



# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та  
робототехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«28» квітня 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

СИЛКА Максим Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги

керівник роботи ст. викл. ПРОСКУРКА Євген Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» квітня 2025 р. № 254-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «5» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта  
автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система  
автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання,  
виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема

автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне  
компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.  
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2.  
Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми  
підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.  
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного  
контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного  
інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та  
даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 28 квітня 2025 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 Максим СИЛКА

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Євген ПРОСКУРКА

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотації

У кваліфікаційній роботі представлено розробку автоматизованого технологічного процесу для системи розливу пива в кеги. Основу керування становить промисловий програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 154. У систему інтегровано датчики та виконавчі пристрої, що забезпечують повністю автоматизоване виконання операцій з розливу продукції.

Програмне забезпечення для керування процесом створено в середовищі CODESYS v2.3 із використанням мови програмування *Continuous Function Chart* (CFC). Візуалізація та взаємодія оператора з системою реалізовані через середовище Simple SCADA, що дозволяє здійснювати моніторинг та регулювання окремих етапів автоматизації.

**Ключові слова:** автоматизований розлив, технологічна система, ОВЕН ПЛК 154, кеги, пивне виробництво, CODESYS, SCADA-система.

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

## Annotations

The qualification work presents the development of an automated technological process for a beer keg filling system. The control is based on the OVEN PLC 154 industrial programmable logic controller. The system integrates sensors and actuators that ensure fully automated execution of the beer filling operations.

The control software was developed in the CODESYS v2.3 environment using the *Continuous Function Chart* (CFC) programming language. Human-machine interaction and visualization were implemented using Simple SCADA, allowing for real-time monitoring and control of individual automation stages.

**Keywords:** automated filling, technological system, OVEN PLC 154, kegs, beer production, CODESYS, SCADA system.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1.</b> Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
<b>Розділ 2.</b> Система автоматизації.....	13
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	13
2.2. Схема автоматизації.....	32
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	33
<b>Розділ 3.</b> Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	34
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)....	34
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	36
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	47
<b>Розділ 4.</b> Креслення встановлення технічних засобів.....	40
<b>Розділ 5.</b> Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	44
<b>Розділ 6.</b> Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	51
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	51
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	53
<b>Висновки</b> .....	55
<b>Список використаної літератури</b> .....	56

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

## Вступ

Процес розливу пива в кеги є ключовим етапом у загальній технологічній схемі виробництва пивної продукції. Блок розливу, як технологічна частина системи, виконує подачу готового напою з буферної ємності (форфасу), точне дозування необхідного об'єму в кожен кегу, а також подальше її герметичне закриття і передачу на наступні етапи логістики та зберігання. Від злагодженої роботи цього блоку залежить стабільність виробничого циклу, відповідність об'єму наливу нормативам і збереження товарного вигляду продукту.

Для забезпечення цих вимог необхідно гарантувати точне дозування напою, стабільну продуктивність обладнання, надійність ущільнення кеги після заповнення. Надійне виконання цих функцій в автоматичному режимі є визначальним чинником для підтримання якості та ефективності розливного процесу.

Ефективне управління блоком розливу потребує використання сучасних автоматизованих систем керування, що базуються на мікропроцесорній техніці, сенсорних модулях і цифрових алгоритмах регулювання. Такі системи забезпечують гнучкість, оперативне реагування на зміну режимів, виявлення можливих відхилень і підвищену точність керування критичними параметрами процесу.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації процесу розливу пива в кеги з використанням сучасних технічних засобів, що забезпечать стабільну якість продукції та високу продуктивність виробництва.

У межах дослідження буде спроектовано структурну та функціональну схеми автоматизації розливного блоку, обрано відповідне обладнання (контролери, датчики, виконавчі механізми), а також обґрунтовано доцільність впровадження автоматизації як засобу підвищення надійності, стабільності та рентабельності технологічного процесу розливу пива в кеги.

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

## Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

### 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Система автоматизації розливу пива в кеги ПАТ ПБК "Радомишль" складається з досліджуваних конструктивних вузлів:

- резервуар з рідиною;
- рукав розливу пива;
- транспортер для переміщення кег;
- розливні органи;
- клапанний вузол.

На рисунку 1.1 зображено систему розливу пива в кеги.

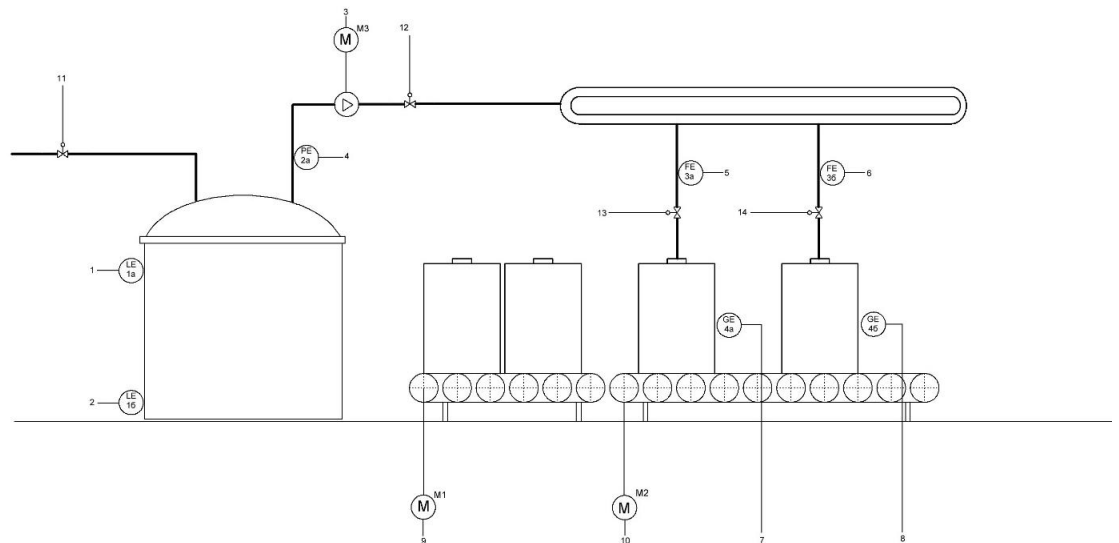


Рисунок 1.1– Функціональна система розливу пива в кеги

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Силка М.В.			<b>Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги</b>	Лім.	Арк.	Аркуші
Керівник		Проскурка Є.С.					8	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<b>НУХТ АК-4-2ск</b>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Дільниця автоматизованого розливу пива в кеги включає низку функціональних елементів, кожен з яких виконує специфічну задачу в межах єдиного технологічного ланцюга. Основна мета автоматизації — забезпечення стабільної якості розливу, точного дозування, своєчасного контролю за рівнями рідини та забезпечення безперебійного транспортування кег до блоку розливу.

### 1. Блок розливу

Цей блок відповідає за безпосереднє наповнення кег пивом. Основним параметром, що контролюється, є рівень розливу. Для досягнення необхідної точності ( $10000 \pm 100$  г) реалізовано систему стабілізації, яка здійснює контроль цього параметра в реальному часі. При відхиленні від допустимих меж система автоматично регулює положення клапана подачі пива, забезпечуючи точне дозування.

- Параметр контролю: рівень розливу.
- Допустиме значення:  $10000 \pm 100$  г.
- Тип автоматизації: контроль.
- Характер дії: стабілізація.
- Засіб впливу: керування клапаном подачі пива.

### 2. Привід для переміщення кег до блоку розливу

Механізм транспортування кег забезпечує їх подачу до зони розливу з фіксованою швидкістю. Параметр, який контролюється — це швидкість обертання приводу, що має становити 120 об/хв. У разі відхилення система регулює швидкість руху, стабілізуючи подачу кег.

