

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ
пляшку

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

_____ Андрієнко Даниїл Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Пупена Олександр Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ Сергій Грибков
(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 – 2023 р.

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 «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ Я.В.Смітюх

«03» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Андрієнка Даниїла Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку

керівник роботи доц. Пупена Олександр Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» квітня 2023 р. № 204-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «05» червня 2023 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 03 квітня 2023 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 Андрієнко Д.В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Пупена О.М.

_____ (підпис)

Анотація

У даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу Prosonic F PDU 91 схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програму керування машиною розливу. Програму розроблено для ПЛК M340 від виробника Schneider Electric. Мнемосхема SCADA-програма для керування машиною розливу в ПЕТ пляшку розроблено в програмному середовищі Citect SCADA 2020 R2 вигляд мнемосхеми представлено в пояснювальній записці.

Ключові слова: Prosonic F PDU 91, розлив, машина, ПЛК.

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

Annotation

This qualification paper deals with the development of an automated control system for PET bottle filling machines.

The qualification paper presents a description of the technological process, task for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of the technical task Prosonic F PDU 91, the scheme of connecting sensors and actuators to the PLC, and extended connection schemes of the technical task.

An algorithm and program for controlling the bottling machine have been developed. The program was developed for the M340 PLC from Schneider Electric. The memo scheme of the SCADA program for controlling the bottling machine at the PET site was developed in the Citect SCADA 2020 R2 software environment.

Key words: Prosonic F PDU 91, bottling, machine, PLC.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Система автоматизації	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	14
2.2. Схема автоматизації.....	27
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	29
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	31
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	31
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	34
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	35
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	39
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	41
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	53
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	53
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	55
Висновки	57
Список використаної літератури	58

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

Вступ

У сучасному світі, де швидкість та ефективність мають вирішальне значення, автоматизація стає ключовим фактором успіху в багатьох галузях промисловості. Особливо в області виробництва та упаковки, де швидкість, точність та ефективність є основними пріоритетами, системи автоматизованого керування знаходять широке застосування.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизованого керування машиною розливу в ПЕТ-пляшку. Метою цього проекту є створення інноваційної системи, яка забезпечує точне та ефективне розливання рідини в пляшки з використанням автоматизованого керування.

Розливання рідини в пляшки вимагає високої точності та швидкості, а також дотримання строгих стандартів якості. Традиційні методи розливання, які базуються на ручній праці, часто призводять до неточностей та втрати часу, що впливає на продуктивність та якість виробництва. Система автоматизованого керування, що розробляється в рамках цього проекту, має на меті елімінувати ці недоліки та покращити процес розливання.

Ця кваліфікаційна робота передбачає використання сучасних технологій автоматизації та керування. Планується провести ретельне дослідження, аналіз та проектування системи, а також розробити та впровадити необхідне програмне забезпечення та алгоритми для керування процесом розливу.

Очікується, що розроблена система автоматизованого керування машиною розливу в ПЕТ-пляшку буде мати вагомий вплив на покращення продуктивності, точності та ефективності процесу розливання. Вона забезпечить покращення якості продукції, зниження втрат та витрат, а також збільшення швидкості та надійності виробничого процесу.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Автоматизація є невід'ємною частиною технологічних процесів та розвитку людства загалом. Основною метою будь-якої автоматизації є збільшення продуктивності виробництва та зменшення впливу людського фактору на протікання технологічного процесу.

Будь-яке виробництво складається з багатьох пов'язаних між собою ділянок, на кожній з яких виконується певний процес, який є частиною виробництва продукту. Значний вклад в розвиток автоматизації дало покращення контрольно вимірювальних пристроїв та методів зв'язку.

З розвитком інформаційних технологій системи автоматизації почали ставати інтелектуальними а з появою нейромереж та штучного інтелекту системи ставатимуть ще більш автоматизовані а вплив людини на протікання процесу буде мінімізований і помилка буде можлива лише на етапі розробки та впровадження системи.

Велику роль для покращення якості продукції що виготовляється та покращення технологічних процесів загалом відіграє збір та аналіз інформації про проходження процесів та контролю якості вихідної продукції. Для забезпечення ефективного збору інформації використовують бази даних різних типів, також для того, щоб покращувати існуючі системи автоматизації ведеться збір інформації виникнення аварійних ситуацій різного характеру, як і з боку операторів на лініях так і з боку недосконалої системи та виходу обладнання з ладу.

Також великий вклад на покращення протікання технологічних процесів та збільшення об'ємів виробництв в цілому лежить на покращенні контрольно-вимірювальної техніки та засобів управління.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Андрієнко Д.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Пупена О.М.</i>				8	6
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

Наразі всі показники відображаються на моніторі ПК або на панелі оператора, що спрощує контроль протікання процесу та дає можливість передбачення виникнення аварійних ситуацій.

Система розливу в ПЕТ пляшку сама по собі являється одним з етапів виробництва рідин різного характеру та призначення. Розлив рідин є одним із завершальних етапів у виробництві рідких продуктів таких як вода, молоко, пиво та інші. З появою автоматизованих ліній стало можливим суттєве збільшення об'ємів виробництва, але з ускладненням систем щоб покращити виробництво ускладнюються і системи контролю цих систем і це слід враховувати при розробці та впровадженні у виробництво.

Технологічна схема – це графічне зображення технологічного процесу, у вигляді послідовних виробничих функцій. На технологічних схемах зображуються основні елементи системи, технологічні ділянки та об'єкти. Технологічна схема машини розливу у ПЕТ пляшку із зазначенням розташування датчиків та ВМ показано на рисунку 1.1.

На технологічних схемах можуть зображати, як всю систему від початку і до її завершення так і схему окремих технологічних ділянок з метою більш детального розгляду конкретного процесу на виробництві

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

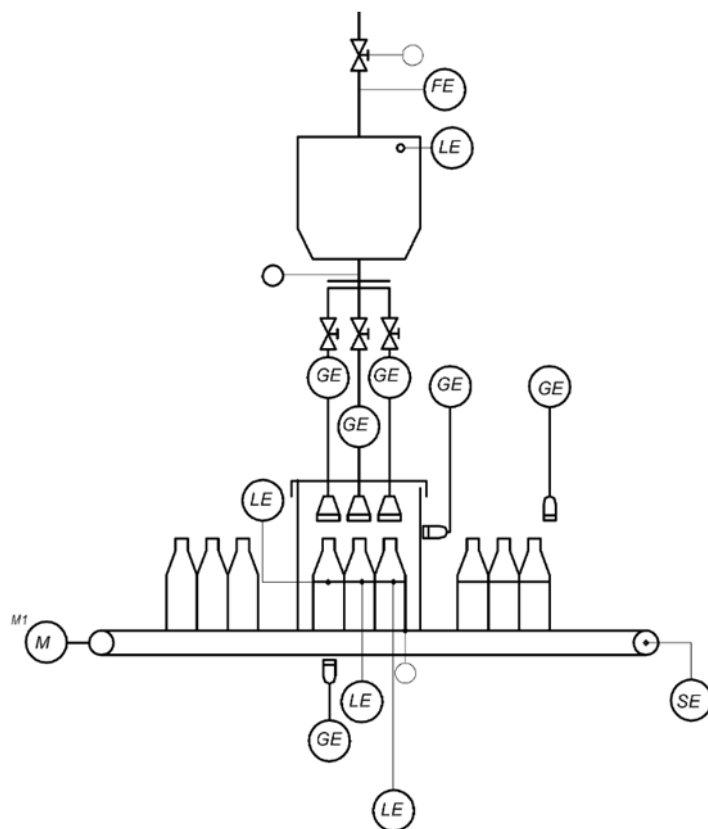


Рис.1.1 – Технологічна схема машини розливу у ПЕТ пляшку

На даній схемі зображено модель машини розливу, напрямок сировини та розташування датчиків та виконавчих механізмів. Технологічна схема дає інформацію про розташування елементів системи та інформацію про послідовність і напрямок протікання технологічного процесу. Машина розливу у ПЕТ пляшку показана на рисунку 1.1 працює за наступним алгоритмом. Спочатку перевіряється наявність рідини у ємності з якої ведеться розлив. Якщо рівень у ємності вище мінімального машина почне роботу в іншому випадку відкриється клапан наповнення ємності і вона заповниться до максимального рівня, контроль за витратою рідини ведеться за допомогою витратоміра. На вхід машини по конвеєру подається порожні пляшки, при досягненні безпосередню місця розливу спрацює безконтактний датчик наявності, при першому спрацюванні датчика подається сигнал на пневмоциліндр, який блокує вихід з апарату таким чином пляшки розташовуються у потрібній точці. Коли датчик на вході апарату спрацює тричі конвеєр зупиниться і за допомогою пневмоцилінтра в середину пляшок

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

зануряться трубки наповнення. Коли спрацює датчик кінцевого положення трубок відкриваються клапани наповнення пляшок і по досягненню необхідного рівня спрацюють сигналізатори рівня, що встановлені навпроти пляшок і клапани закриваються. Після закриття клапанів йде сигнал на пневмоциліндр з метою виймання трубок з пляшок і коли датчик кінцевого положення дасть відповідний сигнал пневмоциліндр, що блокує вихід отримає сигнал на зворотню дію та розблокує вихід з установки також запусниться конвеєр та наповнені пляшки підуть на вихід з машини де ведеться додатковий контроль за наявністю пляшки з метою запобігання виникнення закупорювання у випадку якщо одна або кілька пляшок перекинуться. На будь-якому етапі проходження процесу ведеться контроль за виникненням аварійних ситуацій для цього на клапанах та пневмоциліндрах встановлюються датчики кінцевого положення а на конвеєрі встановлено датчик обертів для контролю швидкості обертання транспортеру.

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Визначення технологічних вимог до системи автоматизації є ключовим етапом при розробці системи, від цього залежить її ефективність та загальна працездатність. Технологічні вимоги здебільшого подаються у вигляді таблиць, у якій необхідно вказати назву технологічного обладнання, до кожного агрегату наводяться ті технологічні параметри котрі необхідно контролювати їх одиниці виміру, оптимальні, гранично допустимі та аварійні значення також функції, що повинні виконуватись системою контролю та сигналізації.

Технологічні вимоги до системи автоматизації розливу наведені в таблиці 1.

Таб.1 – технологічні вимоги до системи

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місцевідбор усигналу	Припус- тимезначен няпараметра	Видавтома ти-зації	Характерко нтролючиуп равління	Засобиуправлі ннятаконтролю , реалізацііуправ ляючоїдії	Додатков іумови
1	Конвеєр подачі ПЕТ пляшки	Швидкість подачі	6000 од/год	Регулюван ня	Стабілізація	Вплив на двигун конвеєра	
		Контроль наявності пляшки	Є/нема	Контроль	Відображен ня реєстрація	АРМ оператора Щит управління	На виході з апарату
2	Блок розливу	Контроль наявності пляшки	Є/нема	Контроль	Відображен ня реєстрація	АРМ оператора Щит управління	На вході апарату
		Вирівнюва ння пляшок	Вімк/Вим к	Управлінн я	Стан	Вплив на пневмоцилін др	
		Контроль трубок наповнення	Опущені/ Підняті	Управлінн я	Стан	Вплив на пневмоцилін др	
		Наповненн я пляшок	Вімк/Вим к	Управлінн я	Стан	Вплив на клапани наповнення	

Продовження таблиці 1

2	Блок розливу	Контроль рівня в пляшках	100%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щитуправління	За допомогою сигналізаторів рівня
3	Ємність з продуктом	Рівень в ємності	10-100%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щитуправління	За допомогою сигналізаторів рівня
		Подача продукту в ємність	10-100%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан набору в ємність	
		Витрата продукту	4000 л/год.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимір рівня

Для вимірювання рівня рідини в ємності під час процесу розливу задіяно Prosonic S FDU91 (рис.2.1)



Рис 2.1 – Зовнішній вигляд Prosonic S FDU91

Ультразвуковий датчик рівня Prosonic S FDU91 випромінює ультразвукові імпульси по напрямленню до речовини, імпульси відбиваються від поверхні вимірюваної речовини і приймаються датчиком. Датчик вимірює час між посиланням та прийомом сигналу та використовуючи час і швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль вираховує значення рівня.

На рисунку 2.2 показана схема роботи датчика.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрієнко Д.В.			Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Пупена О.М.					14	17
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка С.С.						

