%M28.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
36	Step10	%M28.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
37	Step11	%M28.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Внутрішня змінна
38	TE1_PV	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення температури 1
39	KL8g	%MW34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Клапан 8г
40	LEzd	%MW36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Задане значення рівня
41	TE2_PV	%MD38	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення температури 2
42	WE1_PV	%MD42	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення ваги 1
43	WE2_PV	%MD46	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення ваги 2
44	M8_PV	%MD50	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення двигуна M8
45	M6_PV	%MD54	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення двигуна M6
46	M2_PV	%MD58	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення двигуна M2
47	KL4_PV	%MD62	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення клапана 7ж
48	KL3_PV	%MD66	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення клапана 7д
49	KL2_PV	%MD70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення клапана 6ж
50	KL1_PV	%MD74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нешкальоване значення клапана 6д

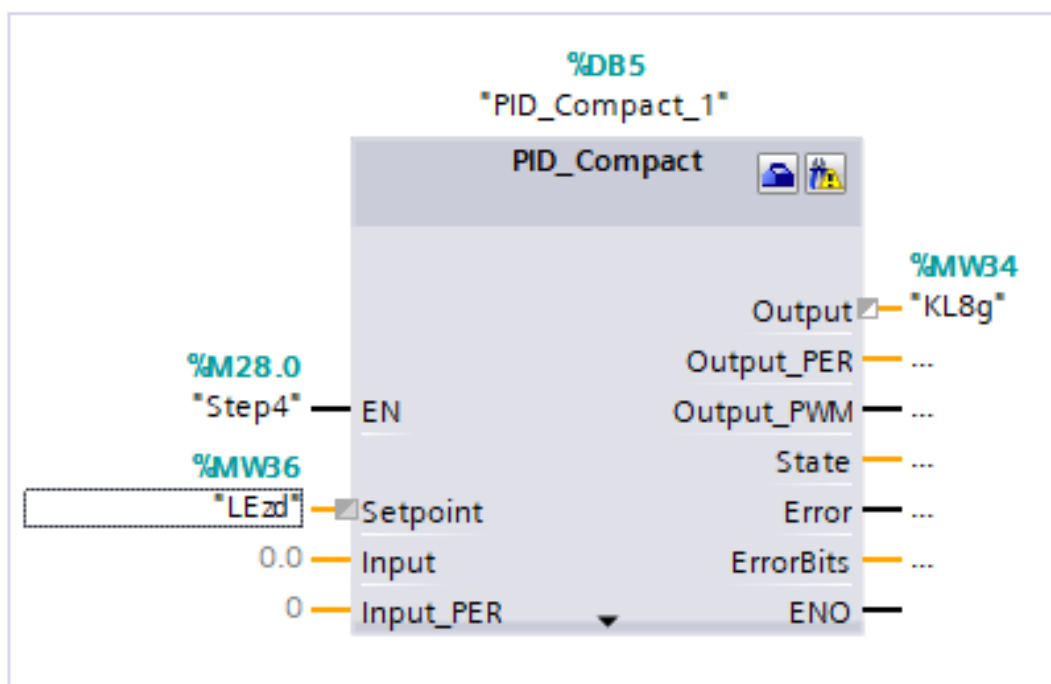
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

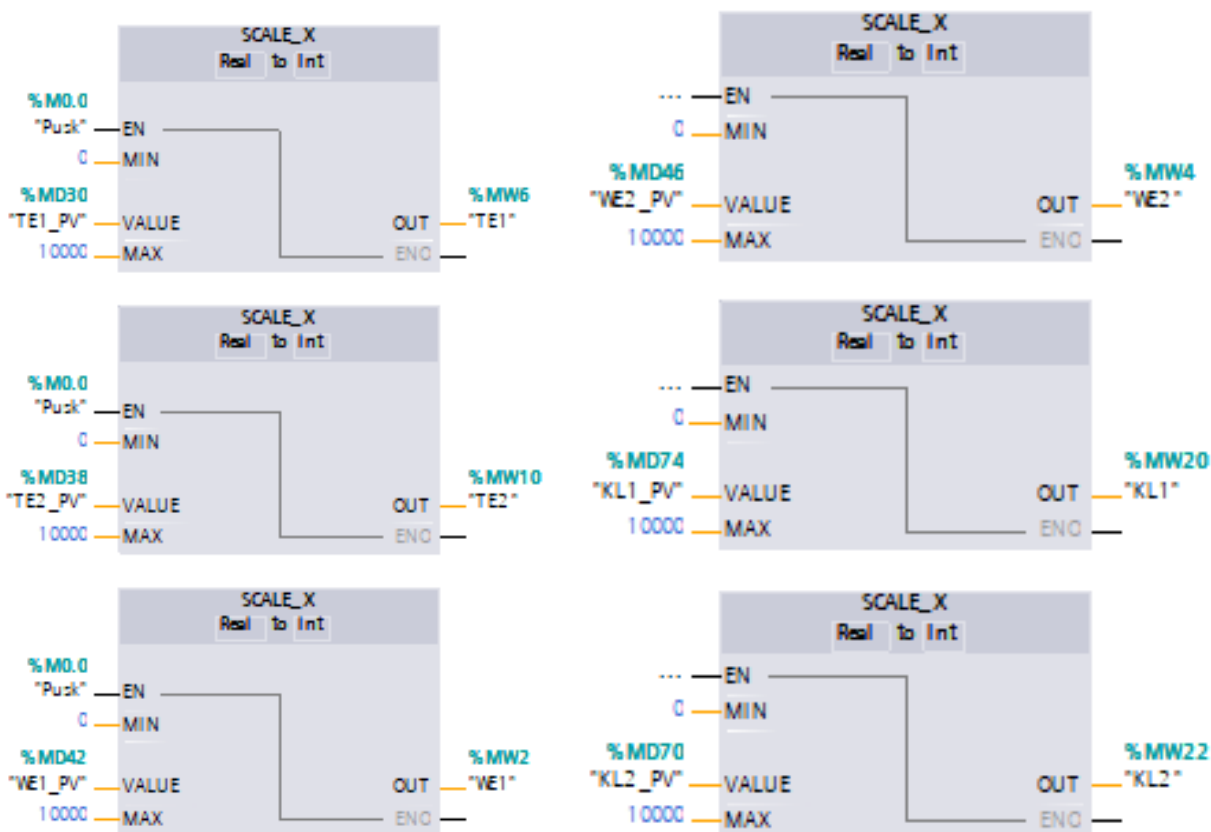
Арк.

71

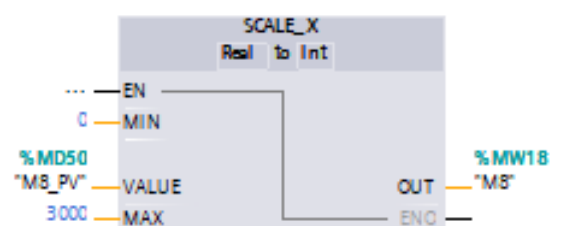
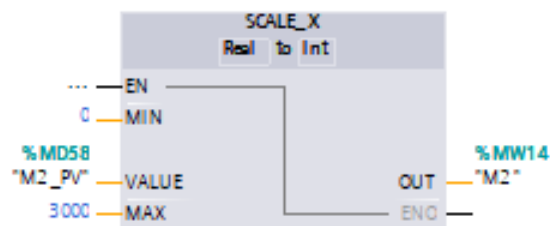
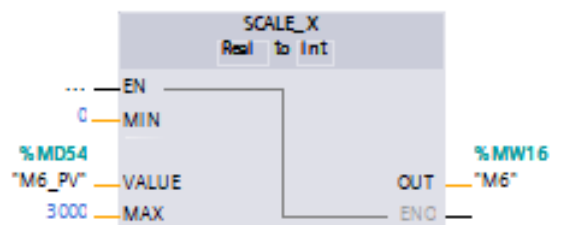
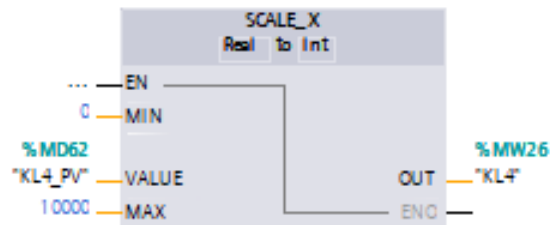
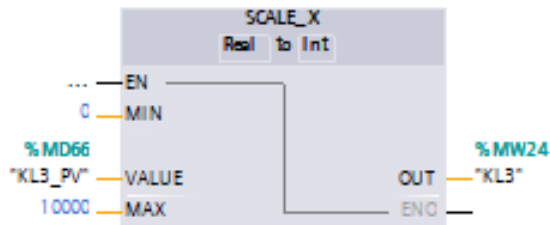
Регулятор рівня:



Шкалювання змінних:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

ЛМІ інтерфейс для нашої системи автоматизації був розроблений за допомогою програмного забезпечення Zenon Scada від компанії COPA-DATA.