- Параметр контролю: швидкість обертів.
- Допустиме значення: 120 об/хв.
- Тип автоматизації: регулювання.
- Характер дії: стабілізація.

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

- Засіб впливу: керування подачею кег.

### 3. Бак для розливу

Бак слугує проміжною ємністю, де накопичується пиво перед подачею до блоку розливу. Автоматизована система постійно відслідковує рівень продукту (між мінімальним та максимальним значеннями). У разі перевищення або зниження рівня передбачається подання сигналу оператору або автоматичне зупинення системи для запобігання аварійним ситуаціям.

- Параметр контролю: рівень продукту.
- Допустиме значення: в межах min–max.
- Тип автоматизації: показання.
- Характер дії: контроль.
- Засіб впливу: світлова/звукова сигналізація.

### 4. Клапан на трубопроводі

Клапан відповідає за регулювання потоку пива по трубопроводу. Його стан (відкритий/закритий) є важливим параметром контролю, який відображається в системі. У випадку несправності або нештатної ситуації система сигналізує про це оператору для швидкого втручання.

- Параметр контролю: стан клапана.
- Тип автоматизації: стабілізація.
- Характер дії: сигналізація.
- Засіб впливу: сигнальний модуль або аварійна індикація.

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

## 1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1 Завдання на розробку системи автоматизації

Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
Блок розливу	Рівень розливу в пляшки	10000±100г	Контроль	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пива	
Привід для переміщення кег до блоку розливу	Швидкість обертів на виході та вході до блока розливу	120 об/хв	Регулювання	Стабілізація	Вплив на подачу пляшок до блока	
Бак для розливу	Рівень продукту в баку блока розливу	min max	Показання	Контроль	Сигналізація	
	Клапан на трубопроводі	-	Стан	Стабілізація	Сигналізація	

## Розділ 2. Система автоматизації

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

В системі керування установкою розливу пива в кеги застосовуються наступні технічні засоби: оптичні датчики для контролю переміщення кег і запуску двигунів, датчики рівню для контролю рівня в резервуарі, для контролю наливу пива в кеги використовуються витратоміри . отримання 24В використовували блок живлення, для керування роботою конвеєра використовуються частотні перетворювачі до яких підключені асинхронні трифазні електродвигуни.

Для вимірювання тиску використовується перетворювач тиску ОВЕН ПД180. Зовнішній вигляд датчика тиску ОВЕН ПД180 показано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд датчика тиску ОВЕН ПД180[3]

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Силка М.В			Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С					13	21
Зав. каф.		Смітюх Я.В			НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С						

Датчик тиску ОВЕН ПД180 – це малогабаритний датчик тиску із залитим компаундом корпусом з широким набором гігієнічних приєднань і електроз'єднувачем EN 175301-803, форма А (DIN 43650 А).

Відсутність прихованих порожнин у використовуваних приєднаннях ОВЕН ПД180 дозволяє датчику працювати у виробничих процесах, де немає «мертвих зон» для санобробки внутрішніх порожнин і де використовуються в'язкі або полімеризовані середовища.

Датчики тиску ОВЕН ПД180 з гігієнічними приєднаннями типу «CLAMP» і «молочна гайка» призначені для застосування в харчовому і фармацевтичному виробництвах, мазутосховищах, хімічному виробництві.

Гігієнічні приєднання забезпечують зручний монтаж та значно полегшують обслуговування датчика при дезінфекції або промиванні ємностей.

Основні характеристики датчику тиску ОВЕН ПД180:

–приєднання до процесу: CLAMP за стандартом DIN 32676 - розміри DN15 (20), DN25 (32, 40), DN50; молочна гайка за стандартом DIN 11851 – розміри DN20, DN25, DN32, DN40, DN50;

– діапазони вимірювань: ДИ / ДИВ / ДВ від 0,04 до 2,5 МПа;

–похибка вимірювань: 0,5% і 0,25% ВМВ;

–пиловологозахист IP65 «водяні струмені з будь-якого напрямку».

Основні параметри датчику тиску ОВЕН ПД180 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні параметри датчику тиску ОВЕН ПД180

Найменування	Значення
Вихідний сигнал	4...20 мА, 2-провідна схема «струмова петля»
Основна зведена похибка	0,25%; 0,5% ВМВ
Діапазон робочих температур вимірюваного середовища	-40 ... +100 °С

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

Напруга живлення	12...36 В постійного струму (номінальна 24 В)
Опір навантаження	0 ... 1,6 кОм (залежно від напруги живлення)
Максимальна споживана потужність	не більше 0,9 Вт
Захист від подачі напруги живлення зворотної полярності	є
Стійкість до кліматичних впливів	УХЛ3.1
Стійкість до механічних впливів	група виконання V3 за ГОСТ Р 52931
Завадостійкість	клас А за ГОСТ 30804.6.2-2013
Ступінь захисту корпусу	IP65
Діапазон робочих температур навколишнього повітря	-20 ... +80 °С
Атмосферний тиск робочий	66...106,7 кПа

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

Продовження таблиці 2.1

Найменування	Значення
Середній час наробітку до відмови	не менше 500 000 год
Середній термін служби	12 років
Вага датчика без упаковки/в упаковці	0,3 кг / 0,4 кг
Приєднання до вимірюваного процесу	CLAMP за стандартом DIN 32676 – розміри DN15 (20), DN25 (32, 40), DN50 Молочна гайка за стандартом DIN 11851 – розміри DN20, DN25, DN32, DN40, DN50
Тип електричного з'єднання	електроз'єднувач EN 175301-803 форма а (DIN 43650 А)
Габаритний розмір, не більше	92×27 мм
Перевантажувальна здатність	не менше 200% від ВМВ
Тиск перевантаження руйнування	не менше 400% від ВМВ

Схема підключення датчику тиску ОВЕН ПД180 зображено на рисунку 2.3.

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

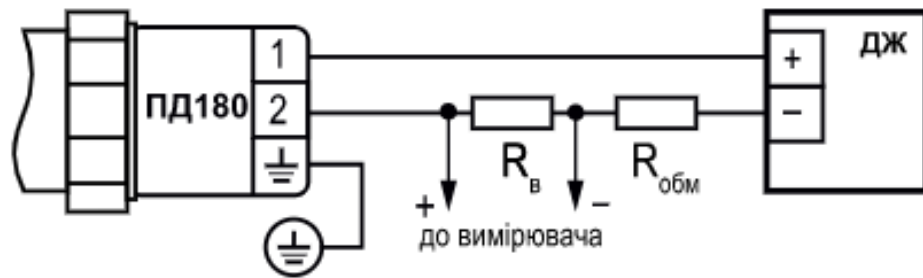


Рисунок 2.3– Схема підключення датчику тиску ОВЕН ПД180

Для вимірювання рівня в резервуарі використовується датчик рівню ОВЕН ПДУ-И. Зовнішній вигляд датчику рівню ОВЕН ПДУ зображено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4– Датчик рівня ОВЕН ПДУ-И[4]

Поплавкові магнітні рівнеміри ОВЕН ПДУ – це пристрої, які призначені для моніторингу поточного рівня рідини у резервуарі та перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал від 4мА до 20 мА постійного струму.

Рівнеміри можуть застосовуватись у системах контролю рівня рідини у різних резервуарах, у тому числі тих, що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні та агресивні рідини, що не проявляють корозійну активність до матеріалу датчика (нержавіючої сталі 12Х18Н10Т) та не утворюють летучих вибухонебезпечних сполук.