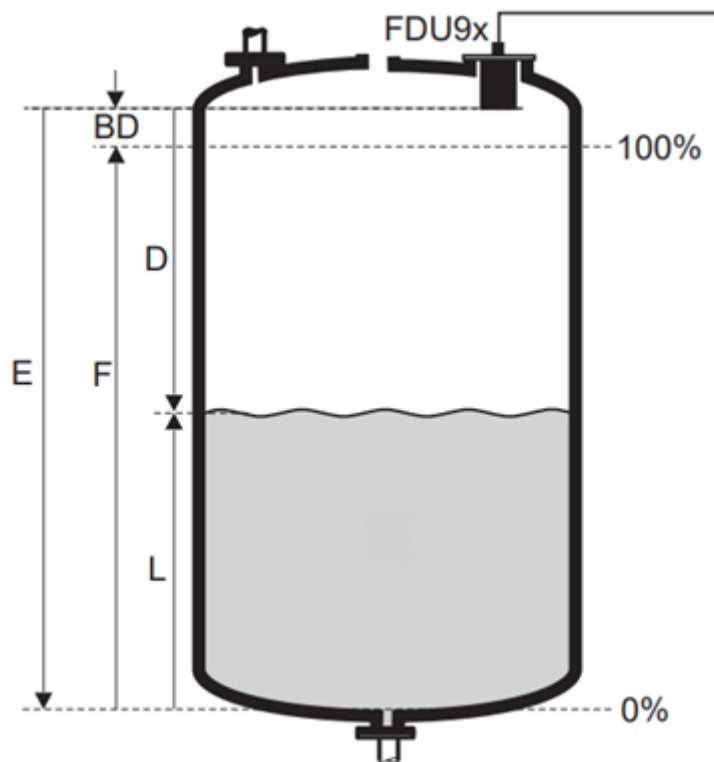


Рис 2.2 – Схема роботи датчика Prosonic S FDU91 де: BD – зона нечутливості, E – нульовий рівень, F – діапазон вимірювань, D – відстань від мембрани датчика до продукту, L – рівень

На рисунку 2.3 зображені габаритні розміри рівнеміра, даний датчик має вихідний сигнал 4-20мА[1] з використанням HART Profibus DP FMU90, що зображено на рисунку 2.4 і який має два входи для датчиків рівня та два виходи 4-20мА, встановлюється на DIN-рейку та може розташовуватися на відстані до 300м від датчика[2].

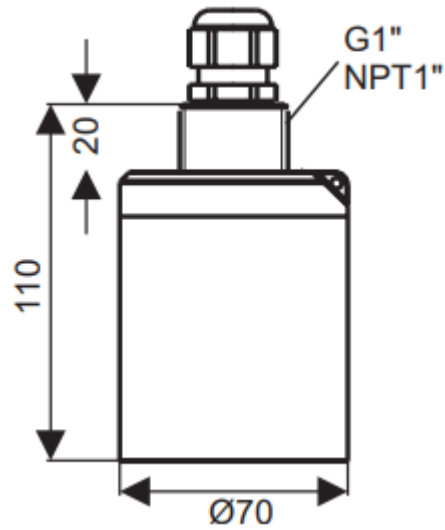


Рис 2.3 – Габаритні розміри рівнеміра



Рис 2.4 – HART Profibus DP FMU90

Для контролю наявності пляшки було використано датчик для виявлення прозорих пластикових або скляних пляшок PRK18B.T2/4P-M12(Рис 2.5).



Рис 2.5 – Зовнішній вигляд PRK18B.T2/4P-M12

Датчик має можливість налаштування за допомогою 11-оборотного потенціометра та має PNP виходи як NO так і NC. На рисунку 2.6 показаний приклад встановлення датчику.



Рис 2.6 – Приклад встановлення датчика PRK18B.T2/4P-M12

Для моніторингу витрати рідини було використано ультразвуковий витратомір Sitrans F US SOPLO(Рис2.7).



Рис 2.7 – Витратомір Sitrans F US SOPLO

Витратомір має аналоговий струмовий вихід 4-20мА або 0-20мА. Даний витратомір не можна встановлювати у найвищій точці труби або у вертикальних трубах із вільним виходом(Рис2.8).

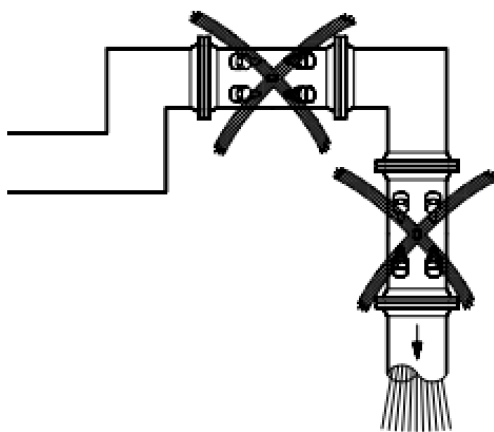


Рис 2.8 – Приклад не правильного встановлення

Щоб правильно встановити даний витратомір забезпечити прямі ділянки довжиною мінімум 3 діаметри трубопроводу як до витратоміра так і після нього(Рис2.9).

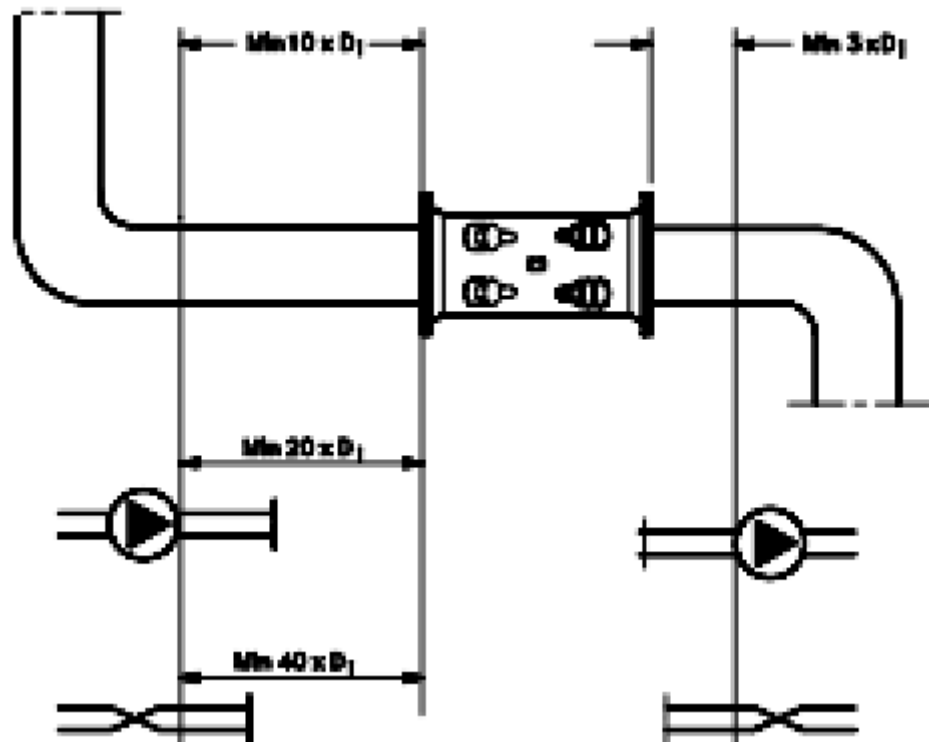


Рис 2.9 – Приклад правильного встановлення витратоміра

Для регулювання подачі рідини до машини розливу використовується пневмоклапан Fisher easy-e ED Control Valve(Рис 2.10).



Рис 2.10 – Fisher easy-e ED Control Valve

Клапан йде у комплекті з електропневматичним позиціонером, що має живлення 24В постійного струму та вихідний сигнал 4-20мА(Рис 2.11).



Рис 2.11 – Електропневматичний позиціонер

Даний позиціонер призначений саме для цього виду клапанів, а сам клапан в залежності від комплектації може мати вентиль для ручного управління, також в залежності від комплектації вхідний тиск управління може бути в різних діапазонах таких як: 20-100мПа або 40-200мПа.

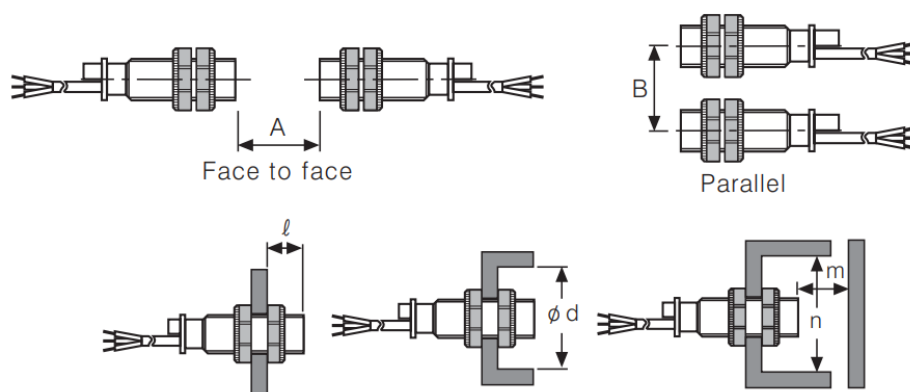
Для контролю рівня в пляшках а також для контролю клапанів наповнення використано безконтактні ємнісні датчики CR18-8DN(Рис 2.12).



Рис 2.12 – Датчик CR18-8DN

Даний датчик має живлення 12-24VDC тип виходу NPN та нормальний стан виходу NO. Також датчик має регулювання чутливості з максимальною дальністю 8мм мінімальна дальність чутливості 4мм. Датчик є компактним та має різні варіанти виконання.

На рисунку 2.13 показано приклади встановлення датчика з таблицею всіх відстаней.



(Unit:mm)

Item Model	A	B	l	ϕd	m	n
CR18	48	54	20	54	24	54
CR30	90	90	10	90	45	90

Рис 2.13 – Приклад встановлення датчика

У для наповнення пляшок рідиною використовуються електромагнітні клапани GAMA 2W-20 N.C. 3/4"(Рис 2.14).



Рис 2.14 – GAMA 2W-20 N.C. 3/4"

Даний клапан нормально закритий та має живлення 12VDC, 24VDC/AC, 110VDC/AC, 220VAC.

Для контролю позиціонування пляшок та для реалізації механізму наповнення пляшок використані пневмоциліндри односторонньої дії ISO 6432 IAS 20x60-S(Рис 2.15)



Рис 2.15 – ISO 6432 IAS 20x60-S

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

Для перетворення електричного сигналу в пневматичний для керування пневмоциліндрами використовується пневмо-розподільвач 4V210-08В 24В (Рис 2.16).

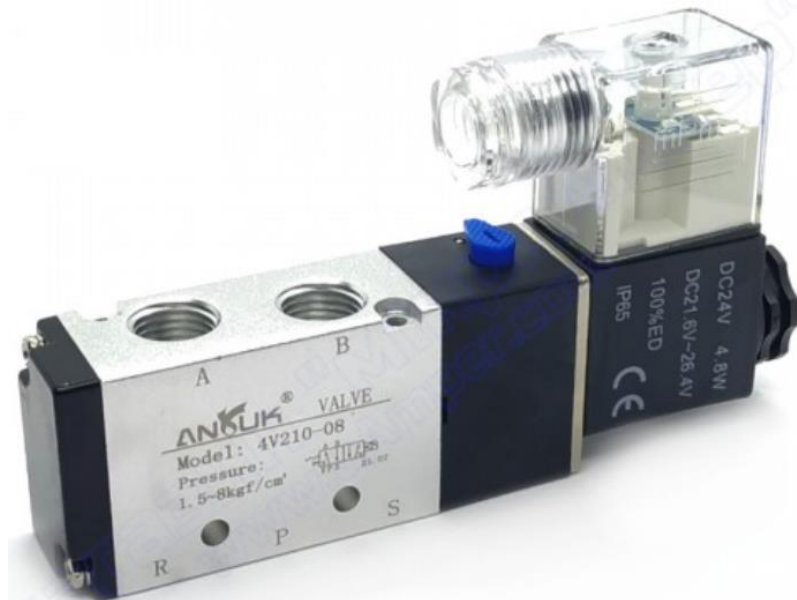


Рис.2.16 – 4V210-08В 24В

Характеристики:

- Живлення: 24В(DC);
- Робочий тиск: від 0.15МПа до 0.8МПа
- Тип розподільвача: 5/2;
- Фітинг: підключення 1/4"; викид повітря 1/8";
- Температура експлуатації: від -5°С до +80°С.

