

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем

управління ім. проф. А.П. Ладанюка

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

Андрій ФОРСЮК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«03» лютого 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«03» лютого 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

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

на тему: Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАК-3-1ск

Хоменко Олександра Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Грицено Надія Георгіївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Максим Пастушенко

(ім'я та прізвище)

(підпис)

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

Здобувач

(підпис)

Київ – 2025 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«07» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Хоменко Олександрі Олесандрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили*

керівник роботи *ас. Гриценко Надія Георгіївна*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» жовтня 2024 р. № 886-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «03» лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 07 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Олександра ХОМЕНКО

_____ (підпис)

Керівник роботи Надія ГРИЦЕНКО

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота виконана на тему: “Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили” з використанням мікропроцесорного контролера Modicon M-340-SE.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу, а саме:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера.
3. Креслення встановлення технічних засобів.

Особлива увага в даній роботі була приділена розробці системи автоматизації, вибору і розрахунку вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів. Розроблена схема підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролера. В проекті розроблений алгоритм управління процесом виробництва фруктової пастили, який реалізований в програмі Unity Pro для контролера M-340-SE.

Для візуалізації та оперативного контролю технологічного процесу використано SCADA програма Vijeo Citect.

Спеціальним завданням даного дипломного проекту є вимірювання рівня продукту за допомогою радарного рівнеміра Sitrans LR200, креслення встановлення якого зображено на аркуші 3 графічної частини роботи.

Ключові слова: фруктова пастила, система автоматизації, радарний рівнемір, мікропроцесорний контролер, людино-машинний інтерфейс.

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

ANNOTATION

The qualification work is titled: "Development of a System for Automating the Production of Fruit Pastille" using the Modicon M-340-SE microprocessor controller.

The diploma project consists of an explanatory note and graphic material, namely:

1. Automation diagram.
2. Diagram for connecting sensors and actuators to the programmable logic controller.
3. Drawing for the installation of technical equipment.

Special attention in this work was given to the development of the automation system, selection and calculation of measuring transducers and actuators. The developed diagram for connecting sensors and actuators to the controller is presented. In the project, an algorithm for controlling the fruit pastille production process is developed and implemented in the Unity Pro program for the M-340-SE controller.

For visualization and operational control of the technological process, the SCADA program Vijeo Citect was used.

A special task of this diploma project is the measurement of the product level using the Sitrans LR200 radar level transmitter, the installation drawing of which is shown on sheet 3 of the graphic part of the work.

Keywords: fruit pastille, automation system, radar level transmitter, microprocessor controller, human-machine interface.

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

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації	9
1.1. Технологічний аналіз об'єкта.....	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	14
2. Система автоматизації.....	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	15
2.2. Схема автоматизації.....	22
2.3. Специфікація на прилади і засоби автоматизації.....	23
3. Проектне компонування контролера. Схеми підключення.....	25
3.1. Конфігурація модульного контролера М-340-SE.....	25
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до контролера.....	26
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	31
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	34
5. Опис спеціального програмного забезпечення.....	38
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	44
Висновки.....	50
Список використаних джерел.....	51

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

ВСТУП

Виробництво фруктової пастили базується на безперервності технологічного процесу з використанням основного безперервно діючого обладнання, що створює передумови для комплексної та повної автоматизації процесу і полегшує її впровадження. Однак специфічність технологічних середовищ (наявність механічних включень, смолоутворення, відкладення твердих залишків, накипоутворення, піноутворення, висока в'язкість, підвищена кольоровість та ін), висока вологість і температура навколишнього середовища, створюють певні труднощі при впровадженні загальнопромислових приладів та вимагають створення спеціальних засобів контролю, особливо складу і властивостей напівпродуктів і продуктів.

У сучасних умовах розвитку промисловості автоматизація виробничих процесів є важливим етапом, що дозволяє підвищити ефективність, знизити витрати та забезпечити стабільну якість продукції. Однією з галузей, де автоматизація відіграє значну роль, є харчова промисловість, зокрема виробництво фруктової пастили. Цей продукт користується великою популярністю завдяки своїм корисним властивостям і натуральному складу. Проте традиційні методи виготовлення пастили потребують великої кількості ручної праці та можуть бути обмежені в масштабах виробництва.

Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили дозволяє не лише знизити трудові витрати, а й забезпечити більшу точність на всіх етапах процесу — від обробки сировини до пакування готової продукції. Впровадження автоматизованих технологій дозволить підвищити продуктивність, покращити контроль якості та забезпечити стабільність процесів, що є важливими для досягнення конкурентоспроможності на ринку харчових продуктів.

Метою даної роботи є розробка системи автоматизації для ефективного та економічного виробництва фруктової пастили, яка включатиме проектування технологічних процесів, вибір необхідних автоматичних засобів управління та оптимізацію роботи обладнання.

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

Досягнення мети потребує:

- покращення якості регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміна морально та фізично застарілих існуючих засобів автоматизації;
- реалізація сучасних принципів управління;
- покращення технологічної дисципліни за рахунок постійного контролю по виконанню норм технологічного режиму і можливості аналізу історії параметрів за любий 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 професіональної підготовки технологічного персоналу, персоналу служби КВПіА.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1. Технологічний аналіз об'єкта

Пастилу отримують шляхом збивання фруктового пюре з цукром і яєчним білком. Для закріплення дрібнопористої піноподібної структури використовують гарячий цукрово-паточний сироп (клей). Таку пастилу називають клейовою. Якщо ж натомість клею застосовують гарячу фруктово-ягідну мармеладну масу, то пастилу називають заварною. Окремий вид клейової пастили, яку формують відливанням, називають зефіром. Крім цих видів пастили виробляють так звану «Білівську пастилу», особливістю якої є те, що використовують Фруктове пюре з печених яблук, а клейовий сироп не застосовують. Цю пастилу формують у вигляді багат шарових брусків прямокутної форми. Найбільша кількість пастили виробляють у вигляді клейової різьблених і зефіру.

Процес виробництва клейової пастили складається з наступних операцій: підготовки сировини, приготування фруктово-цукрової суміші, приготування клейового сиропу, збиття, формування, сушіння, фасування та пакування.

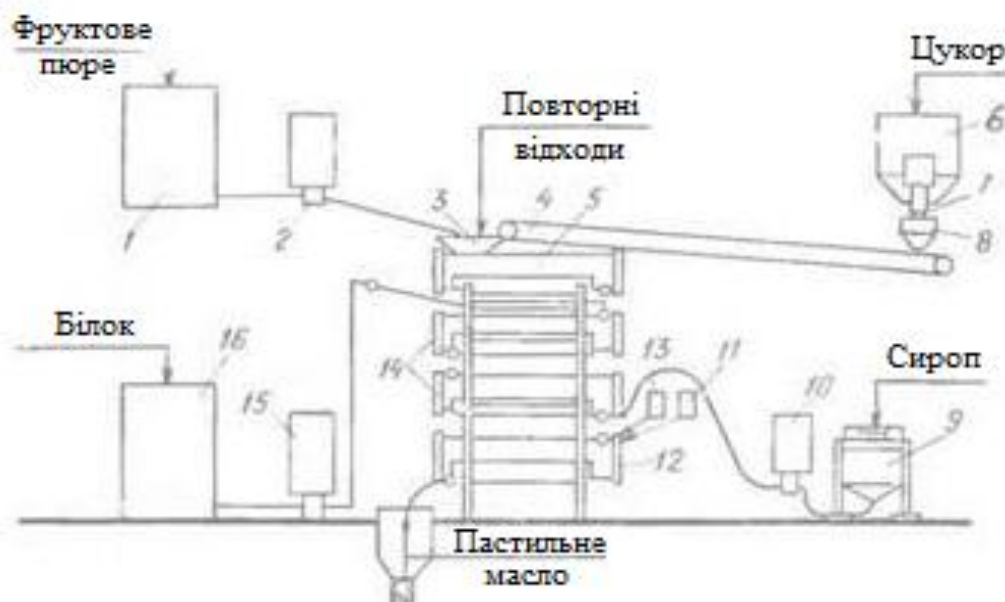


Рис. 1.1. Схема агрегату для безперервного збивання пастильної маси

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Хоменко О.О.				Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив	Гриценко Н.Г.						9	6
Секретар ЕК	Проскурка Є.С.					НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. кафедри	Смігюх Я.В.							

Підготовка сировини, за винятком фруктового пюре, подібна підготовці його в мармеладному виробництві. Фруктове пюре для отримання пастили повинно мати високий студноотримуючу здатність і містити не нижче 12% сухих речовин. Таке пюре надходить підприємств порівняно рідко, тому його ущільнюють шляхом уварювання зазвичай під вакуумом. Тривалість уварювання і температура при цьому процесі повинні бути мінімальними. Після уварювання фруктове пюре містить 15-17% сухих речовин. Відповідно до аналізу лабораторії ущільнене фруктове пюре різних партій піддають купажуванню. Отримання цукрово-фруктової суміші ведуть як періодично в змішувачі, так і поточно-безперервним способом в спеціальних агрегатах. Вміст сухих речовин цукрово-фруктової суміші знаходиться в межах 57-59%. Співвідношення цукру і пюре становить 1: 1. У деякі сорти пастили разом з яблучним вводять інші види пюре, наприклад журавлинне, рябинове, абрикосове.

Для отримання агар-цукрово-патокового сиропу набряклий агар розчиняють у воді. В отриманий розчин додають рецептурні кількості цукру і патоки. Суміш перемішують до повного розчинення цукру. Сироп уварюють до вмісту сухих речовин близько 79%.

На невеликих кондитерських підприємствах пастильні маси збивають в збивальній машині періодичної дії, а на великих - в агрегатах безперервної дії. На рис. 1.1 представлена схема агрегату для безперервного збивання пастильної маси. Агрегат складається з розташованих горизонтально один над іншим чотирьох циліндрів: змішувача 5, двох збивальних апаратів 14 і змішувача 12. Підготовлене фруктове пюре зі збірки 1 плунжерним насосом-дозатором 2 подається в прийомну лійку 3 змішувача 5. Цукор-пісок зі збірки 6 подається через магнітний пристрій 7 і дозується щілинним дозатором 8 на стрічковий транспортер 4, який подає його в воронку 3 змішувача 5. У завантажувальну воронку вводять підготовлені поворотні санітарно-доброякісні відходи, які складаються в основному з обрізків пастильного пласта, а також з деформованої пастили зі стадії сушіння, укладання і транспортування. Відходи попередньо

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

замочують у воді до вмісту сухих речовин 65-67%, перемішують, подрібнюють і дозують в змішувач.

Змішувач являє собою закриту циліндричну ємність, всередині якої обертається вал з лопатями. Фруктове пюре, цукор і поворотні відходи в змішувачі енергійно перемішуються таким чином, щоб цукор повністю розчинився. Отримана суміш, температура якої 18-20 ° С, стікає в верхній збивний апарат 14. Сюди ж плунжерним насосом-дозатором 15 з витратного бачка 16 подається білок. Збивання маси продовжується в другому (нижньому) збивальній апараті 14.

Збивальні апарати 14 являють собою циліндри, обладнані водяною сорочкою в нижній частині. Сорочка забезпечує темперування маси при збиванні. Усередині циліндрів обертається вал з лопатями, які призначені для збивання маси і переміщення її вздовж корпусу. При збиванні маса насичується повітрям. Щільність її значно знижується, обсяг збільшується майже в два рази. Маса приймає вигляд піни з дрібними осередками повітря. При цьому в'язкість її значно зростає. Роль білка полягає в доданні піні стійкості. Білок як поверхнево-активна речовина знижує поверхневий натяг і перешкоджає коалесценції піни, т. Е. Злиття бульбашок в суцільну масу. Збита маса надходить в змішувач 12, сюди ж плунжерним насосом-дозатором 10 зі збірки 9 подається гаряче клей (агар-цукрово-патоковий сироп) температурою 80-85 ° С, а з бачків 11 і 13 надходять есенція, харчова кислота і барвник.

Роль агар-цукрово-патокового сиропу - зафіксувати пінну структуру так, щоб масу можна було формувати. Надалі після охолодження маси введений клей надає масі міцності властивої холодцю. Структура стабілізованою клеєм пінної маси може бути представлена ​​схемою (рис. 1.2). Така маса утворюється після охолодження. При цьому в просторі між бульбашками повітря виникає міцний агар-цукрово-водний холодець. Таким чином, пастильний холодець відрізняється від мармеладного значно меншою щільністю завдяки дрібним повітряним включенням, що надає йому тонкопористої структуру. З змішувача

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

маса самопливом надходить у воронку розливної машини. Температура маси складає близько 45 ° С, щільність 630-650 кг/м³ вміст сухих речовин -68-72%.

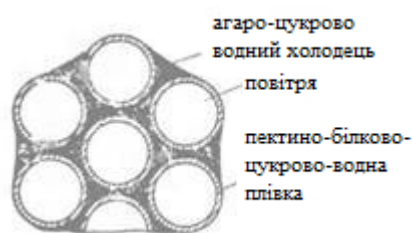


Рис. 1.2. Схема будови пінної маси для клейової пастили

Технологія збивання маси має ряд переваг: скорочується тривалість процесу, маса виходить з рівномірною пористістю, зменшуються втрати маси, процес може бути автоматизований, масу безпосередньо під тиском повітря можна транспортувати всередині цеху.

Пастильну масу для пастили формують із застосуванням розмазки та різання.

Всі пастильні маси слід формувати відразу після їх виготовлення. Це пов'язано з тим, що такі маси навіть при нетривалому зберіганні зменшуються в об'ємі (підвищується їх щільність) за рахунок втрати частини повітря. Процес формування ведуть так, щоб по можливості не зруйнувати структуру і не допустити передчасного застуднення мас.

Пастильну масу для пастили розливають в лотки або при безлотковій розмазці у вигляді нескінченного пласта. Машина для розливання являє собою ємність з сорочкою, в якій циркулює гаряча вода. У дні цієї ємності є щілинний зазор, через який маса виливається у вигляді пласта в застелені вологою клейонкою лотки або на стрічку транспортера, забезпеченого бічними обмежувачами, що запобігають розтікання маси. Пласт маси на транспортері охолоджують у спеціальній шафі 15-18 хв холодним повітрям температурою 8-10 ° С. Потім для підсушування і утворення скоринки пласт надходить у камеру з інфрачервоним обігрівом, де, крім того, обдувається теплим повітрям. Скоринка утворюється в результаті кристалізації сахарози на поверхні пласта, вона складається з дрібних кристалів її.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масу, розливу в лотки вистояють у спеціальних камерах при температурі 38-40 ° С протягом 2-2,5 год або в приміщенні цеху при температурі 20-25 ° С протягом 6-8 ч. При цьому відбувається студнестворення маси. Пласт пастильної маси і пласти з лотків з поверхні обсипають цукровою пудрою і ріжуть на спеціальній машині на бруски розміром 70x21x20 мм. Після різання бруски пастили обсипають цукровою пудрою і розкладають на решітки правильними рядами з проміжками між брусками і рядами так, щоб забезпечити вільну циркуляцію повітря між ними.

