

**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)

«04» червня 2024 р.

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

«04» червня 2024 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 автоматизації процесу пакування ліків

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

_____ ШИМОТЮК Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ ПРОСКУРКА Євген Сергійович
(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 _____ Михайло ГРАМА
(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 – 2024 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

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

ШИМОТЮКУ Сергію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу пакування ліків

керівник роботи ст. викл. ПРОСКУРКА Євген Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2024 р. №279-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 2024 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 15 квітня 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 Сергій ШИМОТЮК

_____ (підпис)

Керівник роботи Євген ПРОСКУРКА

_____ (підпис)

Анотація

У даному кваліфікаційному проекті описується створення системи автоматизованого пакування ліків, а саме розлив лікарських рідин в різні ємності такі як флакони, ампули і ПЕТ-пляшки. У кваліфікаційній роботі викладено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизацію, схему автоматизації, специфікацію технічних засобів, монтажну схему тех. засобу Prosonic S FDU 91, схеми підключення датчиків і виконавчих механізмів до ПЛК, а також розширені схеми підключення. Розроблено алгоритм і програму управління машиною. Програма реалізована для ПЛК M340, виробник - Schneider Electric. Мнемосхема процесу розливу лікарських рідин розроблена в програмному середовищі Citect SCADA.

Ключові терміни: M340, Citect SCADA, датчик Prosonic, розлив лікарських засобів, пакувальна машина.

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

Annotation

This qualification project describes the creation of an automated drug packaging system, namely the filling of medicinal liquids into various capacity such as vials, ampoules and PET bottles. The qualification work contains a description of the technological process, tasks for the automation system, the automation scheme, the specification of the technical means, the assembly diagram of the technical equipment. tool Prosonic S FDU 91, connection diagrams of sensors and actuators to the PLC, as well as extended connection diagrams. An algorithm and a machine control program have been developed. The program is implemented for PLC M340, manufacturer - Schneider Electric. The mnemonic diagram of the process of bottling medicinal liquids was developed in the Citect SCADA software environment.

Keywords: M340, Citect SCADA, Prosonic sensor, Medicine bottling, packaging machine.

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

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	12
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	12
2.2 Схема автоматизації	25
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	29
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	29
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролераю	29
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	35
3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	36
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	40
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	44
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	52
Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	52
Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	54
Висновки	57
Список використаної літератури	58

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

Вступ

Упаковка лікарських засобів, особливо лікарських рідин в ємності відіграє ключову роль у фармацевтичній промисловості, де кожен етап виробництва має вирішальне значення для забезпечення якості, ефективності та безпеки медикаментів. Відповідно до вимог стандартів та нормативів, правильний розливлікарських рідин у відповідні ємності вимагає не лише високоточного обладнання, але й глибокого розуміння характеристик і властивостей самого препарату.

Розлив лікарських розчинів, емульсій та інших рідинних форм є складним технологічним процесом, що вимагає поєднання технічної експертизи, наукових знань та строгого контролю якості. Під час цього процесу важливо забезпечити не лише точність дозування, але й уникнути контамінації та зберегти стабільність медикаменту протягом усього його терміну придатності.

Попри технологічну складність, процес розливу лікарських рідин має велике практичне значення для забезпечення належної дозованої форми медикаменту, що дозволяє пацієнтам з легкістю та точністю отримувати необхідну дозу лікувального засобу. Таким чином, вивчення цього процесу в контексті його впливу на якість та ефективність лікарських засобів є актуальним та важливим завданням для фармацевтичної індустрії.

У даному дипломному проекті ми поглибимо наше розуміння процесу упаковки лікарських рідин в ємності, вивчаючи різні аспекти технології розливу та її вплив на якість та безпеку медичних засобів. Крім того, ми розглянемо сучасні тенденції у цій області та можливі шляхи оптимізації процесу з метою поліпшення результатів та задоволення потреб споживачів.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

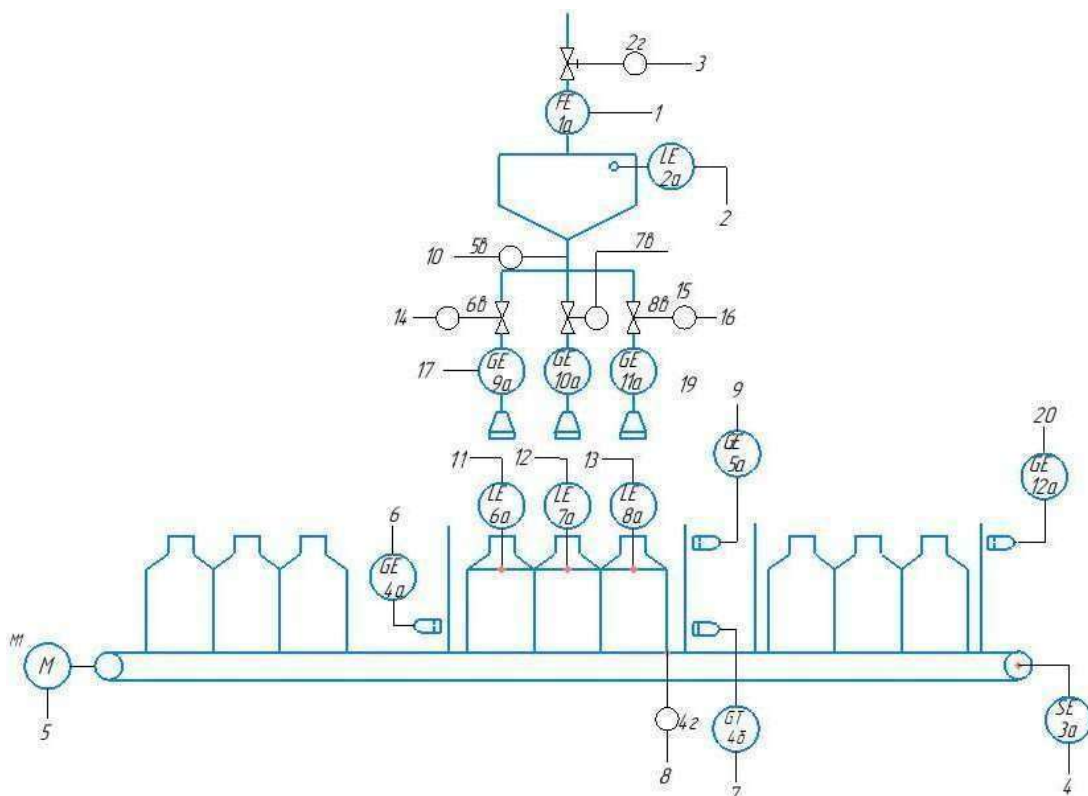
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

На перший погляд, пакування ліків, а саме, розлив лікарських рідин в флакони, ампули та інші ємності, може здатися простим етапом у виробництві, проте це ключовий етап, що вимагає великої уваги до деталей.



Завдяки автоматизованій сисемі виробництва можливе значне збільшення обсягів виробництва, але разом із цим зростають і вимоги до контролю за процесом. Ускладнення системи потребує ретельного планування та вдосконалення систем контролю, щоб забезпечити ефективну та безперебійну роботу.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шимотюк С. О.			Розробка системи автоматизації процесу пакування ліків	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					8	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Технологічна схема машини розливу у флакони, яка відображена на рисунку надає зрозумілий вигляд на розташування всіх необхідних елементів, включаючи датчики та вузли управління. Це дозволяє операторам та технічному персоналу краще розуміти процес роботи машини та вчасно втручатися у випадку будь-яких неполадок або несправностей.

На цій схемі зображено модель машини розливу, вказаний напрямок руху сировини та розташування датчиків і виконавчих механізмів. Технологічна схема надає корисну інформацію про розміщення елементів системи та послідовність технологічного процесу. Автоматизована машина для розливу лікарських рідин у флакони, що представлена на рисунку 1.1, працює за таким алгоритмом.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку перевіряється наявність лікарської рідини у ємності для розливу. Якщо рівень цієї рідини вище мінімального, машина починає роботу, в іншому випадку, відкривається клапан для наповнення ємності до максимального рівня. Моніторинг рівня витрати рідини здійснюється за допомогою спеціального приладу - витратоміра. Порожні пляшки подаються на вхід машини по конвеєру. Коли пляшки досягають місця для розливу, спрацьовує безконтактний датчик наявності. При першому спрацьовуванні датчика, сигнал подається на пневмоциліндр, що блокує вихід з апарату, тим самим розміщуючи пляшки в потрібному місці.

Коли тричі спрацьовує датчик на вході апарату, конвеєр зупиняється, і трубки для наповнення опускаються у середину пляшок за допомогою пневмоциліндра. Після цього, при спрацьованні датчика кінцевого рівня відкриваються клапани для наповнення пляшок, і коли рівень рідини досягає необхідного рівня, спрацьовують сигналізатори рівня і клапани закриваються. Після цього подається сигнал на пневмоциліндр для вилучення трубок з пляшок, і коли датчик кінцевого положення дає сигнал, що трубки вже вийняті, пневмоциліндр розблоковує вихід і запускає конвеєр, щоб наповнені пляшки вийшли з машини.

На кожному етапі проходження процесу ведеться контроль за виникненням аварійних ситуацій. Для цього на клапанах і пневмоциліндрах встановлені датчики кінцевого положення, а на конвеєрі — датчик обертів, для контролю швидкості обертання конвеєру.