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

Для визначення швидкості обертання двигуна конвеєра використано інкрементальний оптичний енкодер ARC В 50 (Рис. 2.17).



Рис. 2.17 –Вигляд енкодера ARC В 50

Характеристики:

- Діапазон дозволу: від 60 до 5000 імпульсів;
- Ступінь захиту IP: 54;
- Підключення: 5 або 8 x 0,14 mm² екранований кабель;
- Частота: 300кГц;
- Струм живлення: 50mA;
- Тип вихідного сигналу: Push-Pull, TTL, HTL, HPL, OCL.

Для частотного регулювання швидкістю обертання двигуна конвеєра використано частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SF А(Рис.2.18).



Рис.2.18 – Частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SF A

Даний перетворювач має наступні характеристики:

- Ступінь захисту IP20;
- Входи: 3 дискретні з можливістю програмування та аналоговий вхід (0-5В 0-10В 0-20мА 4-20мА);
- Потужність 0,37кВт;
- Напруга живлення 180-264В 50-60Гц.

Для контролю опускання трубок наповнення до пляшок використано безконтактний індуктивний датчик кінцевого положення LJ12A3-4-Z/VX NP(Ри2.20).

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рис.2.20 – Датчик LJ12A3-4-Z/VX

Характеристики:

- Ступінь захисту IP65;
- Напруга живлення 6-36В постійного струму;
- Індикація спрацювання у вигляді червоного світлодіода;
- Відстань спрацювання 4мм.

2.2 Схема автоматизації

На схемі автоматизації машини розливу в ПЕТ пляшку зображено усі датчики та ВМ, що використані для регулювання рівня, та швидкості протікання процесу розливу.

Рівень у ємності підтримується з допомогою ультразвукового рівнеміра Prosonic S FDU91(поз. 2а) із вторинним перетворювачем HART Profibus DP FMU90(поз. 2б) перетворювач має вихідний сигнал 4-20мА. Вихідний сигнал з перетворювача поступає до ПЛК, та відображаються на екрані оператора. Від ПЛК йде вихідний сигнал 4-20мА на пневматичний клапан з вбудованим електропневматичним перетворювачем Fisher easy-e ED Control Valve. Окрім цього ведеться контроль витрати рідини за допомогою ультразвукового витратоміра Sitrans F US SOPLO(поз. 1а) з вихідним сигналом 4-20мА, що під'єднано до аналогового входу ПЛК.

Для контролю наявності пляшки використовуються безконтактні оптичні датчики PRK18B.T2/4P-M12 (поз. 4а, 12а) які під'єднано до дискретних входів ПЛК, данні датчики необхідні для контролю наявності пляшки та для підрахунку їх кількості окрім цього датчик на позиції 12а також призначений для моніторингу закупорювання конвеєру у випадку якщо плашка впаде. Датчик що встановлений на позиції 4а призначений для того, щоб при наявності пляшки подати сигнал до ПЛК для активації пневмоциліндру ISO 6432 IAS 20x60-S на позиції 4в даний пневмоциліндр односторонньої дії і для його роботи необхідний пневмо-розподілювач 4V210-08B 24В(поз. 4б, 5б) коли шток циліндра робить механічний рух в перед перекривається прохід пляшок по конвеєру це зроблено для позиціонування пляшок.

Коли датчик наявності плашки на позиції 4а спрацює тричі ПЛК дасть сигнал на пневмо-розподілювач 4V210-08B 24В, що встановлено на позиції 5б та який керує пневмоциліндром ISO 6432 IAS 20x60-S що встановлений на

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

позиції 5в і призначений для опускання трубок наповнення до пляшок. Коли трубки опускаються спрацює безконтактний індуктивний датчик LJ12A3-4-Z/BX NPN, який дасть сигнал до ПЛК про те, що трубки опущенні і необхідно починати наповнення пляшок.

Наповнення пляшок відбувається за допомогою електричних клапанів GAMA 2W-20 N.C. 3/4"(поз. 7в, 8в, 9в) котрі мають живлення 24В контроль за тим чи клапан відкрився ведеться за допомогою безконтактних ємнісних датчиків CR18-8DN (поз. 9а, 10а, 11а) контроль за рівнем наповнення пляшок також контролюється безконтактними ємнісними датчиками CR18-8DN(поз. 6а, 7а, 8а), після того як спрацює один з сигналізаторів рівня відповідний клапан наповнення закриється. Коли всі пляшки буде наповнено трубки наповнення біде піднято за допомогою пневмоциліндра на позиції 5в, після чого пневмоциліндр на позиції 4в також робить зворотній рух та звільняє прохід пляшок по конвеєру за допомогою якого вони передаються до наступного технологічного процесу. Контроль за швидкістю обертів конвеєра здійснюється за допомогою інкрементального енкодера ARC В 50(поз. 3а) управління двигуном здійснюється за допомогою частотного перетворювача LENZE ESMD371X2SFA (поз. 3б).

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.3 Специфікація приладів та ВМ

Таб.2.1 – Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ Положі за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	Кількість	Виробник
1	1а	По місцю	Ультразвуковий витратомір з виходом 4-20мА та межею вимірювання до 340м ³ /год	SITRANS FUS SONOFL O	1	SIEMENS Німеччина
2	2а	По місцю	Ультразвуковий датчик рівня з межею вимірювання до 10м	Prosonic S FDU91	1	Miradent Німеччина
3	2б	По місцю	Перетворювач для датчика Prosonic S FDU91 з вихідним сигналом 4-20мА	HART Profibus DP FMU90	1	Miradent Німеччина
4	2в	По місцю	Електропневматичний перетворювач сигналу 4-20мА в уніфікований керуючий сигнал тиску 20-100кПа	Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner	1	Fisher Австрія
5	2г	По місцю	Клапан пневматичний живлення 140кПа Управляючий сигнал 20-100кПа	Fisher easy-e ED Control Valve	1	Fisher Австрія

Продовження таблиці 2.1

6	3а	По місцю	Інкrementальний енкодер	ARC B 50	1	АТЕК Sensor Technologies Туретчина
7	3б	На щиті	Частотний перетворювач потужність 0,37кВт напруга живлення 380В	LENZE ESMD371X2SFA	1	LENZE Німеччина
8	4а- 12а	По місцю	Датчик наявності пляшки	PRK18B.T2/4P- M12	2	LENZE Німеччина
9	4б-5б	По місцю	Електропневматичний перетворювач	4V210-08B 24В	2	Аноук Туретчина
10	4в-5в	По місцю	Пневмоциліндр односторонньої дії	ISO 6432 IAS 20x60-S	2	IA/IAS Китай
11	5а	По місцю	Датчик кінцевого положення напруга живлення 6-36В	LJ12A3-4-Z/BX NPN	1	HURON Китай
12	6а- 11а	По місцю	Індуктивний сигналізатор рівня та датчик потоку рідини напругі живлення 12- 24В	CR18-8DN	6	Autonics Південна Корея
13	9в- 11в	По місцю	Електро-магнітний клапан напруга живлення 24В	GAMA 2W-20 N.C. 3/4" 0 - 10 бар	3	GAMA Італія

Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

При створенні об'єкту автоматизації під час проектування системи необхідно визначити необхідний для даного об'єкту програмований логічний контролер ПЛК, тому що саме від нього залежить кінцевий вигляд щитів управління системою.

При замовленні ПЛК створюється замовна специфікація, тобто документ у котрому зазначена необхідна конфігурація ПЛК а саме кількість входів та виходів ПЛК, їх тип та опис модулів розширення. У таблиці 2 наведена специфікація для даної системи:

Таб.3.1 – Конфігурація ПЛК

Модулі вводу/виводу		Примітка
Назва	Кількість	
BMX CPS 2020	1	Процесорний модуль Schneider Electric Modicon M340.
BMX CPS 2000	1	Блок живлення ПЛК
BMX DDI 1602	1	Модуль дискретних входів (16 входів)
BMX DDO 1602	1	Модуль дискретних виходів (16 входів)
BMX ENC 0200	1	Модуль вводу/виводу інтерфейсний модуль (2 канали)
BMX АММ 0600	1	Модуль змішаних аналогових сигналів (4 входи і 2 виходи)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Андрієнко Д.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Пупена О.М.</i>					31	8
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка С.С.</i>						

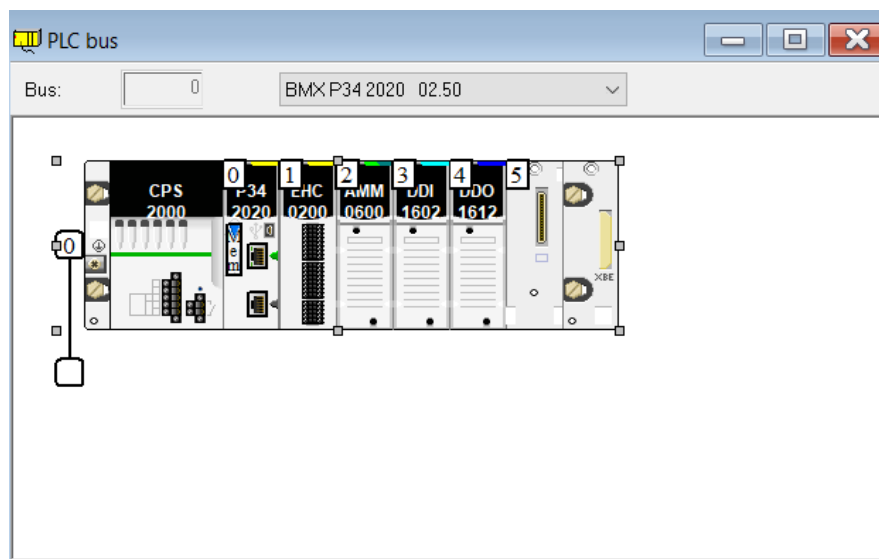


Рис.3.1 – Компонування модулів ПЛК М340

Дискретні входи

В даному проекті використовуються безконтактні датчики, які під'єднано до входів модуля BMX DDI 1602, датчики мають живлення 24В постійної напруги. В залежності від сигналу з датчиків виконується управляюча дія згідно з написаною в ПЛК програмою.

Дискретні виходи

В даному проекті використовуються електромагнітні клапани та електропневматичні перетворювачі, що мають живлення 24В постійної напруги. Відповідно до алгоритму, що описаний в програмі на клемній колодці або з'являється або зникає управляючий сигнал цим самим відкриваючи або закриваючи ВМ, що під'єднані до модуля BMX DDO 1602.

Аналогові входи

В даному проекті використовуються датчики та перетворювачі з вихідним сигналом 4-20мА. Сигнал з датчиків та перетворювачів надходить на клемну колодку та потрапляє на АЦП модуля BMX AMM 0600. В залежності від написаної програми відбувається управління.

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Аналогові виходи

В даному проєкті використовуються частотний перетворювач та пневматичний клапан з електропневматичним перетворювачем з управляючим сигналом 4-20мА. Управляючі сигнали подаються до відповідних елементів від модуля ВМХ АММ 0600.

Інтерфейсні входи

Для моніторингу швидкості обертання двигуна конвеєра використано модуль ВМХ ЕНС 0200 на два універсальні канали, які можуть бути як входом так і виходом і використовувати різні інтерфейси зв'язку та приймати вхідні сигнали з датчиків. В даному проєкті до цього модуля під'єднано інкрементальний енкодер, сам модуль виконує роль лічильника імпульсів сигналів енкодера та дає значення кількості імпульсів за одиницю часу чим самим дає змогу вирахувати швидкість обертання двигуна для її регулювання за допомогою програми написаної в ПЛК.

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Під час розробки принципової електричної схеми було використано наступні компоненти:

- Пакетні вимикачі QF1-QF4 для вмикання або знеструмлення певних гілок з технічними засобами;
- Блок живлення БЖ для перетворення змінної напруги 220В в постійну напругу 24В для живлення датчиків, модулів розширення та ВМ.