Технічні характеристики датчика рівня ОВЕН ПДУ-И наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Технічні характеристики датчика рівня ОВЕН ПДУ-И

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Характеристики датчик рівня ОВЕН ПДУ-И	
Довжина штоку	від 250 мм до 4000 мм
Дискретність перетворення	5 мм або 10 мм
Діапазон робочих температур вимірювального середовища	-60°C до +125 °C
Діапазон робочого тиску вимірювального середовища	від вакууму до 1 МПа і до 2 МПа
Густина робочого середовища	≥0,65 г/см <sup>3</sup>
Термін служби	не менше 10 років

Схема підключення датчику рівня ОВЕН ПДУ-И до ТРМ10 зображено на рисунку 2.5.

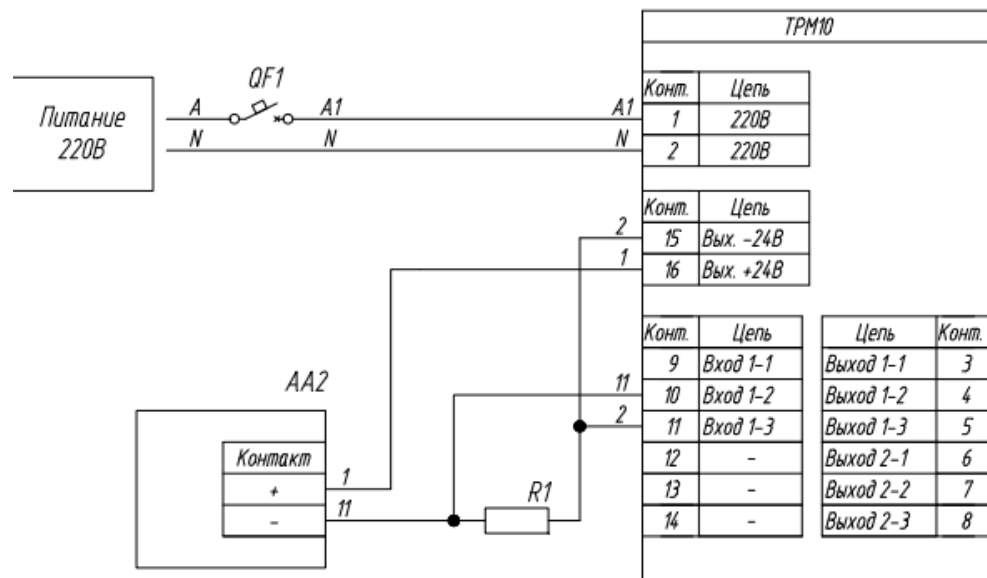


Рисунок 2.5. – Схема підключення датчику рівня ОВЕН ПДУ-И до ТРМ10

Для отримання інформації, чи знаходиться кега у блоці розливи використовується безконтактний оптичний датчик KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F. Цей датчик має номінальну відстань спрацювання 0,15м, що дозволить точно розташувати кегу в потрібному місці в блоці розливу.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішній вигляд безконтактного оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F зображена на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Оптичний датчик KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F[5]

Оптичний датчик KIPPRIBOR OA18 – оптоелектронний пристрій, який складається з випромінювача і приймача світлового променя, схеми живлення, схеми обробки прийнятого сигналу ланцюга, що керує станом вихідного пристрою відповідно до алгоритму роботи датчика. Датчики серії KIPPRIBOR OA18 виготовлені в латунному циліндричному корпусі з нікельованим покриттям. Датчики поділяються на три типи: бар'єрні, дифузні та рефлекторні.

Переваги оптичних безконтактних датчиків KIPPRIBOR OA18:

– висока надійність і тривалий термін експлуатації без погіршення робочих характеристик;

– низька споживана потужність;

– широкий діапазон відстаней спрацьовування;

– світлодіодна індикація стану датчика;

– малий час реакції;

– можливість регулювання чутливості;

– відсутність безпосереднього контакту з контрольованим об'єктом;

Технічні характеристики безконтактного оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F наведено в таблиця 2.3.

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики безконтактного оптичного датчику  
KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F

Найменування	Значення
Точність повторення	$\pm 10\%$ від $S_n$
Тип виходу	NPN / PNP
Комутаційна функція	NO + NC (перемикає контакт)
Напруга живлення	10...30 VDC
Максимальний струм навантаження	200 мА
Спад напруги	$\leq 2,5$ V
Споживаний струм	$\leq 30$ мА
Час відгуку	1 мс
Джерело випромінювання	ІЧ діод (880нм)
	ІЧ діод (880 нм)
	Червоний діод (650 нм)
Допустиме зовнішнє освітлення	$\leq 10000$ люкс
Електрична міцність ізоляції	500 VDC протягом 1 хв
Ступінь захисту	IP67

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

Захист від короткого замикання	€
Захист від перевантаження	€

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

Продовження таблиці 2.3

Найменування	Значення
Регулювання чутливості	За допомогою потенціометра
Індикація спрацьовування	Світлодіодна
Електричне підключення	Кабельний вивід 2 м

Схема підключення оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F зображено на рисунку 2.7.

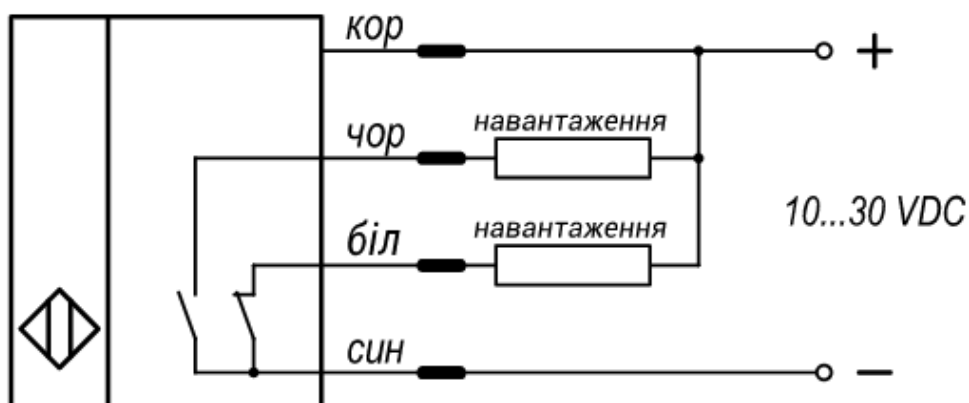


Рисунок 2.7 – Схема підключення оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F

Для обертання конвеєра використовувався трифазний електричний двигун AIP100S2. Потужності даного двигуна не достатньо тому пропонується замінити його на потужніший електродвигун трифазний AIP 112 . Зовнішній вигляд трифазного електричний двигуна AIP 112 зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Електродвигун трифазний АІР 112[6]

Технічні характеристики трифазного електричний двигуна АІР100S2 наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики трифазного електричний двигуна АІР100S2

Технічні характеристики трифазного електричний двигуна АІР100S2	
Потужність	<u>7,5</u> кВт
Оберти	<u>3000</u> об/хв
Діаметр валу	<u>32</u> мм
Габарит	<u>112</u> мм (відстань від осі обертання до опорної площини)
Тип електродвигуна	<u>трифазний 380В (220/380В, 380В/660В)</u>

Схема підключення зірка трикутник трифазного електричного двигуна АІР100S2 зображено на рисунку 2.9.