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролюючого управління	Засоби управління та контролю реалізації	Додаткові умови
1	Конвеєр	Швидкість подачі	6000 од/год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун конвеєра	
		Контроль наявності пляшки	Є/нема	Контроль	Відображення реєстрація	АРМ оператора Щит управління	На виході з апарату
2	Блок розливу	Контроль наявності пляшки	Є/нема	Контроль	Відображення реєстрація	АРМ оператора Щит управління	На вході апарату
		Вирівнювання пляшок	Вімк/Вимк	Управління	Стан	Вплив на пневмоциліндр	
		Контроль трубок наповнення	Опущені / Підняті	Управління	Стан	Вплив на пневмоциліндр	
		Наповнення пляшок	Вімк/Вимк	Управління	Стан	Вплив на клапани наповнення	
		Контроль рівня в пляшках	100%	Контроль	Відображення реєстрація	АРМ оператора Щит управління	За допомогою сигналізаторів рівня
3	Ємність з рідиною	Рівень в ємності	10-100%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління	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)

Для того щоб визначити швидкість обертання двигуна конвеєра використано інкрементальний оптичний енкодер ARC В 50 (Рис. 1).



Рис. 1 – Вигляд енкодера ARC В 50

Характеристики:

- Тип вихідного сигналу: Push-Pull, TTL, HTL, HPL, OCL.
- Діаметр корпусу 50
- Роздільна здатність від 60 до 5000 імпульсів
- Діаметр вала 6 мм, 8 мм або 10 мм
- Ступінь захиту IP: 54;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шимотюк С. О.			Розробка системи автоматизації пакування ліків	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					12	17
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Для частотного регулювання швидкості обертання двигуна конвеєра використано частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SF A (Рис. 2).



Рис. 2 – Частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SF A

Характеристики:

- Номінальна потужність: 0,37 кВт.
- Струм перетворювача: Вхідний 5,0А / Вихідний 2,4А
- Напруга живлення: Однофазна 220В
- Програмний модуль ЕРМ здатний забезпечувати оперативне програмування, і навіть надійну роботу устаткування. Є й убудований регулятор ПД.

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

Для контролю занурення трубок наповнення в пляшки було використано індуктивний безконтактний датчик кінцевого положення LJ12A3-4-Z/BX NP (Рис. 3) що реагує на наближення металевих предметів до його чутливого елемента.



Рис. 3 – датчик наближення LJ12A3-4-Z/BX

Характеристики:

- Робоча напруга - 6...36 В
- Максимальний вихідний струм - 200 мА
- Відстань виробництва - 4 мм
- Розміри - 65x12 мм
- Довжина дротів - 1 м

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

Для перетворення електричного сигналу в пневматичний для керування пневмоциліндрами використовується пневмо-розподільвач 4V210-08В 24В (Рис. 4). В датчику вбудований світлодіод, що під час роботи загоряється. Датчик може використовуватися для різних завдань таких як кінцевий вимикач, лічильник, безконтактна заміна геркона та інші.



Рис. 4 – пневмо-розподільвач 4V210-08В 24В

Характеристики:

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

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

Електромагнітний клапан, що використовує електромеханічний принцип дії для регулювання (відкриття і перекриття) потоку робочого середовища. Найбільш поширеним є соленоїдний електромагнітний клапан. В нашому випадку електромагнітний клапан GAMA 2W-20 N.C. 3/4"(Рис 5). використовується для наповнення пляшок рідиною



Рис. 5 – Електромагнітний клапан GAMA 2W-20 N.C. 3/4"

Характеристики:

- Вид клапана нормально закритий
- Напруга 12VDC, 24VDC, 220VAC
- Тип приєднання муфтове
- Приєднувальні розміри; DN ДУ 20
- Ступінь захисту IP65
- Мінімальний робочий тиск 0 бар
- Матеріал корпусу латунь
- Температура – 10 + 80 °С

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

Для наповнення пляшок та їх контролю позиційно використані пневмоциліндри односторонньої дії ISO 6432 IAS 20x60-S (Рис. 6)



Рис. 5 – Електромагнітний клапан GAMMA 2W-20 Н.3. 3/4"

Характеристики:

- Матеріал корпусу нержавіюча сталь AISI 304
- Діаметр гільзи 20
- Мінімальний робочий тиск 0.1 бар
- Мінімальна температура навколишнього середовища -20
- Матеріал штока нержавіюча сталь
- Максимальний робочий тиск 15 бар

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

Для регулювання подачі рідини до машини розливу використовується пневмоклапан Fisher easy-e ED Control Valve (Рис. 7). Цей однопортовий регулюючий клапан має збалансовану конструкцію плунжера клапана, напрямну клітку та посадку «метал-метал» для всіх загальних застосувань у широкому діапазоні перепадів тиску та температур процесу.



Рис. 7 – регулюючий клапан Fisher easy-e ED Control Valve

Характеристики:

- Сертифікати SIL capable, Fugitive Emission, NACE
- Характеристики потоку: Рівновідсотковий, лінійний,
- Матеріал Вуглецева сталь, нержавіюча сталь, сплав
- Робоча температура Висока температура
- Клас тиску PN, ASME

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

Регулюючий клапан Fisher easy-e ED Control Valve йде в комплекті з електропневматичним перетворювачем Fisher 3582i ElectroPneumatic Positioner (Рис 7.1), який має живлення 24В постійного струму з вихідним сигналом 4-20мА.



Рис. 7 – регулюючий клапан Fisher easy-e ED Control Valve

Характеристики:

- Протокол зв'язку 4-20 мА, аналоговий
- Інтерфейс даних Wired
- Вхідний сигнал Електричний
- Тип монтажу навісний

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

Для контролю рівня в пляшках, контролю клапанів наповнення використовуються ємнісні безконтактні датчики CR18-8DN (Рис 8).



Рис. 8 – Датчик ємнісний CR18-8DN

Характеристики:

- Напруга живлення 12-24 VDC
- Температура навколишнього середовища -25...70 °C
- Тип виходу NPN
- Відстань спрацьовування 8mm
- Розміри давача діаметр 18мм L=71.5

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

Для контролю наявності пляшки було використано датчик для виявлення прозорих пластикових або скляних пляшок PRK18B.T2/4PM12 (Рис. 9). Датчик зазвичай використовується для визначення прозорих об'єктів - пластикової і скляної тари, плівок до 20 мкм.



Рис. 9 – Електромагнітний клапан PRK18B.T2/4PM12

Характеристики:

- Габаритні розміри, В x Ш x Г, мм 47x32.5x15
- Маса 60 гр.
- Матеріал Нікельований метал
- Тип виходу PNP
- Нормальний стан виходу NO+NC
- Відстань спрацьовування 4.8 м

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

SITRANS F US SONOFLO - це ультразвуковий вимірювач потоку, який використовується для вимірювання об'ємного потоку рідин у трубопроводах. Він може бути використаний в різноманітних промислових застосуваннях, таких як нафтогазова промисловість, хімічна промисловість, водопостачання та водовідведення, енергетика та інші.

В нашому випадку для моніторингу витрати рідини використовується ультразвуковий витратомір SITRANS F US SONOFLO. (Рис. 10)



Рис. 10 – ультразвуковий витратомір SITRANS F US SONOFLO

Характеристики:

- Діапазон робочих температур: -40°C до $+200^{\circ}$
- Діапазон робочого тиску: від 0 до 40 бар
- Діаметр трубопроводу: від 10 мм до 3 м і більше.
- Точність вимірювання: зазвичай в межах від $\pm 0,5\%$ до $\pm 1\%$
- Вбудовані виходи: зазвичай має аналогові виходи (4-20 мА, 0-10 В)

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

Для вимірювання рівня рідини в ємності під час процесу використовується датчик Prosonic S FDU91 (Рис. 11), датчик використовує принцип ультразвукової технології для вимірювання рівня рідини або маси твердих матеріалів у контейнерах або ємностях. Основними елементами цього датчика є випромінювач (передавач) та приймач, які розташовані один напроти одного.



Рис. 11 – Рівнемір Prosonic S FDU91

Характеристики:

- Перетворювач: 4 ... 20 мА HART Profibus DP
- Похибка +/- 2мм + 0.17% від значення виміру
- Робоча температура -40 °С ДО 80 °С
- Макс. значення вимірювання 10 м
- Блокуюча дистанція 0.3 м

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

Для підключення датчика Prosonic S FDU91 до системи керування або зчитувача даних з використанням протоколів зв'язку HART або Profibus DP, вам потрібно мати перетворювач сигналу, який підтримує ці протоколи. У цьому випадку, перетворювач HART Profibus DP FMU90 (Рис. 12) від Endress+Hauser може бути використаний для цієї цілі. Він дозволяє інтегрувати датчик Prosonic S FDU91 в систему з використанням протоколів HART і Profibus DP.



Рис. 12 – перетворювач HART Profibus DP FMU90

2.2 Схеми автоматизації

На схемі автоматизації машини для розливу лікарських рідин в флакони зображено всі датчики та ВМ, які використані для регулювання рівня, та швидкості процесу розливу.