В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК для нумерації окремих груп провідників використовуються наступні позначення:

- Для нумерації провідників по яких протікає змінна напруга використовуються числа, що починаються з 800 (800-816).
- Для нумерації провідників по яких протікає постійна напруга використовуються числа, що починаються з 900 (900-940).
- Для нумерації провідників в яких проходить вимірювальний сигнал від датчика до ПЛК використовуються числа, що починаються зі 100 (100-117).
- Для нумерації провідників по яких проходить сигнал від ПЛК до ВМ використовуються числа, що починаються з 200 (200-208).

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання рівня в машині

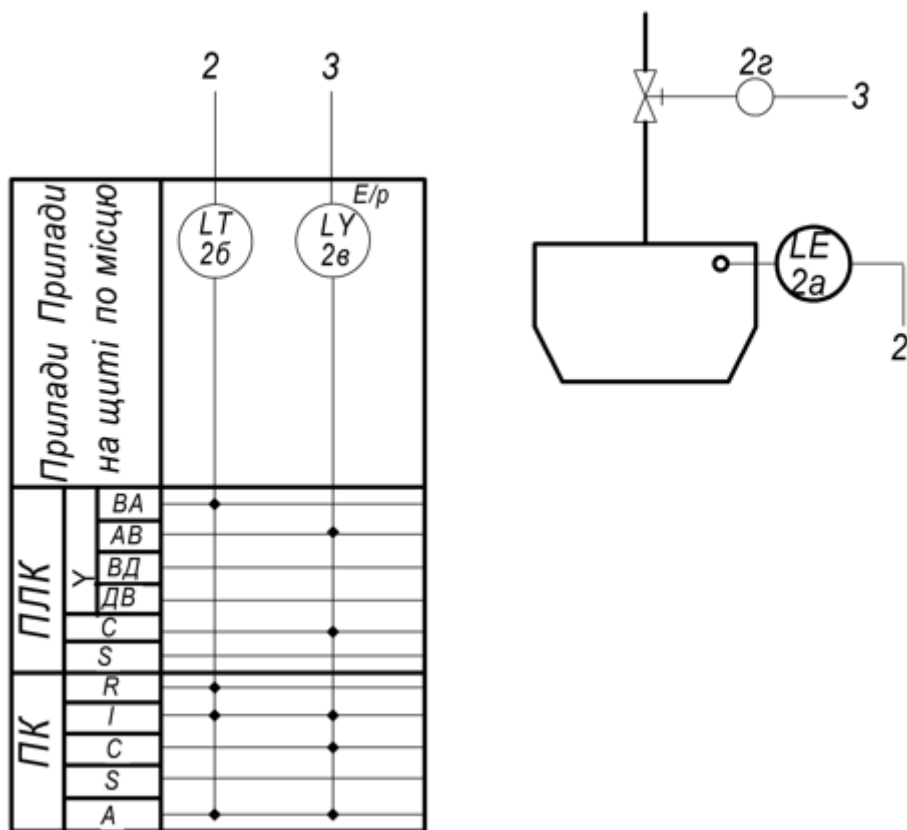


Рис. 3.2. Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання рівня в машині

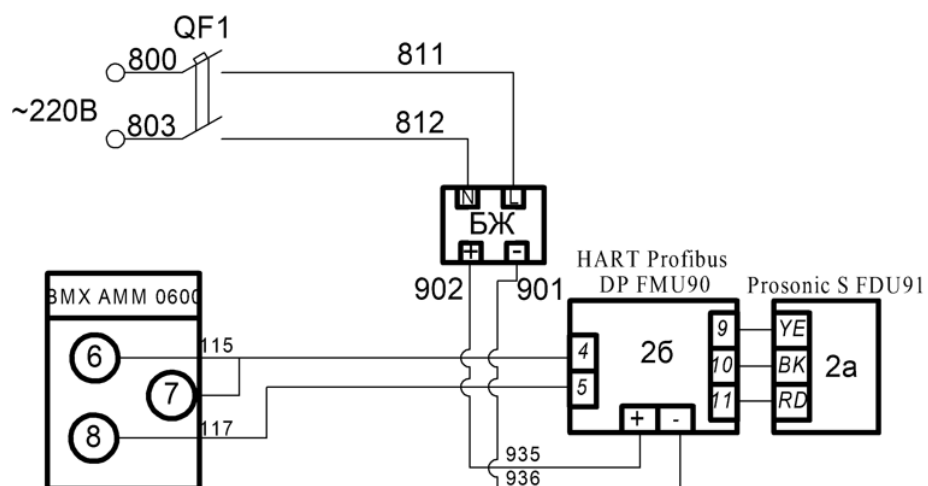


Рис.3.3 – Принципова розширена схема підключення ультразвукового датчика рівня Prosonic S FPD91 до модуля BMX AMM 0600

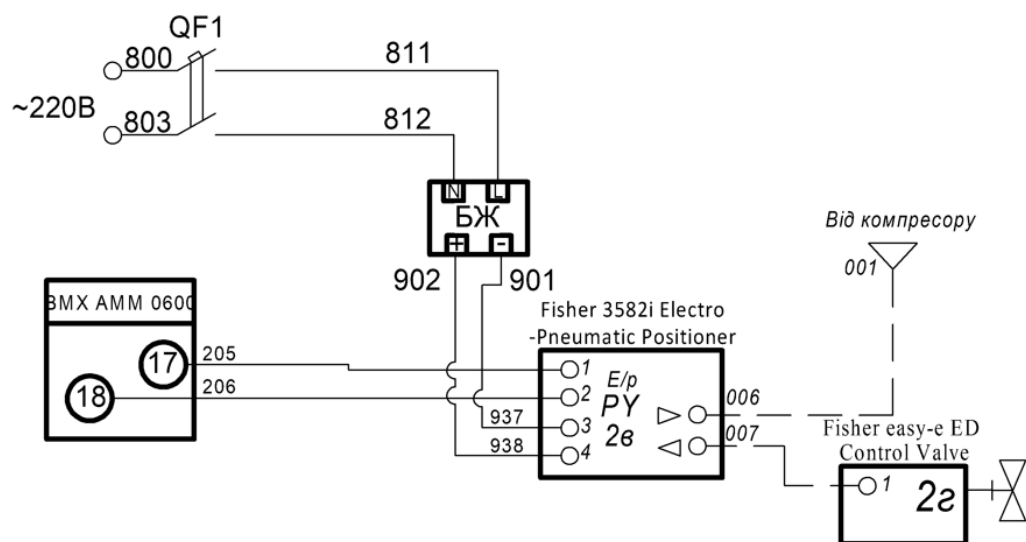


Рис.3.4 – Принципова розширена схема підключення Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner до модуля BMX AMM0600

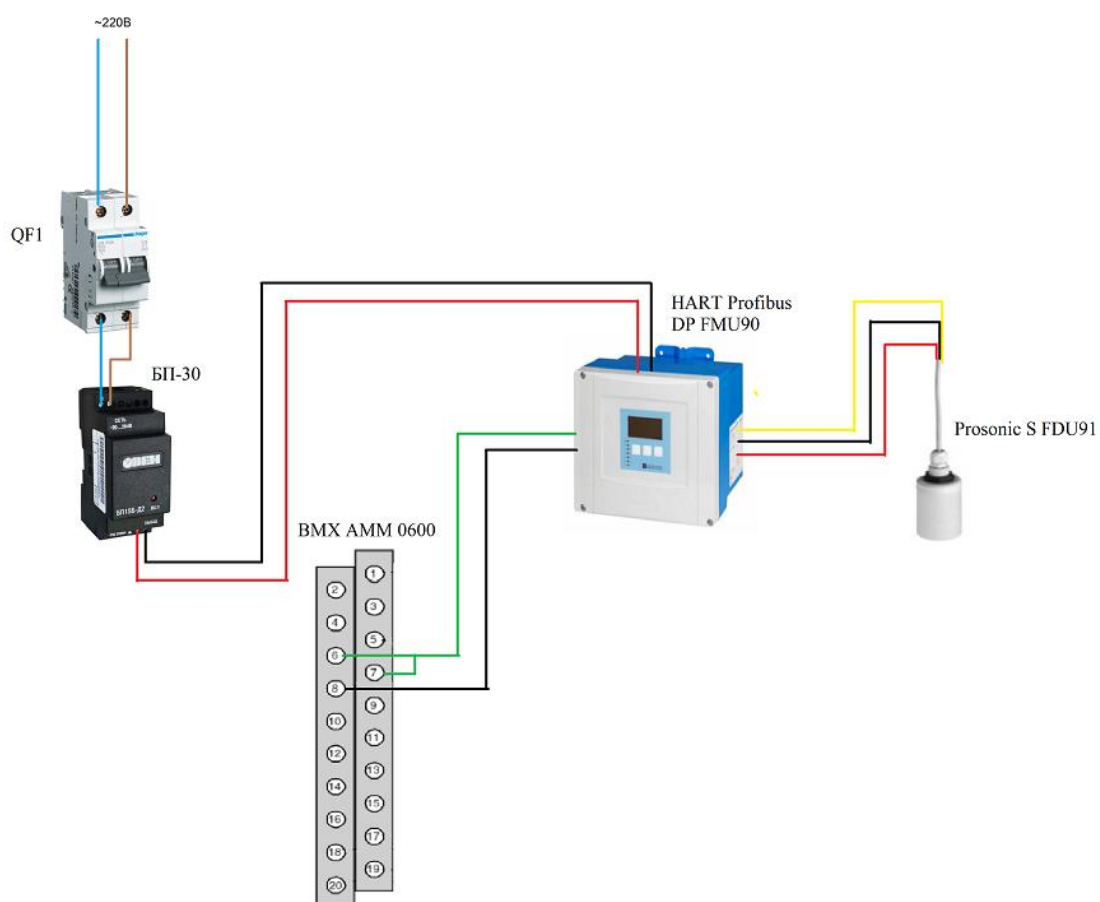


Рис.3.4 – Графічна схема підключення ультразвукового датчика рівня Prosonic S FPD91 до модуля BMX AMM 0600

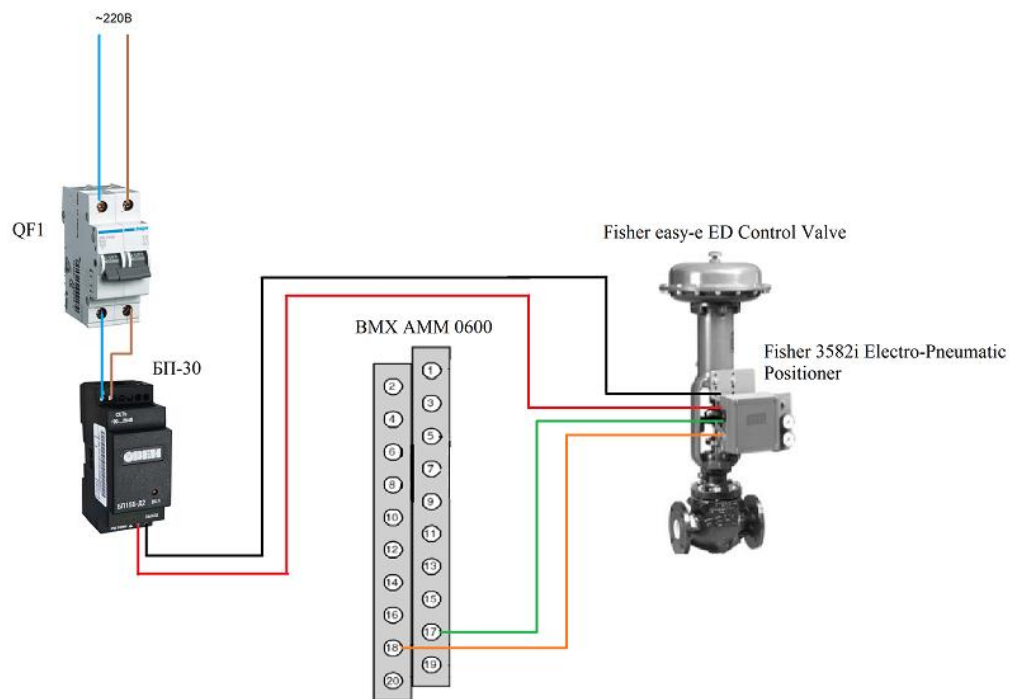


Рис.3.4 – Графічна схема підключення ультразвукового датчика рівня Fisher easy-e ED Control Valve до модуля BMX AMM 0600

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Рівень продукту в машині вимірюється за допомогою ультразвукового рівнеміра Prosonic S FPD91(Поз.2а), що підключений до перетворювача HART Profibus DP FMU90(Поз.2б) з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА, що підключається до аналогового входу модуля ВМХ АММ 0600.