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

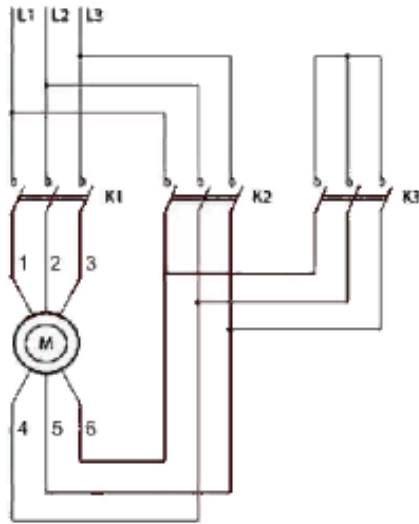


Рисунок 2.9. – Схема підключення зірка трикутник трифазного електричного двигуна AIP 112

Для трифазного електричний двигуна AIP 112 використовується перетворювач частоти. Обираємо перетворювач частоти INVT GD300 тому, що він підходить для нашого двигуна, та являється надійнішим ніж його аналоги. Зовнішній вигляд перетворювача частоти INVT GD300 зображено на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10–Перетворювач частоти INVT GD300[7]

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

Електронний перетворювач працює за типом інвертора, підлаштовуючись під особливості роботи двигуна. Векторні перетворювачі постійно підтримують заданий рівень швидкості на валу електродвигуна. Якщо напруга знижується, вони знижують і навантаження, зменшуючи реактивний струм. Скалярне управління використовують, якщо потрібно підтримувати постійні показники співвідношення частоти і напруги. Скалярний перетворювач необхідний, якщо потрібно управляти декількома двигунами одночасно.

Технічні характеристики перетворювача частоти INVT GD300 наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики перетворювача частоти INVT GD300

Технічні характеристики перетворювача частоти INVT GD300	
Потужність	11кВт
Струму	25А
Напруга	380В
Число фаз / напруга на вході	3-ф/380 В
Число фаз / напруга на виході	3-ф/380 В
Ємнісний фільтр	встановлені
Захист	IP 20
Макс. вихідна частота	400Гц

Для живлення цієї системи використовується блок живлення з вихідною напругою 24В та номінальним струмом 5А Mean Well NDR-120-24. Зовнішній вигляд блоку живлення Mean Well NDR-120-24 зображено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд блоку живлення Mean Well на DIN-рейку DC 24В 120Вт 5А (NDR-120-24) [8]

Технічні характеристики блоку живлення Mean Well NDR-120-24 наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики блоку живлення Mean Well NDR-120-24

Параметр	Значення
Виробник	Mean Well
Країна бренду	Китай
Потужність	120 Вт
Робоча напруга	110 В / 220 В
Матеріал корпусу	металевий
Колекція	NDR
Клас захисту	5А
Струм на виході	400Гц
Вхідна напруга DC	DC 127-370В

Вхідна напруга АС	АС 90-264В
Вид блоку живлення	на DIN-рейку

Для контролю наливу пива в кеги використовується електромагнітний витратомір Comac Cal Flow 38 (DN 6 – 400). Зовнішній вигляд витратоміру зображено на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 - Електромагнітний витратомір Comac Cal Flow 38 (DN 6 – 400) [12]

Переваги електромагнітного витратоміра Comac Cal Flow 38 (DN 6 – 400):

- варіабельність способів монтажу;
- можливість “підгону” монтажної довжини витратоміра до вимог клієнта;
- можливість виготовлення корпусу з нержавіючої сталі;
- широкий динамічний діапазон вимірювань;
- висока точність і повторюваність вимірювань;
- широкий вибір матеріалів футеровки і електродів;

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

- дуже просте і інтуїтивно зрозуміле управління;
- можливість функції моніторингу потоку (реле потоку);
- 350° поворотний дисплей для комфортного читання показників;

Технічні характеристики Електромагнітного витратоміра Comac Cal Flow 38 (DN 6 – 400) наведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики електромагнітного витратоміра Comac Cal Flow 38 (DN 6 – 400)

Параметр	Значення
Живлення приладу	230 В (50/60 Гц) 24 В змінного / постійного струму із захистом від переполюсовки
Споживання	4,6 В·А
Корпус	цільносварний
Тиск	PN10, PN16, PN25, PN40
Макс. температура навколишнього середовища	55 °С
Макс. температура вимірюваної рідини	80 °С (футеровка: гума) 130 °С (футеровка: PFA) 150 °С (футеровка: PTFE, PVDF) 170 °С (футеровка: PEEK, кераміка)
Похибка	до 0,5%, повторюваність до 0,2%
Дисплей	LCD 2×16 символів

## 2.2 Схема автоматизації.

Система автоматизації розливу пива в кеги охоплює як керувальні, так і вимірювальні компоненти, що спільно забезпечують стабільність та ефективність роботи всієї установки.

Серед виконавчих елементів основну роль відіграють електродвигуни, які відповідають за переміщення кег по лінії та регулювання темпу роботи обладнання. Технологічна послідовність розливу охоплює кілька ключових фаз:

- подача порожніх кег до розливного вузла;
- транспортування пива до розподільчого блоку;
- безпосереднє заповнення кег пивом.

Робота системи стартує після того, як буферна ємність наповнюється пивом. Якщо вона порожня, запускається насос, який перекачує пиво до заданого рівня. За цим параметром слідкує датчик рівня ОВЕН ПДУ-И. Коли рівень досягнутий, вмикається інший насос, що транспортує пиво до наливного рукава.

Подача напою відбувається під тиском, а контроль цього параметра здійснюється через сенсор тиску ОВЕН ПД180. Далі кеги подаються по роликовому транспортері, який працює за допомогою двигуна типу AIP 112. Їх переміщення відстежується за допомогою сенсора наявності KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F, що фіксує позицію кег на розливному місці.

Після зупинки кег у визначеній зоні розливу відбувається відкриття клапанів і починається процес наповнення. Контроль об'єму розливу здійснюється витратоміром Comac Cal Flow 38. Коли дозування завершено, клапани закриваються, а кеги переміщуються далі за допомогою конвеєра, звільняючи місце для наступних порожніх ємностей.

Цикл повторюється автоматично, що забезпечує безперервну та ефективну роботу системи розливу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Специфікація приладів та засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-сть	Виробник
1	1а 1б	По місцю	Датчику рівню ОВЕН ПДУ	ПДУ-И	2	ОВЕН
2	2а	По місцю	Датчик тиску ОВЕН	ПД180	1	ОВЕН
3	3а 3б	По місцю	Електромагнітний витратомір Comac Cal Flow 38	Flow 38 (DN 6 – 400)	2	Чехія
4	4а 4б	По місцю	Оптичний датчик KIPPRIBOR	OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F	2	KIPPRI BOR
5	M1 M2 M3	По місцю На щиті	Електродвигун трифазний AIP 112	AIP100S2	3	СИСТЕМАКС, Україна

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

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

#### 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

При замовленні промислового логічного контролера (ПЛК) створюється документація яка пов'язана з завданням на виготовлення щитів, в яких розміщується сам ПЛК так і блок живлення з частотним перетворювачем.

Основним в цій документації є замовна специфікація в якій вказується її модель кількість розширення до неї. Вигляд специфікації зображена в таблиці 3.

*Таблиця 2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу*

Модуль вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
ОВЕН 154	1	Програмований логічний контролер
БП04	1	Блок живлення ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.	Силка М.В				<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник	Проскурка Є.С						34	6
Зав. каф.	Смітюх Я.В					НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК	Проскурка Є.С							

### *Аналогові входи*

Для вимірювання тиску у системі використовується промисловий датчик тиску з уніфікованим аналоговим вихідним сигналом у діапазоні 4–20 мА. Такий тип сигналу є стандартним у галузі автоматизації, що дозволяє забезпечити високу точність передавання вимірюваних даних на контролер та стійкість до електромагнітних завад. Контроль витрати рідини здійснюється за допомогою витратоміра, який дозволяє визначити обсяг пива, що подається до кожної кеги, з високою точністю.