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

Для контролю наявності флаконів використовуються безконтактні оптичні датчики PRK18B.T2/4P-M12 (поз. 4а, 12а), вони під'єднані до дискретних входів ПЛК, ці датчики необхідні для того щоб контролювати наявність флаконів і для підрахунку кількості цих флаконів, крім цього, датчик за позицією 12а також встановлений для моніторингу закупорювання конвеєру, в тому випадку, якщо якийсь флакон впаде. Датчик на позиції 4а встановлено так, щоб при наявності флаконів подати сигнал в ПЛК для активації пневмоциліндру ISO 6432 IAS 20x60-S (поз. 4в), цей пневмоциліндр односторонньої дії, для його функціонування потрібен пневмо-розподілювач 4V210-08B 24В (поз. 4б, 5б), коли шток циліндра виконує механічний рух вперед, перекривається прохід флаконів на конвеєрі, це зроблено для того, щоб позиціонувати флакони.

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

Коли спрацює тричі датчик наявності флаконів (поз. 4а), ПЛК подасть сигнал до пневмо-розподільвача 4V210-08В 24В (поз. 5б) який керує пневмоциліндром ISO 6432 IAS 20x60-S (поз. 5в), він призначений для опускання трубок наповнення в флакони. Безконтактний індуктивний датчик LJ12A3-4-Z/BX NPN спрацює як тільки трубки опустяться, він подасть сигнал до ПЛК що трубки опущенні та потрібно починати наповнення флаконів.

За допомогою електричних клапанів GAMA 2W-20 N.C. 3/4" (поз. 6в, 7в, 8в) наповнюються флакони. Інформація чи клапани відкриваються забезпечується за допомогою ємнісних датчиків (безконтактних) CR18-8DN (поз. 9а, 10а, 11а), контроль за рівнем наповнення флаконів контролюється також ємнісними датчиками (безконтактними) CR18-8DN (поз. 6а, 7а, 8а), після цього, як тільки спрацює один з сигналізаторів рівня, відповідний клапан наповнення закриється. Трубки наповнення біде піднято, як тільки всі флакони буде наповнено за допомогою пневмоциліндра (поз. 5в), після цього пневмоциліндр (поз. 4в) звільняє прохід флаконів по конвеєру. Контроль за швидкістю обертів конвеєра здійснюється за допомогою інкрементального енкодера ARC В 50 (поз. 3а), керування двигуном здійснюється за допомогою частотного перетворювача LENZE ESMD371X2SFA (поз. 3б).

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

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 F US 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	Апоук 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. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)



Програмовані контролери автоматизації Modicon (PAC) створені набагато більше, ніж PLC, щоб задовольнити потреби переробної промисловості та широкий спектр вимогливих додатків автоматизації. Modicon M340 можна використовувати окремо, але також є ідеальним супутником Modicon Premium і Modicon Quantum, підвищуючи продуктивність, якість і прибутковість вашого промислового процесу, об'єктів або ваших машин. Modicon M340 компактної форми пропонує гнучкість невеликого корпусу та інтегровані функції. У центрі вашого процесу він надає рішення Plug&Work як із пристроями Schneider Electric, так і з пристроями сторонніх розробників. Велика ємність програмного забезпечення Unity Pro SoCollaborative полегшить та скоротить ваше програмування та введення в експлуатацію

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шимотюк С. О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.				29	11
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Відзнаки контролеру:

Універсальний процесор:

- Багатозадачна система для гарантованого часу на рефлекс;
- USB порт для програмування та HMI;
- 2 додаткові порти за потреби: Ethernet, CANopen, Modbus;

Зручна пам'ять:

- Програмний код до 70 тис. інструкцій;
- Резервне копіювання програми на карті пам'яті, що входить до комплекту;
- Додаткове сховище файлів до 128 МБ з доступом FTP;
- Процесор має вбудовану оперативну пам'ять 4 Мб;

Конкретні застосування:

- Інтегроване рішення RTU для водопостачання, нафтопродуктів, електроенергетики та інфраструктури;
- Керування процесами (інтегрована бібліотека управління процесами);
- Аналогові модулі вводу/виводу високої щільності (новий);
- Лічильний модуль відбору потужності;

І більше...:

- Батарей не потрібна
- Подовжена температура (-25°C +70°C)
- Захист ноу-хау SI та OEM за допомогою технології SD-карт

Зручне зберігання даних: за допомогою функціональних блоків з бібліотеки Unity Pro: функції відстеження та ведення журналу підтримуються в режимі запису. У режимі читання можна завантажувати виробничі рецепти.

Modicon M340 має вбудований WEB-сервер, що спрощує експлуатацію та обслуговування.

Modicon M340 має стандартний, готовий до використання WEB-сервер для системної діагностики та налаштування параметрів процесу.

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

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

Високошвидкісне підключення: ви можете використовувати інтерфейс USB, доступний на будь-якому процесорі, для підключення до персонального комп'ютера. Ви також можете підключитися через Ethernet, точка-точка або LAN.

Віддалений режим: ви можете підключитися до необхідних налаштувань за допомогою послідовного модему (RTC, GSM / GPRS, радіо) або ADSL. Інтернет-програмування; завантажувати або вивантажувати програми; віддалена діагностика через WEB-сервер; запис / читання файлів даних. [11]

Конфігурування МПК Modicon M340:

Оскільки Modicon M340 може вжити всі необхідні кроки для впровадження нашої системи автоматизації хлібопекарських процесів, нам потрібно налаштувати наш ПЛК, додавши додаткові модулі вводу-виводу, які підключатимуть всі датчики та виконавчі пристрої до нашого мікропроцесорного контролера. Кількість усіх входів / виходів в системі наведено в таблиці 3.1.

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

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 EHC 0200	1	Модуль вводу/виводу інтерфейсний модуль (2 канали)
BMX AMM 0600	1	Модуль змішаних аналогових сигналів (4 входи і 2 виходи)

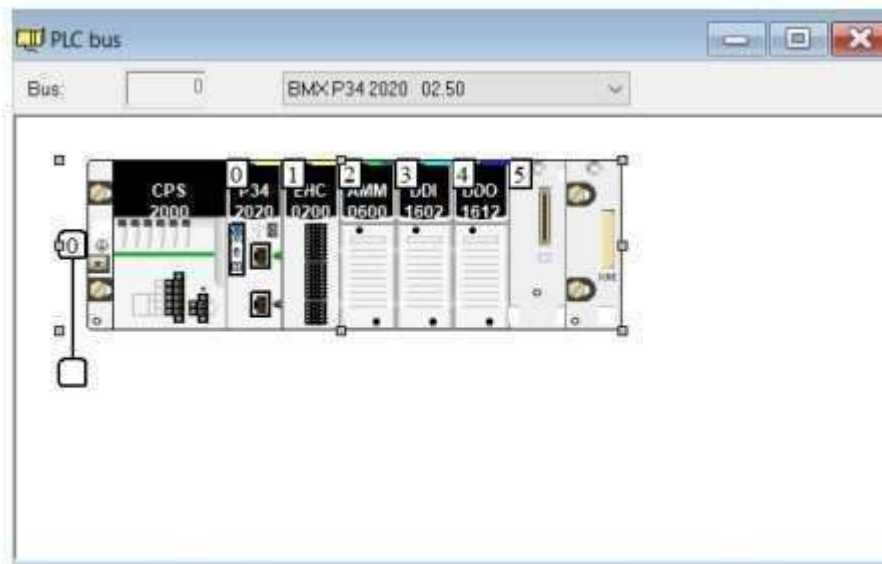


Рис.3.1 – Компонування модулів ПЛК M340

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 АММ 0600. В залежності від написаної програми відбувається управління.

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

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.

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

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).

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання рівня в машині:

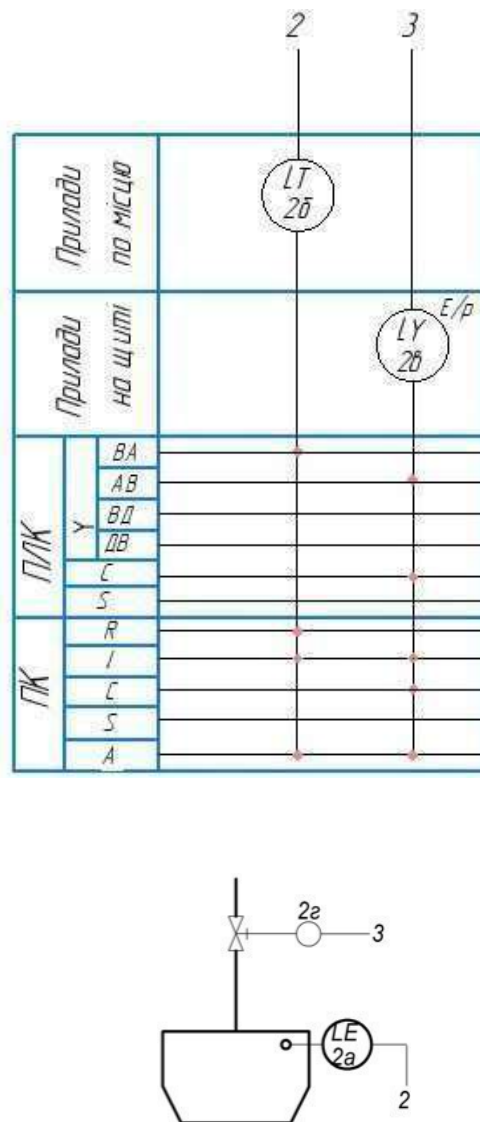


Рис. 3.2. Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання рівня в машині