Zenon - це програмне забезпечення для візуалізації, диспетчерського управління, збору і аналізу даних SCADA-система zenon є основним продуктом австрійської компанії COPA-DATA GmbH. Розроблена в середині 80-х років, вона була першим комплексним рішенням графічної візуалізації для Windows-систем. Завдяки постійній модернізації, вдосконалення та впровадження новітніх технологій zenon займає лідируючі позиції на ринку HMI / SCADA-систем. zenon повністю вирішує всі можливі завдання, які ставляться перед HMI / SCADA-системами. Дозволяє здійснювати зручне і наочне управління, чітка взаємодія всіх інженерних комплексів, автоматичну адаптацію, інтелектуалізацію режимів роботи підсистем. Базується на стандартній Відкритий технологіях і пропонує величезний набір простих у використанні графічних функцій для побудови систем візуалізації.[10]

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

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Температура в темперуючій машині 1	ТТ 16	%MW6
Температура в темперуючій машині 2	ТТ 26	%MW10
Температура в охолоджуючій установці	ТТ 36	%MW40
Тиск в темперуючій машині 1	РТ 4а	%MW42

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					74	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Тиск в темперуючій машині 2	PT 5a	%MW44
Рівень в дозаторі шоколадного масла	LT 86	%MW46
Вага в дозаторі 1 рецептурно-змішувальної установки	WT 66	%MW2
Вага в дозаторі 2 рецептурно-змішувальної установки	WT 76	%MW4

Таблиця аналогових виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Клапан регулювання витрати цукру	6д	%MW20
Клапан регулювання витрати сухого молока	6ж	%MW22
Клапан регулювання витрати тертого какао	7д	%MW24
Клапан регулювання витрати какао масла	7ж	%MW26
Клапан регулювання витрати какао масла	8г	%MW34
Керування двигуном насосу М2	М2	%MW14
Керування двигуном насосу М6	М6	%MW16
Керування двигуном темперуючої машини 1	М7	%MW36

Керування двигуном насосу М8	М8	%MW18
Керування двигуном темперуючої машини 2	М9	%MW38

Таблиця дискретних виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Керування двигуном рецептурно- змішувальної установки	М1	%M0.2
Керування двигуном п'ятивалкової мельниці	М3	%M0.3
Керування двигуном конвеєру 1	М4	%M0.4
Керування двигуном конш-машини	М5	%M0.5
Керування двигуном відливочної машини	М10	%M1.0
Керування двигуном охолоджуючої установки	М11	%M1.1
Керування двигуном конвеєру 2	М12	%M1.2
Керування двигуном пакувальної машини	М13	%M1.3

Таблиця даних SCADA/HMI:

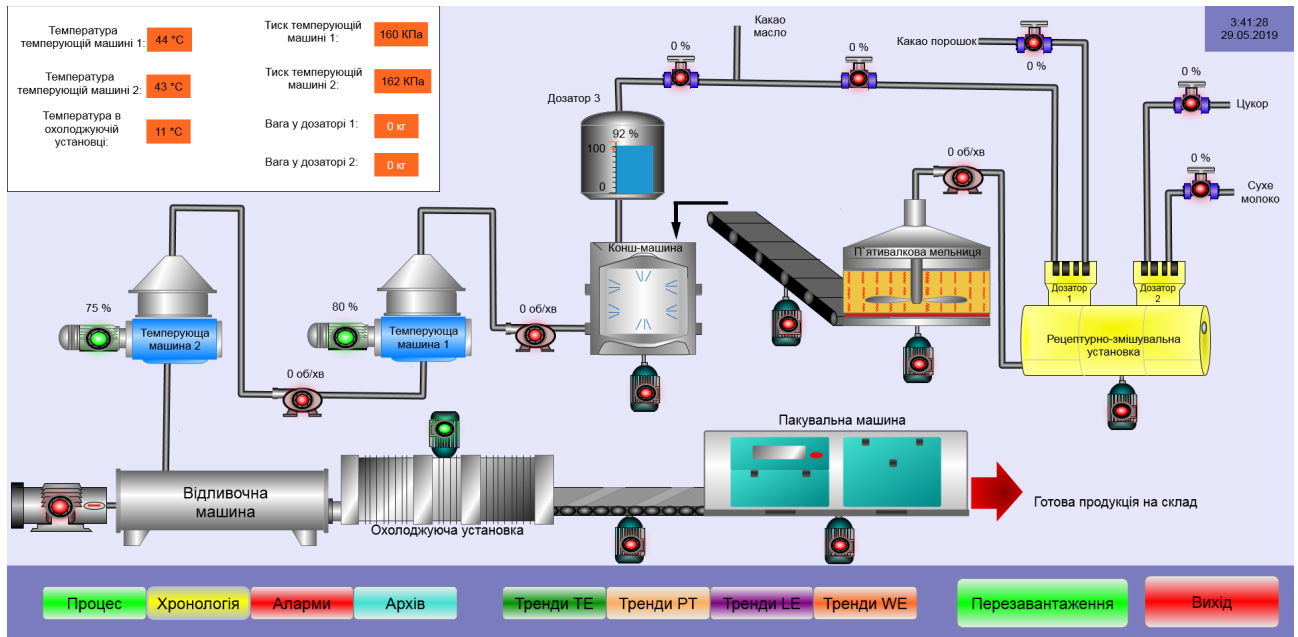
Сос...	Имя	Обозначение	Едини...	Сетевой
Т...	Текст фильтра	Текст фильтра	Тек...	Текст фи
	LE 8а		%	
	PT 4а		КПа	
	PT 5а		КПа	
	TE 1а		*С	
	TE 2а		*С	
	TE 3а		*С	
	WE 6а		кг	
	WE 7а		кг	
	Клапан бд		%	
	Клапан бд А-Р			
	Клапан бж		%	
	Клапан бж А-Р			
	Клапан 7д		%	
	Клапан 7д А-Р			
	Клапан 7ж		%	
	Клапан 7ж А-Р			
	Клапан 8г		%	
	Клапан 8г А-Р			
	M1 А-Р			
	M2		об/хв	
	M2 А-Р			
	M3 А-Р			
	M4 А-Р			
	M5 А-Р			
	M6		об/хв	
	M6 А-Р			
	M7		%	
	M7 А-Р			
	M8		об/хв	
	M8 А-Р			
	M9		%	
	M9 А-Р			
	M10 А-Р			
	M11 А-Р			
	M12 А-Р			
	M13 А-Р			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