Основним елементом керування у системі виступає програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 154, який виконує функції збору, обробки та аналізу даних з підключених датчиків. На основі отриманих значень контролер здійснює регулювання параметрів процесу розливу, таких як тиск подачі, об'єм наливу та швидкість потоку. Програмне забезпечення для контролера реалізовано у середовищі CODESYS, що дозволяє реалізувати логіку керування, побудову алгоритмів контролю, а також реалізацію аварійного захисту та діагностики обладнання.

Запропонована система забезпечує не лише точність і стабільність процесу розливу, але й надає можливість гнучко змінювати параметри роботи у відповідності до технологічних вимог або типу тари. Завдяки використанню сучасних засобів автоматизації досягається висока ефективність виробничого процесу, зменшення людського фактору та підвищення загальної надійності роботи обладнання.

Використано аналогових входів 3.

### *Аналогові виходи*

У складі системи також реалізовано використання аналогового виходу для регулювання швидкості обертання електродвигуна, що здійснюється за допомогою частотного перетворювача. Частотний перетворювач забезпечує плавне керування параметрами електроживлення — частотою та напругою, які подаються на

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

асинхронний двигун. Це дає змогу гнучко регулювати швидкість його обертання відповідно до поточних вимог технологічного процесу.

Застосування частотного регулювання дозволяє зменшити динамічні навантаження на обладнання, підвищити енергоефективність системи та забезпечити плавний запуск і зупинку двигуна, що позитивно впливає на довговічність механічних елементів.

Таким чином, використання аналогових входів і виходів у системі автоматизованого розливу пива забезпечує не лише точність і стабільність процесу, а й можливість оперативної адаптації до зміни виробничих умов, що підвищує загальну ефективність і надійність технологічної лінії.

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

### 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Схема автоматичного електричного регулювання містить такі основні компоненти:

БЖ1 -блок живлення, який забезпечує живлення 24В;

PLC -ОВЕН 154;

Оптичний датчик - KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F;

Датчик тиску - ОВЕН ПД180;

Датчик рівню- ОВЕН ПДУ-И;

Перетворювач частоти - INVT GD300;

Двигуни - АІР 112;

Витратомір - Сомас Cal Flow 38.

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

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур контролю переміщення кег по системі

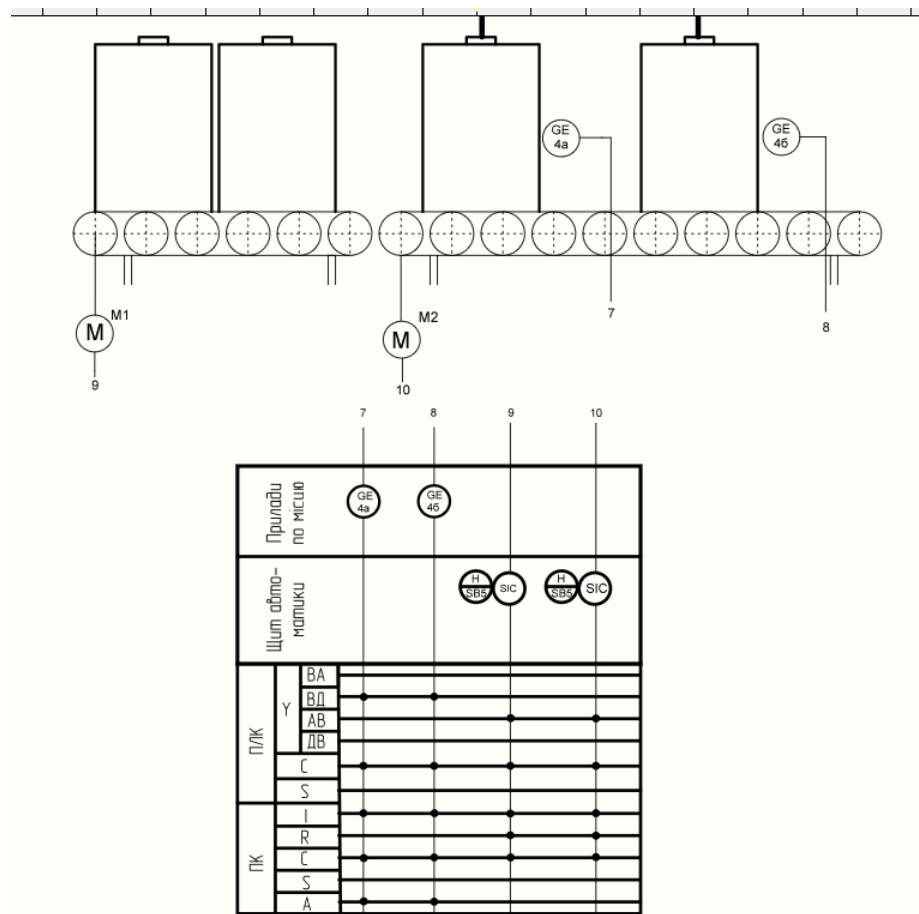


Рис. 31 – Фрагмент схеми автоматизації контуру контролю переміщення кег по системі