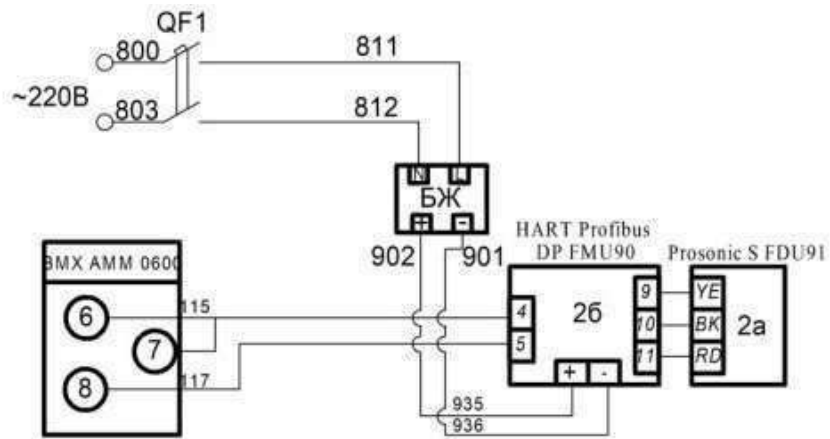


Рис.3.3 – Принципова розширена схема підключення ультразвукового датчика рівня Prosonic S FDU91 до модуля BMX AMM 0600

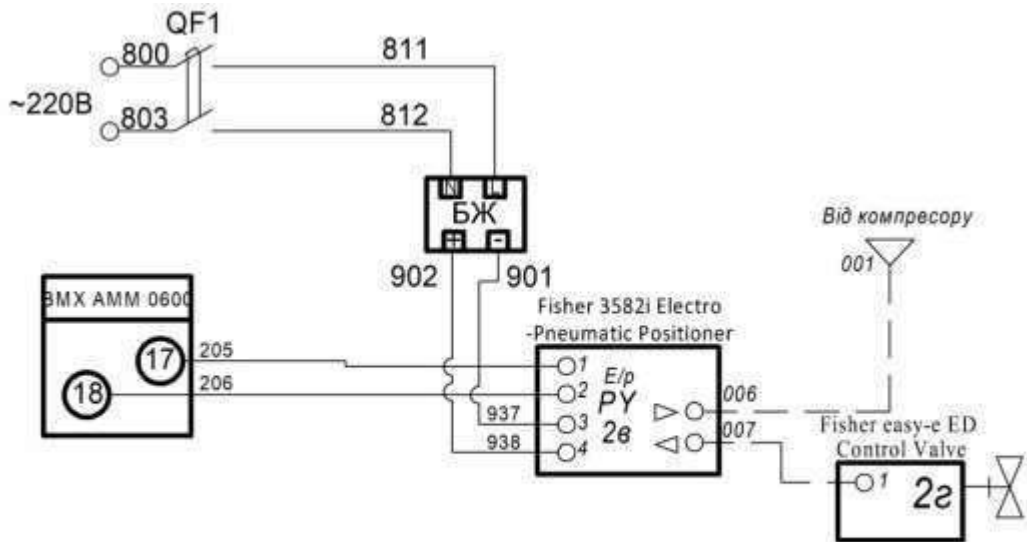


Рис.3.4 – Принципова розширена схема підключення Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner до модуля BMX AMM0600

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

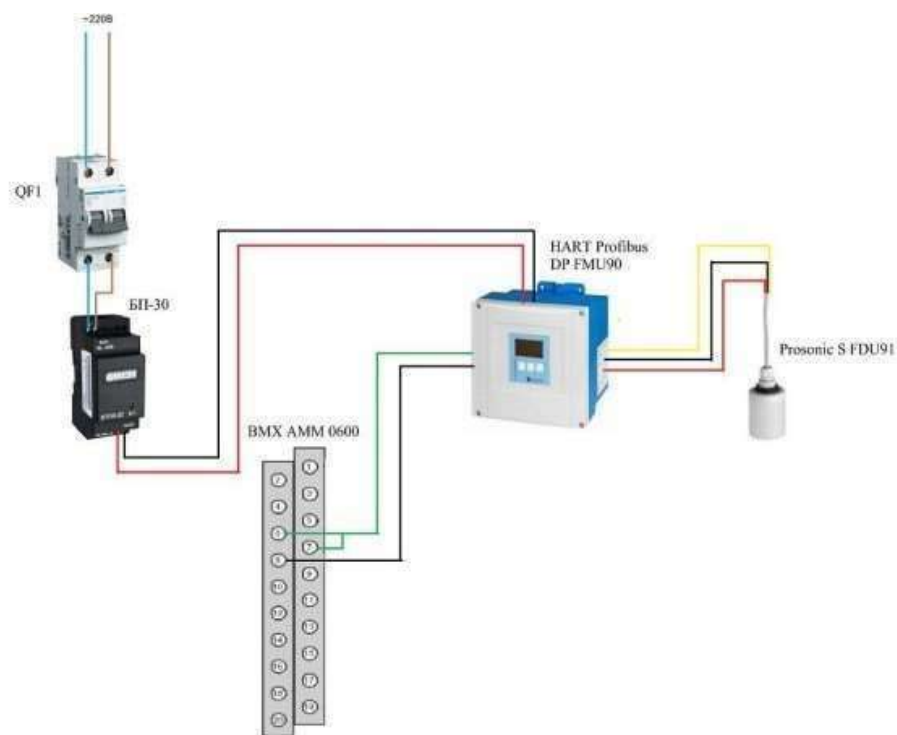


Рис.3.4 – Графічна схема підключення ультразвукового датчика рівня Prosonic S FDU91 до модуля BMX AMM 0600

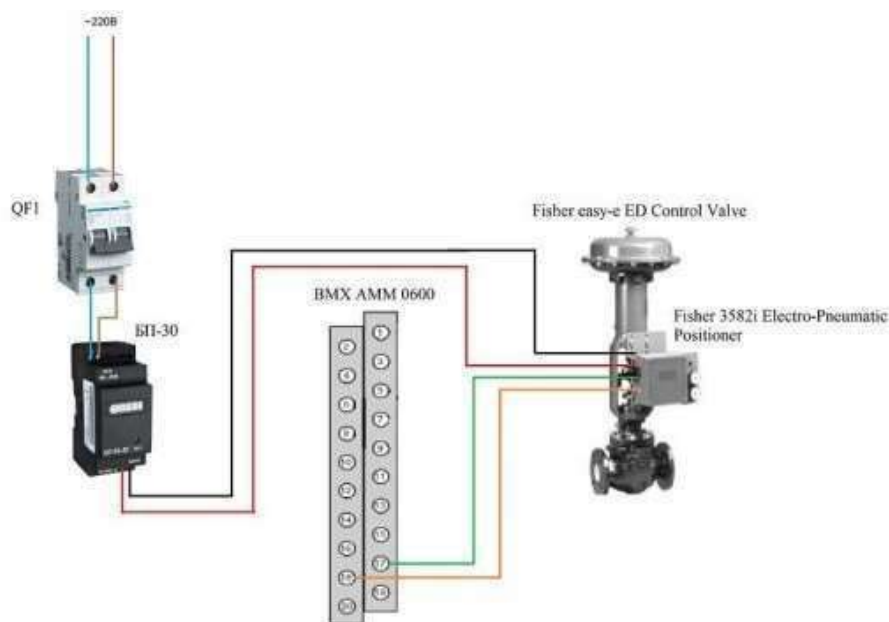


Рис.3.4 – Графічна схема підключення ультразвукового датчика рівня Fisher easy-e ED Control Valve до модуля BMX AMM 0600

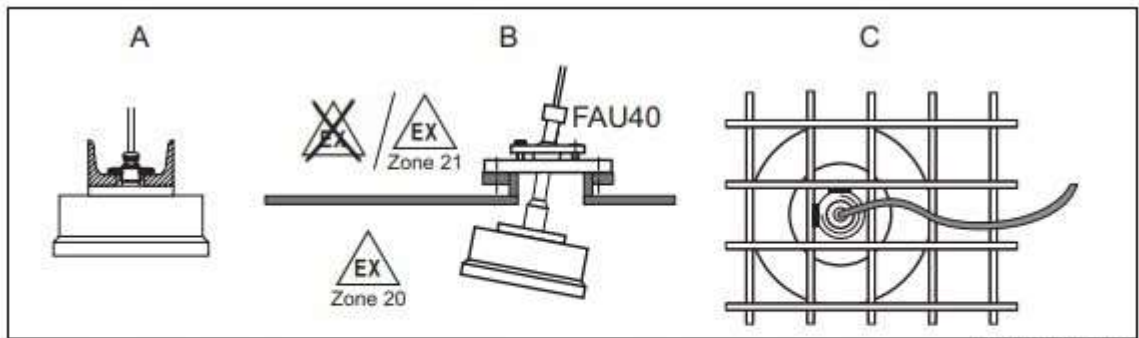
Рівень продукту в машині вимірюється за допомогою ультразвукового рівнеміра Prosonic S FPD91(Поз.2а), що підключений до перетворювача HART Profibus DP FMU90(Поз.2б) з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА, що підключається до аналогового входу модуля ВМХ АММ 0600.