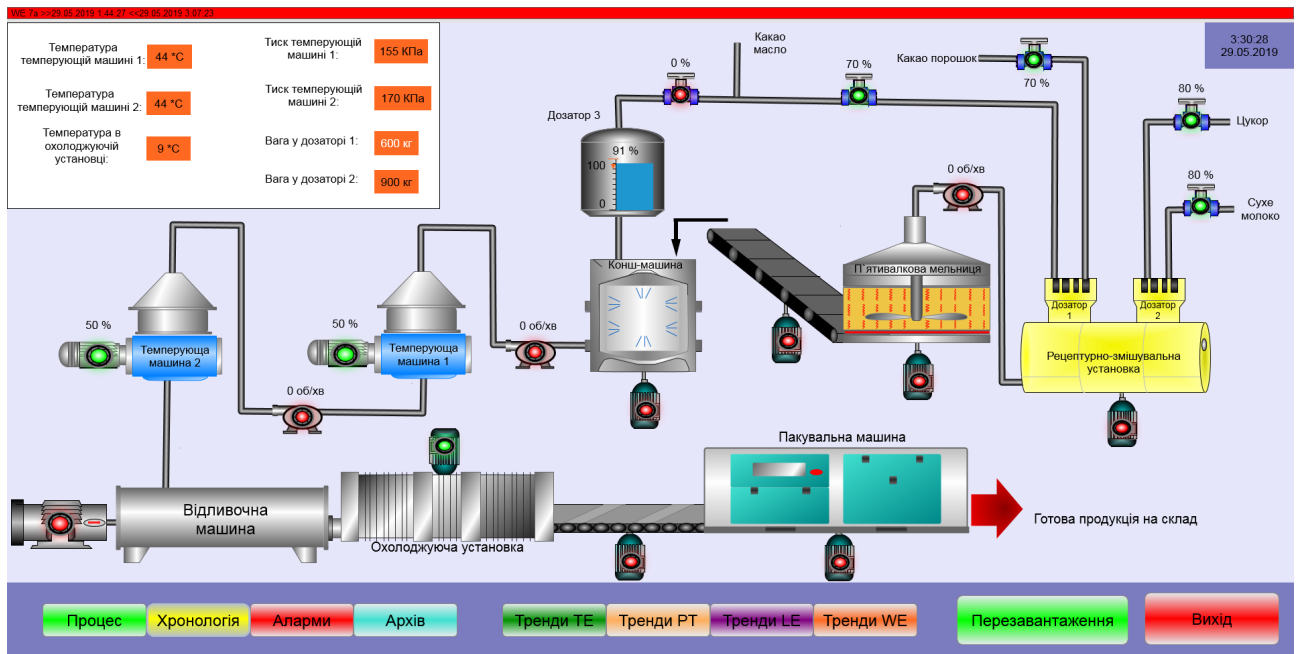
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

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.

78

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

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

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

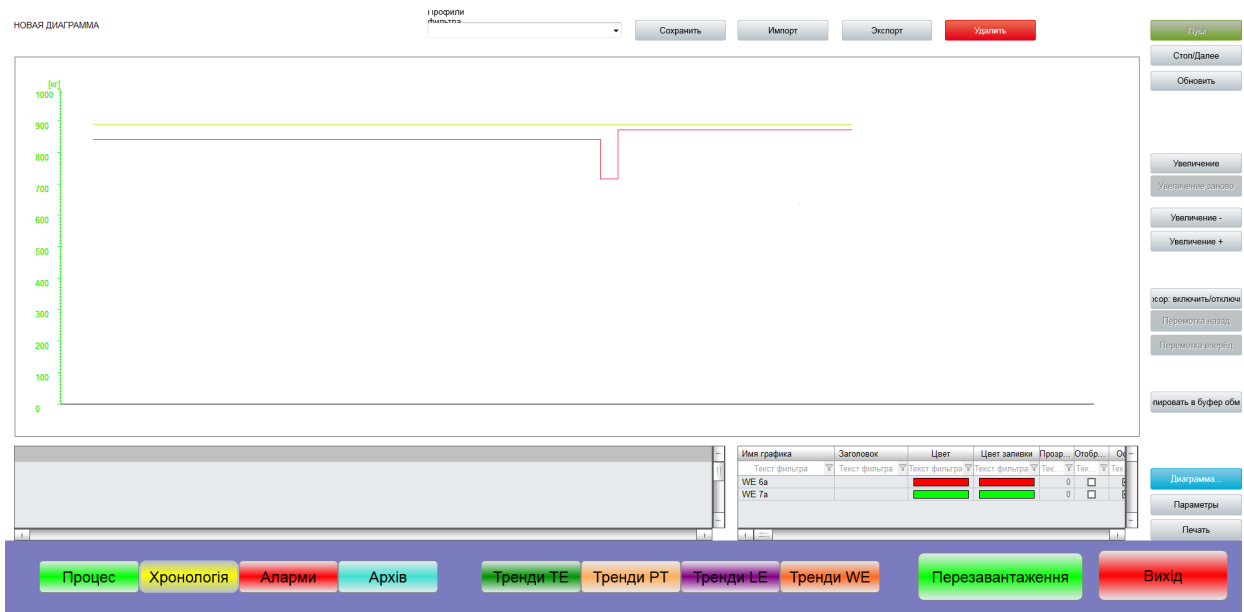
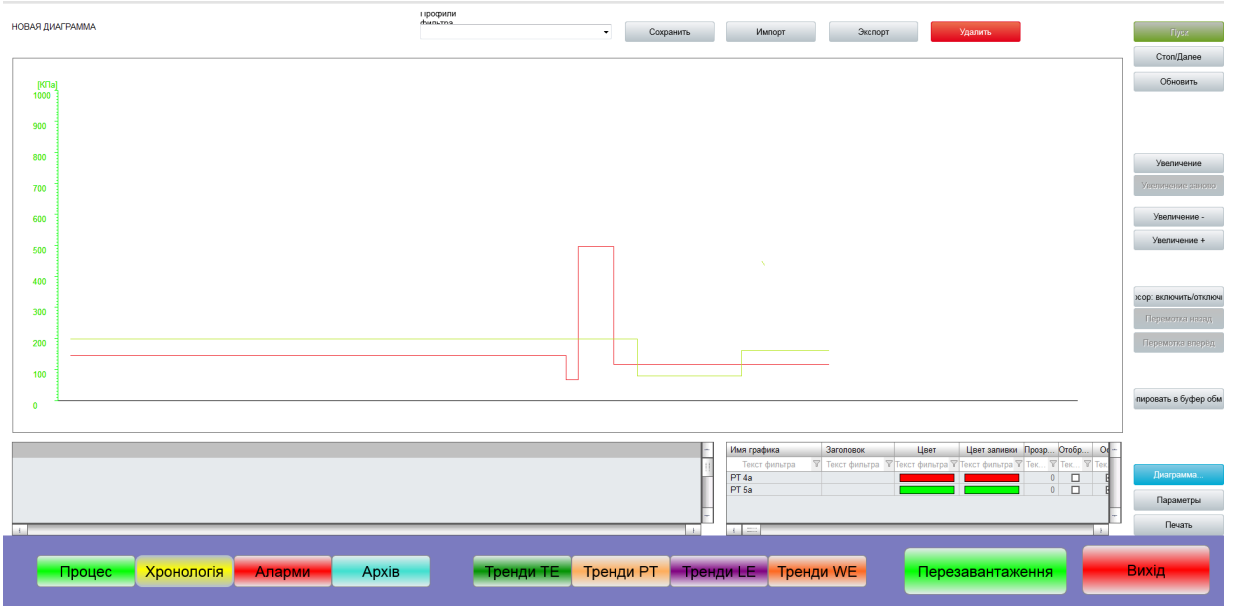
При досягненні рівня верхнього лімітного значення (у визначеному нами діапазоні для конкретної змінної), спрацює тривога, яка буде відображена в журналі тривог. При цьому вона буде мати статус «Активна» (червоне коло).

Якщо рівень впаде нижче лімітного значення, то вона змінить свій статус

на «Не активна» (зелене коло). Також, тривога може змінити свій статус на «Підтверджена» (синє коло), якщо оператор натисне кнопку 'Acknowledge'. Оскільки ми активували опцію To delete, то даний запис пропаде зі списку тільки якщо ми вручну видалимо його відповідною кнопкою.

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





Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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 проекті 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.[11]

Постановка задачі: Для системи автоматизації процесу приготування шоколадної маси провести розрахунки перевірки системи на стійкість за допомогою методу Михайлова та визначити запас стійкості.

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

Для проведення зазначеного вище аналізу потрібно вивести передаточні функції для об'єкту за каналами різних діянь, скласти структурну схему об'єкта.

За потреби виконати структурні перетворення (перенесення суматорів, точок), в результаті чого структурна схема зводиться 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>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					82	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

до ∞ дорівнював $n \frac{\Pi}{2}$, де n це порядок полінома $D(p)$ [2, 6].