Використовують неперервнодіючі або камерні сушарки. Процес ведуть в два періоди з різним режимом сушіння. У першому періоді тривалістю 2,5-3 ч підтримується температура 40-45 ° С, відносна вологість повітря близько 50%. Тривалість другого періоду становить близько 2 год, температура - вище 50-55 ° С, а відносна вологість повітря-нижче 20-25% - Висушену пастилу охолоджують у приміщенні цеху при температурі 20-25e С протягом 1-2 ч. Охолоджену пастилу знову обсипають цукровою пудрою. Подушену пастилу з вмістом сухих речовин 80-86% подають на фасування й укладання.

Зворотні санітарно-доброякісні відходи, що виходять при виробленні пастили, використовують у виробництві. Ці відходи в основному складаються з обрізків і дефектних за зовнішнім виглядом окремих штук пастили і половинок зефіру. Відходи замочують у воді і подрібнюють.

Пастилу слід зберігати в чистих, помірковано сухих, добре провітрюваних складах при температурі не більше 18 ° С і відносній вологості повітря 75-80%. Гарантійні терміни зберігання за таких умов для клейової пастили складають 1,5 міс, а для заварної - 3 міс.

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи авт-ції	Характер контролю, рег-ня, упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1	Збірник фруктового пюре	Т-ра	10-15 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
2		Рівень	70-90 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі фруктового пюре
3	Трубопровід подачі фруктового пюре	Витрата	400 л/год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на насос подачі фруктового пюре
4	Збірник цукру	Рівень	70-90 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі цукру
5	Трубопровід подачі обрізків	Витрата	250 л/год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на насос подачі пастильних обрізків
6	Збірник білка	Рівень	70-90 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі білка
7	Трубопровід подачі білка	Витрата	120 л/год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на насос подачі білка
6	Підігрівач сиропу	Т-ра	80-85 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі пари
9		Рівень	70-90 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі сиропу
10	Трубопровід подачі сиропу	Витрата	180 л/год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на насос подачі сиропу
11	Трубопровід подачі добавок	Витрата	12 л/год	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на насос подачі добавок
12	Змішувач	Температура	40-45 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
13		%СР	68-72%	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
14	Електропривід насосів транспортера подачі цукру	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
15	Електропривід мішалки змішувача	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів

Основними параметрами виробництва фруктової пастили є температура, рівень та витрата. Параметром якості готового продукту є вміст сухих речовин %СР.

Прийнято рішення всі названі параметри в роботі вимірювати високоточними мікропроцесорними засобами німецького альянсу Сіменс.

1.Sitrans TF2/Pt100(16, 96, 126)

Конфігуруємий Sitrans TF2 - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термометром опору Pt100.

Відмінний вибір для точного вимірювання температури в промислових умовах, де важливими є висока точність, надійність і можливість інтеграції з іншими системами автоматизації.

Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.



Рис.2.1. Зовнішній вигляд Sitrans TF2/Pt100(16, 96, 126)

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хоменко О.О.			Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Гриценко Н.Г.					15	10
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-3-1 ск		
Зав. кафедри		Смітюх Я.В.						

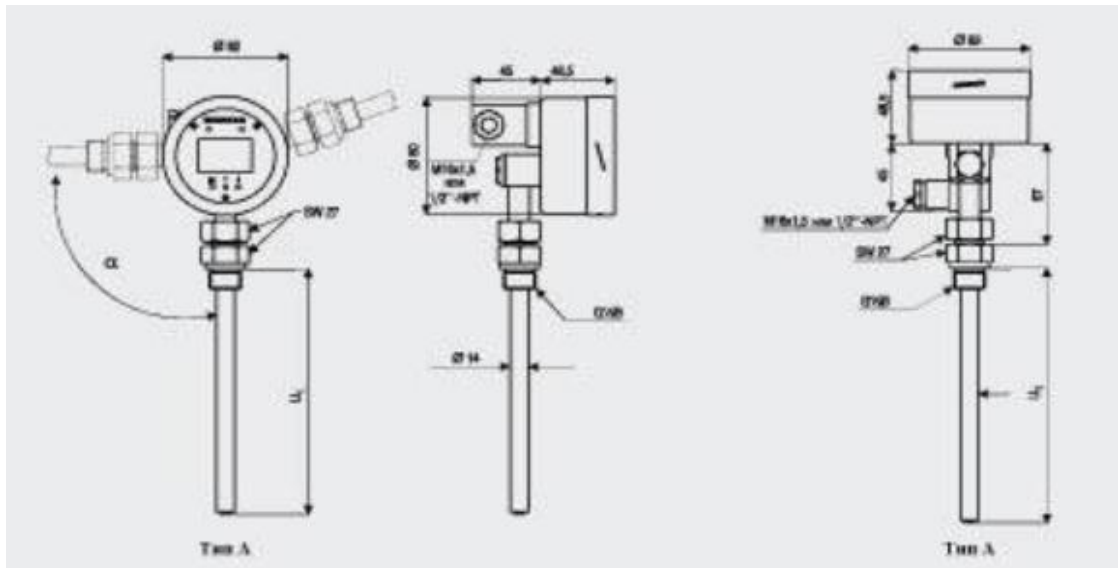


Рис.2.2. Креслення в розмірах

Перевага	Опис
Точність вимірювань	Висока точність завдяки термометрам опору (RTD) і мікропроцесорній обробці.
Широкий діапазон вимірювань	Діапазон температур від -200°C до 850°C.
Стойкість до агресивних середовищ	Підходить для хімічно та механічно агресивних умов.
Мікропроцесорна обробка	Швидка обробка даних для коригування похибок.
Вибір датчиків	Сумісність з RTD та термопарами для різних застосувань.
Захист від електричних перешкод	Висока точність в умовах електромагнітних завад.
Інтеграція в системи	Підтримка протоколів HART, Modbus, Profibus.
Компенсація зовнішніх факторів	Мінімізація похибок через компенсацію температури навколишнього середовища.
Низьке обслуговування	Мінімальні витрати на обслуговування завдяки надійності приладу.
Швидка реакція	Швидке реагування на зміни температури в реальному часі.

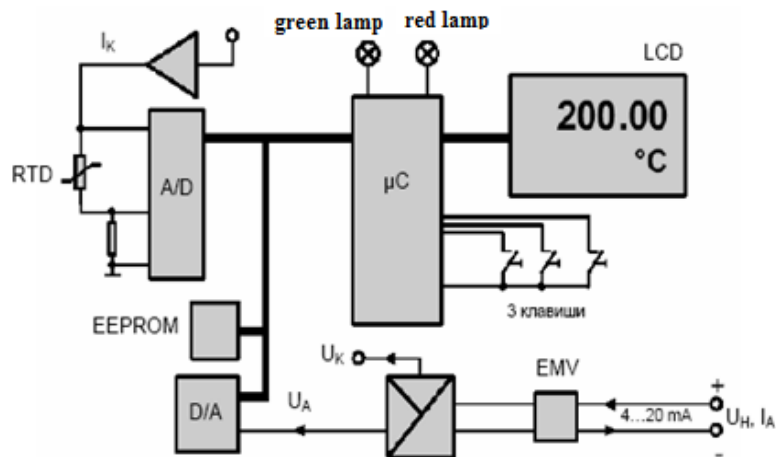


Рис.2.3. Схема мікропроцесорного перетворювача

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Компонент	Опис
Вхід	RTD – термометр опору Pt100; Ік – стабілізоване джерело струму; А/D – аналого-цифровий перетворювач.
Вихід	D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм; EMV – вихідний каскад з захисними компонентами; U – джерело живлення постійного струму (+12 В - +36 В); I – уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА).
EEPROM	Перепрограмований запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів.
μС (мікроконтролер)	Функції обчислення та контролю мікроконтролера.
Керування та індикація	3 клавіші – конфігурування параметрів; LCD – індикація вимірюваних величин; Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи; Червоний світлодіод – індикація помилок та виходу параметрів за межі.

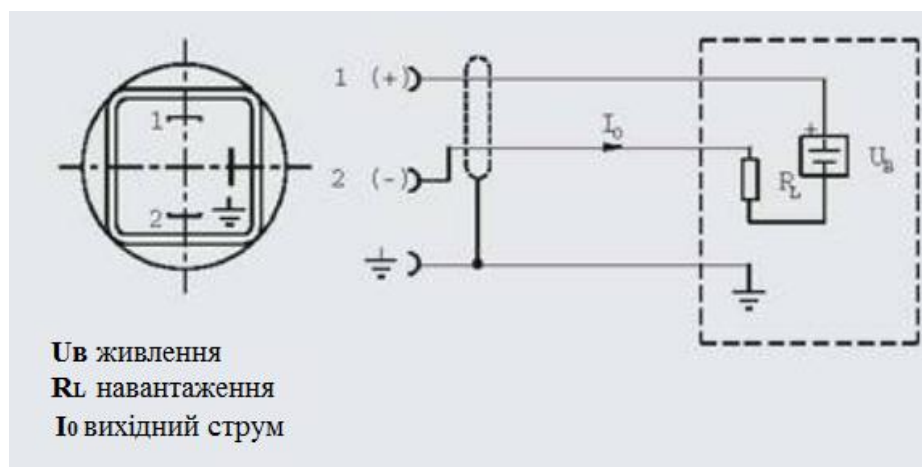


Рис.2.4. Схема підключення

2. Sitrans LR200 (2а,4а,6а,8а)

SITRANS LR 200 - 2-х проводний імпульсний радарний рівнемір для вимірювання рівня рідин у збірниках і робочих резервуарах.



Рис.2.5. Радарний рівнемір в 2-х варіантах виконання

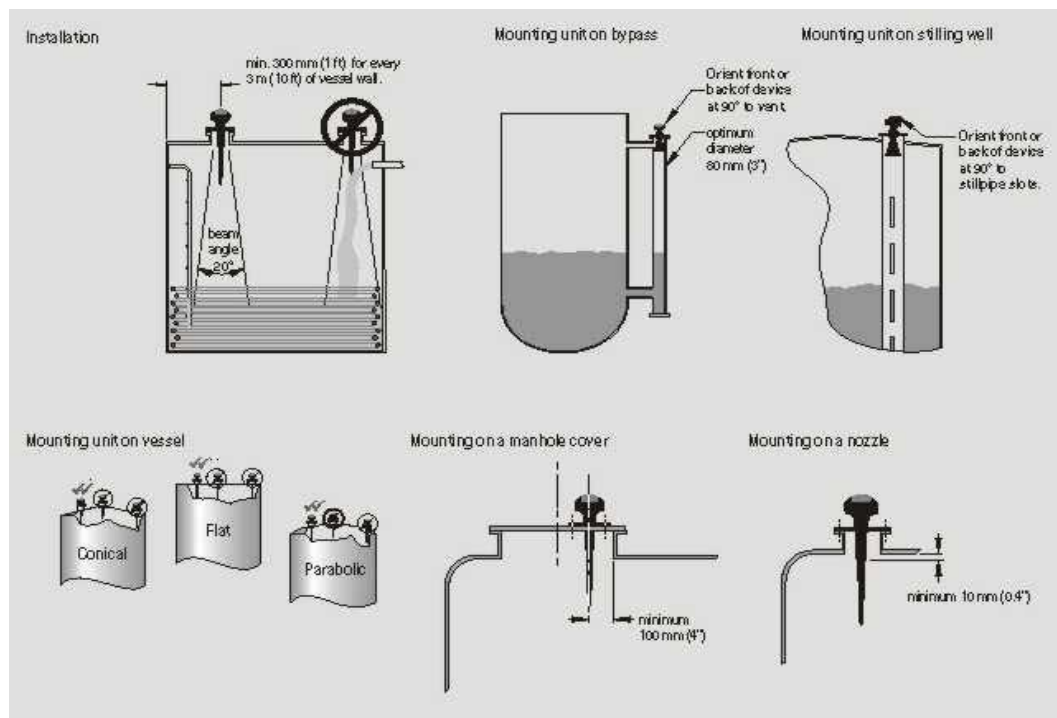
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						17
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики та особливості

Параметр	Значення
Тип	2-провідний, імпульсний радарний рівнемір на частоті 5,8 ГГц
Діапазон вимірювання	Від 0,3 до 20 метрів (1 до 66 футів)
Тип середовища	Рідини та шлами
Температура процесу	Від -40°C до 200°C (-40°F до 392°F)
Тиск процесу	До 40 бар (580 psi)
Антенa	Поліпропіленова стержнева антенa з герметичним виконанням
Програмування	Інфрачервоний іскробезпечний ручний програматор, SIMATIC PDM або HART
Комунікація	HART
Монтаж	Поворотний корпус для зручного налаштування
Особливості	Технологія Sonic Intelligence для обробки сигналу, автоматична фільтрація