Рівень регулюється за допомогою пневматичного клапана Fisher easy-e ED Control Valve(Поз.2г), що під'єднаний до електропневматичного перетворювача Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner(Поз.2в), що під'єднаний до аналогового виходу модуля ВМХ АММ 0600 і має вхідний сигнал 4-20мА.

Усі компоненти даного контуру регулювання живляться напругою 24В постійного струму, який надходить до них з блоку живлення БП-30(Поз.БЖ). Напруга на блок живлення подається через автоматичний вимикач QF1, який має вбудований захист по струму.

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Ультразвукові рівнеміри Prosonic S FDU91 призначені для безперервного вимірювання рівня в ємності. Принцип роботи ультразвукових рівнемірів полягає у вимірювання часу повернення хвилі. Датчик випромінює імпульси, які відбиваються від поверхні речовини в апараті і повертаються назад до випромінювача, після чого за допомогою вторинного перетворювача відбувається обрахунок значення рівня в залежності від часу повернення імпульсу.

Характеристики:

Робоча температура: -40...+80°C;

Робочий тиск: 0,7...4 Бар;

Похибка: +/- 2мм + 0.17% від значення виміру;

Макс. Значення вимірювання: 10м;

Харчування / Комунікація: 4х-провідна схема підключення (HART, Profibus DP);

Ультразвукові рівнеміри необхідно встановлювати в горі ємності у якій ведеться вимір рівня, окрім цього слід уникати встановлення датчику у місці притоку речовини до ємності також не можна встановлювати даний датчик під кутом. Також слід уникати встановлення датчика по центру ємності, рекомендована відстань від стінки ємності становить 1/6 діаметра ємності.

Під час встановлення датчика його нижня частина повинна знаходитися в середині ємності. Слід уникати можливості перетинів сигналів, тобто коли на шляху хвилі датчика встановлені інші імпульсні датчики рисунок 4.1.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрієнко Д.В.			Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Пупена О.М.					39	2
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка С.С.						

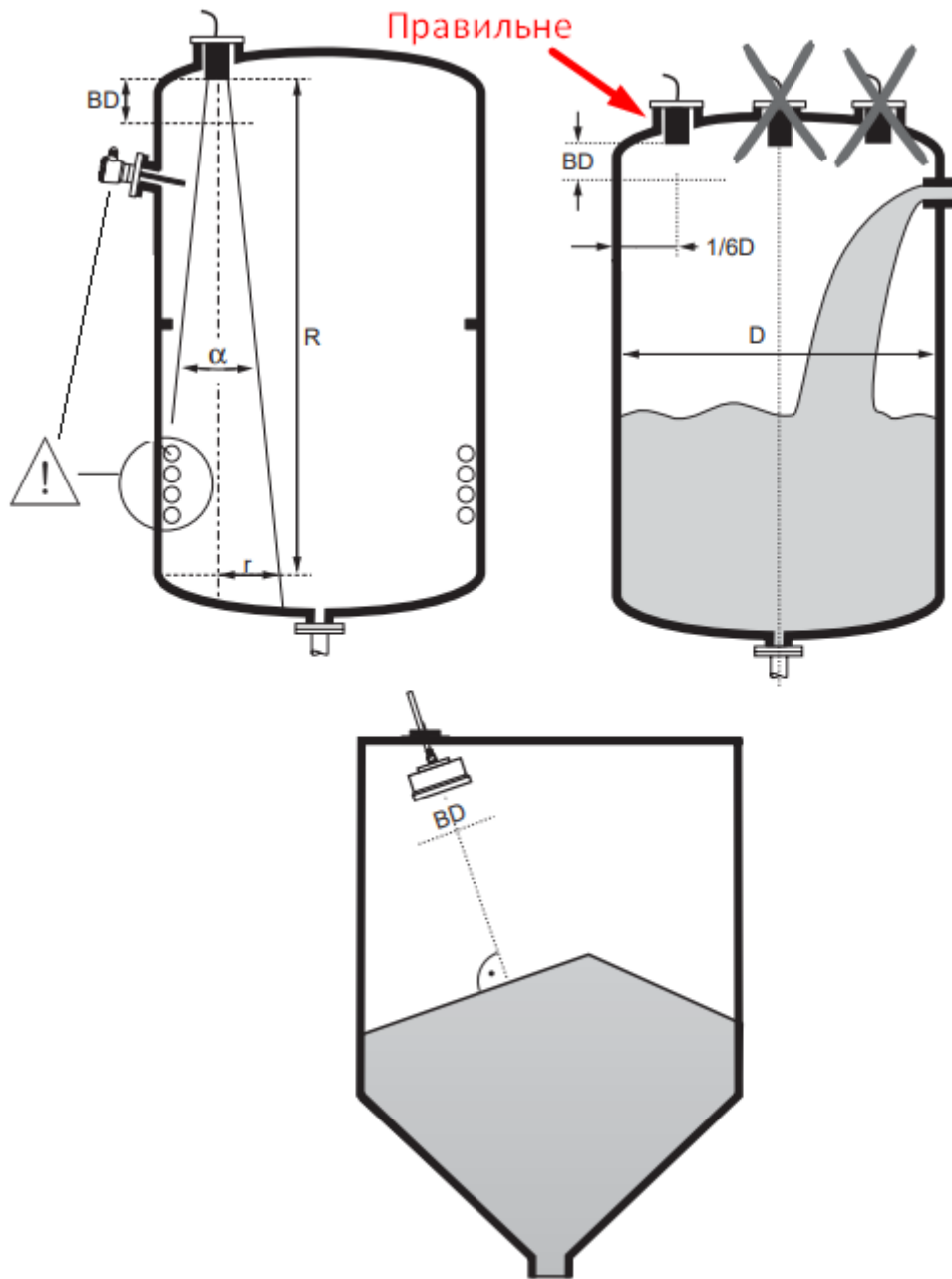
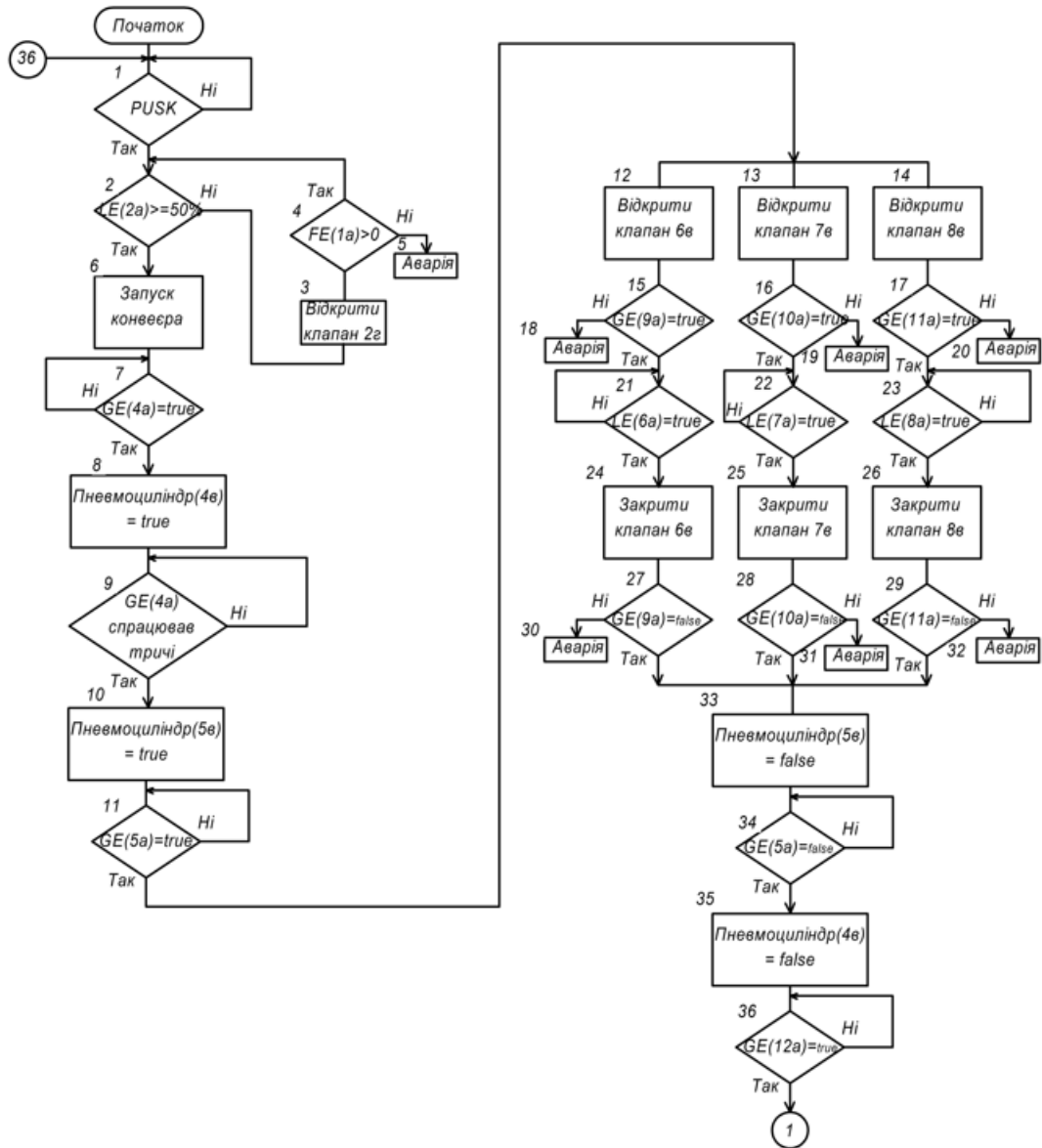


Рис. 4.1 – Приклади не правильного встановлення датчика

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

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

Процес розливу у ПЕТ пляшку відбувається за наступним алгоритмом:



Змінні програми представлені в таблиці 5.1

<i>Кваліфікаційна робота</i>																			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис																
Розроб.		Андрієнко Д.В.		Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку															
Перевір.		Пупена О.М.																	
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.																	
Секретар		Проскурка С.С.																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Літ.</td> <td style="text-align: center;">Арк.</td> <td style="text-align: center;">Акрушів</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">41</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">НУХТ АК-4-2ск</td> </tr> </table>										Літ.	Арк.	Акрушів				41	12	НУХТ АК-4-2ск	
Літ.	Арк.	Акрушів																	
	41	12	НУХТ АК-4-2ск																

Таблиця 5.1 – змінні програми користувача

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
bunk_wt.kl_2g	%QW0.2.5	Клапан набору рідини в апарат
bunk_wt.Le_2a	%IW0.2.1	Рівнемір ємності
rozliv.kl1	%Q0.4.0	Клапан розливу 1
rozliv.kl2	%Q0.4.1	Клапан розливу 2
rozliv.kl3	%Q0.4.2	Клапан розливу 3
rozliv.le_6a	%i0.3.0	Сигналізатор рівня в пляшці 1
rozliv.le_7a	%i0.3.1	Сигналізатор рівня в пляшці 2
rozliv.le_8a	%i0.3.2	Сигналізатор рівня в пляшці 3
rozliv.pn_4B	%q0.4.3	Пневмоциліндр на конвеєрі
rozliv.pn_5B	%q0.4.4	Пневмоциліндр, що опускає трубки в пляшки
fb_kl.kl1	%i0.3.5	Датчик протоку 1
fb_kl.kl2	%i0.3.6	Датчик протоку 2
fb_kl.kl3	%i0.3.7	Датчик протоку 3
fb_pc.pn_konv	%i0.3.9	Датчик зворотнього зв'язку пневмоциліндра 4B
fb_pc.pn_water	%i0.3.4	Датчик зворотнього зв'язку пневмоциліндра 5B
in_out.GE_4a	%i0.3.3	Датчик наявності пляшки на вході в апарат
in_out.GE_12a	%i0.3.8	Датчик наявності пляшки на виході
konv_in.Motor	%QW0.2.4	Сигнал на частотний перетворювач
konv_in.SE_3a	%ID0.1.0.12	Кількість імпульсів енкодера
bunk_wt.FE_1a	%IW0.2.0	Витратомір

Програма користувача складається з декількох підпрограм для кращої орієнтації та розподілення задач.