Характеристичний поліном нашої системи системи, має вигляд:

$$W_{зам}(p) = \frac{W_p(p)W_{U1}(p)}{1 + W_p(p)W_{U1}(p)} = \frac{\frac{20.23*0,0434}{13043,4p^3 + 1739,1p^2 + 74,3p + 1}}{1 + \frac{20.23*0,0434}{13043,4p^3 + 1739,1p^2 + 74,3p + 1}}$$

$$= \frac{0.87}{13043,4p^3 + 1739,1p^2 + 74,3p + 1.87}$$

$$D(p) = 13043,4p^3 + 1739,1p^2 + 74,3p + 1,87 = 0.$$

Підставимо замість $p - (\omega j)$. Отримаємо:

$$D(p) = -13043,4j\omega^3 - 1739,1\omega^2 + 74,3j\omega + 1,87$$

Для того, щоб побудувати годограф Михайлова, виділимо дійсну та уявну частини характеристичного поліному $D(p)$:

Дійсна:

$$X(\omega) = -1739,1\omega^2 + 1,87$$

Уявна:

$$Y(\omega) = -13043,4j\omega^3 + 74,3j\omega.$$

Та побудуємо їх залежність за допомогою Excel (ω підставляємо в рівняння дійсної та уявної частини, звідки отримуємо координати годографа).

Таблиця 7.1. Дані для побудови годографа Михайлова.

w	X(w)	Y(w)
0,00	1,87	0,00
0,01	1,70	0,73
0,02	1,17	1,38
0,03	0,30	1,88
0,04	-0,91	2,14
0,05	-2,48	2,08
0,06	-4,39	1,64
0,07	-6,65	0,73
0,08	-9,26	-0,73
0,10	-15,52	-5,61

За отриманими даними будуємо годограф Михайлова за допомогою програмного середовища Excel

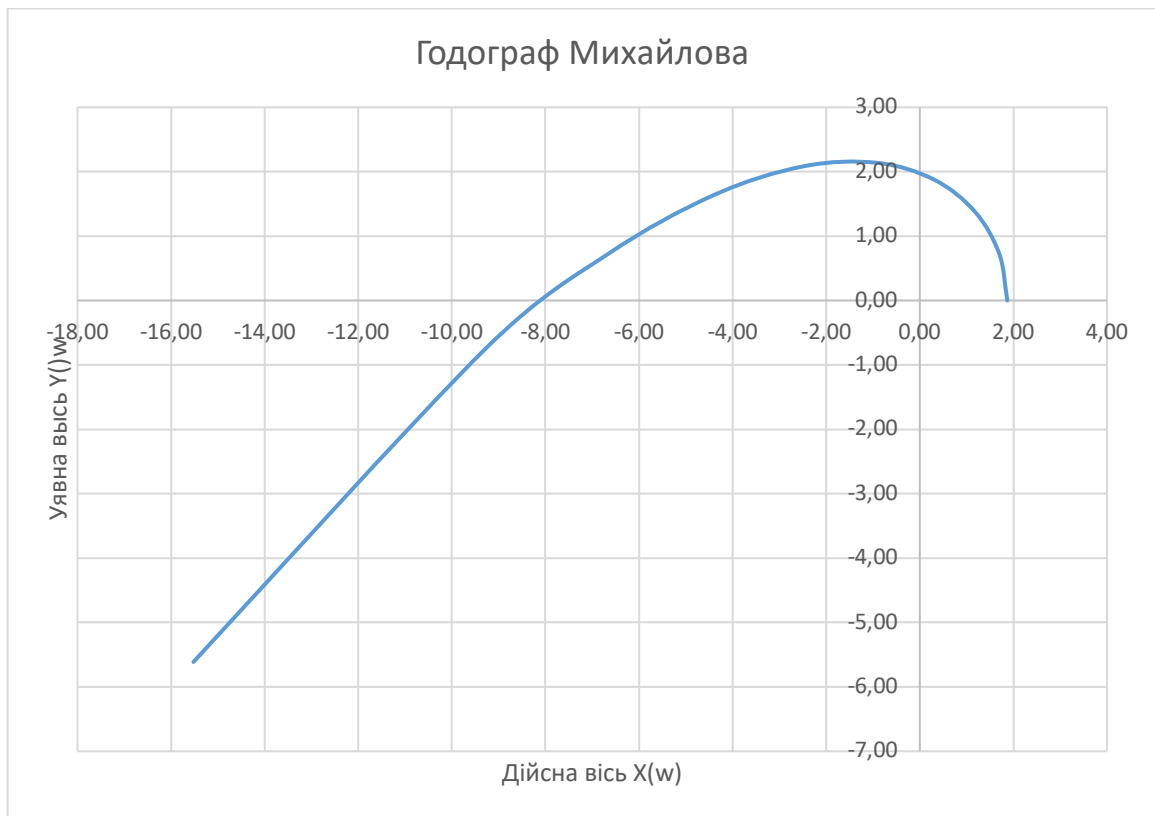


Рис.7.1. Графік залежності $Y(\omega)$ від $X(\omega)$

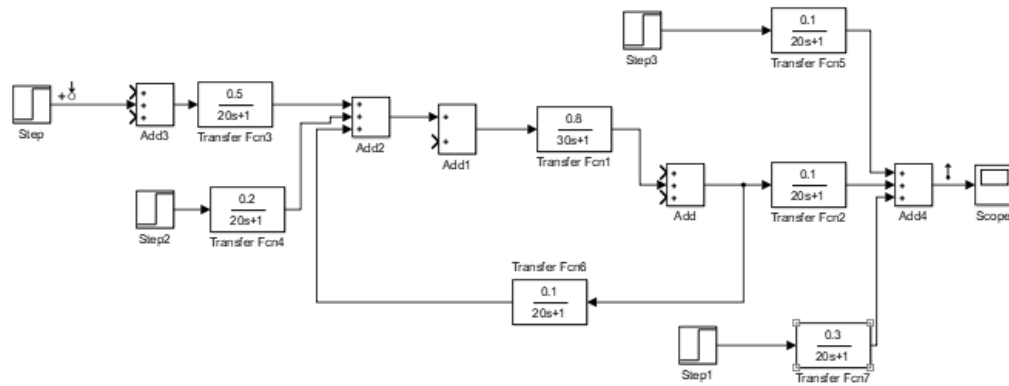
Оскільки характеристичний поліном нашої системи є поліномом третього порядку ($n=3$) і годограф Михайлова проходить три чверті комплексної площини, та має плавний, без сачків, графік, то система є стійкою.

Запас стійкості системи:

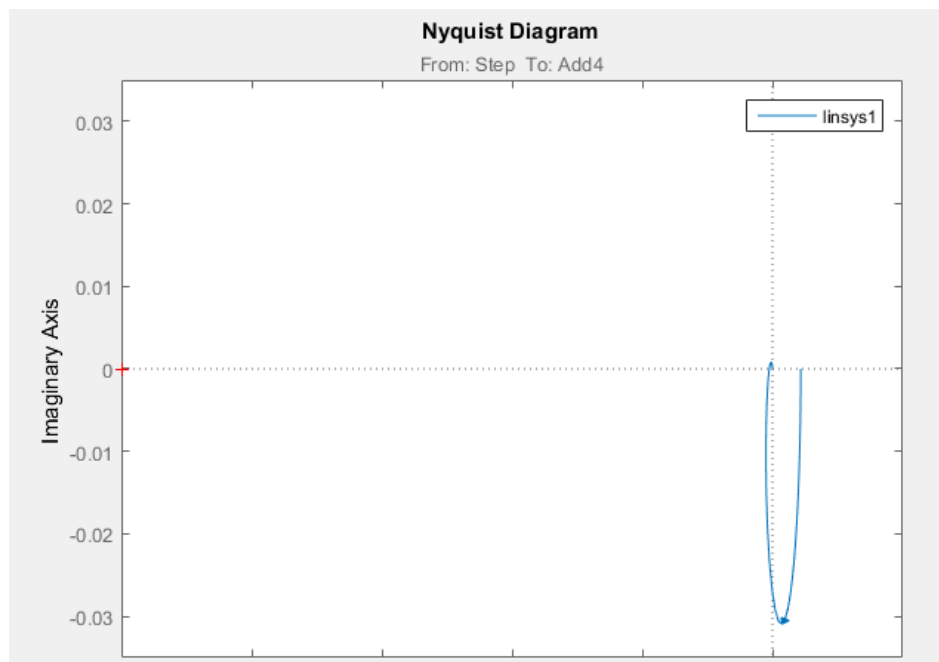
Запас стійкості – це кількісна оцінка відстані значень параметрів системи або її характеристик від зони, небезпечної з точки зору стійкості. Запас стійкості по параметрах характеризує відстань граничної кривої, яка визначає область вирішених значень параметрів, від межі області стійкості.