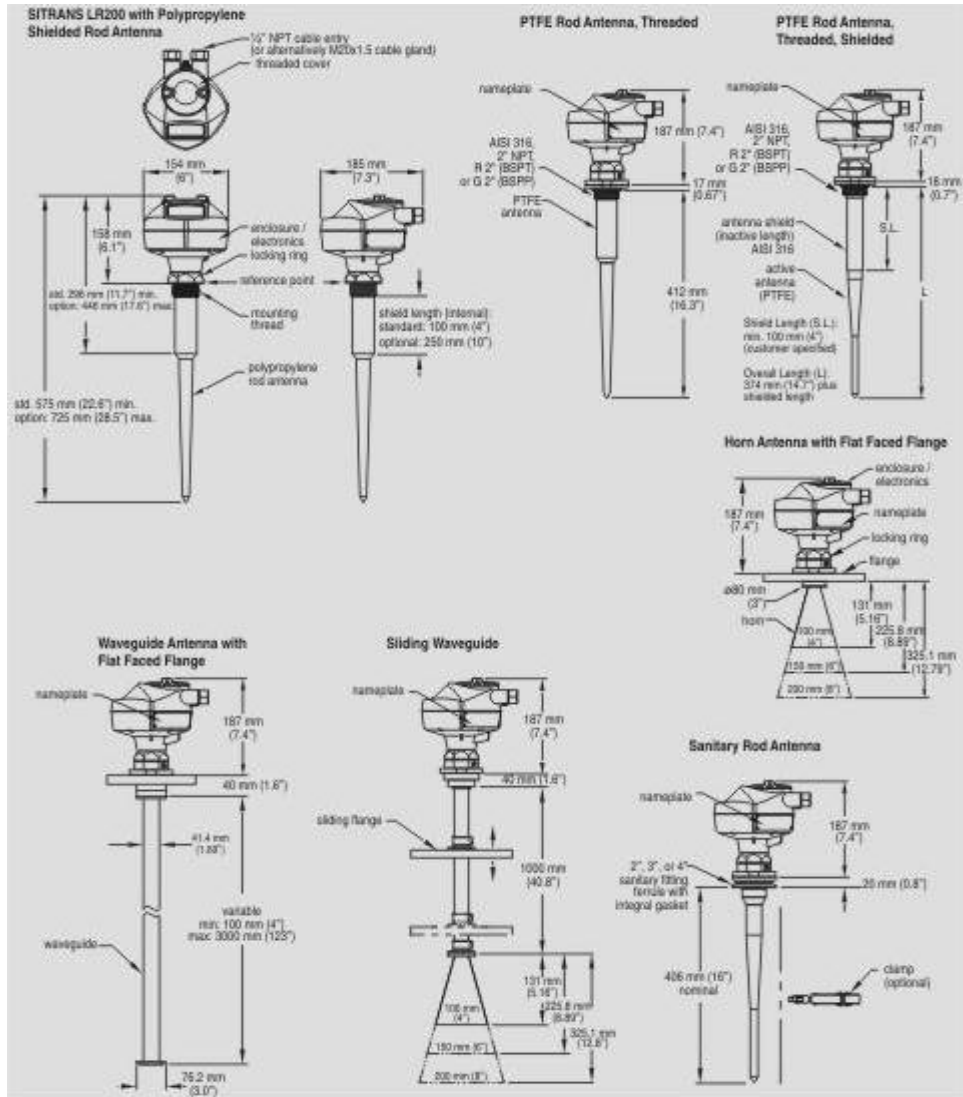
Проста настройка та програмування в тому, що для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернутий для полегшення підключення та оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу.

Рис.2.6. Можливі варіанти установки Sitrans LR 200



Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис.2.7. Креслення в розмірах



3. Sitrans Magflo 1100/MAG 6000 (36,56,76,106,116)

Визначення витрати в роботі виконано системою магніто-індукційного витратоміра у складі сенсора Magflo 1100 та трансмітера MAG 6000

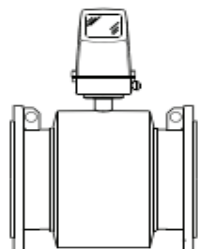


Рис.2.8. Комплект вимірювання витрати

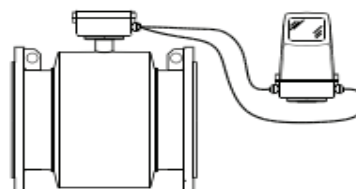
									Арк.
									19
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

Комплект Sitrans FM призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5мкСм/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

Існує два варіанти застосування див. рис. 2.9.



Компактний монтаж



Віддалена установка

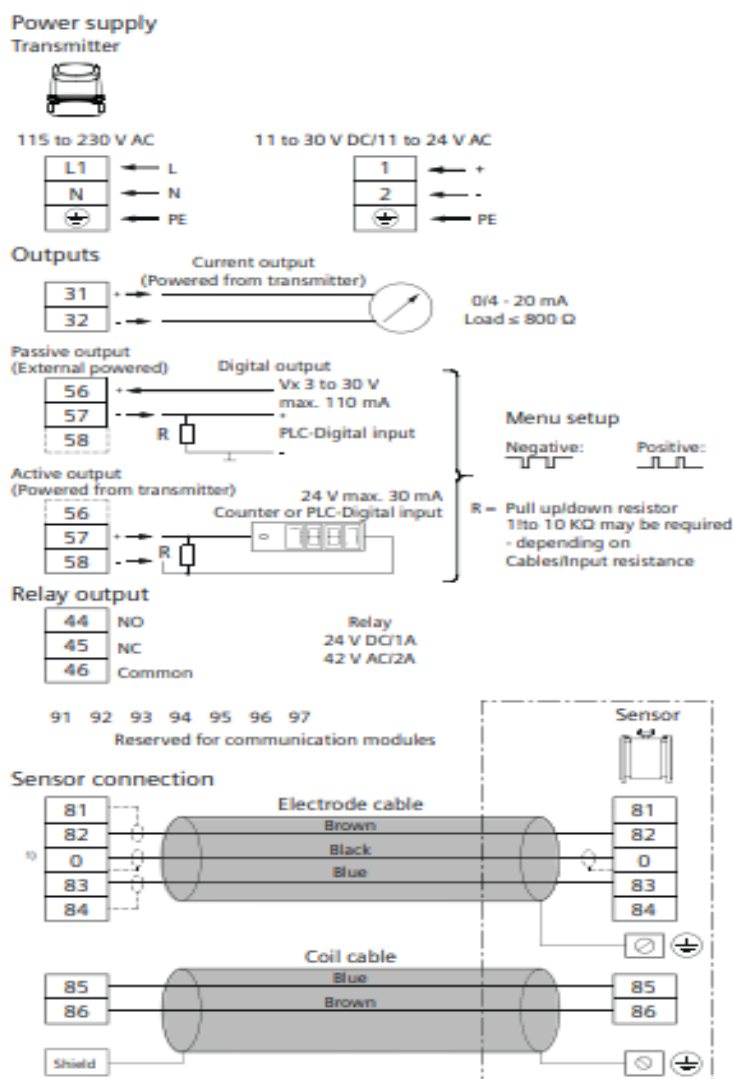
Параметр	Значення
Тип	Мікропроцесорний перетворювач для магніто-індукційних витратомірів.
Точність вимірювання	$\pm 0,2\%$ від вимірюваного значення.
Діапазон вимірювання	Від 0,03 до 12 м/с (0,1 до 39,4 футів/с).
Температура навколишнього середовища	Від -20°C до 60°C (-4°F до 140°F).
Живлення	24 В постійного струму, 115–230 В змінного струму, 50/60 Гц.
Виходи	1 вихід 4–20 мА, 1 імпульсний/частотний вихід, 1 релейний вихід.
Комунікаційні протоколи	HART, MODBUS RTU, Profibus PA/DP, DeviceNet, Foundation Fieldbus.
Дисплей	Буквенно-цифровий, 3 x 20 знаків, з підсвіткою.
Клас захисту корпусу	IP67 (NEMA 4x).
Матеріал корпусу	Алюмінієвий сплав.
Розміри	Висота: 200 мм; ширина: 160 мм; глибина: 120 мм.

Порівняльна характеристика

Переваги	Недоліки
Висока точність вимірювання: Точність $\pm 0,2\%$ від вимірюваного значення.	Обмеження щодо типу рідин: Не підходить для вимірювання витрат газів.
Широкий діапазон вимірювання: Від 0,03 до 12 м/с, що дозволяє вимірювати різні типи рідин.	Високі вимоги до підключення: Потрібне правильне підключення до відповідних протоколів зв'язку.
Низькі витрати на обслуговування: Без рухомих частин, що зменшує потребу в обслуговуванні.	Чутливість до контамінантів: Може не працювати в умовах з великим вмістом часток чи піску.

Переваги	Недоліки
Сумісність з різними комунікаційними протоколами: HART, Modbus, Profibus, Foundation Fieldbus.	Може бути дорогим: Висока вартість приладу порівняно з іншими технологіями вимірювання витрат.
Високий рівень захисту: Клас захисту IP67 (NEMA 4x), що дозволяє працювати в складних умовах.	Потрібна калібровка: Потребує регулярної перевірки та калібрування для збереження точності.
Простота в установці та налаштуванні: Легко інтегрується з існуючими системами автоматизації.	Може бути чутливим до температурних коливань: Потрібно враховувати зміну температури середовища при вимірюваннях.
Довговічність та надійність: Має тривалий термін служби завдяки відсутності рухомих частин.	Вартість встановлення: Може вимагати додаткових витрат на монтаж та налаштування.

Підключення витратоміра



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

2.2. Схема автоматизації

На аркуші 1 наведена схема автоматизації фрагменту виробництва фруктової пастили.

Контур регулювання та індикації рівня

Продуктивність відділення напряду залежить від забезпечення ефективного регулювання кількістю продуктів у збірниках. Саме тому потрібно підтримувати заданий рівень рідини в резервуарі. Для вимірювання рівня використовуються радарні рівнеміри Sitrans LR200 (2а, 4а, 6а, 8а). Якщо значення рівня нижче 70%, сигнал пропорційний 4-20 мА надходить на модуль аналогових сигналів контролера, опрацьовується і аналізується в процесорі, через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА поступає на електропневмо перетворювач ЕПП-1211 (2б, 4б, 6б, 8б), а з нього пневматичний сигнал 20-100 кПа на пневмоклапан Метран 8560 (2в, 4в, 6в, 8в), який подає сировину у збірники. При досягненні верхнього заданого рівня, клапани закриваються.

Контури регулювання та реєстрації температури

При надходженні пюре на виробництво у збірник, проводиться індикація температури за допомогою термометра опору рt100 (1а) та вторинного перетворювача Sitrans TF2 (1б). Значення виводиться на екран оператора. Також проводиться індикація температури у змішувачі номер 2 за допомогою того ж комплекту (12а, 12б).

Важливу роль займає регулювання температури в підігрівачі сиропу, який подається під температурою 85 градусів в збивальний апарат. Температура вимірюється Pt 100/ Sitrans TF2 (9а,9б). Якщо температура менше або більше заданої, пропорційний сигнал 4-20 мА поступає на модуль аналогових входів МПК, опрацьовується в процесорі, порівнюється із заданим значенням, якщо є розузгодження то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА поступає на електропневмо перетворювач ЕПП-1211 (9в), а з нього пневматичний сигнал 20-100 кПа на пневмоклапан Метран 8560 (9г), змінюючи кількість грюючого елементу в теплообмінний апарат.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контур реєстрації вмісту сухих речовин

Якісним показником виробництва фруктової пасти є вміст сухих речовин. %СР вимірюється кондуктометричним аналізатором АЖК-3101М (13а), сигнал 4-20 мА якого поступає на модуль аналогових входів МПК, і далі на екран оператора.

Контур регулювання витрати

Вимірювання витрати відбувається за допомогою магніто-індукційного витратоміра Sitrans FM у складі сенсора MagFlo 1100 (3а,5а,7а,10а,11а) та трансмітера MAG 6000 (3б,5б,7б,10б,11б). На початковому етапі дозування двигуни починають працювати через частотні перетворювачі Lenze 8200 Vector (3в,5в,7в,10в,11в). Як тільки задане значення по витраті на витратомірі досягло заданого програмного значення, сигнал 4-20 мА поступає на модуль аналогових входів МПК, опрацьовується, аналізується і через модуль аналогових виходів МПК сигнал поступає частотний перетворювач, який зменшує або припиняє подачу продукту чи то в апарат, чи в змішувач.

2.3. Специфікація на прилади і засоби автоматизації

Таблиця 2.1.

№ поз. за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть	Примітка
1а, 1б, 9а, 9б, 12а, 12б	Перетворювач температури з Pt100. Вихідний сигнал: 4...20 мА. Діапазон вимірювання -50...180 °С. Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	3	Siemens
13а	Датчик вмісту сухих речовин кондуктометричний. Вихідний сигнал: 4-20 мА. Клас точності – 0,5. Діапазон: 0-100%	АЖК-3101М	1	Промприлад
2а, 4а, 6а, 8а	Радарний рівнемір. Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3...15 м. Частота випромінювання 44 кГц.	Sitrans LR200	4	Siemens
3а, 5а, 7а, 10а, 11а	Сенсор електромагнітного витратоміра. Діаметр Ду: 15..2000 мм. Т-ра вимір. середовища: -40 ... 180°С. Тиск до 40 бар. Ступінь захисту IP67 / IP68. Напруга живлення 220VAC або 24VAC/DC	MagFlo 1100	5	Siemens
3б, 5б, 7б, 10б, 11б	Трансмітер витрати. Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 180°С.	MAGG 6000	5	Siemens

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

№ поз. за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть	Примітка
2б,4б,6б 8б,9в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА. Вих. сиг. 20-100 кПа. Тиск повітря живлення: 140 кПа	ЕП-1211	5	Пром прилад
3в,5в,7в 10в, 11в	Перетворювач частоти. Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА).Напруга живлення: 180-264 VАС. Діапазон вихідної частоти 0-240 Гц. Робоча температура: 0..55 ° С;	8200 SMD	5	Lenze
2в,4в,6в 8в,9г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО. Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	5	Метран
КМ1- КМ2	Магнітний пускач (контактор) 3-х полюсний. Номінальний струм 60А. Ланцюг управління 220В. Тип зажим під гвинт. Блок контактів 1НО+1НЗ	LC1D95 M7	2	SE
SA1, SA2	Моноблочний перемикач трипозиційний без фіксації 1-0-2 (2НО)	MB101 S32	2	EMAS

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

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНЕ КОМПОНУВАННЯ КОНТРОЛЕРА.

СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ

3.1. Конфігурація модульного контролера M-340-SE

Modicon *M-340-SE* - промисловий модульний контролер концерну Schneider Electric. Будова M-340-SE дивись рис.3.1.

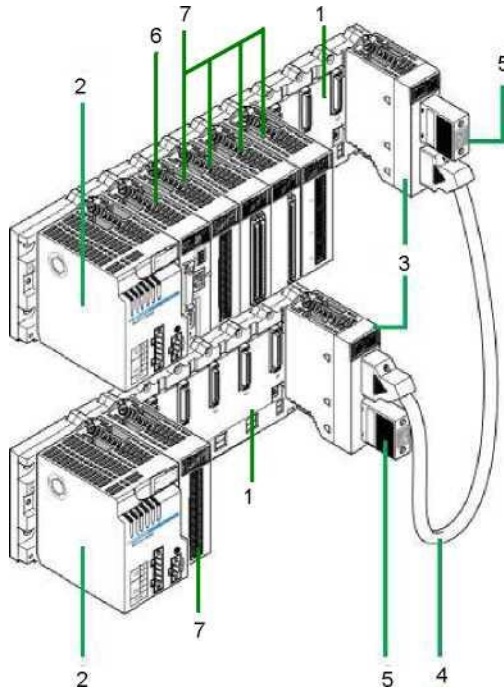


Рис.3.1. Архітектура M-340-SE

- 1.Шасі, на яких встановлюються модулі.
- 2.Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі.
- 3.Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі.
- 4.Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі.
- 5.Термінуючі резисторив кінцевих модулях розширення архітектури M340.
- 6.Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0
- 7.Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь якому посадочному місці.

Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили налічує аналогових входів 4-20 mA – 13шт, аналогових виходів 4-20 mA – 10шт, дискретних виходів – 2шт. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль VMX P34 2000.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хоменко О.О.			Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Гриценко Н.Г.					25	9
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-3-1 ск		
Зав. кафедри		Смітюх Я.В.						

Перелік комплектуючих ПЛК

Таблиця 3.1.

№ п/п	Найменування	К-сть, шт
1	2	3
BMX P34 2000	Процесорний модуль	1
BMX CPS 2000	Блок живлення контролера	1
BMX ХВР 0400	Шасі контролер	1
BMX АМІ 810	Сигнальний блок аналогових входів 8	2
BMX АМО 0802	Сигнальний блок аналогових виходів 8	2
BMX DDI 1602	Сигнальний блок дискретних входів 16	1
BMX DDO 1602	Сигнальний блок дискретних виходів 16	1
BMX FTB 2820	28-контактна з'ємна колодка для підключення модуля BMX АМІ 810	2
BMX FTB 20-0	20-контактна з'ємна колодка для підключення модуля BMX АМО 0802	2

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до контролера

Схема підключення технічних засобів автоматизації до ПЛК знаходиться на аркуші 2.

До аналогових вхідних модулів підключені всі датчики температури, рівня, витрати та %СР.

До аналогових вихідних модулів підключені електро-пнеumo перетворювачі для перетворення аналогового сигналу в пневматичний для роботи пневмоклапанів та частотні перетворювачі для регулювання частоти обертів двигунів М1, М2, М4, М6, М7.

До дискретного вихідного модуля в роботі підключила контактори для управління двигунів М3 та М5.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						26
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема підключення датчиків до ВМХ АМІ 810

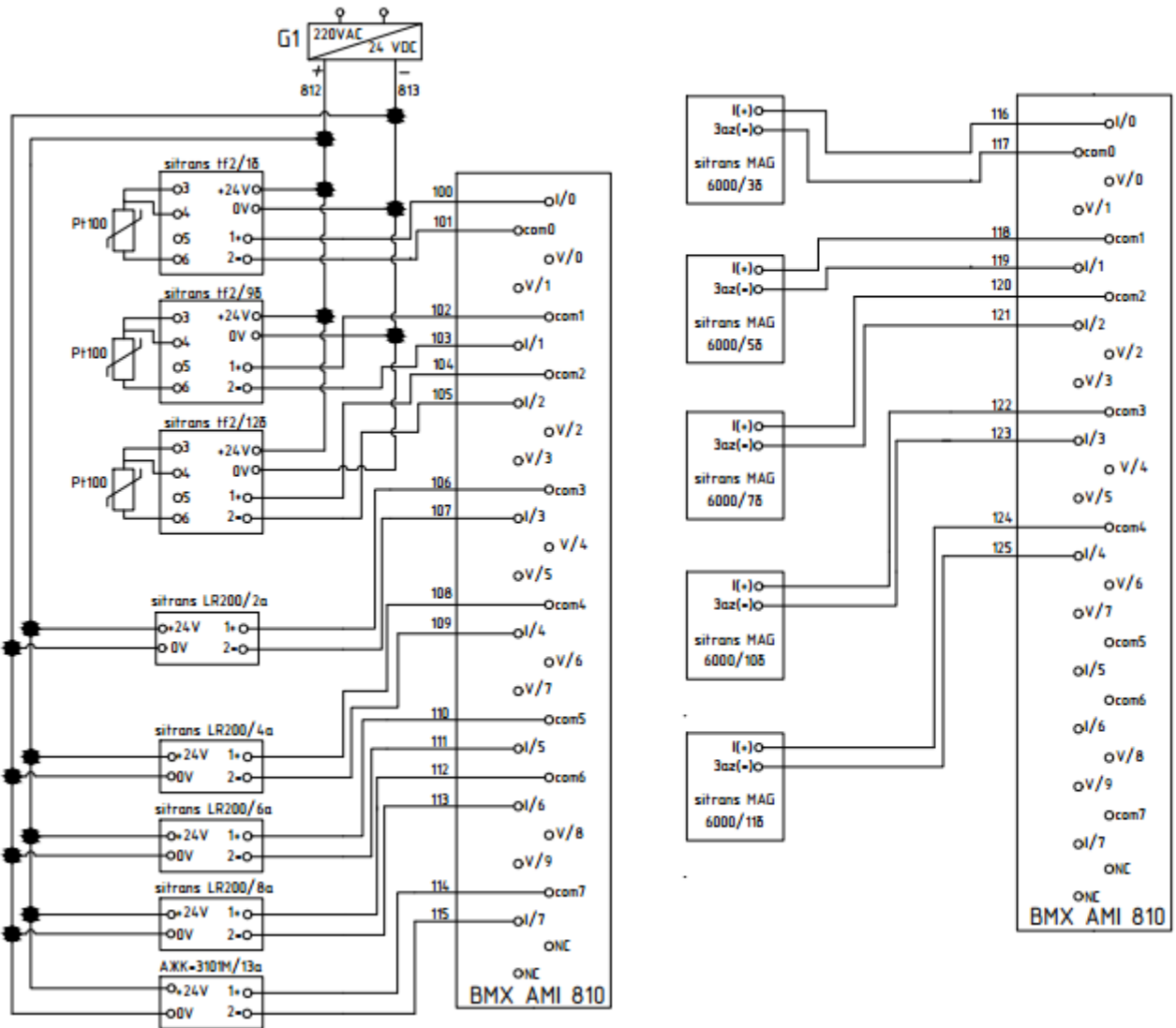
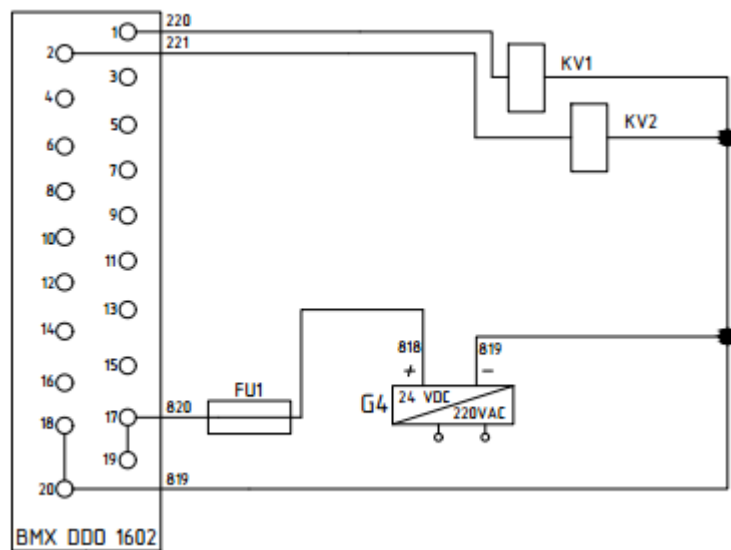
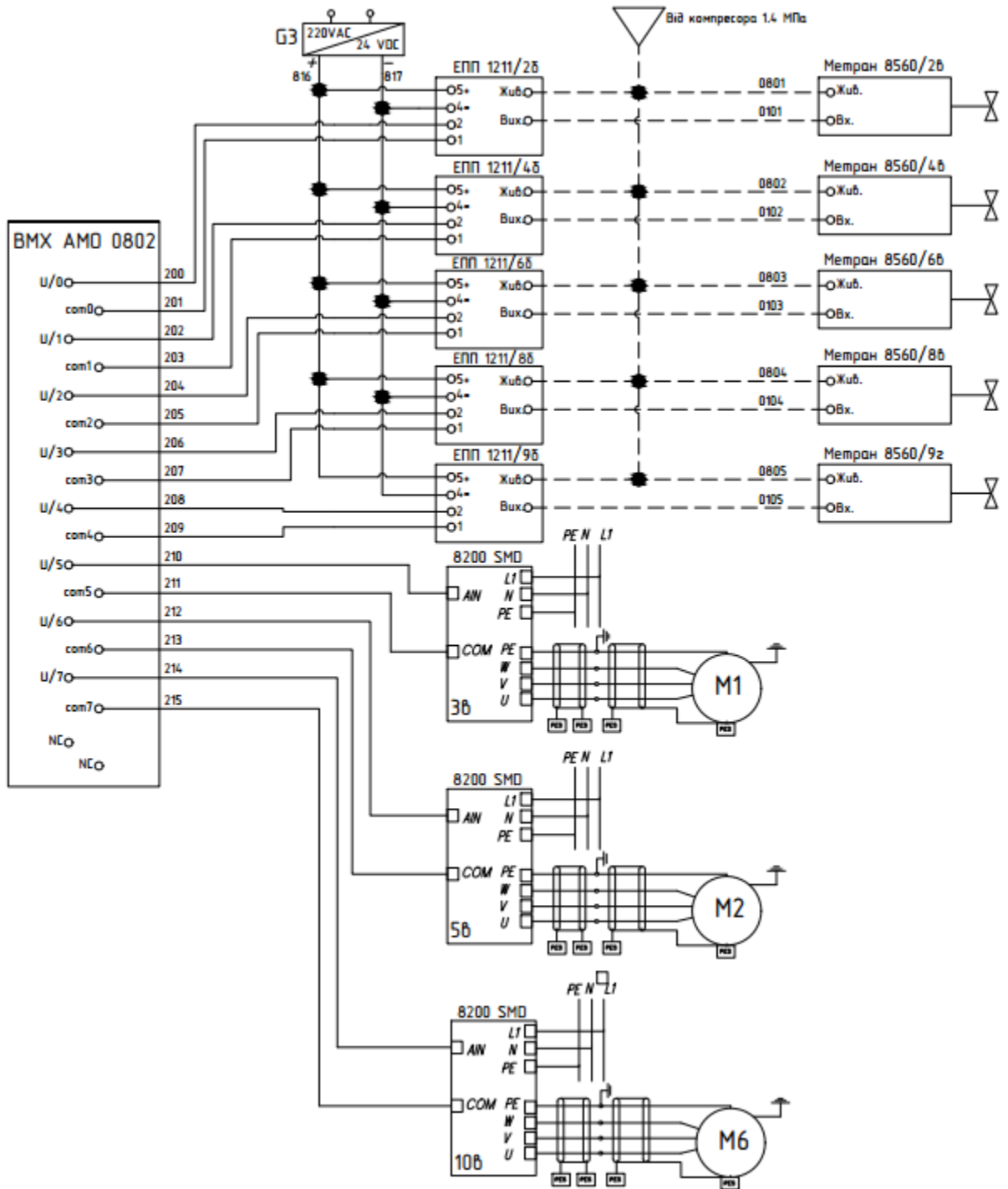


Схема підключення контакторів до ВМХ DDO 1602



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата

Схема підключення аналогових виходів до ВМХ АМО 0802



В моїй роботі багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопчну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності,

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

робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.3.2. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220V подається на магнітний пускач КМ1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун. При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його самопідхват, електродвигун зупиняється. При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою перемикача SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