Окрім підпрограм також розроблений власний функціональний блок для зчитування помилок з клапанів.

Програма користувача складається з наступних підпрограм:

- conect;
- obert;
- Process;
- level_control;
- alarms;
- Fe_all;
- reg_kl.

Підпрограма conect написана на мові ST і призначена для прив'язки каналів вводу-виводу до створених структур. Лістинг програми показано на рисунку 5.1.

```

(*Набір рівня в бенкер*)
%QW0.2.5 := real_TO_int (IN := bunk_wt.kl_2g);
bunk_wt.Le_2a := int_to_real (IN := %IW0.2.1);

(*Клапани набору в пляшки*)
%Q0.4.0 := rozliv.kl1; %q0.4.1 := rozliv.kl2;
%q0.4.2 := rozliv.kl3; rozliv.le_6a := %i0.3.0; rozliv.le_7a := %i0.3.1; rozliv.le_8a := %i0.3.2;
%q0.4.3 := rozliv.pn_4B; %q0.4.4 := rozliv.pn_5B;
(*Зворотній зв'язок*)
fb_kl.kl1 := %i0.3.5; fb_kl.kl2 := %i0.3.6; fb_kl.kl3 := %i0.3.7;
fb_pc.pn_konv := %I0.3.9; fb_pc.pn_water := %i0.3.4;
in_out.GE_4a := %I0.3.3; in_out.GE_l2a := %I0.3.8;

```

Рис.5.1 – Підпрограма conect

Підпрограма obert написана на мові ST і призначена для регулювання значення швидкості конвеєра. Лістинг програми показано на рисунку 5.2.

```

%QW0.2.4 := real_TO_int (IN := konv_in.Motor); (*Привязка до вихода на частотний перетворювач*)
(*Реалізація датчика обертів двигунів транспортера*)
Sampletm_1(interval := t#1s); (*Дає імпульс раз в секунду*)
if Enc.EVT_COUNTER_VALUE >= 5000 then (*коли датчик спрацьовує до суми обертів за секунду додається 1*)
    sum1 := x + sum1;
end if;
if sampletm_1.Q then (*Коли спрацьовує генератор імпульсів сума множиться на 60 і обнуляється*)
    konv_in.speed := sum1 * 60;
end if;
if not sampletm_1.Q then
    sum1 := 0;
end if;

```

Рис.5.2 – Підпрограма obert

Підпрограма Process написана на мові ST і вона є основною програмою де іде виконання процесу. Лістинг основної програми:

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

(*умова початку роботи програми*)

PI_IN (PV := INT_TO_REAL (IN := konv_in.SE_3a), SP := Speed_kn,
MAN_AUTO := man_auto,

PARA := Para_kn, OUT := konv_in.Motor);(*параметри регулятора*)

sum_botle(cv := in_out.GE_4a); (*Прив'язка датчика наявності пляшки до
лічильна*)

if not pusK then

PI_IN(TR_S:=true);

end_if;

if alarm_kl then(*Дії основної програми у випадку будь-якої аварії*)

rozliv.kl1 := false;

rozliv.kl2 := false;

rozliv.kl3 := false;

bunk_wt.kl_2g := 0.0;

PI_IN(TR_I:=0.0);

PI_IN(TR_S:=true);

END_IF;

if not alarm_kl then

case Step_prog of (*Початок основної програми*)

0:

if PUSK and not STOP then

PI_IN(TR_S:=false);(*Вимкнення трекінгу*)

if sum_botle.cv = 1 then(*Якщо пройшла пляшка відкрити цилінтр на конвеєрі*)

rozliv.pn_4B := true;

end_if;

If sum_botle.cv >= 3 then(*Якщо три пляшки пройшло*)

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

PI_IN(TR_S:=true);

PI_IN(TR_I:=0.0);

sum_botle(r := true);

Step_prog := 1;

end_if;

end_if;

1:

sum_botle(r := false);

if rozliv.pn_4B then

rozliv.pn_5B := true;

if fb_pc.pn_water then

Step_prog := 2;

end_if;

end_if;

2:

rozliv.kl1 := true;

rozliv.kl2 := true;

rozliv.kl3 := true;

if fb_kl.kl1 and fb_kl.kl2 and fb_kl.kl3 and rozliv.kl1 and rozliv.kl2 and rozliv.kl3

then

Step_prog := 3;

end_if;

3:

if rozliv.le_6a then

rozliv.kl1 := false;

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

end_if;

if rozliv.le_7a then
    rozliv.kl2 := false;
end_if;

if rozliv.le_8a then
    rozliv.kl3 := false;
end_if;

if rozliv.le_6a and rozliv.le_7a and rozliv.le_8a then
    Step_prog := 4;
end_if;

4:

rozliv.pn_5B := false;

if not fb_pc.pn_water then
    rozliv.pn_4B := false;

    Step_prog := 5;
end_if;

5:

if not fb_pc.pn_konv then
    PI_IN(TR_S:=false);

    Step_prog := 0;
end_if;

end_case;

end_if;

```

Для регулювання рівня в машині розливу написана підпрограма level_control яка написана на мові ST. Підпрограму зображено на рисунку 5.3.

					Кваліфікаційна робота	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

```

SCALING_LE (IN := Int_to_real (in:=%IW0.2.1),
            PARA := LE_SCALE,
            OUT => bunk_wt.Le_2a);
PI_B_LE (PV := bunk_wt.Le_2a,
          SP := 100.0,
          MAN_AUTO := man_fe,
          PARA := PID_LE,
          TR_I := 0.0,
          OUT := bunk_wt.kl_2g);
if not pusk then
  PI_B_LE (TR_S := true);
end_if;
if pusk then
  if bunk_wt.Le_2a <= 50.0 then
    PI_B_LE (TR_S := false);
  end_if;
  else if bunk_wt.Le_2a >= 100.0 then
    PI_B_LE (TR_S := true);
  end_if;
end_if;

```

Рис.5.3 – Підпрограма level_control

Підпрограма alarms написана на мові FBD, призначена для моніторингу виникнення аварійних ситуацій. Підпрограму зображено на рисунку 5.4.

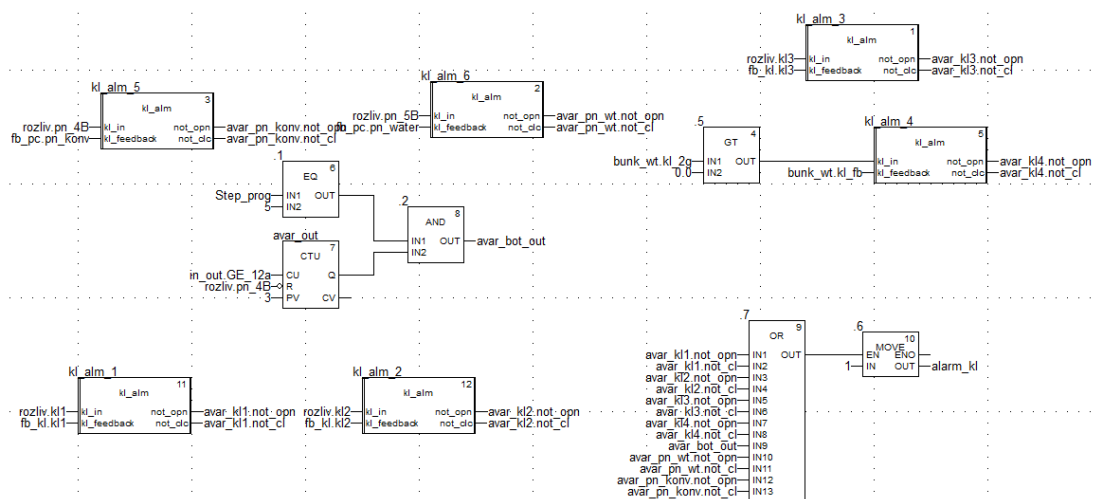


Рис.5.4 – Підпрограма alarms

Для реалізації даної підпрограми був розроблений функціональний блок який зображено на рисунку 5.5.

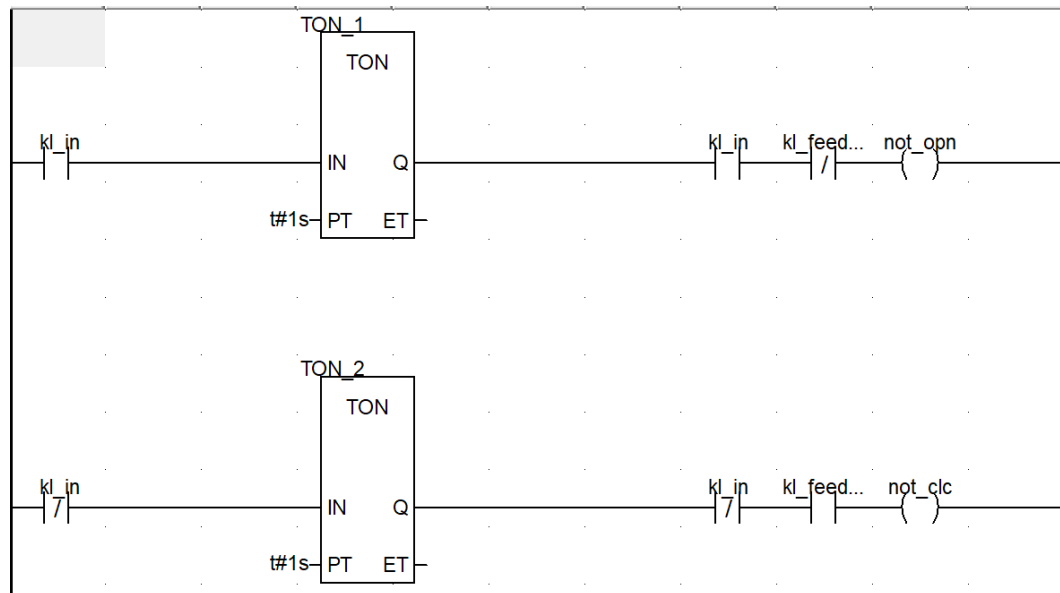


Рис.5.5 – Функціональний блок kl_alarm

Підпрограма reg_kl написана на мові FBD і призначена для ручного управління всіма клапанами системи. Підпрограма зображена на рисунку 5.6.

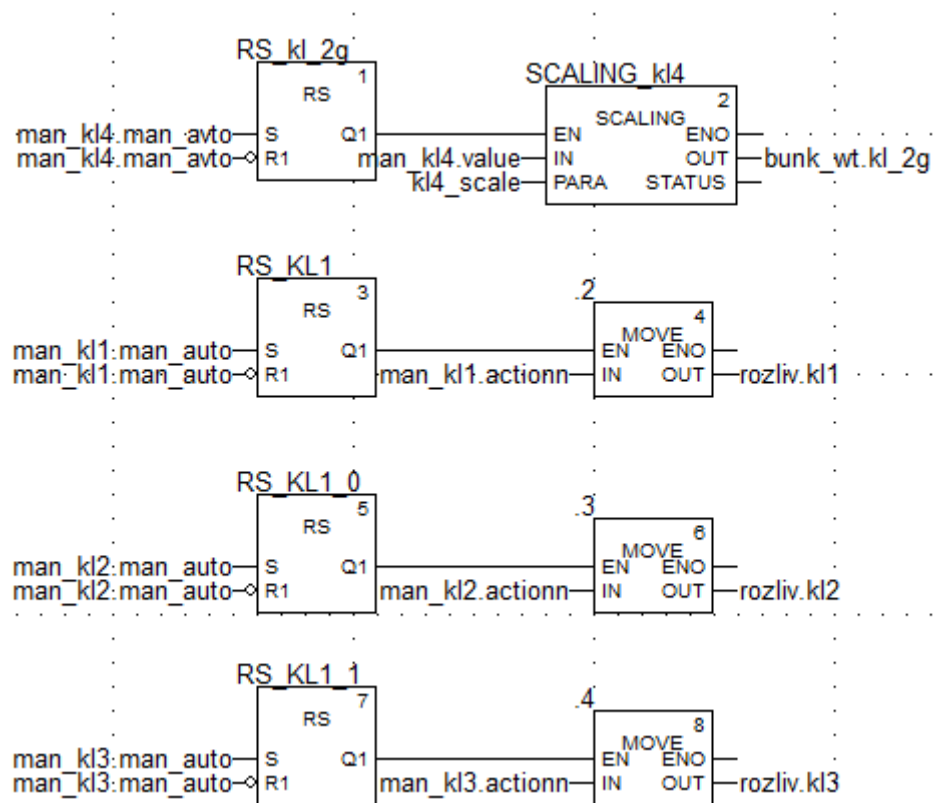


Рис.5.6 – Підпрограма reg_kl

Для перевірки роботи програми перед впровадженням програми на об'єкті було створено програму імітатор об'єкта. Також для імітації було створено функціональний блок для імітації рівня рис.5.7.