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.

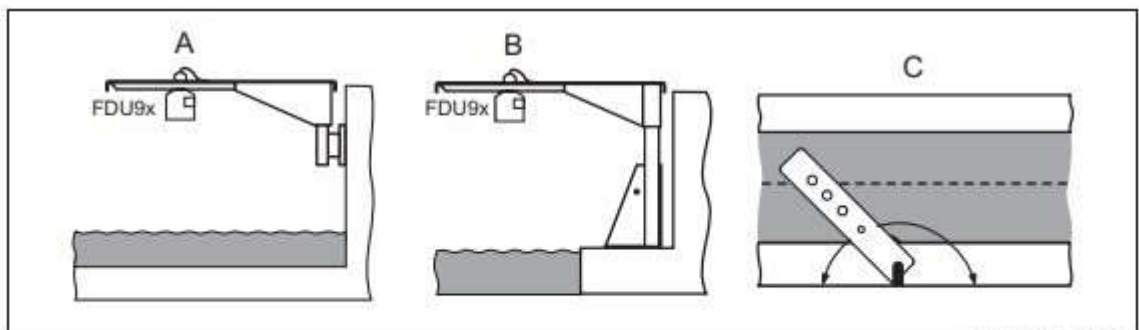
Усі компоненти даного контуру регулювання живляться напругою 24В постійного струму, який надходить до них з блоку живлення БП-30(Поз.БЖ). Напруга на блок живлення подається через автоматичний вимикач QF1, який має вбудований захист по струму.

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

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу



A: на швеллере или уголке; **B:** с позиционирующим устройством FAU40; в АTEX Zone 20 позиционирующее устройство может использоваться для зонального разделения; **C:** с 1" муфтой приваренной к решетке.



A: Монтаж с консолью и настенным кронштейном; **B:** Монтаж с консолью и монтажной стойкой; **C:** Консоль может быть поворачиваться для размещения датчика по центру канала.
Консоль, настенный кронштейн, монтажная стойка доступны как принадлежности (см. раздел "Принадлежности").



Внимание!

Кабель датчиков не сконструирован для подвешивания датчиков. Не применяйте его как крепление.



Внимание!

Мембрана датчика является измерительным элементом и не должна быть повреждена во время монтажа.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шимотюк С. О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.				40	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

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>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

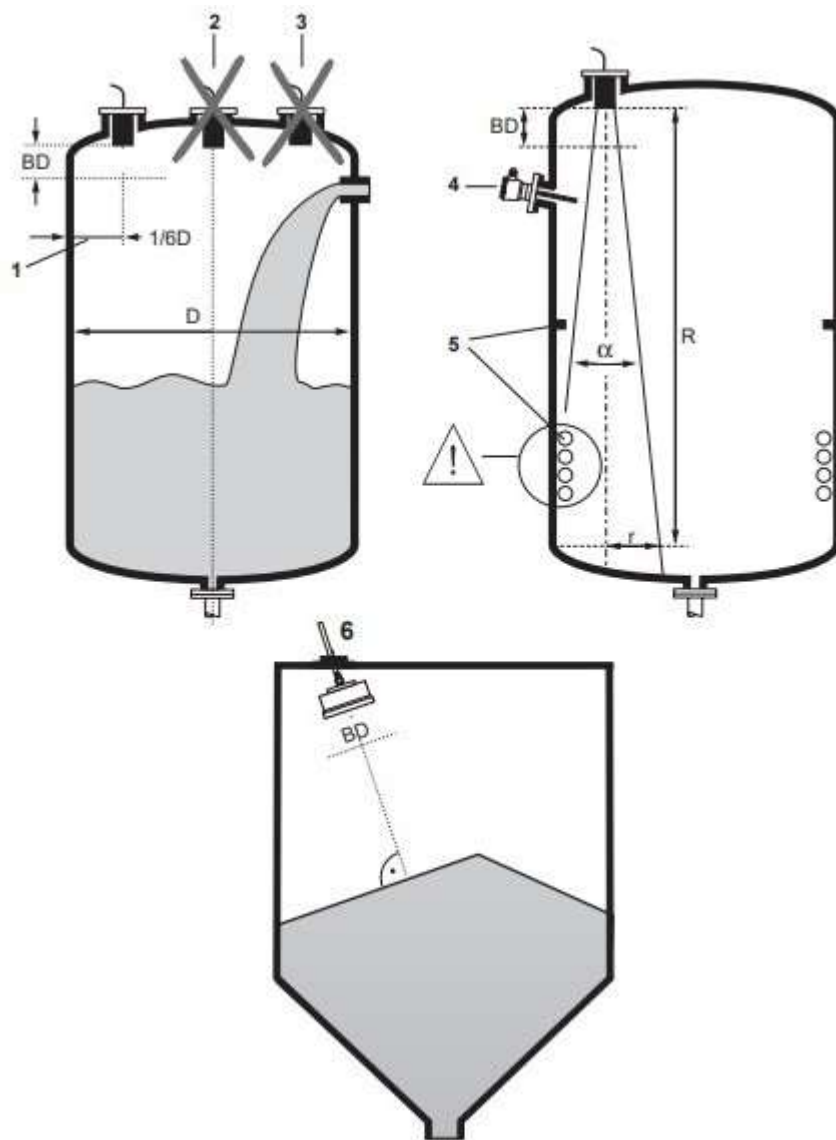


Рис 4.1 – Приклади неправильного встановлення датчика.

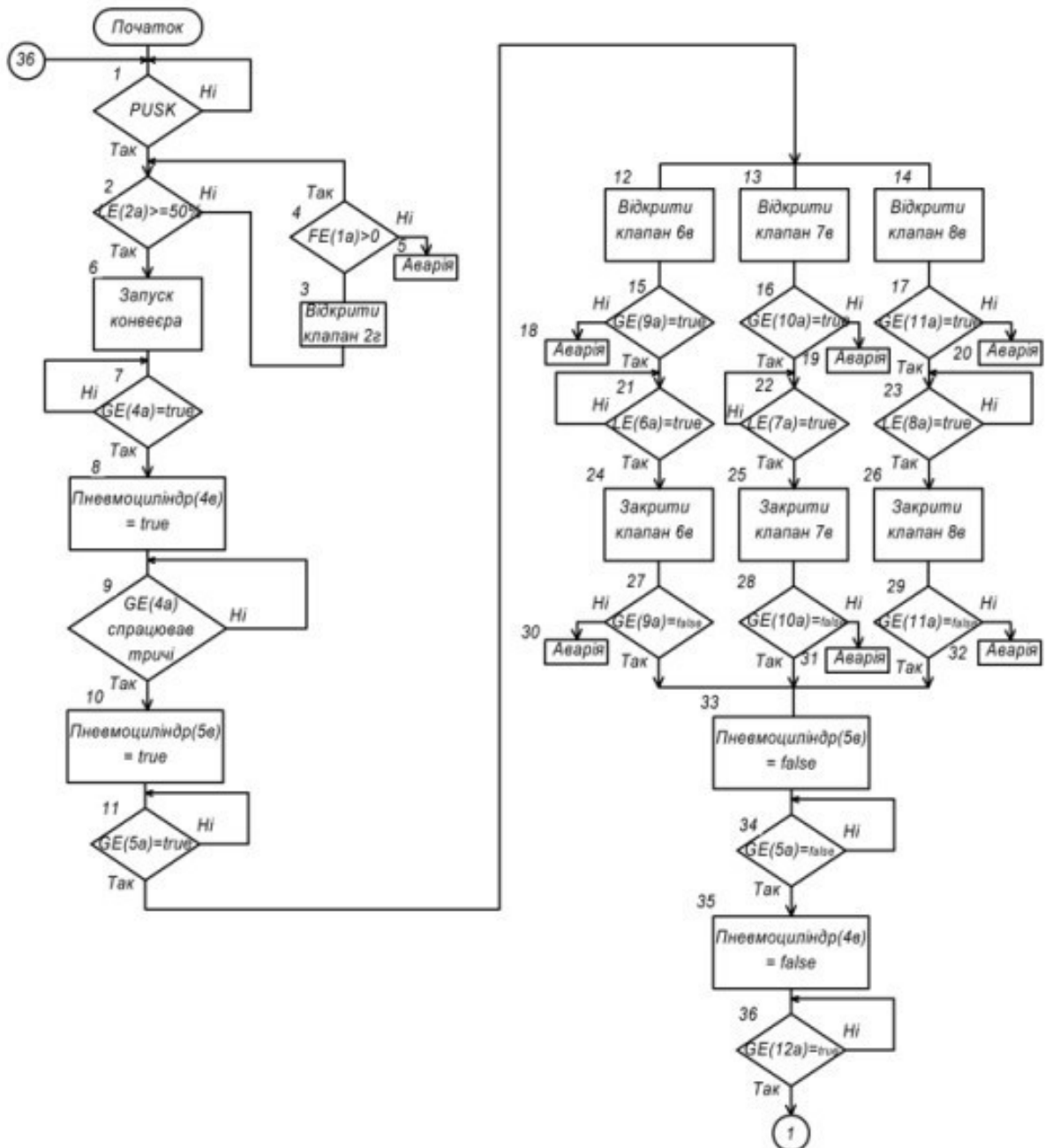
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- По можливості монтуйте датчик так, щоб нижній край його знаходився всередині ємності.
- Переконайтеся, що максимальний рівень не досягає зони блокдистанції.
- Не монтуйте датчик у середині ємності. Рекомендується дотримуватися відстані між приладом та стінкою ємності рівного 1/6 діаметра ємності.
- Уникайте вимірювань у місці заповнення ємності.
- Переконайтеся, що в районі розповсюдження променя сигналу α немає обладнання типу граничних вимикачів, датчиків температури тощо. Кути випромінювання для датчиків наведені у таблиці нижче. Зокрема, обладнання типу котушок підігріву, відбивачів тощо може впливати на вимір.
- Вирівняйте датчик по вертикалі по відношенню до поверхні продукту.
- При використанні багатоканального виконання перетворювача FMU90 в одній ємності може бути змонтовано кілька датчиків.
- Для оцінки переданого променя та його діапазону розповсюдження використовуйте 3 дБ промінь випромінювання α .