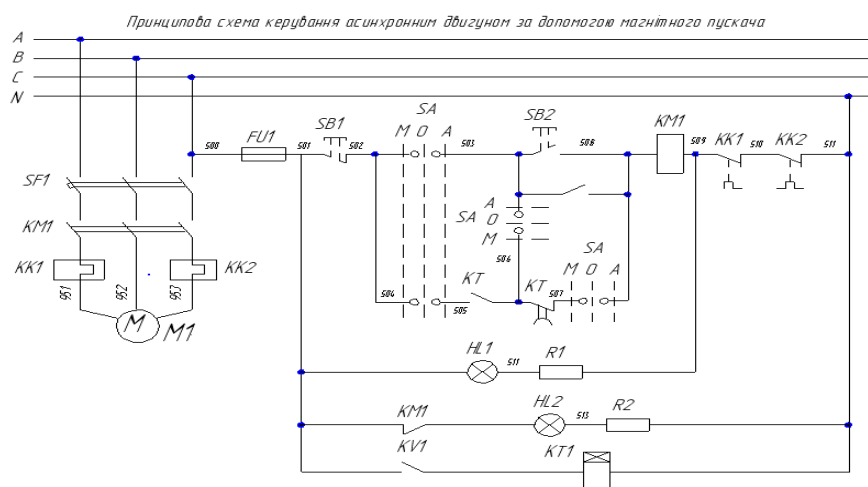


Рис.3.2. Схема управління асинхронним двигуном за допомогою магнітного пускача

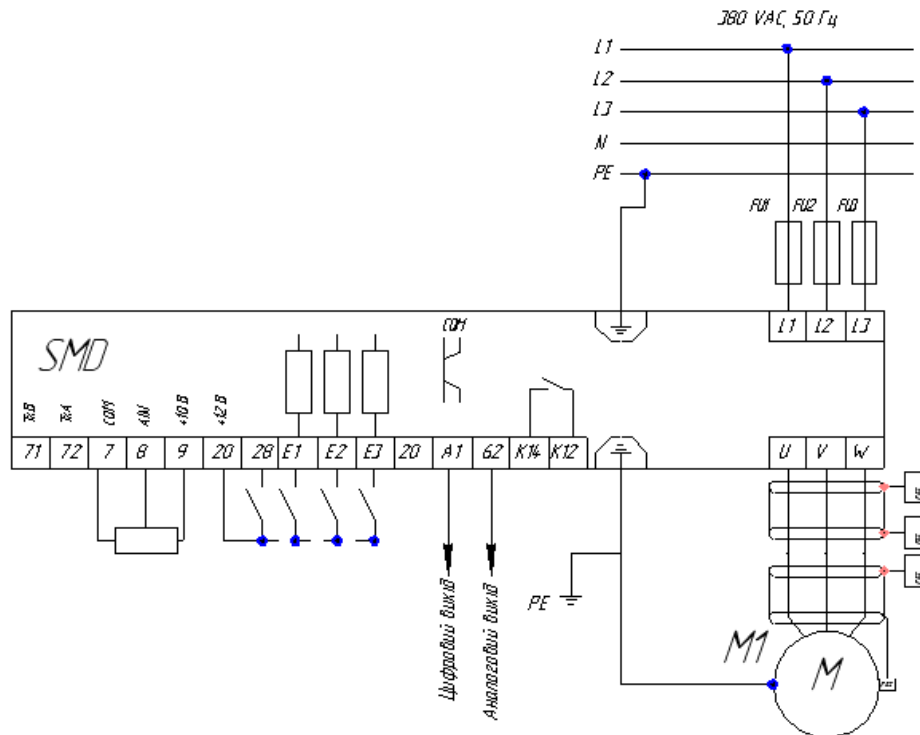
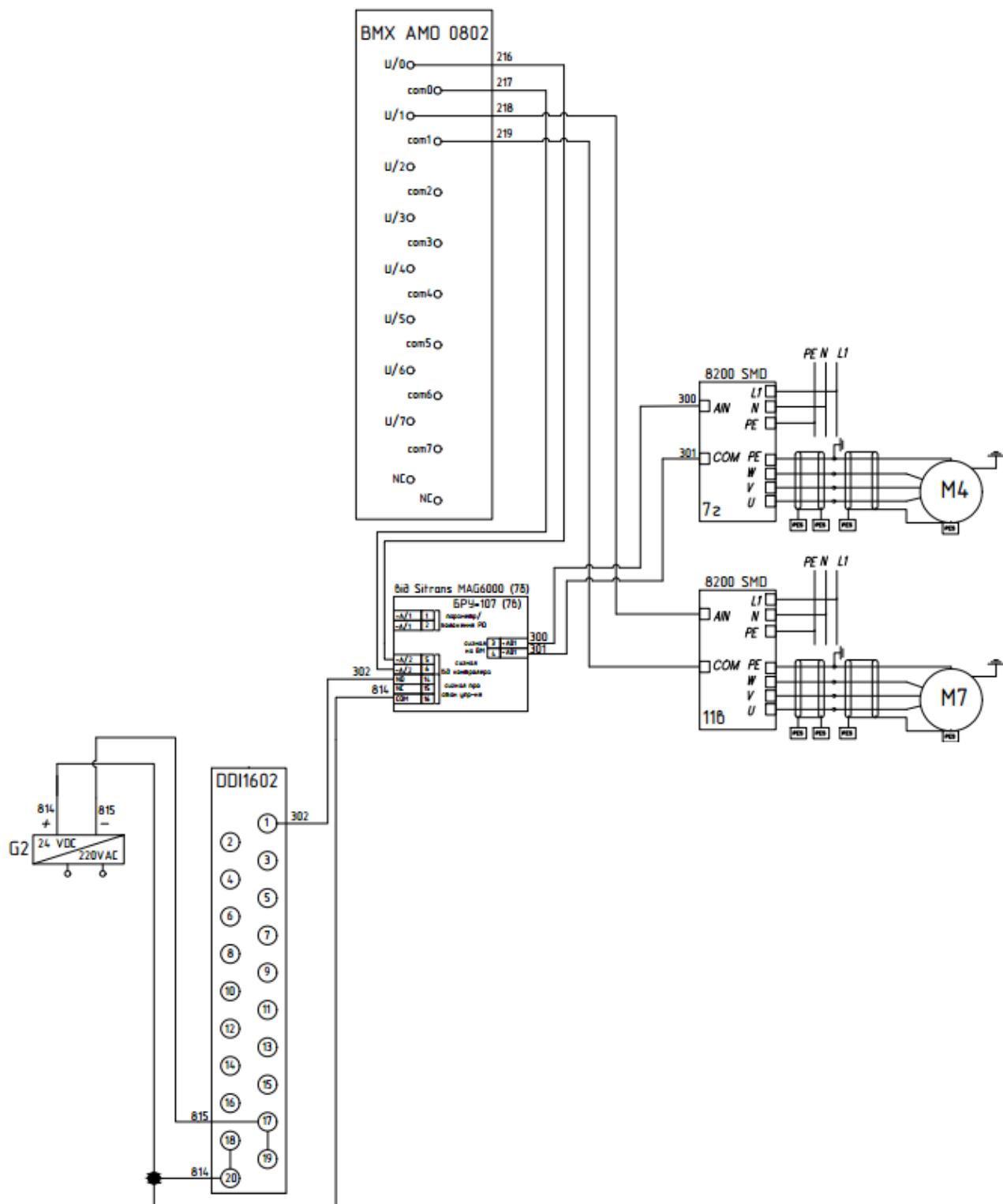


Рис.3.3. Схема підключення частотного перетворювача до асинхронних двигунів М3 та М5

Для контуру регулювання витрати білка використано блок ручного управління БРУ-101, який призначений для керування та налаштування параметрів автоматизованих систем на підприємствах. Він забезпечує зручне введення команд, параметричних налаштувань і контролю стану обладнання через панель із кнопками та індикаторами. БРУ-101 має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і використовується для моніторингу і коригування процесів у реальному часі. Зазвичай застосовується в промисловості для роботи з автоматизованими технологічними лініями, що підвищує ефективність і знижує ризики помилок при налаштуванні обладнання.

Схема підключення вихідних аналогових сигналів до ВМХ АМО 0802



3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання витрати білку буде наведений у окремих фрагментах на схемі автоматизації та принциповій схемі підключення до ПЛК дивись нижче.

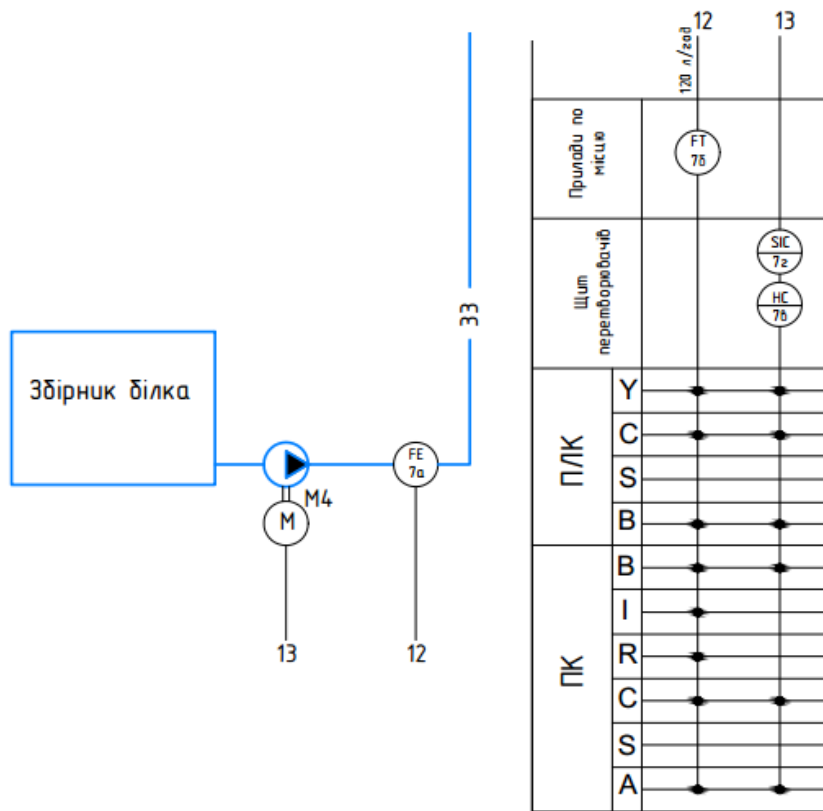


Рис.3.5. Фрагмент СА для регулювання витрати білка

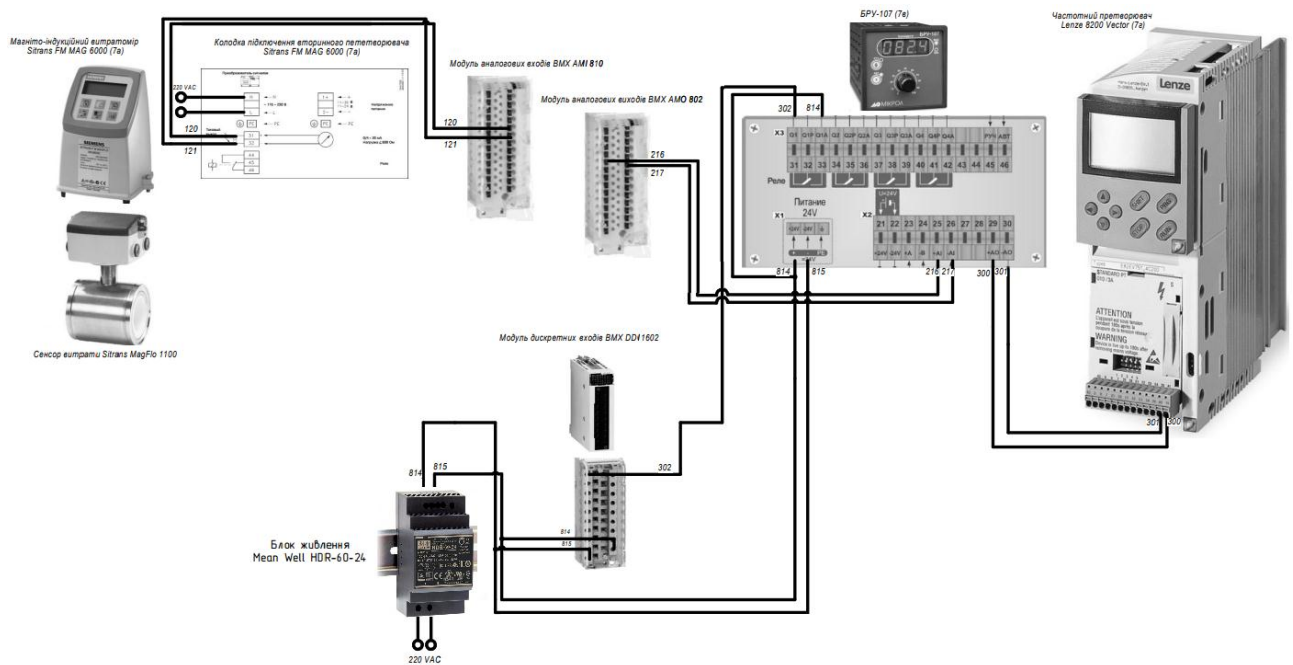


Рис.3.6. Розширена схема контуру регулювання витрати білка

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

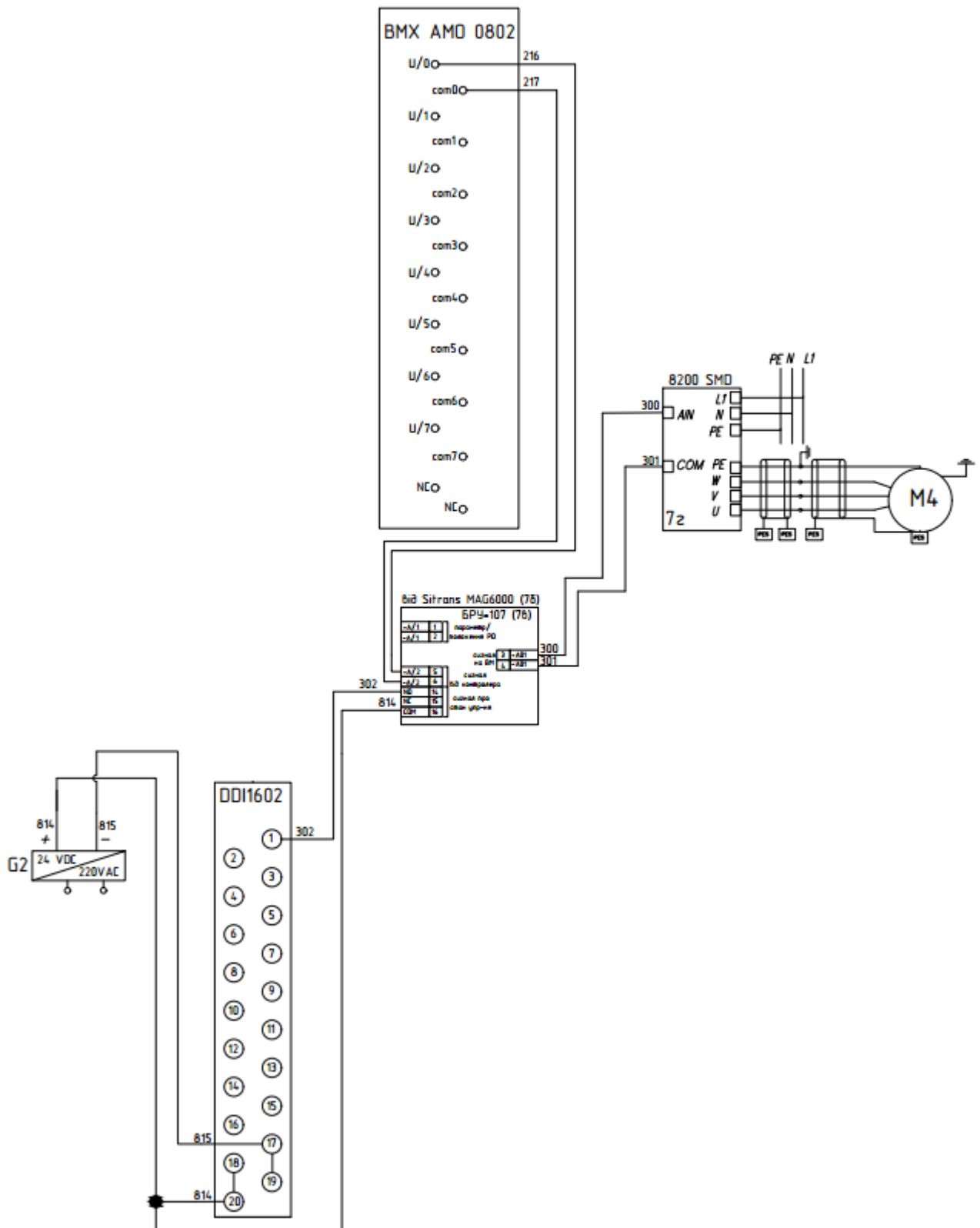


Рис.3.7. Фрагмент схеми підключення ПЛК для регулювання витрати білка

РОЗДІЛ 4. КРЕСЛЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Задаючий генератор (ЗГ) виробляє синусоїдальні коливання, що відповідають резонансній частоті електроакустичного перетворювача.