```

if kl le > 0.0 and le IN < 100.0 then
    le fz := le fz + 100;
end_if;
if kl 1 then
    le fz := le fz - 20;
end_if;
if kl 2 then
    le fz := le fz - 20;
end_if;
if kl 2 then
    le fz := le fz - 20;
end_if;

```

Рис.5.7 – Функціональний блок імітації рівня

Реалізацію імітації рівня показано на рисунку 5.8.

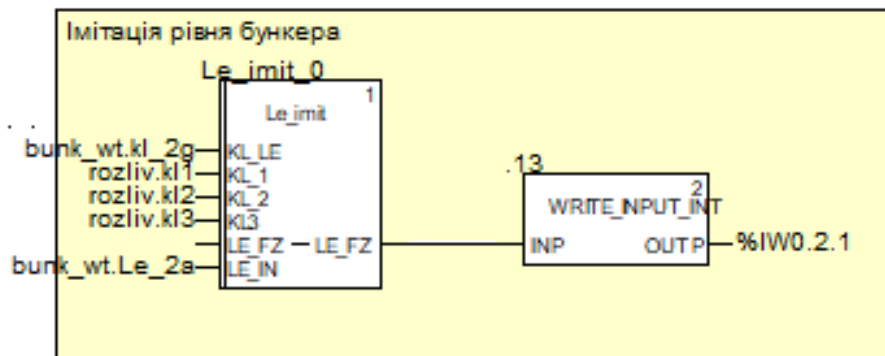


Рис.5.8 – Імітація рівня

Імітація датчиків кінцевого положення показано на рисунку 5.9.

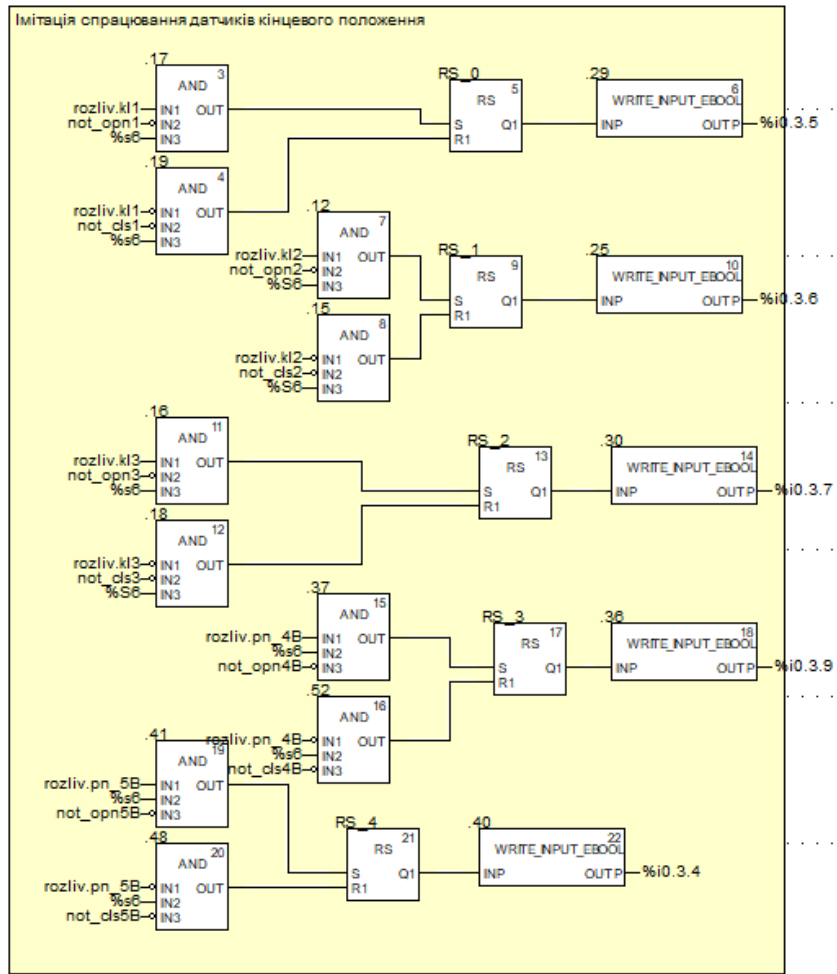


Рис.5.9 – Імітація датчиків кінцевого положення

Реалізацію імітації сигналу з енкодера показано на рисунку 5.10.

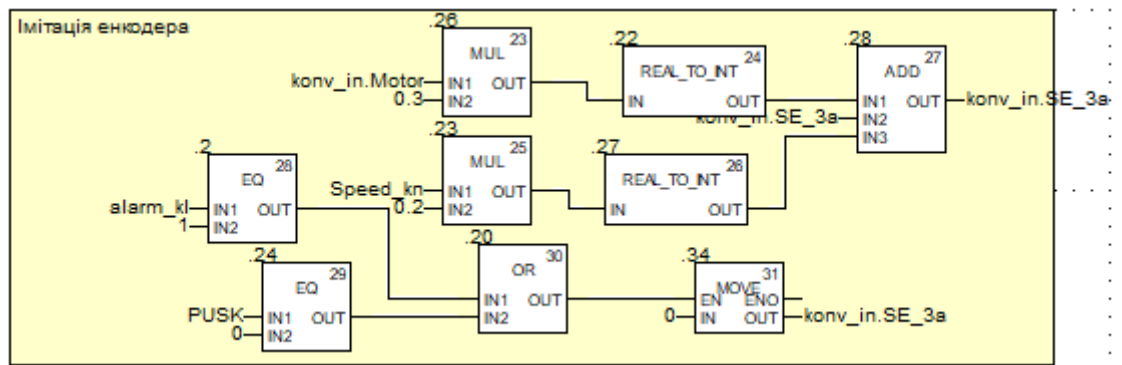


Рис.5.10 – Імітація сигналу з енкодера

Імітацію наповнення пляшок показано на рисунку 5.11.

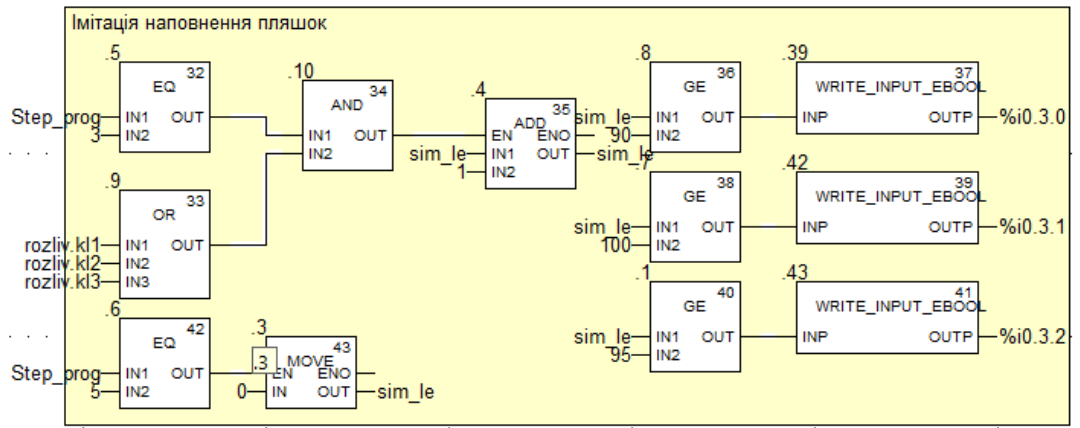


Рис. 5.11 – Імітація наповнення пляшок

Імітація датчиків 4а та 12а на конвеєрі показано на рисунку 5.12.

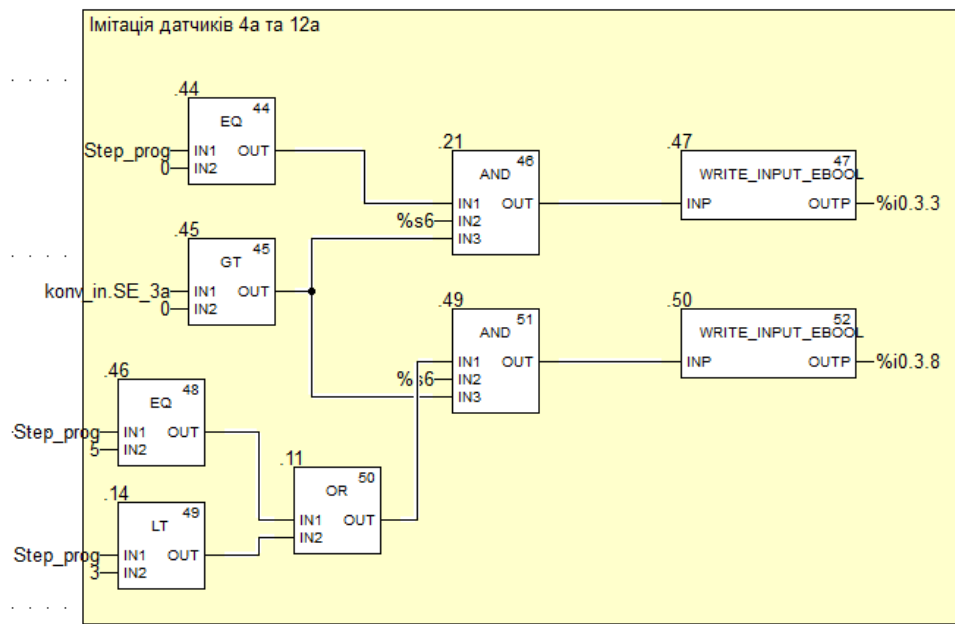


Рис.5.12 – Імітація датчиків 4а та 12а

Імітацію витратоміра показано на рисунку 5.13.

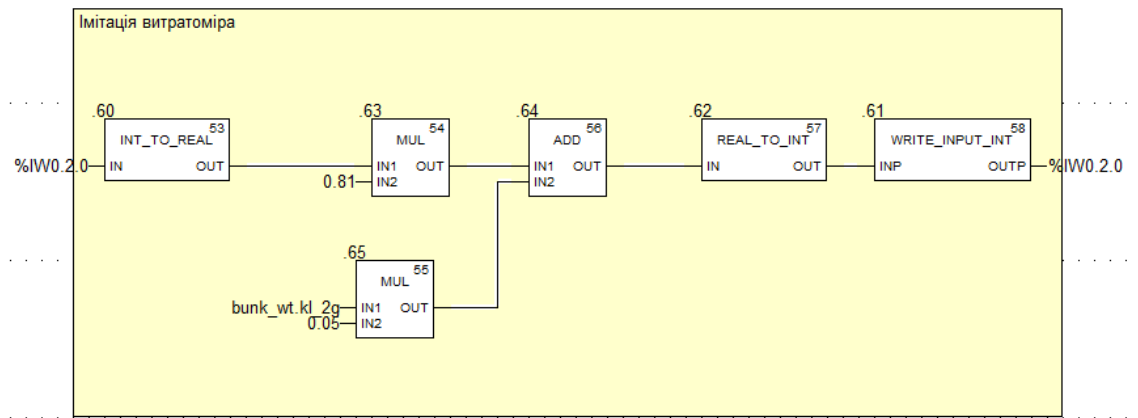


Рис.5.12 – Імітація витратоміра

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема процесу розливу в ПЕТ пляшки розроблена в SCADA-програмі Citect SCADA 2018 R2. Опис змінних для SCADA-програми наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Опис змінних для SCADA-програми.

Ім'я тегу	Адреси	Тип даних	Мін. Вхідне значення	Макс. Вхідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. Значення в одиницях виміру
PUSK	%M100	DIGITAL	0	1	0	1
STOP	%M101	DIGITAL	0	1	0	1
kl1_not_opn	%MW150.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl1_not_cls	%MW151.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl2_not_opn	%MW107.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl2_not_cls	%MW108.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl3_not_opn	%MW109.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl3_not_cls	%MW110.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl4_not_opn	%MW154.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl4_not_cls	%MW155.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn4B_not_opn	%MW111.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn4B_not_cls	%MW112.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn5B_not_cls	%MW113.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn5B_not_opn	%MW114.0	DIGITAL	0	1	0	1
le_2a	%MW100	REAL				
kl_2g	%MW102	REAL				
kl_2_fb	%MW104.0	DIGITAL	0	1	0	1
fe_1a	%MW105	REAL				
fb_kl1	%MW115.0	DIGITAL	0	1	0	1
fb_kl2	%MW116.0	DIGITAL	0	1	0	1
fb_kl3	%MW117.0	DIGITAL	0	1	0	1
fb_pn_konw	%MW118.0	DIGITAL	0	1	0	1
fb_pn_wt	%mw119.0	DIGITAL	0	1	0	1
ge_4a	%MW120.0	DIGITAL	0	1	0	1

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрієнко Д.В.			<i>Розробка системи автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Пупена О.М.					53	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

ge_12a	%mw121.0	DIGITAL	0	1	0	1
se_3a	%MW122	INT	0	5000	0	5000
motor_out	%mw123	REAL	0.0	10000.0	0.0	1000.0
speed	%MW125	INT	0	1000	0	1000
man_avto_m1	%m103	DIGITAL	0	1	0	1
man_avto_kl2	%m102	DIGITAL	0	1	0	1
kl1_man_avto	%MW126.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl1_action	%MW127.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl2_man_avto	%MW128.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl2_action	%MW129.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl3_man_avto	%MW130.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl3_action	%MW131.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl4_man_avto	%MW132.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl4_action	%MW133	REAL	0.0	100.0	0.0	100.0
pn_konv_avto	%MW136.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn_konv_action	%MW137.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn_wt_avto	%MW138.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn_wt_action	%MW139.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl1	%MW140.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl2	%MW141.0	DIGITAL	0	1	0	1
kl3	%MW142.0	DIGITAL	0	1	0	1
le_6a	%MW143.0	DIGITAL	0	1	0	1
le_7a	%MW144.0	DIGITAL	0	1	0	1
le_8a	%MW145.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn_4b	%MW146.0	DIGITAL	0	1	0	1
pn_5b	%MW147.0	DIGITAL	0	1	0	1
ust_speed	%MW148	REAL	0.0	1000.0	0.0	1000.0
skip_avar	%M105	DIGITAL	0	1	0	1