Для визначення запасу стійкості скористаємось програмним середовищем MatLab та побудуємо амплітудно-фазову частотну характеристику (амплітудно-фазову характеристику, АФХ) - це годограф частотної передаточної функції. Годограф комплексної функції будується на комплексній площині. Будь-якому значенню аргументу на комплексній площині відповідає точка. Множина точок, що відповідає плавній зміні аргументу від $-\infty$ до ∞ , утворює криву, яка і називається годографом.

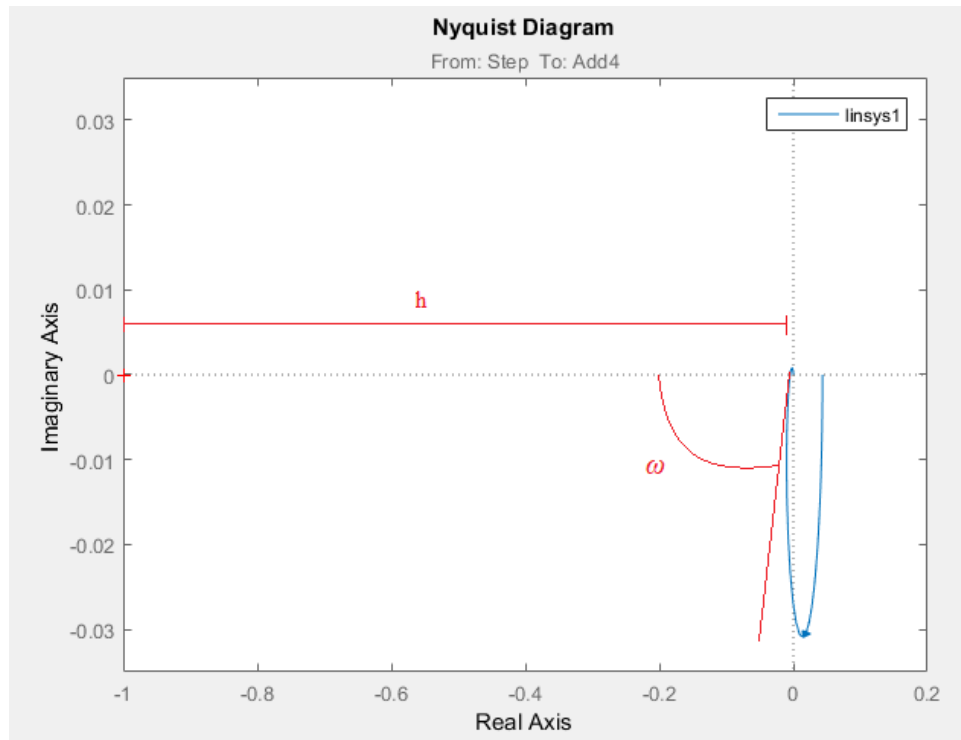
Складаємо структурну схему САУ з використанням Simulink:



Будуємо амплітудно-фазову частотну характеристику:



Виходячи з отриманої характеристики (годографа) визначаємо запас стійкості по модулю (характеризує видалення годографа АФЧХ розімкнутої САУ від критичної точки в напрямку дійсної осі і визначається відстанню h від критичної точки до точки перетину годографом осі абсцис) та запас стійкості по фазі (характеризує видалення годографа від критичної точки по дузі окружності одиничного радіуса і визначається кутом між негативним напрямком дійсної пів-осі і променем, проведеним з початку координат в точку перетину годографа з одиничною окружністю).



Звідки отримуємо:

Запас стійкості по модулю (амплітуді) – $h = 0,99$;

Запас стійкості по фазі – $\omega = 81^\circ$;