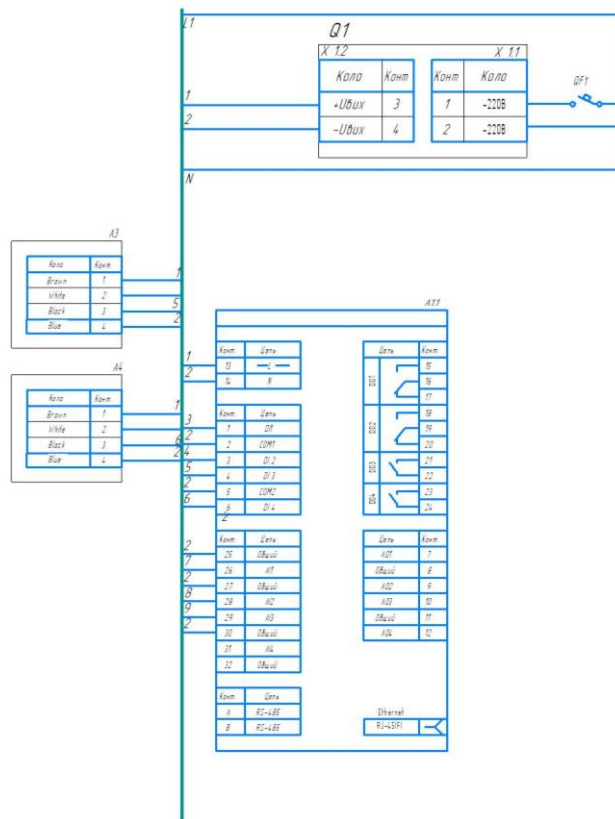


Рис. 32 – Принципова схема підключення БЖ, та ємнічних датчиків до ПЛК

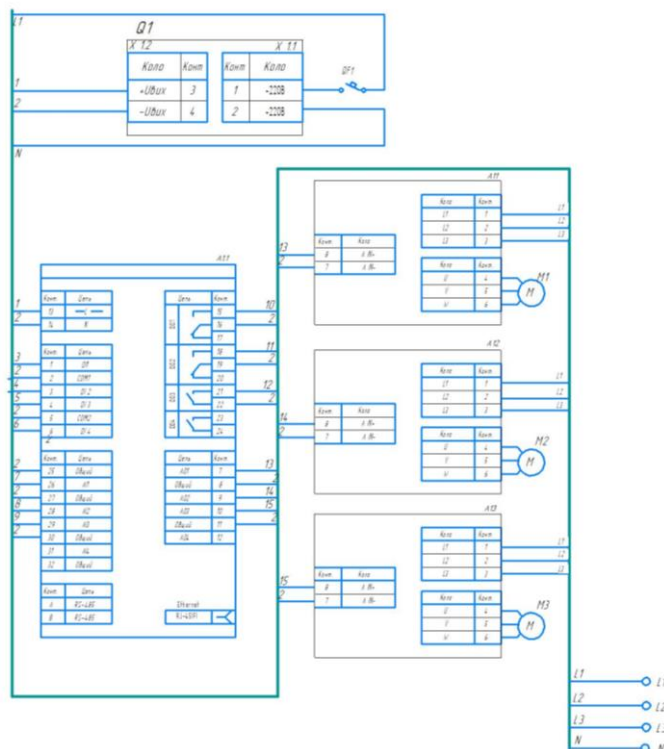


Рис. 33 – Принципова схема двигунів через частотні перетворювачі до ПЛК

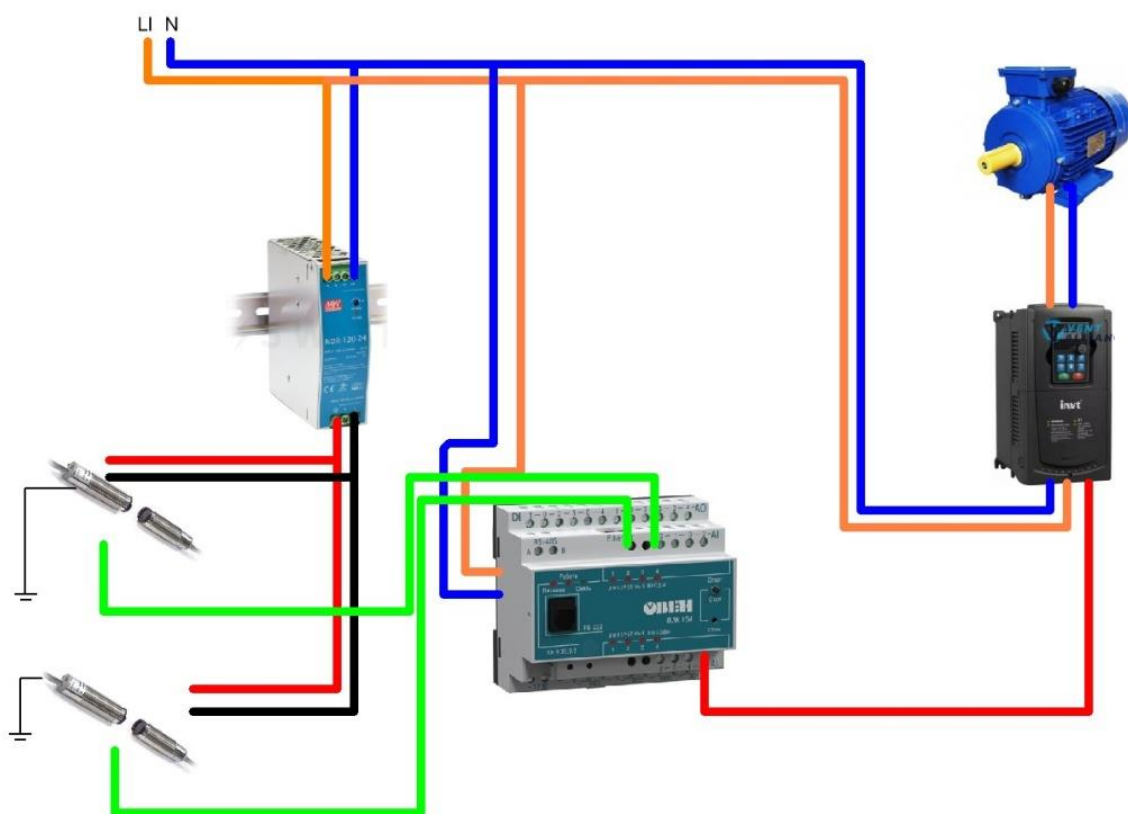


Рис. 34 – Графічна схема підключення датчиків наявності та двигунів до ПЛК

В розширеній схемі підключень зображений контур переміщення кеґ по системі розливу пива вкеґи, він складається з: блока живлення БП04-4к, програмованого логічного контролера ОВЕН 154, оптичних датчиків КІРРІВОР ОА18-D.I.0015.P.4.U1.K.F , двигунів АІР 112 та частотних перетворювачів ІNVT GD3002.

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

#### Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

У техноло гічному процесі переміщення кег по системі використовується оптичний датчик KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F, він використовується для розуміння коли кеги знаходяться в блоці розливу .

Цей датчик має номінальну відстань спрацювання 0,15м, що дозволить точно розташувати кегу в потрібному місці в блоці розливу. (рис. 35).



Рис. 35 – Зображення зовнішнього вигляду оптичного датчику

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Силка М.В			<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С					40	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С						