Пристрій керування (ПК) задає послідовність циклів вимірювання, тобто, частоту, з якою проводяться вимірювання, та випрацьовує в кожному циклі жорстко сфазовані команди керування модулятором (М) на випромінювання зондуючого ультразвукового імпульсу певної довжини (3..5 коливань задаючого генератора).

Підсилювач потужності (ПП) підсилює по напрузі та потужності сигнал задаючого генератору до значення 200...315 В, необхідних для збудження випромінювача.

Керуючий демпфер (КД) забезпечує швидке затухання механічних коливань випромінювача після закінчення випромінювання зондуючого пакету коливань, що зменшує час готовності вимірювального перетворювача до прийому пружних коливань і, тим самим, зменшує мінімально можливу відстань між поверхнею електроакустичного перетворювача та контрольованою за рівнем поверхнею речовини, тобто, зменшує зону нечутливості ехолоту.

Пороговий обмежувач (ПО), що вмикається послідовно в ланцюг збудження, послаблює в період “мовчання” передачу напруги малої амплітуди із ланцюга збудження до вхідного ланцюга смугового підсилювача і має таке ж важливе значення, як і АО. Необхідність ПО пояснюється тим, що в період “мовчання”, коли відсутня напруга збудження на виході підсилювача потужності, на його виході завжди є деякий сигнал шуму, спектр якого містить досить значний рівень сигналів в смузі пропускання смугового підсилювача.

Амплітудний обмежувач (АО) розташовується першим в ланцюгу по прийманню відбитого ехо-сигналу і вмикається пристроєм керування ПК на період випромінювання зондуючого імпульсу підсилювачем потужності ПП

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хоменко О.О.			Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Гриценко Н.Г.					34	4
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. кафедри		Смітюх Я.В.						

для зниження впливу сигналу збудження в каналі опрацювання ехо-сигналу.

На час випромінювання зонду чого імпульсу команда стробування ПК блокує роботу вхідного каскаду смугового підсилювача, чим забезпечує його захист.

Смуговий підсилювач (СП) забезпечує початкове підсилення ехо-сигналу.

Задача детектору (Д) - виділити за рахунок вибіркової фільтрації (він вміщує резонансний контур, що налаштований на частоту випромінювання) корисний інформативний сигнал про надходження відбитого ехо-сигналу.

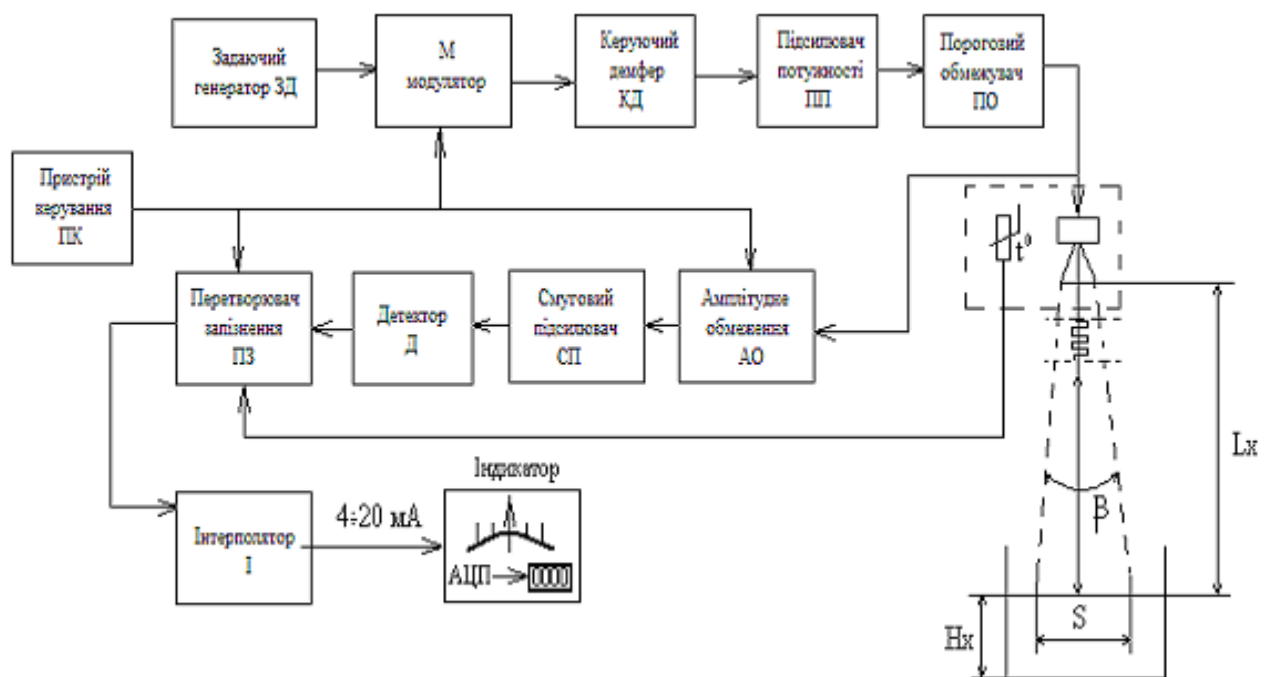


Рис.4.1. Загальна структурна схема ультразвукових рівнемірів (ехолотів)

Перетворювач запізнення (ПЗ) безпосередньо вимірює і фіксує час, за який ультразвукові коливання проходять відстань з моменту їх випромінювання до моменту надходження відбитого ехо-сигналу. Цей час пропорційний вимірюваному рівню.

Термометр опору (R) – виконує функцію температурної компенсації вимірювального каналу.

Інтерполятор (І) дає можливість отримати неперервний уніфікований аналоговий сигнал, пропорційний відстані до об'єкту по її дискретним вимірюванням.



Рис.4.2. Ультразвуковий рівнемір Sitrans LR200

Sitrans LR200 здійснює двохканальне вимірювання та цифрову комунікацію з вбудованим Modbus RTU через RS 485 і, таким чином, є сумісним з Dolphin Plus. Це дозволяє здійснювати конфігурування та налаштування через комп'ютер (PC). Технологія Sonic Intelligence® для обробки відбитого сигналу забезпечує надійні результати вимірювання.

Sitrans LR200 забезпечує функції: вимірювання рівня, контролю та сигналізації досягнення заданого рівня, а також двопозиційне регулювання (ввімкнено/вимкнено) та просте послідовне керування насосами.

Модифікація Sitrans LR200 – крім вимірювання рівня, обчислює об'єм та витрати у відкритих водоймищах та характеризується розширеними функціями по сигналізації та керуванню насосами.

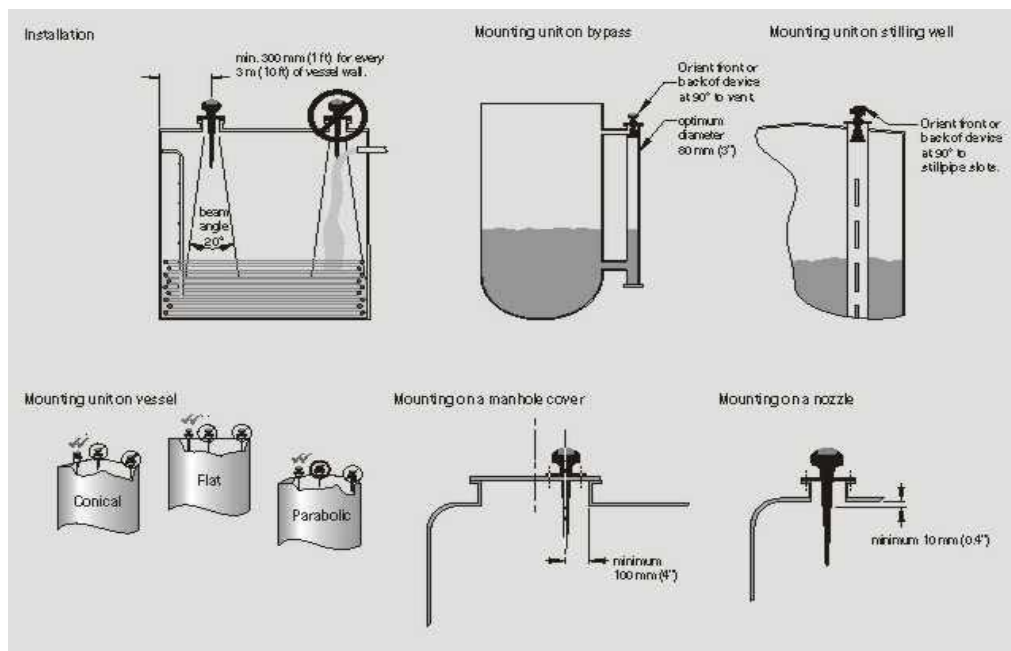


Рис.4.3. Монтаж рівнеміра

					Кваліфікаційна робота	Арк.
ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

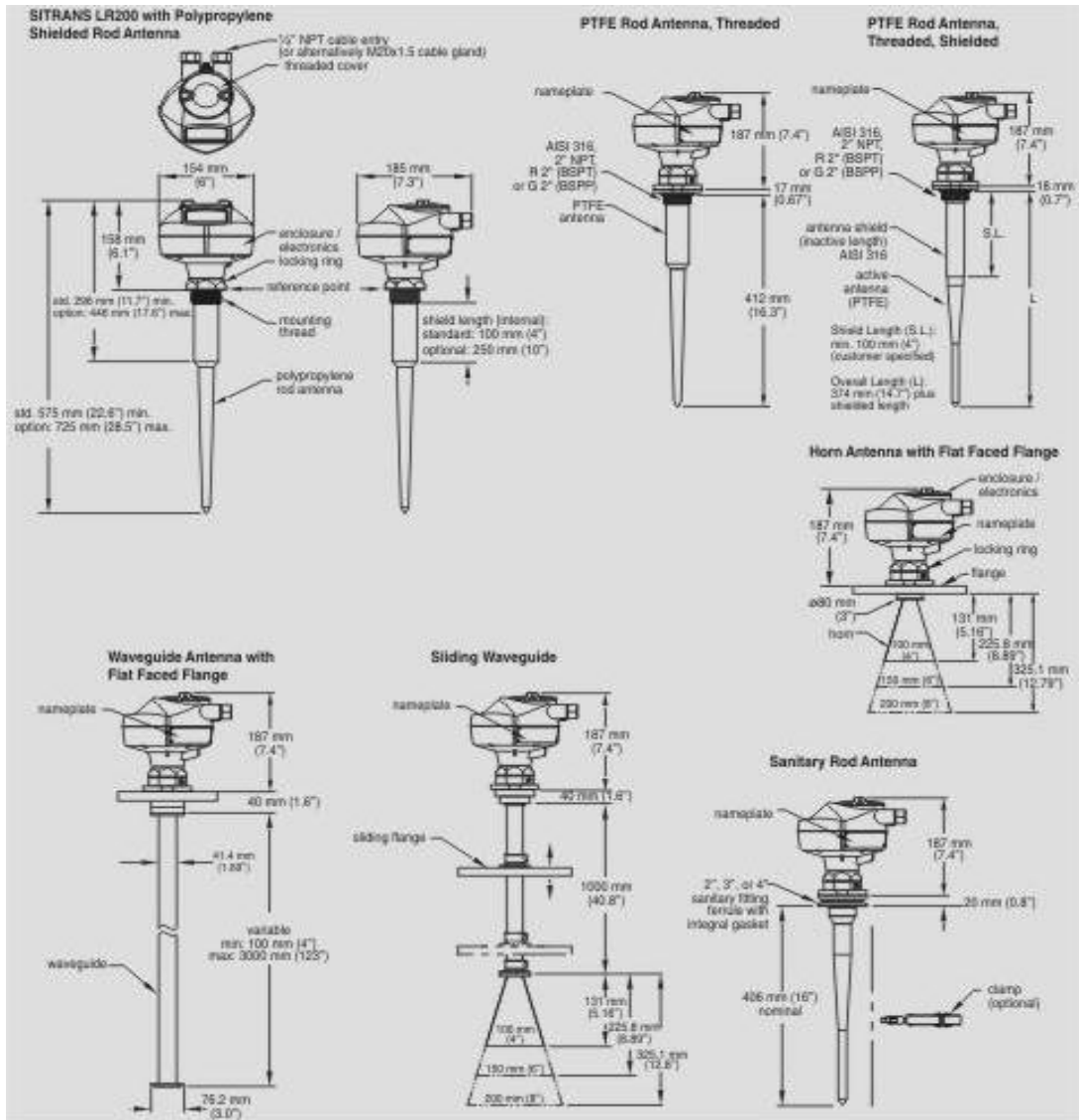


Рис.4.4. Габаритні розміри Sitrans LR200

ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 5. ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Алгоритм управління виробництвом фруктової пастили

Об'єктом автоматизації є лінія виробництва фруктової пастили.

Після запуску процесу вмикається двигун насоса М1, подача припиняється як тільки через витратомір FE1 пройде 500 літрів пюре. Одночасно вмикається двигун М3, після того як подано 250 літрів емульсійних обрізків, які вимірюються витратоміром FE2, подача припиняється. Одночасно проходить дотація цукру через двигун конвеєра М2. Конвеєр працює 2 хвилини. Рівень в збірниках підтримується завдяки контуру регулювання рівня, задане значення 70-90%. Як тільки рівень падає, в збірник подається через клапани 1 та 2 цукор або сироп. Після закінчення дозації вмикається двигун М4 і проводиться перемішування впродовж 5 хвилин. Після цього в змішувач подається 50 літрів білка, вмикається двигун М5, вмикається при досягненні у витратомірі FE5 заданого значення. Далі перемішування триває ще 3 хвилини. Двигун М4 вмикається. Після цього суміш поступає в збивальний апарат 1. Далі вмикається регулятор температури в підігрівнику сиропу, вмикається двигун М6 і подається 60 літрів сиропу. Вимірюється витратоміром FE4. Після цього регулятор температури і двигун М6 вмикається. Суміш попадає у змішувач 2, вмикається двигун М7 і подається 20 літрів красителя, вимірюється витратоміром FE3. Перемішування триває 5 хвилин, далі пастила надходить на формовочну машину.