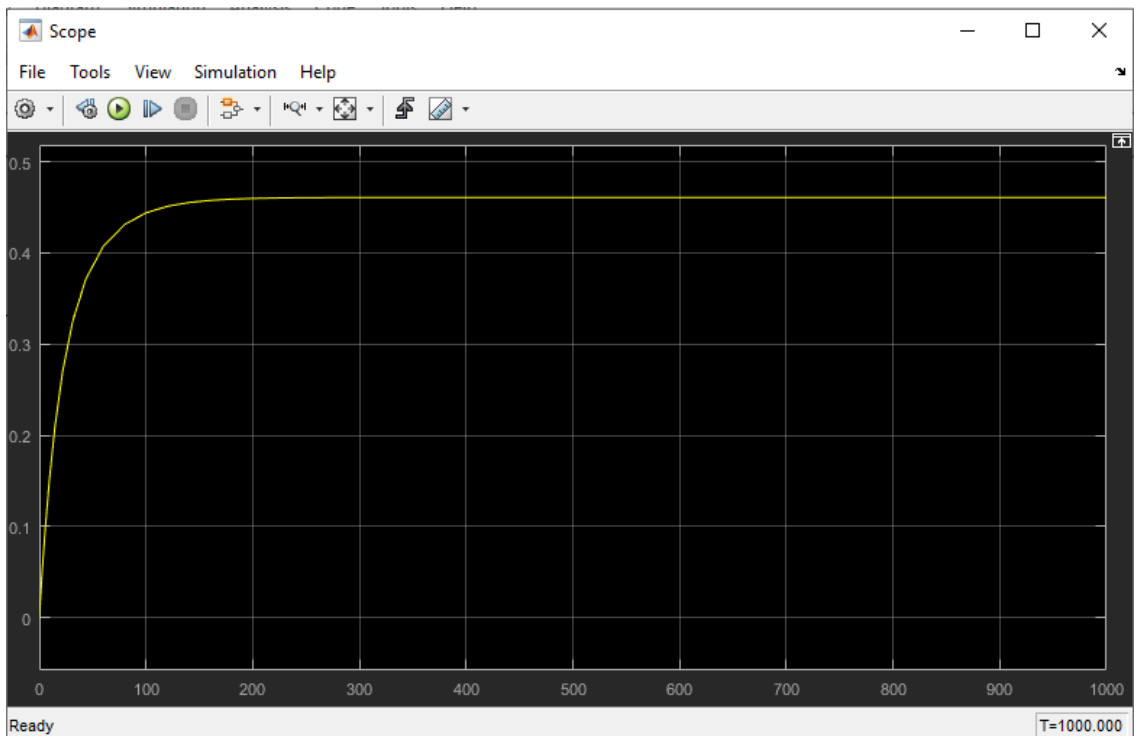


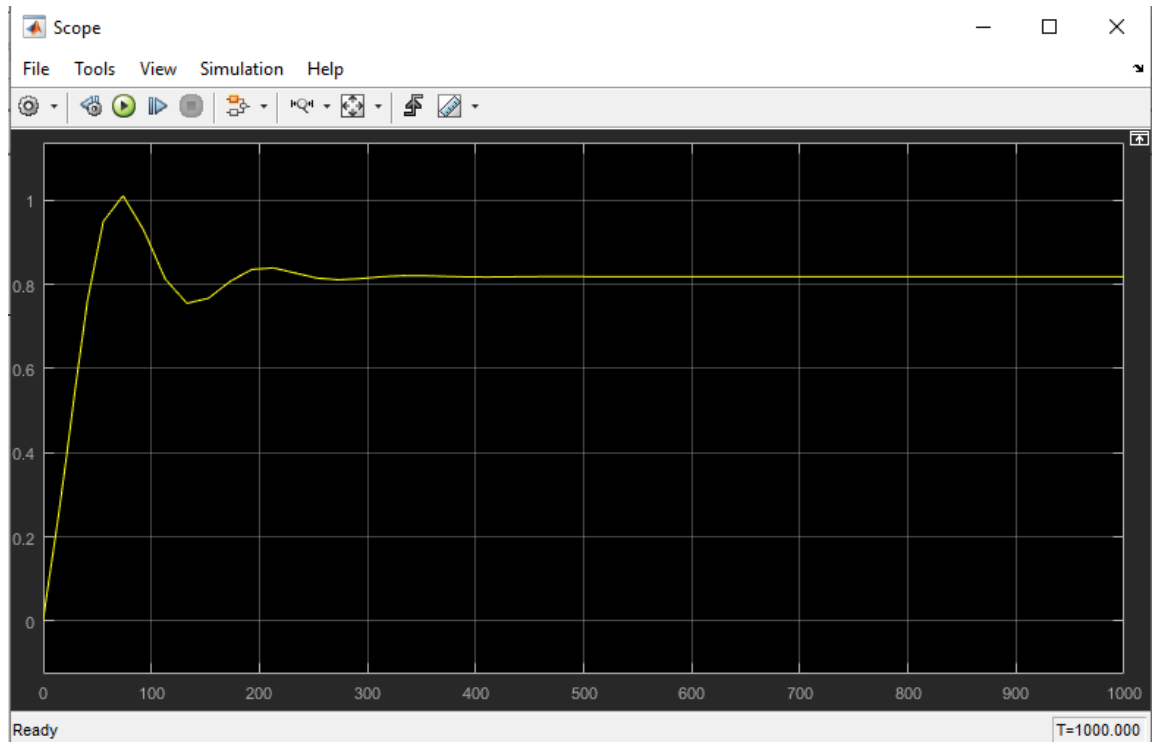
Рис.7.2. Перехідний процес розімкненої системи без регулятора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

87



*Рис.7.3. Перехідний процес замкнутої системи з П-регулятором
($K_p=50,9$)*

Висновок: В даному розділі була складена структурна схема АСР процесу виготовлення шоколадної маси. При дослідженні САР на стійкість за частотним критерієм стійкості Михайлова було використано ресурси програмної оболонки Excel, що значно скоротило час і збільшило точність дослідження системи автоматичного керування на стійкість. Система виявилась стійкою.

Для визначення запасу стійкості було використане програмне середовище MatLab, з допомогою якого була побудована АФЧХ, що якою визначений запас стійкості по модулю (амплітуді) – $h = 0,99$ та запас стійкості по фазі – $\omega = 81^\circ$.

Спецзавдання

Інтелектуальні витратоміри

Витратоміри - це прилади, що вимірюють обсяг або масу речовини: рідини, газу або пари, які проходять через перетин трубопроводу в одиницю часу. У побуті витратоміри називають «лічильниками», але це не так, тому що лічильник - тільки одна зі складових конструкції витратоміра. Особливості конструкції залежать від типу приладу. Зараз використовують 6 типів витратомірів, у кожного з яких - свої сильні і слабкі сторони.

Електромагнітні витратоміри:

В основі пристрою електромагнітних витратомірів - закон електромагнітної індукції, відомий як закон Фарадея. Коли провідна рідина, наприклад вода, проходить через силові лінії магнітного поля, активується електрорушійна сила. Вона пропорційна швидкості руху провідника, а напрямок струму - перпендикулярно напрямку руху провідника.

В електромагнітних витратомірах рідина тече між полюсами магніту, створюючи електрорушійну силу. Прилад вимірює напругу між двома електродами, розраховуючи тим самим обсяг проходить через трубопровід рідини. Це надійний і точний метод, тому що сам прилад не впливає на швидкість течії рідини, а за рахунок відсутності рухомих частин обладнання довговічне.

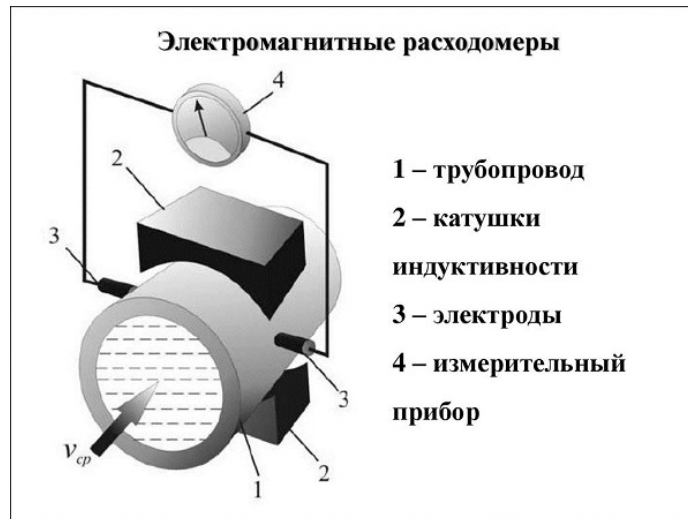
Переваги електромагнітних витратомірів:

- Помірна вартість.
- Немає рухомих і нерухомих частин в поперечному перерізі.
- Великий динамічний діапазон вимірювань.

Недоліки:

- На роботу приладу впливають магнітні і проводять опади.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Медведев Є.О.			Розробка системи автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					89	102
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						



Ультразвукові витратоміри:

У конструкції витратомірів є передавач ультразвукових сигналів (УЗС). Коли рідина рухається по трубопроводу, відбувається знесення ультразвукової хвилі. Через це змінюється час, за який сигнал від передавача досягає приймача. Час проходження збільшується проти потоку рідини і зменшується, якщо ультразвуковий сигнал йде у напрямку потоку. Ультразвукові витратоміри розраховують об'ємну витрату рідини на основі різниці часу проходження УЗС за течією потоку і проти нього - ця різниця пропорційна швидкості руху і обсягом води.

Переваги ультразвукових витратомірів:

- Невисока вартість.
- Немає рухомих і нерухомих частин в поперечному перерізі.
- Середній динамічний діапазон вимірювань.
- Можливість монтажу на трубопроводі великого діаметру.

Недоліки:

- Чутливість вимірювань до відображає і поглинає ультразвук опадів.
- Чутливість до вібрацій.
- Чутливість до перекосів потоку для однопроменевих витратомірів.

Витратоміри перепаду тиску:

Принцип дії цього типу витратомірів заснований на вимірюванні перепадів тиску, які виникають, коли потік рідини, газу або пари проходить через шайбу, сопло або інше звуження потоку. Швидкість потоку в цьому місці змінюється,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

тиск зростає: чим вище швидкість потоку, тим більша витрата.

Переваги:

- Відсутність рухомих частин.

Недоліки:

- Механічні перешкоди в перерізі: шайба або сопло.
- Малий динамічний діапазон вимірювань.
- Чутливість до будь-яких опадів на пристрої звуження потоку.

Вихрові витратоміри:

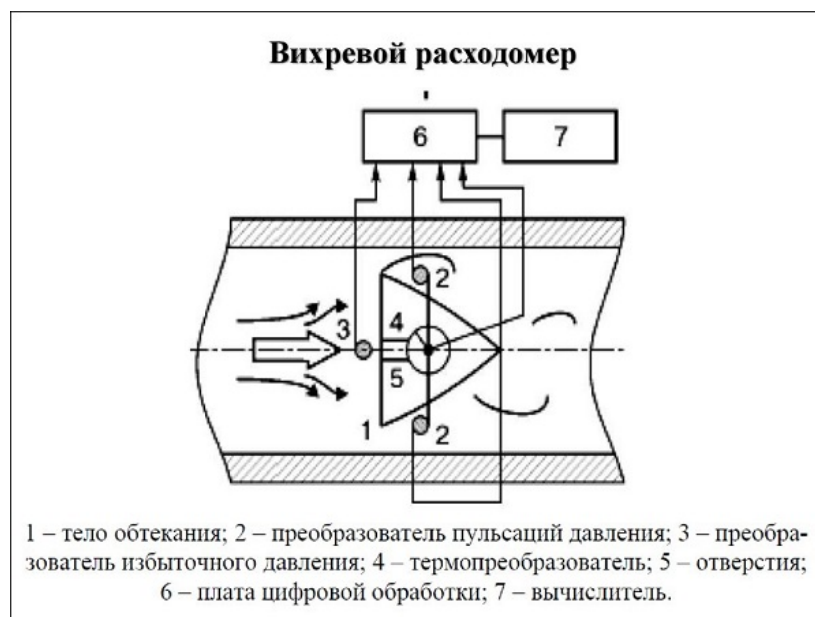
Вихрові витратоміри вимірюють частоту коливань, які виникають в потоці рідини або газу, коли вони обтікають перешкоди. При обтіканні перешкод утворюється вихор, від якого прилади й отримали свою назву.