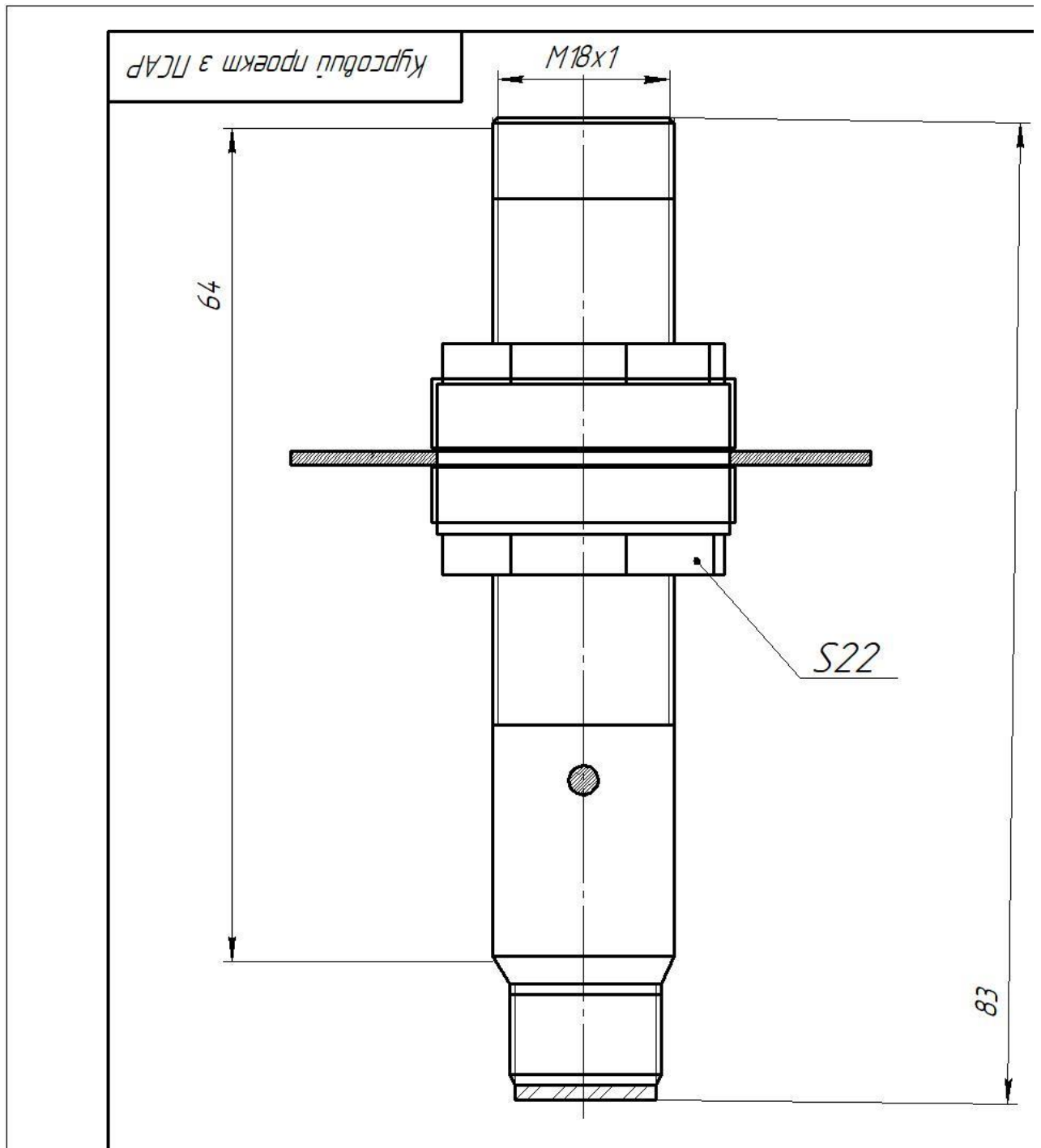


Рис. 36 – Монтажна схема оптичного датчика

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

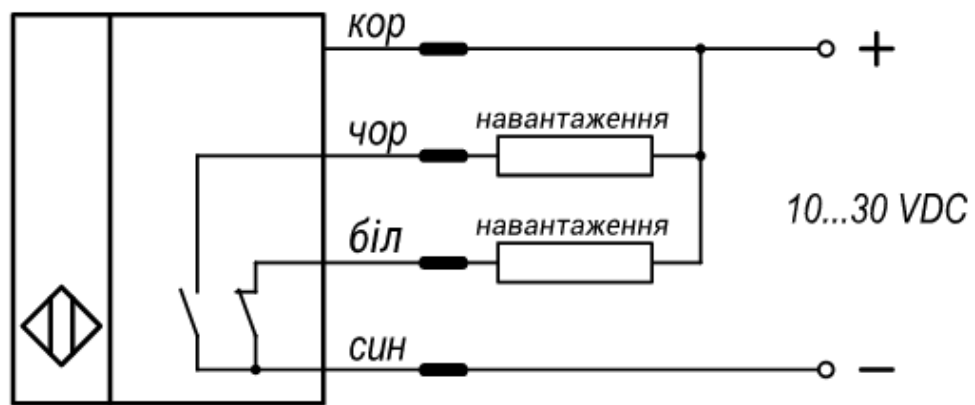


Рис. 37 – Схема підключення оптичного датчику  
KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F

Для отримання інформації, чи знаходиться кега у блоці розливи використовується безконтактний оптичний датчик KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F. Цей датчик має номінальну відстань спрацювання 0,15м, що дозволить точно розташувати кегу в потрібному місці в блоці розливу.

Оптичний датчик KIPPRIBOR OA18 – оптоелектронний пристрій, який складається з випромінювача і приймача світлового променя, схеми живлення, схеми обробки прийнятого сигналу ланцюга, що керує станом вихідного пристрою відповідно до алгоритму роботи датчика. Датчики серії KIPPRIBOR OA18 виготовлені в латунному циліндричному корпусі з нікельованим покриттям. Датчики поділяються на три типи: бар'єрні, дифузні та рефлекторні.

#### **Переваги оптичних безконтактних датчиків KIPPRIBOR OA18:**

- висока надійність і тривалий термін експлуатації без погіршення робочих характеристик;
- низька споживана потужність;
- широкий діапазон відстаней спрацювання;
- світлодіодна індикація стану датчика;
- малий час реакції;
- можливість регулювання чутливості;
- відсутність безпосереднього контакту з контрольованим об'єктом;

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

Технічні характеристики безконтактного оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F наведено в таблиця 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики безконтактного оптичного датчику KIPPRIBOR OA18-D.I.0015.P.4.U1.K.F

Найменування	Значення
Точність повторення	$\pm 10\%$ від Sn
Тип виходу	NPN / PNP
Комутаційна функція	NO + NC (перемикає контакт)
Напруга живлення	10...30 VDC
Максимальний струм навантаження	200 mA
Спад напруги	$\leq 2,5$ V
Споживаний струм	$\leq 30$ mA
Час відгуку	1 мс
Джерело випромінювання	ІЧ діод (880nm)
	ІЧ діод (880 nm)
	Червоний діод (650 nm)
Допустиме зовнішнє освітлення	$\leq 10000$ люкс
Електрична міцність ізоляції	500 VDC протягом 1 хв

Ступінь захисту	IP67
Захист від короткого замикання	є
Захист від перевантаження	є

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

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

Сам алгоритм задач керування технологічним процесом блоку розливу в скляні пляшки пива:

— При запуску технологічного процесу перевіряється стан клапана KL1. Якщо KL1 відкритий, починається заповнення резервуару рідиною. водночас з відкриттям клапану спрацьовують датчик на наявність кришок в закупорнику LE2, якщо їх в наявності немає, спрацьовує лампа сигналізація аварії.

— Заповнення триває до моменту, поки датчик рівня LE1 не зафіксує тиск більше ніж 450 од.

— Після досягнення необхідного тиску клапан KL1 закривається.

— Вмикається насос і відкривається клапан KL2.

— Система контролює тиск у резервуарі:

— Якщо тиск падає нижче 300 од., насос і клапан KL2 вимикаються.

— Після цього вмикаються двигуни, які запускають наступний етап обробки.

— При активації двигунів, перевіряється наявність сигналів з датчиків GE1 і GE2.

— Якщо обидва датчики спрацювали, то KL1 вмикається знову, а двигуни вимикаються. Далі перевіряється умова: чи пройшов розчин далі по системі. Якщо так, вмикаються клапани KL3 та KL4.

— Система продовжує роботу до моменту, поки кількість заповненого глиняного складу не досягне 400 од.

— Після цього клапани KL3 і KL4 вимикаються, завершуючи технологічний цикл.

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Силка М.В</i>			<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Проскурка Є.С</i>					44	7
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			<b>НУХТ АК-4-2ск</b>			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