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема технологічного процесу призначена для моніторингу процесу з АРМ оператора, а також для внесення ручних дій при виникненні аварійних ситуацій.

Головне вікно мнемосхеми оператора зображене на рисунку 6.1.

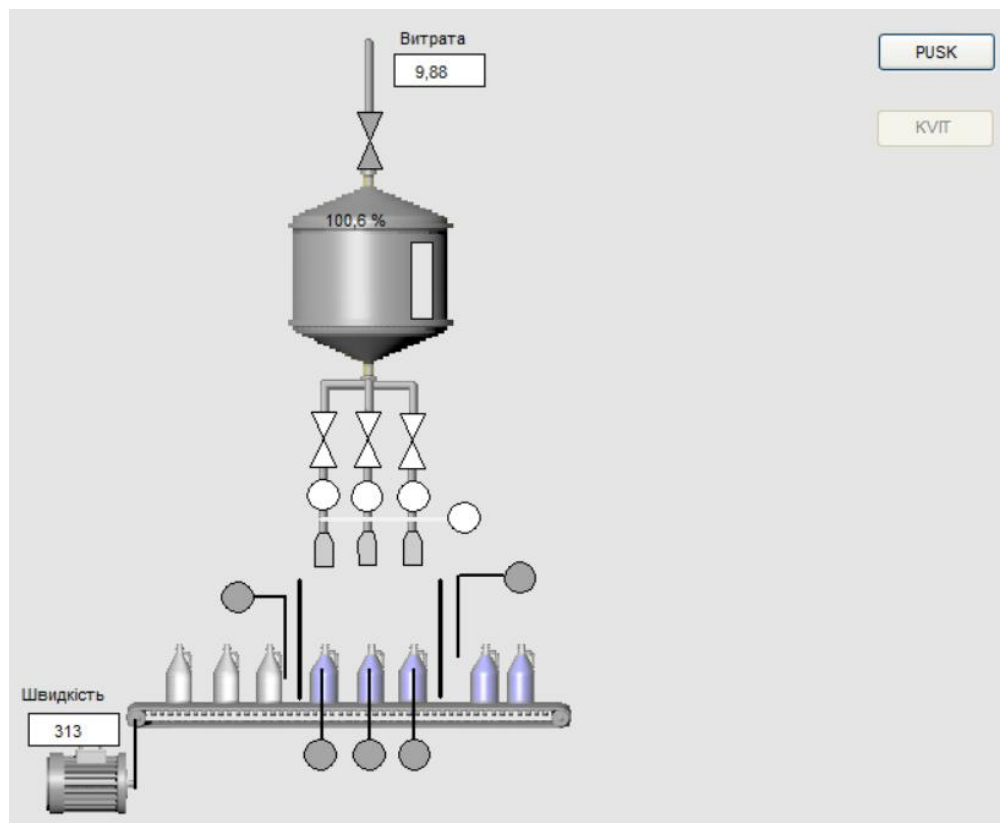


Рис.6.1 – Головне вікно мнемосхеми технологічного процесу

Також для ручного заданні управляючої дії клапанів розроблене окреме вікно, яке зображене на рисунку 6.2.

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

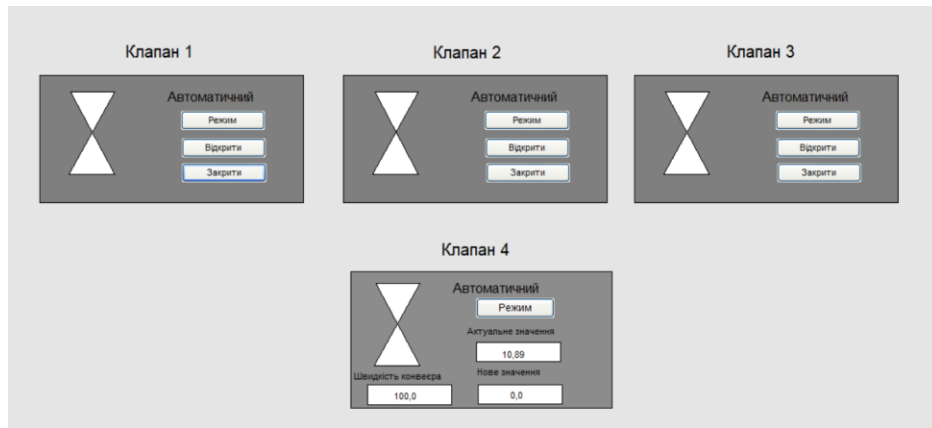


Рис.6.2 – Сторінка ручного управління

Усі тривоги відображаються на окремій сторінці а також у верхній частині екрану, як зображено на рисунку 6.3.

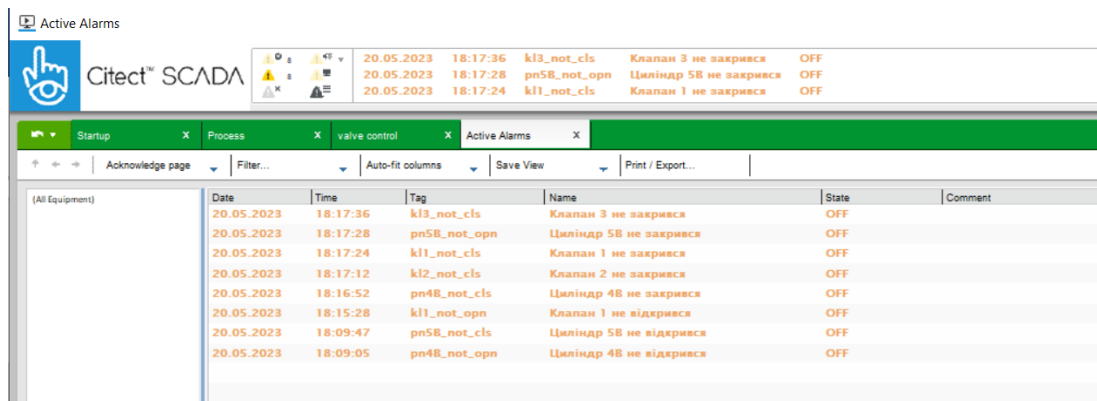


Рис.6.3 – Сторінка тривог та подій

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку.

В даній системі було використано програмований логічний контролер (ПЛК), та інші сучасні засоби автоматизації. Для системи автоматизованого керування машиною розливу в ПЕТ пляшку було використано ПЛК Schneider Electric M340. Для візуалізації процесу було використано програмне забезпечення Citect SCADA R2 2018.

Розроблена система автоматизованого керування машини розливу в ПЕТ пляшку дає можливість знизити витрати на собівартість продукт, збільшити об'єм виготовленої продукції та зменшенням аварійних ситуацій за рахунок розробленого програмного забезпечення та зворотного зв'язку.

Розроблена система може використовуватись в різних галузях промисловості покращуючи процес розливу за рахунок його автоматизації.

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

Список використаної літератури

1. Ультразвуковий рівнемір Prosonic S FDU91 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://trigla.net.ua/ua/p22796746-ultrazvukovoj-urovner-prosonic.html>.
2. Operating Instructions Prosonic S FMU90 PROFIBUS DP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://portal.endress.com/dla/5001130/9808/000/08/BA00292FEN_1621.pdf.
3. PRK18B.T2/4P-M12 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.svaltera.ua/catalog/datchiki_prozrachnykh_obektov/8484.php.
4. SITRANS F US SONOFLO [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.eleten.com.ua/SITRANS_F_US_SONOFLO.html.
5. Fisher easy-e ET Control Valve [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.transmittershop.com/products/fisher-easy-e-et-control-valve/>.
6. Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.transmittershop.com/products/fisher-3582i-electro-pneumatic-positioner/>.
7. Датчик CR18-8DN [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.svaltera.ua/catalog/774/138.php>.
8. GAMA 2W-20 N.C. 3/4" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://goodmax.com.ua/ru/product/elektromagnitnyj-klapan-gama-2w-20-nc-34-0---10-bar?gclid=Cj0KCQiAjbAgBhD3ARIsANRrqEv6IM80S7ekf_-Wqo_mfLmDd6WZ6D_AclzLkfvQPXHmrBtPNFYroNEaAkqVEALw_wcB.
9. Пневматический цилиндр ISO 6432 IAS 20x60-S [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://armatura.net.ua/ru/copy_copy_pnevmatychnyi-tsyindr-iso-6432-ias-20x40-s/.
10. Пневмо-розподілювач 4V210-08B 24В [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uamper.com/4V210-08B-pneumatic-valve-220V-ac>.

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

11. Інкрементальний оптичний енкодер ARC В 50, порожнистий вал [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://asu-tp.shop/ua/p1463836035-inkrementalnyj-opticheskiy-encoder.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjw_YShBhAiEiwAMomsEKapphafQnyRr_FJ5ubX1vkPMJjJABA4RAZtCrQVICpD0z4v1pmUixoCmssQAvD_BwE.
12. Частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SFA [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://atmic.ua/chastotnye-preobrazovateli/chastotnyi-preobrazovatel-lenze-esmd371x2sfa>.
13. Кінцевий індуктивний датчик LJ12A3-4-Z/BX NPN ЧПУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://evse.com.ua/kontsevoj-induktivnyj-datchik-lj12a3-4-z-bx-npn-chpu?gclid=Cj0KCQiAjbagBhD3ARIsANRrEqEv3JR7IjhnaT3HFQvIGnb60wpOp2g9xX_SdWinnUr_kS55UboG19lgaAi5rEALw_wcB.
14. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
15. 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/>.
16. 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/>.

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