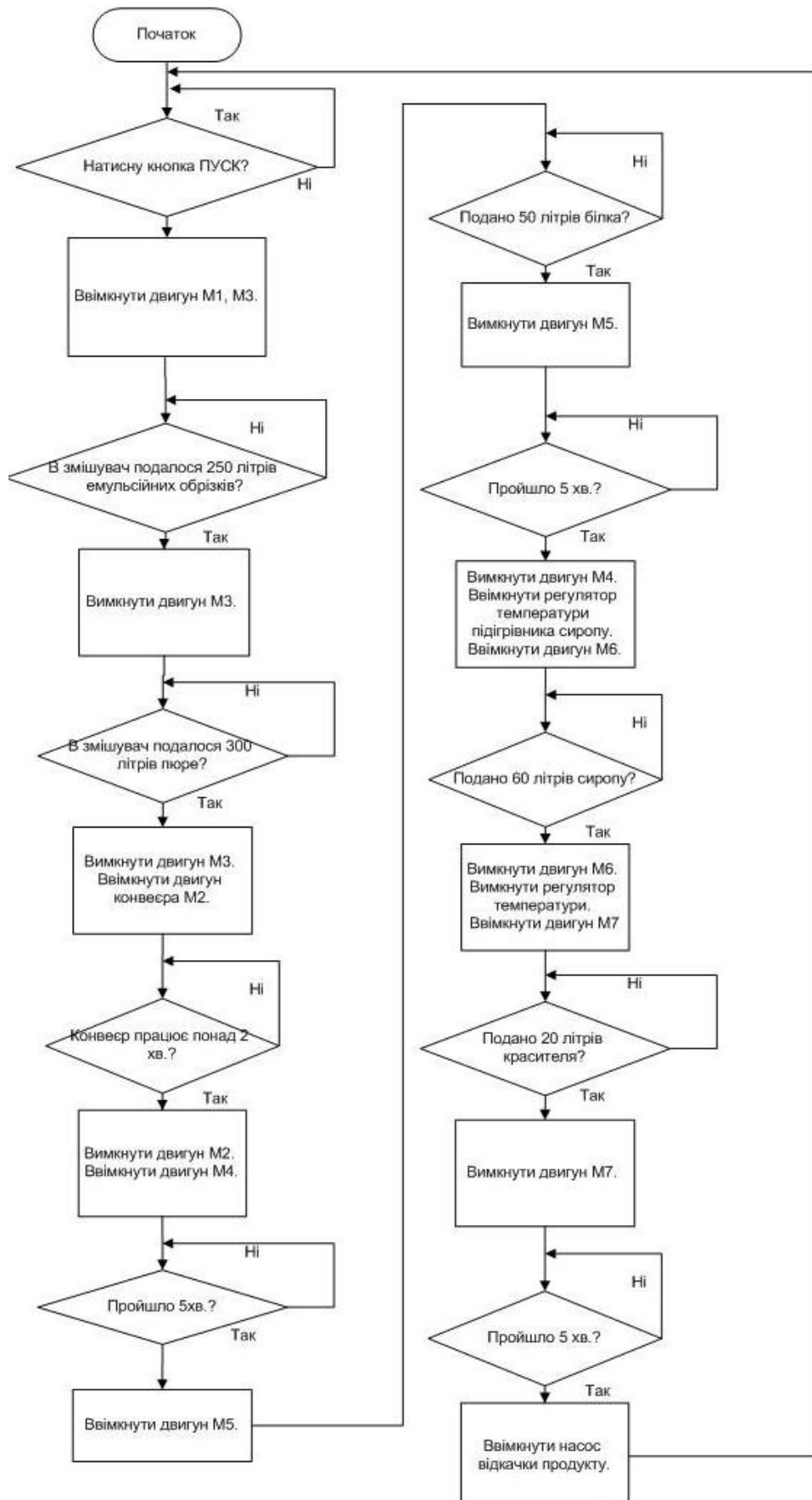
В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хоменко О.О.			Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Гриценко Н.Г.					38	6
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-3-1 ск		
Зав. кафедри		Смітюх Я.В.						

Аналогові та дискретні змінні

Таблиця 5.1.

Variables DDT Types Function Blocks DFB Types				
Filter <input type="text" value="Name ="/> <input checked="" type="checkbox"/> EDT <input type="checkbox"/> DDT <input type="checkbox"/> IODDT				
Name	Type	Address	Value	Comment
FE1	REAL	%MW1		Датчик витрати сиропу в змішувач
FE2	REAL	%MW2		Датчик витрати обрізків в змішувач
FE3	REAL	%MW3		Датчик витрати красителів в змішувач
FE4	REAL	%MW4		Датчик витрати сиропу в змішувач
FE5	REAL	%MW5		Датчик витрати білку в змішувач
KL1	REAL	%MW100		Клапан подачі пюре в збірник
KL2	REAL	%MW101		Клапан подачі цукру в збірник
KL3	REAL	%MW102		Клапан подачі білка в збірник
KL4	REAL	%MW103		Клапан подачі сиропу в збірник
KL5	REAL	%MW104		Клапан подачі пари в підігрівач сиропу
Level1	REAL	%MW5		Рівень в збірнику пюре
Level2	REAL	%MW6		Рівень в збірнику цукру
Level3	REAL	%MW7		Рівень в збірнику білка
Level4	REAL	%MW8		Рівень в збірнику сиропу
M1	EBOOL	%M100		Двигун насоса подачі пюре в збірник
M2	EBOOL	%M101		Двигун конвеєра подачі цукру в збірник
M3	EBOOL	%M102		Двигун насоса подачі обрізків в змішувач
M4	BOOL	%M103		Двигун мішалки змішувача
M5	BOOL	%M104		Двигун насоса подачі білка в змішувач
M6	BOOL	%M105		Двигун насоса подачі сиропу в змішувач
M7	BOOL	%M106		Двигун насоса подачі красителя в змішувач
QE1	REAL	%MW9		Датчик вмісту сухих речовин
S	BOOL			
S1	EBOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
Start	EBOOL	%M1		Кнопка Старт
Stop	EBOOL	%M2		Кнопка Стоп
TE1	REAL	%MW10		Датчик температури збірника пюре

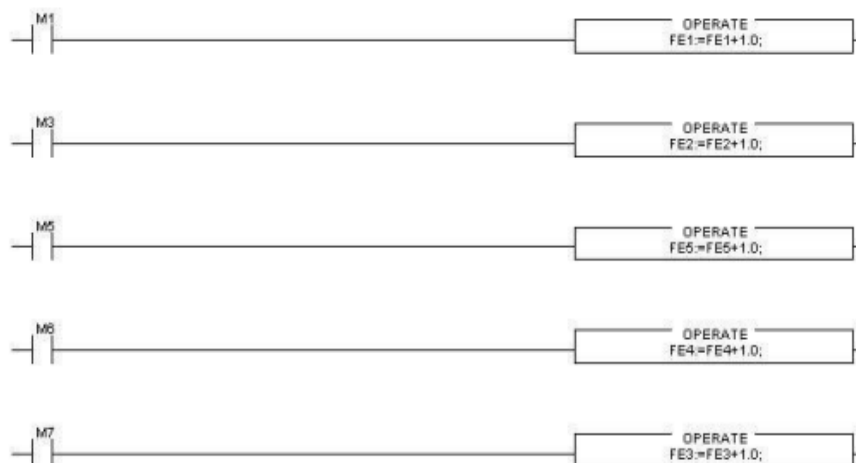


Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Фрагмент програми імітації рівня на мові LD

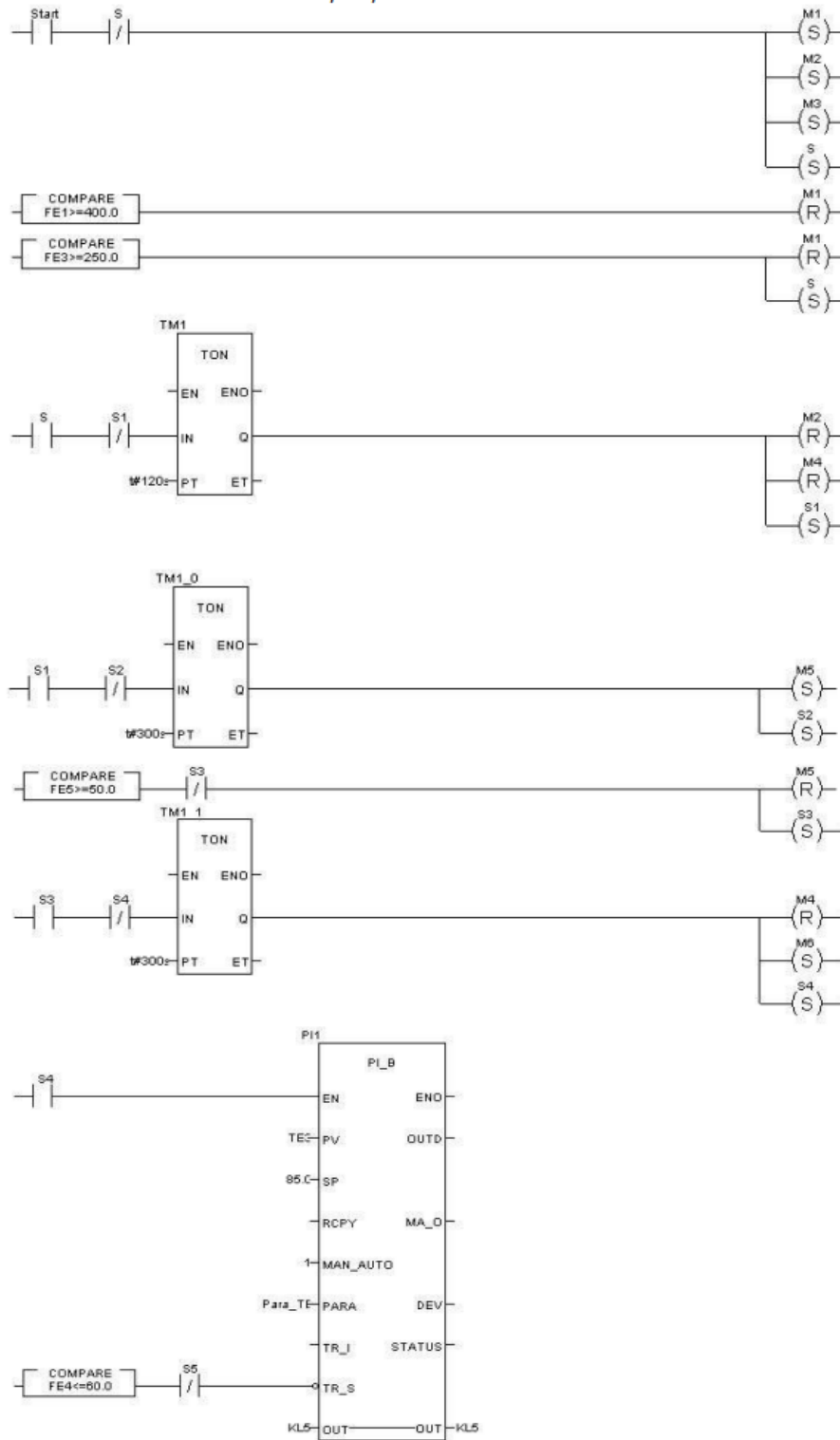


Фрагмент програми імітації витрати на мові LD

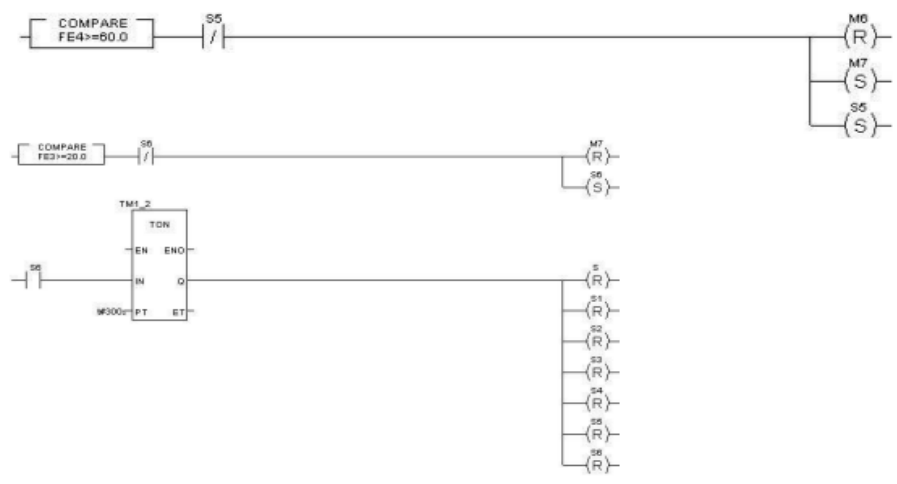


ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Решта програми на мові LD



Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



					Кваліфікаційна робота	Арк.
						43
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА

Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Переменные теги [Scada]

Имя переменного тега: FE1

Имя кластера: tract

Адрес: plc001!%MW10

Мин. исходное значение: 0

Мин. значение в единицах изм.: 0

Единица измерения: []

Нечувствительность: []

Комментарий: []

Название устройства в/в: IODev1

Тип данных: REAL

Макс. исходное значение: 10000

Макс. значение в единицах изм.: 100

Формат: ###

Добавить | Заменить | Удалить | Справка

Запись : 3 Связанный:

Рис.6.1. Вікно опису змінної

Теги тренда [Scada]

Название тега тренда: FE1

Имя кластера: tract

Выражение: FE1

Триггер: []

Интервал опроса: 00:00:02

Тип: TRN_PERIODIC

Имя файла: []

Метод сохранения: Floating Point (8-byte samples)

Число файлов: 14

Время: 00:00:00

Периодичность: 00:10:00

Комментарий: []

Добавить | Заменить | Удалить | Справка

Запись : 7 Связанный:

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації виробництва фруктової пастили	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розробив		Хоменко О.О.						44	6
Перевірив		Гриценко Н.Г.				НУХТ ЗАК-3-1ск			
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.							
Зав. кафедри		Смітюх Я.В.							

Таблиця 6.1.