Переваги:

- Відсутність рухомих частин.

Недоліки:

- Механічні перешкоди в перерізі витратоміра.
- Малий динамічний діапазон.
- Температурна чутливість.
- Нестійкість характеристик при опадах на тілі обтікання.
- Вплив вібрацій на результати вимірювань.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

91

Тахометричні витратоміри:

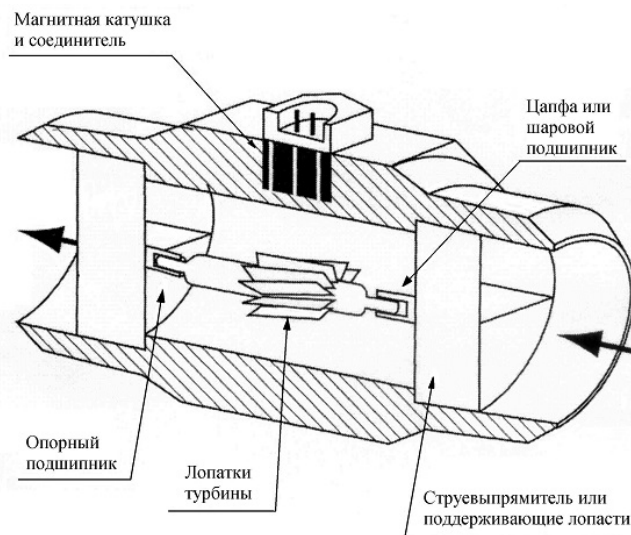
Тахометричні витратоміри вимірюють швидкість обертання, кількість оборотів крильчатки або турбіни в потоці води, газу або пари. Принцип дії не змінюється в залежності від того, чи встановлена в приладі крильчатка або турбіна; різниця тільки в тому, що вісь обертання крильчатки знаходиться перпендикулярно руху потоку, а турбіни - паралельно потоку рідини або газу.

Переваги:

- Невисока вартість.
- Працюють без джерела живлення.

Недоліки:

- Механічні перешкоди в перерізі витратоміра.
- Малий динамічний діапазон.
- Нестійкість вимірювань.
- Невисока надійність.
- Домішки і сторонні предмети у воді впливають на результати вимірювань.
- Невеликий термін експлуатації.



Витратомір Коріоліса:

Принцип дії цих витратомірів спирається на ефект Коріоліса: зміна фаз механічних коливань U-образних трубок, по яких рухається рідина, газ або пар. Зрушення фаз залежить від масової витрати. Сила Коріоліса, яка впливає на стінки хитається трубки, змінюється під напором води або пари.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Переваги:

- Пряме вимірювання масової витрати.
- Оподи не впливають на вимірювання.
- Немає перешкод у внутрішньому перетині.
- Вимірювання витрати рідини не залежить від їх електричної провідності.

Недоліки:

- Висока вартість.
- Суворі вимоги до технології виготовлення.
- Вплив вібрацій на метрологічні характеристики.

Порівнявши переваги і недоліки різних видів обладнання, нескладно зрозуміти, чому самими затребуваними залишаються електромагнітні витратоміри: вони недорогі, точні і практичні.

Інтелектуальні витратоміри:

Інтелектуальними засобами вимірювань можуть бути різні прилади – інтелектуальні датчики, автомати, автоматизовані установки, які являють собою набір засобів для реєстрації, передачі та обробки даних, з урахуванням застосування інтелектуальних алгоритмів на основі баз знань. Найчастіше термін "інтелектуальні" вживають у вузькому розумінні по відношенню до пристроїв, які за рахунок використання в них переробки інформації (зазвичай на основі мікропроцесора) набувають нові функціональні можливості. В сучасних датчиках все частіше вбудовуються мікропроцесори, що дозволяють за рахунок математичної обробки інформації безпосередньо в процесі вимірювання і активного управління вимірюванням значне підвищити точність. Найпростіша система вимірювань може складатися з датчика, підключеного до системи обробки його сигналів – це може бути як спеціальний процесор для обробки таких сигналів на апаратному рівні, так і мікроконтролер або комп'ютер, який постачається програмою обробки даних із цього датчика

В нашій системі використовується інтелектуальний вихровий витратомір I / A Series®: витратоміри з фланцевими корпусами моделі 84F Foxboro і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

витратоміри з безфланцевими корпусами моделі 84W Foxboro з протоколом зв'язку HART.



Вихрові витратоміри 84F-T, 84-U, 84W-T і 84W-U вимірюють витрати текучих середовищ (рідин, газів або парів), використовуючи принцип вихрообразування. Витратоміри видають цифровий сигнал (протокол HART) і аналоговий сигнал 4-20 мА. Моделі витратомірів 84F-T і 84W-T також видають імпульсний сигнал, пропорційний об'ємній витраті.

Флюїд, що протікає через витратомір, на своєму шляху в корпусі витратоміра проходить через тіло обтікання спеціальної форми, яке викликає утворення вихорів, які поширюються періодично від сторін тіла обтікання зі швидкістю пропорційною витраті текучого середовища. Таке поширення вихорів створює змінне диференціальне тиск, який вимірюється детектором, розташованим над тілом обтікання. Детектор генерує імпульсна напруга, частота якого дорівнює частоті вихрообразування. потім даний сигнал перетвориться електронним модулем і обробляється мікроконтролером, щоб отримати цифровий сигнал, аналоговий сигнал (4-20 мА постійного струму) і (в разі моделей 84F-T і 84W-T) імпульсний сигнал.

Регулятор потоку дозволяє встановлювати пряме аналогове з'єднання зі звичайними приймачами, зберігаючи при цьому повну цифрову зв'язок, використовуючи комунікатор HART або конфігуратор на базі ПК.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Функції і можливості:

- Для роботи з рідиною, газом або парою.
- Конструкції з фланцевими або безфланцевими корпусами:
 - фланцеве корпус від $\frac{3}{4}$ до 12 дюймів (DN 15 - DN 300).
 - безфланцевий корпус від $\frac{3}{4}$ до 8 дюймів (DN 15 - DN 200).
- Найкраща точність в своєму класі:
 - $\pm 0,5\%$ від поточного значення для рідин.
 - $\pm 1,0\%$ від поточного значення для газу і пари.
- Найширший діапазон вимірювань в своєму класі.
- Активна настройка (Active Tuning™):
 - Виконувана в реальному часі поправка на низьку витрату по числу Рейнольдса (RD) до 5000.
 - Компенсація ефектів трубопроводів.
 - Адаптивна фільтрація і нормування сигналу.
 - Легка настройка для конкретних робочих умов.
- Протокол зв'язку HART.
- Технологія DirectSense™ с довічною гарантією на сенсор.
- Новий імпульсний вихід забезпечує необроблену чи зі зміненим розміром частоту, або сумарне значення.

FlowExpertPro - це програма, яка використовується, головним чином, для визначення розмірів витратомірів фірми Foxboro. Вона також гарантує користувачеві правильний вибір типу витратоміра для його застосування. Компанія Invensys надає дане інструментальне засіб для вибору вимірювальних приладів на безкоштовному сайті в Інтернеті для всіх користувачів без необхідності їх реєстрації. Крім вибору типу і розмірів витратомірів, програма FlowExpertPro має наступні функції і можливості:

- Використовує велику бібліотеку фізичних властивостей типових технологічних рідин.
- Показує результати в табличному і графічному форматах.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

- Дозволяє користувачеві зберегти, роздрукувати або відправити по електронній пошті результати.
- Забезпечує посилання на застосовні PSS для витратомірів і іншу придатну документацію. Дана програма обчислює мінімальний і максимальний витрати, повний діапазон вимірювань, втрату тиску і число Рейнольдса, використовуючи прийняті рівняння руху потоку. Вона також дозволяє вибрати матеріал і фланці.