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

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

Програма працює за наступним алгоритмом:



<i>Кваліфікаційна робота</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шимотюк С. О.		
Керівник		Проскурка Є.С.		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.		
			Літ.	Арк.
			44	8
<i>НУХТ АК-4-1</i>				

- Програма складається з декількох підпрограм для кращої орієнтації і розподілення задач.
- В програмі були використані різного роду змінні, використовувались як звичайні змінні так і похідні, розроблені функціональні блоки тощо.

Змінні які виорстовуються в програмі:

Name	Type
alarm_kl	EBOOL
avar_bot_out	BOOL
avar_kl1	avar_kl
avar_kl2	avar_kl
avar_kl3	avar_kl
avar_kl4	avar_kl
avar_pn_konv	avar_pn
avar_pn_wt	avar_pn
bak	REAL
bunk_wt	water_tank
done_bottles	INT
fb_kl	feedback_kl
fb_pc	feedback_pn
in_out	in_out
kl4_scale	Para_SCALING
le_6a	EBOOL
man_auto	EBOOL
man_fe	EBOOL
man_kl1	reg_kl_pn
man_kl2	reg_kl_pn
man_kl3	reg_kl_pn
man_kl4	reg_kl2g
man_pn_konv	reg_kl_pn
man_pn_water	reg_kl_pn
motor_activated	BOOL
motor_speed	TIME
not_cls1	BOOL
not_cls2	BOOL
not_cls3	BOOL
not_cls4B	BOOL
not_cls5B	BOOL
not_opn1	BOOL
not_opn2	BOOL
not_opn3	BOOL
not_opn4B	BOOL
not_opn5B	BOOL
PUSK	EBOOL
rozliv	water_st
sim_le	INT
Step_prog	INT
STOP	EBOOL

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 конвесрі
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

Основна програма де відбувається виконання всього процесу розливу лікарської рідини в флакони:

```
if alarm_k1 then
    PUSK := false;
    rozliv.k11 := false;
    rozliv.k12 := false;
    rozliv.k13 := false;
    bunk_wt.kl_2g := 0.0;
end_if;
if not alarm_k1 then
    case Step_prog of
    0:
        if PUSK and bak >= 50.0 and bunk_wt.kl_2g = 0.0 and not STOP then
            sum_bottle(cu := in_out.GE_4a);
            if sum_bottle.cv = 1 then
                rozliv.pn_4B := true;
            end_if;
            If sum_bottle.cv = 3 then
                sum_bottle(r := true);
                Step_prog := 1;
            end_if;
        end_if;
    1:
        sum_bottle(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.k11 := true;
        rozliv.k12 := true;
        rozliv.k13 := true;
        if fb_kl.k11 and fb_kl.k12 and fb_kl.k13 and rozliv.k11 and rozliv.k12 and rozliv.k13 then
            Step_prog := 3;
        end_if;
    3:
        -
        if rozliv.le_6a and rozliv.le_7a and rozliv.le_8a then
            rozliv.k11 := false;
            rozliv.k12 := false;
            rozliv.k13 := false;
            done_bottles := done_bottles + 3;
            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;
        if STOP then
            PUSK := false;
            Step_prog := 0;
            sum_bottle(r := true);
            sum_bottle(r := false);
            STOP := false;
        end_if;
    end_case;
end_if;
```

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

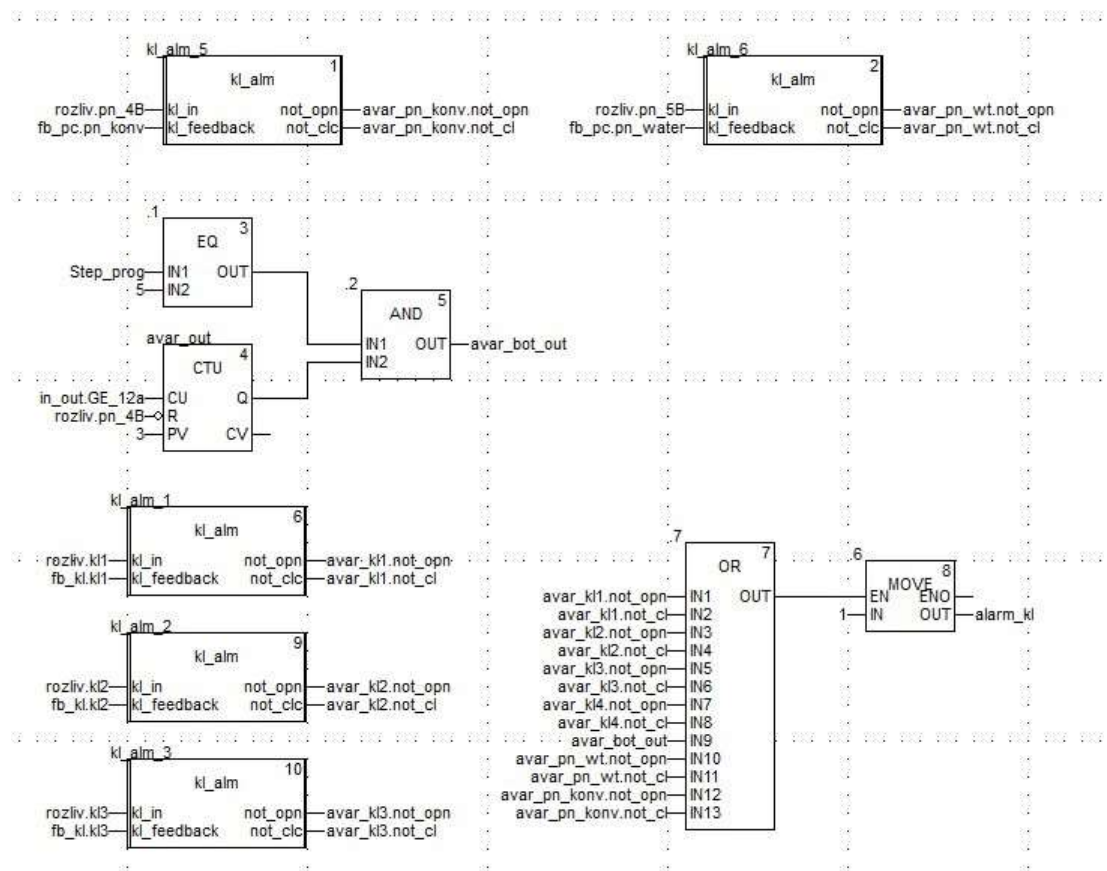
Для контролювання та регулювання лікарської рідини в нашій ємності розреблений наступний функціонал:

```

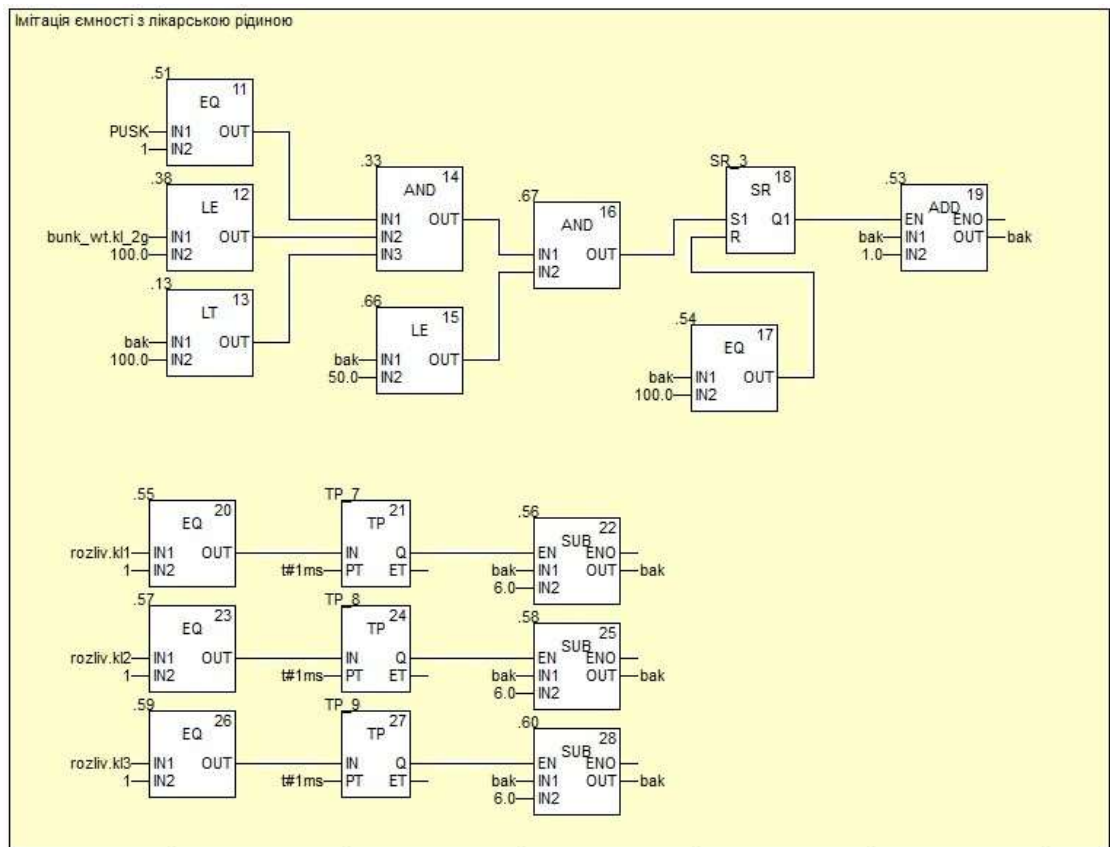
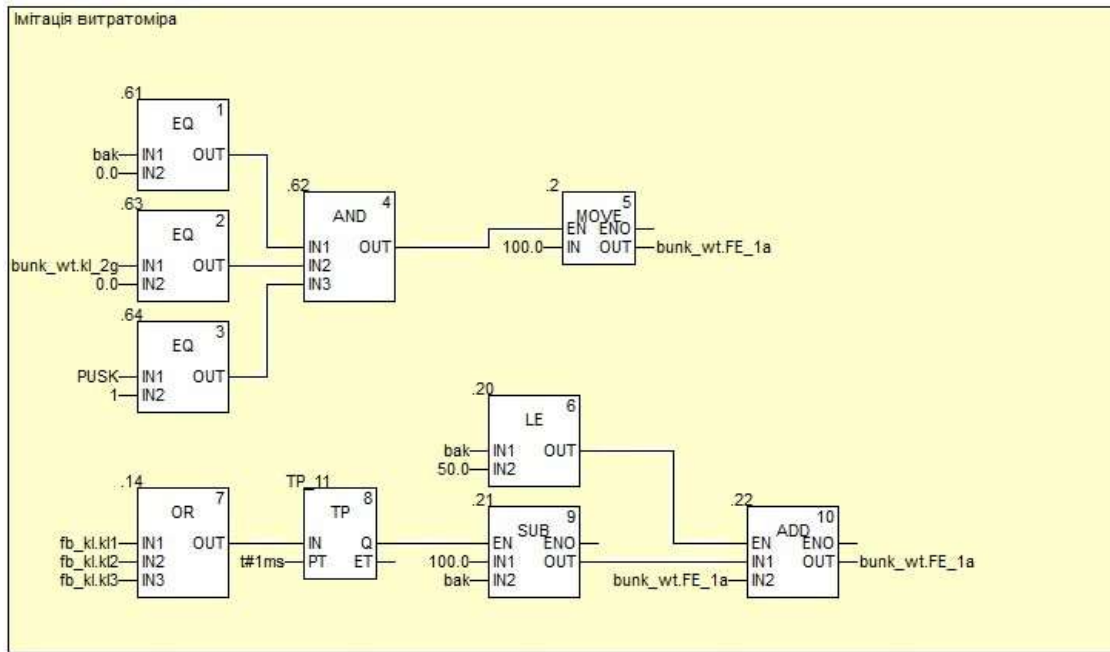
if PUSK then
  if bak <= 50.0 then
    bunk_wt.kl_2g := 100.0;
  end_if;
  if bak = 100.0 then
    bunk_wt.kl_2g := 0.0;
  end_if;
  if bak >= 100.0 and bunk_wt.kl_2g = 100.0 then
    bunk_wt.kl_2g := 0.0;
  end_if;
end_if;