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.1.0	0	10000	0	100	REAL
TE2	%IW0.1.1	0	10000	0	100	REAL
TE3	%IW0.1.2	0	10000	0	100	REAL
LE1	%IW0.1.3	0	10000	0	100	REAL
LE2	%IW0.1.4	0	10000	0	100	REAL
LE3	%IW0.1.5	0	10000	0	100	REAL
LE4	%IW0.1.6	0	10000	0	100	REAL
QE	%IW0.1.7	0	10000	0	100	REAL
FE1	%IW0.2.0	0	10000	0	400	REAL
FE2	%IW0.2.1	0	10000	0	400	REAL
FE3	%IW0.2.2	0	10000	0	400	REAL
FE4	%IW0.2.3	0	10000	0	400	REAL
FE5	%IW0.2.4	0	10000	0	400	REAL
KL1	%QW0.3.0	0	10000	0	100	REAL
KL2	%QW0.3.1	0	10000	0	100	REAL
KL3	%QW0.3.2	0	10000	0	100	REAL
KL4	%QW0.3.3	0	10000	0	100	REAL
KL5	%QW0.3.4	0	10000	0	100	REAL
SIC1	%QW0.3.5	0	10000	0	650	REAL
SIC2	%QW0.3.6	0	10000	0	650	REAL
SIC3	%QW0.3.7	0	10000	0	650	REAL
SIC4	%QW0.4.0	0	10000	0	650	REAL
SIC5	%QW0.4.1	0	10000	0	650	REAL
M2	%Q0.5.0	-	-	-	-	BOOL
M4	%Q0.5.1	-	-	-	-	BOOL

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Аларми дискретні

Таблица 6.2.

Тег аларма	Ім'я аларма	Опис аларма	Змінний тег А
1	2	3	4
M2	Двигун M2	Аварія двигуна	M2
M2_1	Двигун M2	Готовий до роботи	M2
M4	Двигун M4	Аварія двигуна	M4
M4_1	Двигун M4	Готовий до роботи	M4

Аларми аналогові

Таблица 6.3.

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
TE_1	Температура в підігрівачі сиропу	TE1	75	90
LE_1	Рівень в збірнику пюре	LE1	70	90
QE	Вміст сухих речовин	QE	60	85

ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

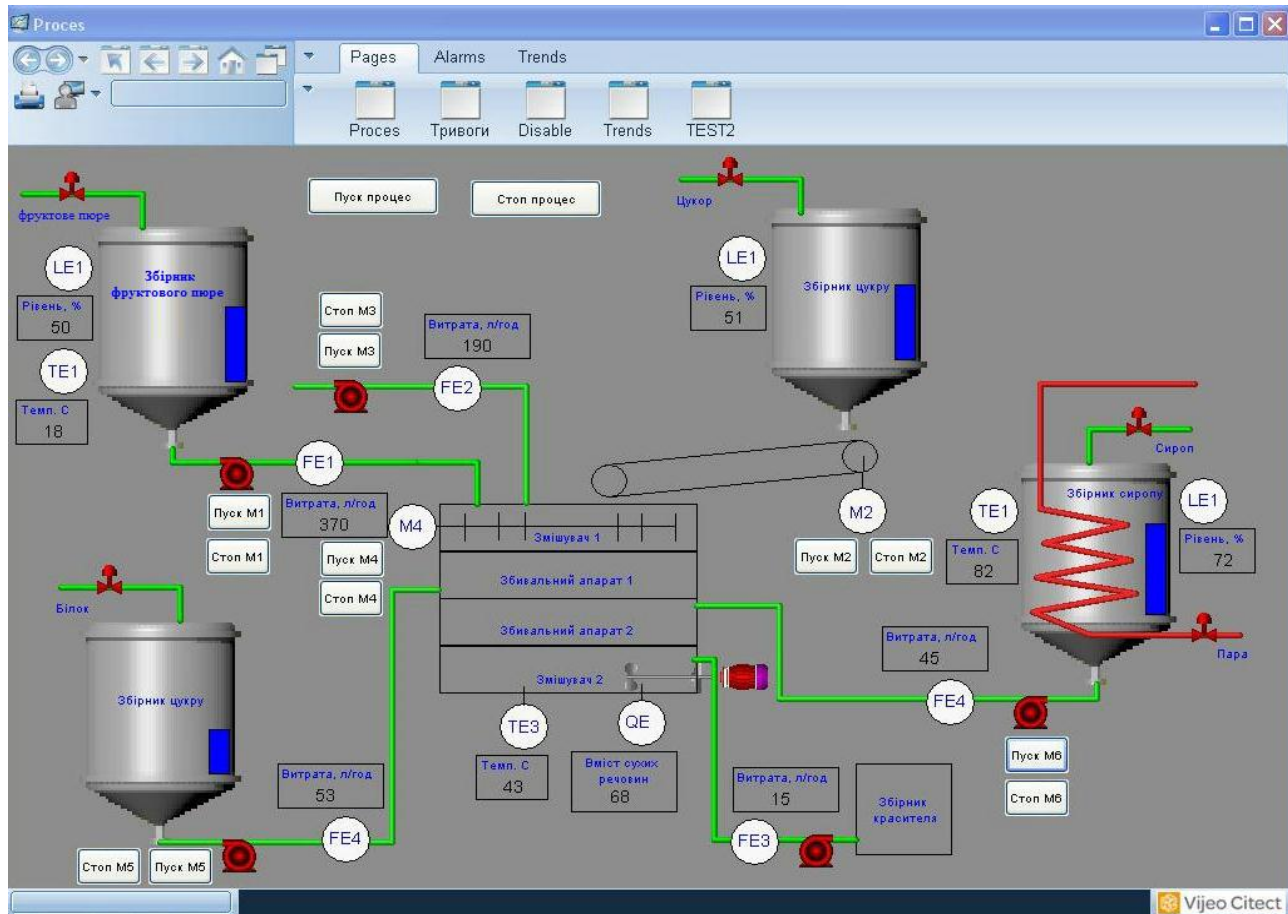


Рис.6.3. Головний екран процесу

The screenshot shows the 'Alarm' window with a list of active alarms. The interface includes navigation tabs (Pages, Alarms, Trends) and a sidebar with tasks like 'Go to the top', 'Page Up', 'Page down', 'Print / Export...', 'Filter Tasks', 'Control Tasks', and 'View Tasks'.

Time	Tag	Name	Desc
14:31:28	a_FE фруктового пюре		КРИТИЧНО НИЗЬКА
14:31:37	a_TE сиропу в збірнику		КРИТИЧНО НИЗЬКА
14:31:56	a_TE продукту в змішувачі		КРИТИЧНО ВИСОКА

Рис.6.4. Вікно алармів

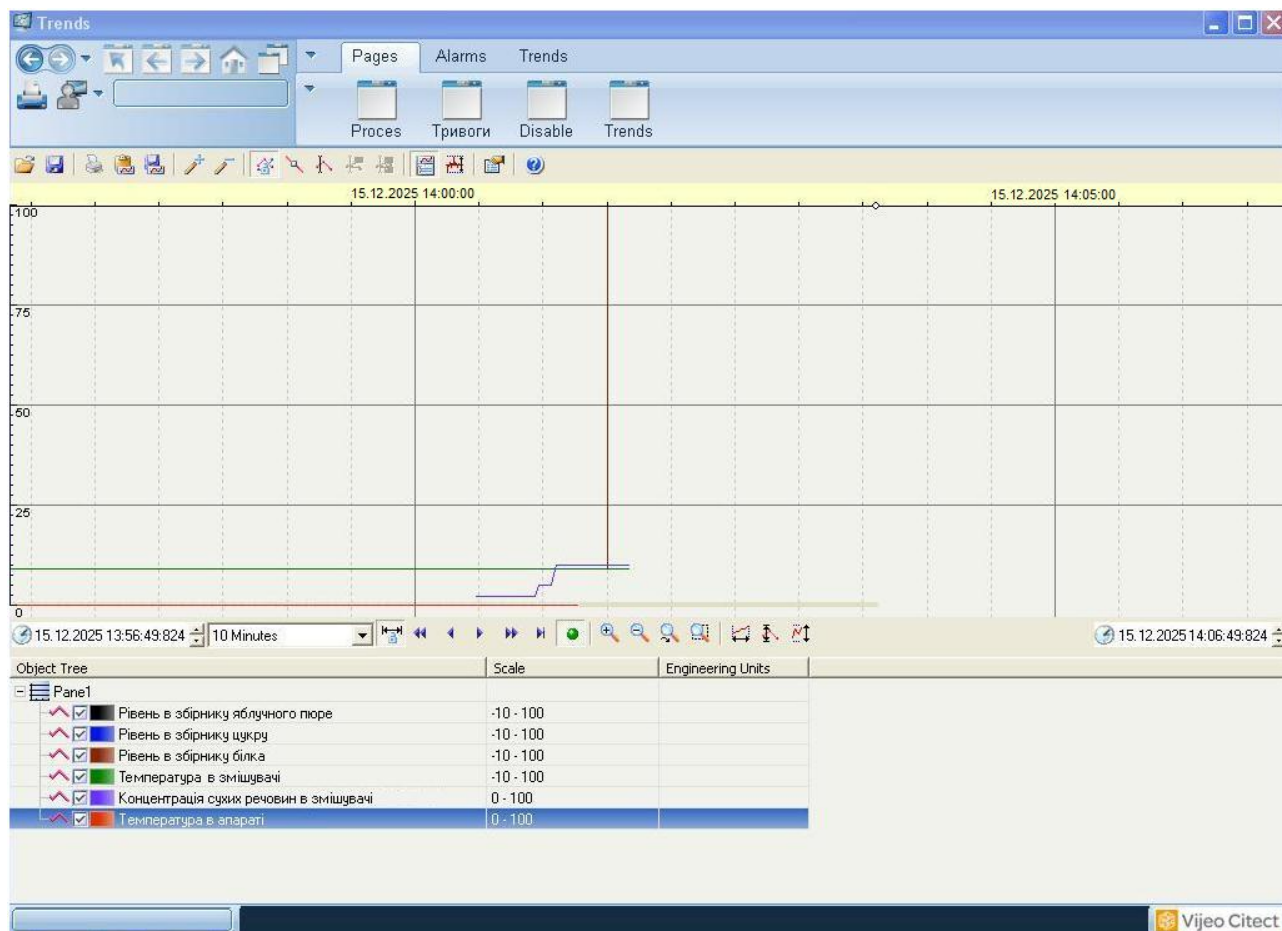


Рис.6.5. Вікно трендів

Перелік змінних та вимоги до них

Таблиця 6.4.

Назва параметру	Номінальне значення	Діапазон зміни	Функція			
			C	I	A	R
Температура в збірнику фруктових пюре	15 °C	0-100 °C	-	1 с	>25 °C, <10 °C	10с, 3міс
Температура в змішувачі 2	45 °C	0-100 °C	-	1 с	>55 °C, <35 °C	10с, 3міс
Температура в підігрівнику сиропу	80 °C	0-100 °C	0,5 °C	1 с	>85 °C, <75 °C	10с, 3міс
Рівень в збірнику пюре	70-90%	0-100%	3%	1 с	>90% <75 %	10 с, 1 міс
Рівень в збірнику сиропу	70-90%	0-100%	3%	1 с	>90% <75 %	10 с, 1 міс
Рівень в збірнику цукру	70-90%	0-100%	3%	1 с	>90% <75 %	10 с, 1 міс
Рівень в збірнику білка	70-90%	0-100%	3%	1 с	>90% <75 %	10 с, 1 міс
Витрата пюре в змішувач	400 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	>410 л. <390 л	10 с, 1 міс
Витрата цукру в змішувач	120 кг/год	0-3000 л/год	-	1 с	>130 кг <110 кг	10 с, 1 міс

ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.
48

Витрата білка в змішувач	50 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	>60 л <45 л	10 с, 1 міс
Витрата сиропу в змішувач	75 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	>90 л <60 л	10 с, 1 міс
Витрата красителів в змішувач	20 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	>25 л <15 л	10 с, 1 міс
Вміст сухих речовин в пастилі	60 %	0-100%	-	1 с	>80 %, <45 %	10с, 3міс
Рівень в апараті	60-80%	0-100%	-	1 с	>90%	10 с, 1 міс
Витрата молока в апарат	1000 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	-	10 с, 1 міс
Витрата закваски в апарат	100 л/год	0-3000 л/год	-	1 с	-	10 с, 1 міс

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.
49

ВИСНОВКИ

При написанні кваліфікаційної роботи було зібрано багато інформації про виробництво фруктової пастили, на основі якої було розроблено функціональну схему автоматизації, в якій передбачено контроль і регулювання таких параметрів:

- температура в підігрівнику сиропу;
- витрата фруктового пюре в змішувач;
- витрата обрізків пастильних пластів в змішувач;
- витрата білка в змішувач;
- витрата цукру в змішувач;
- витрата красителя в змішувач;
- рівень в збірниках;
- температура в теплообмінниках.

Схема автоматизації реалізована на мікропроцесорних засобах автоматизації корпорації Сіменс.

На основі виконаної роботи можна зробити висновок, що при автоматизації будь-якої ланки харчової промисловості значно збільшується величина прибутку і значно зменшуються затрати на виготовлення однієї одиниці продукції.

Схема автоматизації побудована на базі використання програмованого логічного контролера, який керує об'єктом за алгоритмом. Для забезпечення спостереження за ходом технологічного процесу, а також можливості дистанційного оперативного управління як при нормально працюючому ПЛК, так і у разі виходу його з ладу, розроблено SCADA-систему.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						50
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
2. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів в Unity PRO та Control Expert [Електронний ресурс] / Олександр Миколайович Пупена – Режим доступу до ресурсу: <https://pupenasan.github.io/controlexpertbook/>.
3. Пупена О. М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI [Електронний ресурс] / Олександр Миколайович Пупена – Режим доступу до ресурсу: <https://pupenasan.github.io/hmibook/>.
4. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.:Видавництво Ліра-К, 2015. — 378с.
5. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник/ В.Г. Трегуб. — К.: Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
7. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб. – К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
8. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К.: НУХТ, 2014. – 600 с.
9. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Засць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
10. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
11. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
12. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						51
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – В.: Нова книга, 2007. –160 с.

13. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп’ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К.: НУХТ, 2007. – 71 с.

14. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

15. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.

16. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

17. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

18. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

19. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об’єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

20. Трегуб В.Г. Автоматизація об’єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

21. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об’єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						52
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

22. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

23. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

24. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

25. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

26. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

27. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

28. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

29. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — К.: Ліра-К, 2015. — 376 с.

30. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						53
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

32. Технологія переробки плодів і ягід / Ю.Г. Скрипников. – К.: Урожай, 2015. – 352 с.

33. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні / І.В. Гриник, І.К. Омельченко, О.М. Литовченко. – К.: Преса України, 2012. – 120 с.

34. Документація по Sitrans TF2.

35. Документація по Sitrans LR200.

36. Документація по Sitrans FM MAG6000.

37. Документація на БРУ-101.

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