Адаптивна фільтрація і нормування сигналів:

Запатентований алгоритм адаптивної фільтрації забезпечує працюють в реальному часі динамічні частотні фільтри, які відповідають частоті утворення вихорів. Це дозволяє отримати неперевершену можливість вимірювання малих витрат і несприйнятливості до вібрації. Разом з ним використовується цифровий згладжує алгоритм, який унормовує необроблений вихровий сигнал, щоб усунути втрачені або додані імпульси, ще більше покращуючи робочі характеристики вимірювання малих витрат. Легка настройка для конкретних робочих умов. Конфігуровані параметри для відсічення малого витрати і загасання дозволяють виконувати настройку для конкретних режимів потоку.

Спрощений запуск:

Не потрібні обчислення або механічні калібрування основного пристрою. Регулятор потоку легко встановлюється і налаштовується. Просто підключіть його до належного джерела живлення, модулю введення / виведення або контролера, і він готовий для вимірювання витрати. Компанія Invensys попередньо сконфігурує витратомір, використовуючи дані про потік, що поставляються замовником. Попередньо сконфігуровані витратоміри можуть використовуватися в тому вигляді, в якому вони поставляються, але для більш точних застосувань, витратомір повинен бути налаштований для конкретного технологічного застосування. Конфігуратор дозволяє вибрати тип рідини і надає загальні прийняті за замовчуванням конфігурації, коли не відомі технологічні умови.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дистанційна установка дозволяє забезпечити доступ до підсилювача і іншому встановленому в корпусі електронного обладнання, коли вимір проводиться в важко доступному місці. Віддалений корпус підтримується кронштейном, який, в свою чергу, монтується на поверхню або на трубу з номінальним розміром 2 дюйми або DN50. Даний корпус може перебувати на відстані до 50 футів (15,2 м) довжини кабелю від витратомірного трубки без втрати сигналу низького рівня.

Компактна, ефективна і надійна конструкція:

Регулятор потоку встановлюється між фланцями з отбортовкой типу ANSI чи EN 1092-1. Торцеві з'єднання, пропонувані для кожного розміру, представлені в розділі "Коди моделей". Інші торцеві поверхні фланців можуть використовуватися в якості замовний конструкції. Корпус електронного блоку являє собою Вибухозахищені і вогнетривку конструкцію, і забезпечує захист електронного блоку від впливу навколишнього середовища. Він може встановлюватися на витратомірного трубку або може встановлюватися віддалено. Проста модульна конструкція витратоміра вимагає мінімального технічного обслуговування. Використовуються частини, замінні в польових умовах, включаючи вузол сенсора і підсилювач. Підсилювач може бути замінений без переривання потоку в трубі, а сенсор може бути замінений без зупинки технологічного процесу, коли встановлений стопорний клапан. Так як один пристрій використовується для численних застосувань з різними рідинами, процес замовлення спрощується, і потреби в запчастинах мінімізовані.

Інтеграція вимірювань:

Ці витратоміри забезпечують ефективну інтеграцію вимірювань в схеми управління технологічним процесом HART наступним чином. Версії -T і -U протоколу HART. Ці версії працюють, використовуючи двонаправлений цифровий сигнал, накладений на струмовий сигнал 4-20 мА. Вони також поставляються з або без імпульсного виходу. Віддалений зв'язок для цифрових значень, а також інформація про статус можуть забезпечуватися через комунікаційний протокол HART.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конфігуратор, що використовуються з версіями HART:

- Комунікатор HART (користувачі, які мають комунікатор HART для інших пристроїв, можуть оновити його за допомогою програмного забезпечення Invensys / Foxboro, щоб можна було його використовувати для цих витратомірів).
- Локальний цифровий індикатор / Конфігуратор з нажимними кнопками. За допомогою протоколу HART можлива цифрова багатовідвідні зв'язок, тобто з'єднання декількох датчиків з однією лінією зв'язку. До 15 датчиків можна підключити до одного кабелю типу вита пара або до виділених телефонних лініях.

Застосування у вибухонебезпечних зонах:

Відповідає вимогам численних сертифікаційних агентств для вибухонебезпечних зон. Існують версії, що відповідають вимогам сертифікаційних агентств по вибухозахисту і зонам.

Віддалений зв'язок / Конфігурація:

Крім віддалених зв'язків, є локальний цифровий індикатор / конфігуратор з кнопками для локального опитування і конфігурації.

Перемичка для захисту від запису:

Перемичка для захисту від запису забезпечує додаткову безпеку, дозволяючи не допускати виконання записів з локального індикатора / конфігуратора і віддаленого конфігуратора в електронний блок. Даний захист від запису відповідають вимогам стандарту ISA-584.01-1986. Цифровий зв'язок забезпечується як аналоговому (4-20мА), так і цифровому режимі, і заснована на принципі частотної маніпуляції (Frequency Shift Keying – FSK).

Захист за допомогою паролів:

Передбачена в режимі локального дисплея / конфігуратора для забезпечення безпеки роботи. Другий рівень захисту передбачений для забезпечення безпеки конфігурації.

Діагностика в режимі онлайн:

Регулятор потоку використовує багато функцій внутрішньої діагностики, включаючи перевірки апаратних коштів, внутрішнього коду і бази даних.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка помилок і діагностичні коди також вбудовані в протокол зв'язку. Ці діагностики виконуються при запуску, а також безперервні перевірки виконуються у фоновому режимі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		99

Висновки

В даній дипломній роботі була розглянута система автоматизації технологічного комплексу процесу виробництва шоколадних мас з використанням інтелектуальних витратомірів. Мною була розроблена АСУ на базі контролера Siemens S7-1200 від Siemens, для даного об'єкта, тут були застосовані пристрої для виміру температури, пристрою для вимірювання рівня, засоби обліку витрати, ваги та пристрої для відслідковування тиску для запобігання аварій в зв'язку з великим чи низьким тиском. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дало змогу реалізувати роботу всього об'єкта на АРМ оператора. Я розробив алгоритм роботи об'єкта, реалізував програму та для роботи об'єкта, підібрав пристрої для підключення до контролера, навів схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

Також була розроблена структурна схема САР, за якою проведений аналіз системи на стійкість за допомогою частотного критерію Михайлова, а також визначений запас стійкості за допомогою годографу Найквіста.

В подальшому рекомендовано модернізувати АСУ після досягнення певного прибутку після окупності за для підвищення ККД об'єкта та збільшенню прибутку підприємству. Оновлення АСУ слугує для зменшення втрат тепла, підвищення ККД установки, зменшення втрат енергоносія на нагрів теплоносія, а це також йде до збільшення прибутку підприємству.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб.– К.: Ліра-К, 2014.
2. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
3. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
5. 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.
6. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін // Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с.

[1] - <http://www.tehnochos.ru> – Науково-виробниче об'єднання «ТехноШок». Світ шоколаду, кондитерське обладнання, секрети виробництва шоколаду та інше.

[2] - https://studopedia.su/14_52528_etapi-virobnitstva.html

[3] – Sitrans TF2/ URL: <https://www.siemens-pro.ru/doc/documentation/Sitrans.pdf>

[4] – APR-2000. URL: <https://www.aplisens.ru/catalog/differential/APR-2000/>

[5]- <http://www.microl.ua>

[6] – Sitrans LR200. URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/level-measurement/continuous/radar/sitrans-lr200.html>

[7] – Danfoss VLT-2800. URL: https://euroec.by/assets/files/danfoss/Rukovodstvo_VLT_2800.pdf

[8] – Siemens S7-1200. URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[9] – TIA Portal. URL:

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>

[10] – Zenon Scada. URL: <https://www.copa-data.com.ua/>

[11] - МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» - НУХТ, 2020 , Укладачі: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102