```

Для відслідковування виникнення аварійних ситуацій використовується наступна підпрограма:

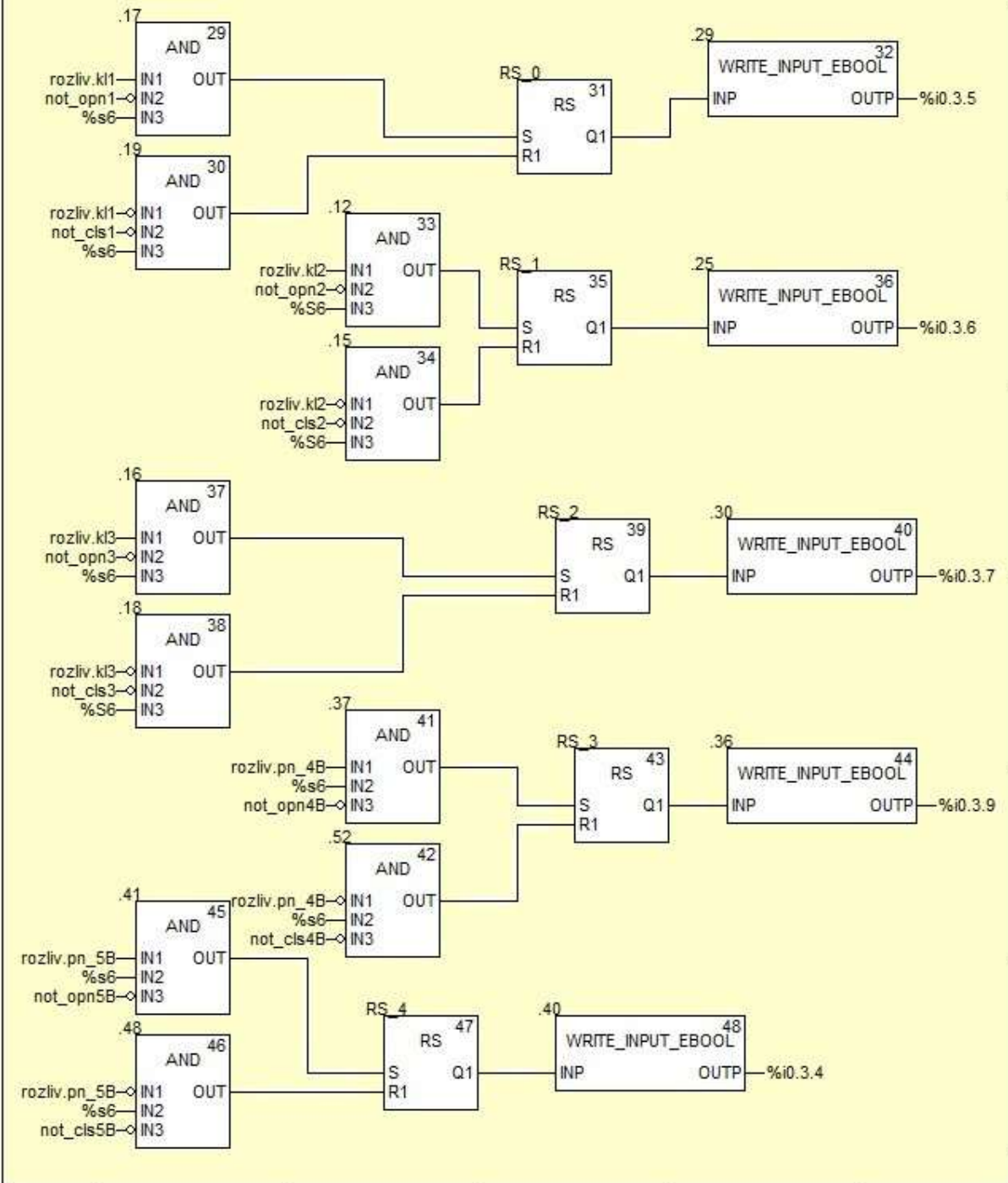


Для того щоб візуально відобразити роботи нашої установки, ми використовуємо підпрограми в яких ми візуалізуємо процес розливу лікарської рідини в ємності, відбувається відображення наповнення ємності лікарською рідиною, відображення роботи датчиків тощо:

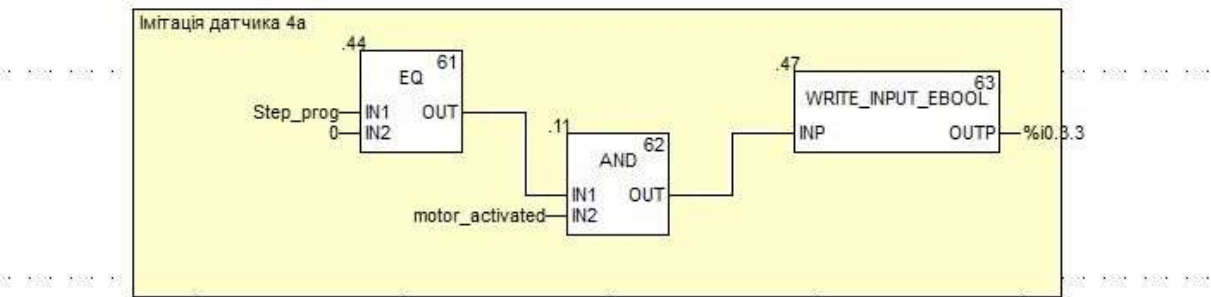
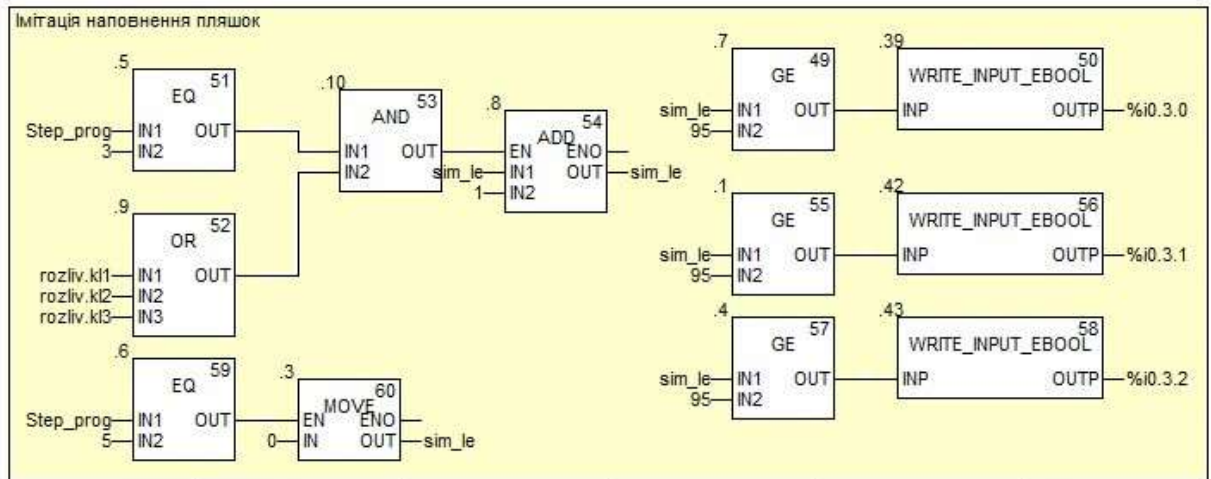


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Імітація спрацювання датчиків кінцевого положення



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема процесу розливу в флакони створена в середовищі Citect SCADA 2018 R2. Опис змінних для SCADA-програми наведено в таблиці:

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

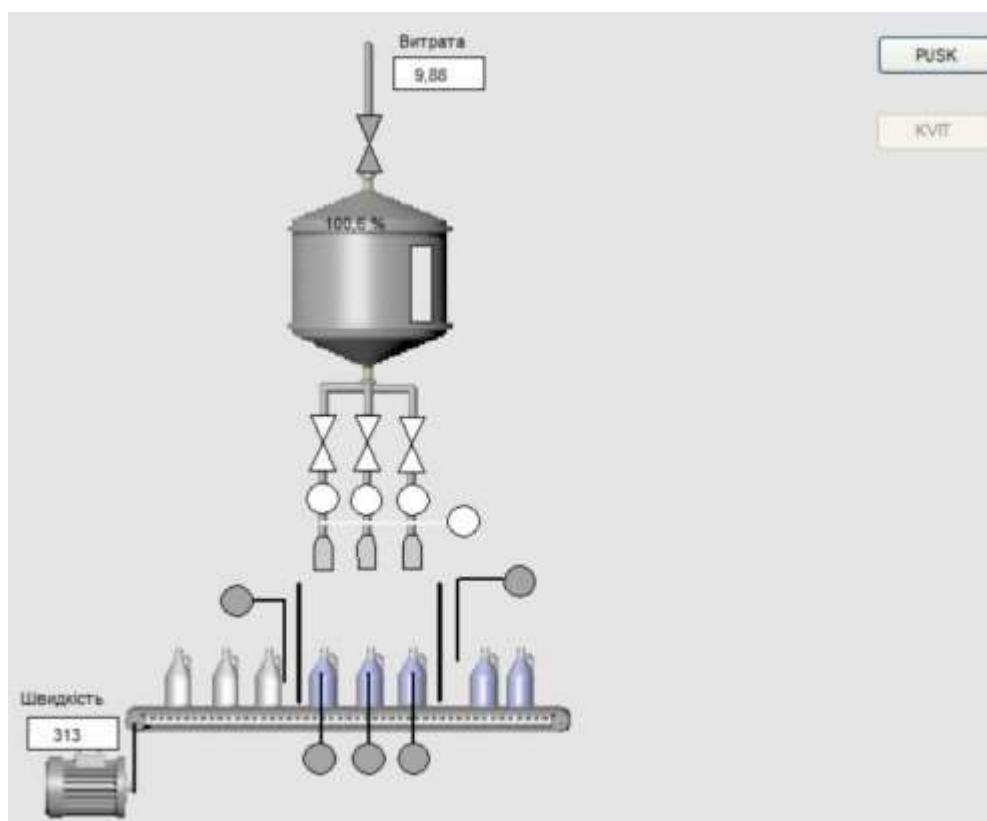
					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шимотюк С. О.			Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Проскурка Є.С.				52	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

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

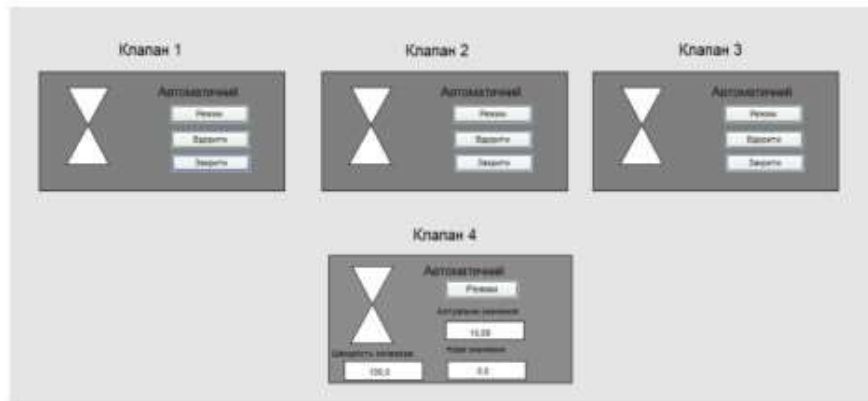
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема тех. процесу призначена для моніторингу процесу з АРМ оператора, також для внесення ручних змін при виникненні аварійних ситуацій.

Головне вікно мнемосхеми оператора відображено на рисунку:



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



Усі тривоги відображаються на окремій сторінці, як зображено на рисунку:

Active Alarms

Citect® SCADA

Alarm	Date	Time	Tag	Name	Status	Comment
	20.05.2023	18:17:35	kl1_valv_clv	Клапан 1 не відкритий	OFF	
	20.05.2023	18:17:28	kl48_valv_cpv	Клапан 48 не відкритий	OFF	
	20.05.2023	18:17:24	kl1_valv_cfv	Клапан 1 не закритий	OFF	
	20.05.2023	18:17:17	kl2_valv_cfv	Клапан 2 не закритий	OFF	
	20.05.2023	18:16:52	kl48_valv_cfv	Клапан 48 не закритий	OFF	
	20.05.2023	18:15:16	kl1_valv_cpv	Клапан 1 не відкритий	OFF	
	20.05.2023	18:09:47	kl48_valv_cfv	Клапан 48 не закритий	OFF	
	20.05.2023	18:09:01	kl48_valv_cpv	Клапан 48 не відкритий	OFF	

Висновки

В кваліфікаційній роботі було розроблено систему розливу лікарської рідини в флакони. В даній системі було використано ПЛК М340, та інші сучасні засоби автоматизації. Для візуалізації процесу було використано програмне забезпечення Citect SCADA R2 2018. Розроблена система автоматизованого керування машини розливу в флакони надає можливість знизити витрати собівартості продукту, збільшити об'єм виготовленої продукції, зменшити кількість аварійних ситуацій за рахунок розробки програмного забезпечення та зворотного зв'язку. Розроблена система також може використовуватись в різних галузях промисловості вдосконалюючи процес розливу за рахунок автоматизації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						56
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-ultrazvukovojurovner-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-controlvalve/>.
6. Fisher 3582i Electro-Pneumatic Positioner [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.transmittershop.com/products/fisher-3582ielectro-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-2w20-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/.

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

10. Пневмо-розподільювач 4V210-08B 24B [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uamper.com/4V210-08B-pneumatic-valve-220V-ac>.
Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 58 Кваліфікаційна робота
11. Інкрементальний оптичний енкодер ARC В 50, порожнистий вал [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://asutp.shop/ua/p1463836035-inkrementalnyj-opticheskijenkoder.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjw_YShBhAiEiwAMomsEKapphafQnyRr_FJ5ubX1vkPMJjJABA4RAZtCrQVICpD0z4v1pmUixoCmssQAvD_BwE.
12. Частотний перетворювач LENZE ESMD371X2SFA [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://atmic.ua/chastotnyepreobrazovateli/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-induktivnyjdatchik-lj12a3-4-z-bx-npnchpu?gclid=Cj0KCQIAjbagBhD3ARIsANRrqEv3JR7IjhnaT3HFQvlGnb60wpOp2g9xX_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.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58