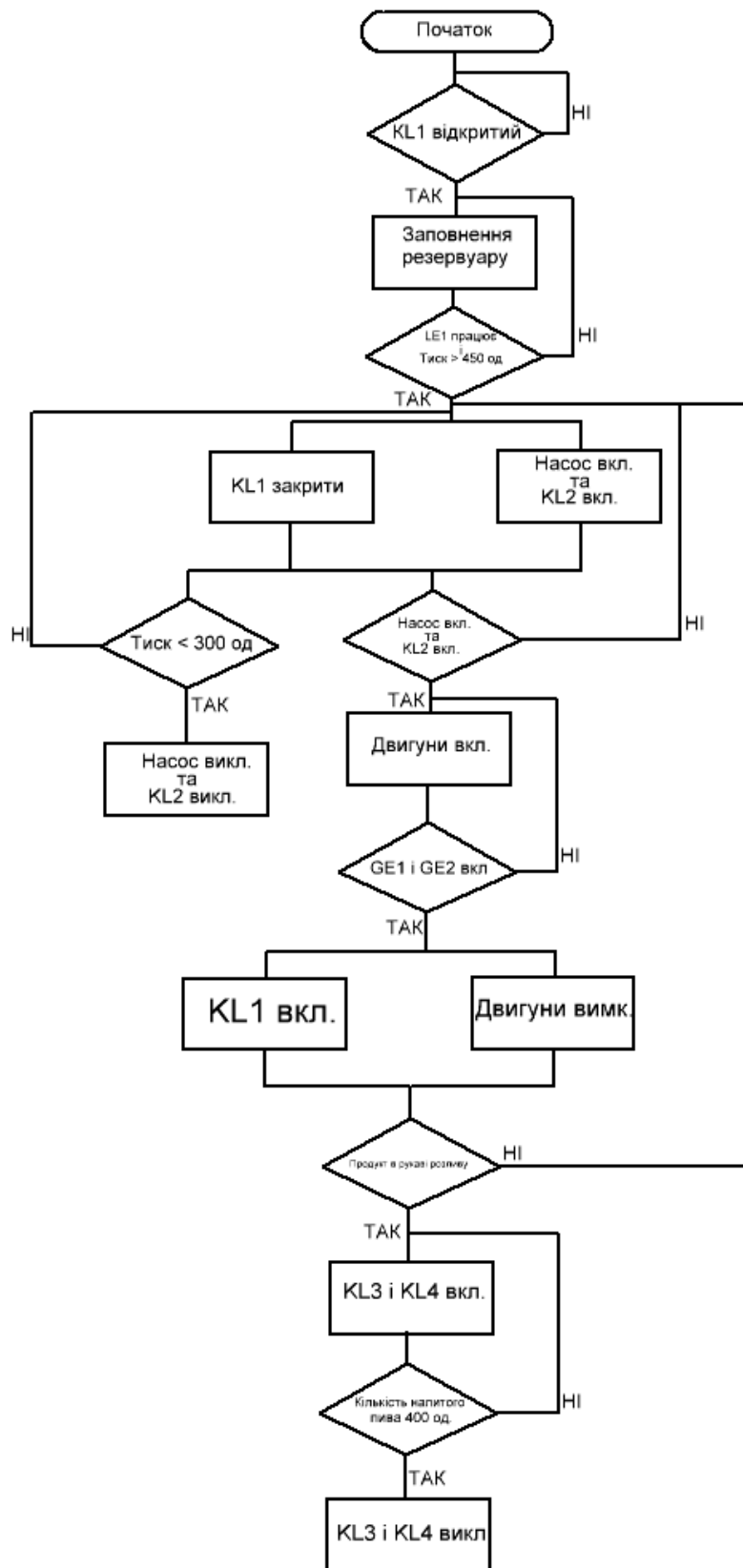


Рис. 5.1 – Блок схема алгоритму роботи програми

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Змінні для програми в ПЛК представлені в таблиці 5.1.

Джерело сигналу	Назва в середовищі	Тип в середовищі	Адреса
Вхідні сигнали			
Датчик рівня	LE1	BOOL	AT%IX.0.0: BOOL;
Оптичний датчик	GE1	BOOL	AT%IX0.2: BOOL;
Оптичний датчик	GE2	BOOL	AT%IX0.3: BOOL;
Датчик рівня	LE2	BOOL	AT%IX0.1: BOOL;
Датчик тиску	PE1	REAL	AT%ID3.0: REAL;
Витратомір	FE2	REAL	AT%ID4.0: REAL;
Витратомір	FE3	REAL	AT%ID5.0: REAL;
Вихідні сигнали			
Двигун	M1	REAL	AT%QD.1.0: REAL;
Двигун	M2	REAL	AT%QD.2.0.1: REAL;
Клапан	KL1	BOOL	AT%QR.1.0: BOOL;
Клапан	KL2	BOOL	AT%QX.1.1: BOOL;
Клапан	KL3	BOOL	AT%QX.1.2: BOOL;
Клапан	KL4	BOOL	AT%QX.1.3: BOOL

Програма процесу автоматизації написана на мові програмування CFC (ContinuousFunctionChart):

Зовнішній вигляд блоку старту та зупинки процесу розливу пива в кеги зображено на рисунку 5.2.

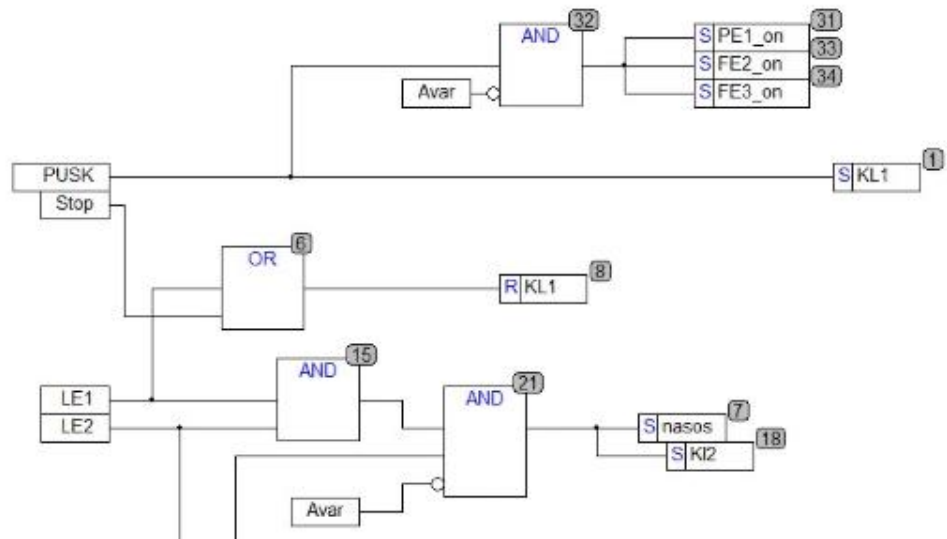


Рисунок 5.2 - Зовнішній вигляд блоку startу та зупинки процесу розливу пива в кеги

Зовнішній вигляд блоку заповнення резервуару та початку переміщення пива до рукаву розливу зображено на рисунку 5.3.

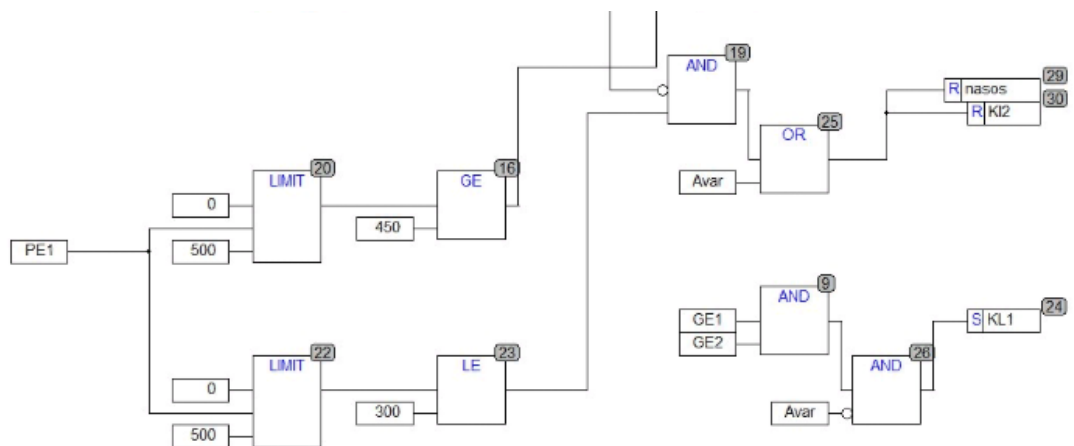


Рисунок 5.3- Зовнішній вигляд блоку заповнення резервуару та початку переміщення пива до рукаву розливу

Зовнішній вигляд блоку наливу пива в кеги зображено на рисунку 5.4.

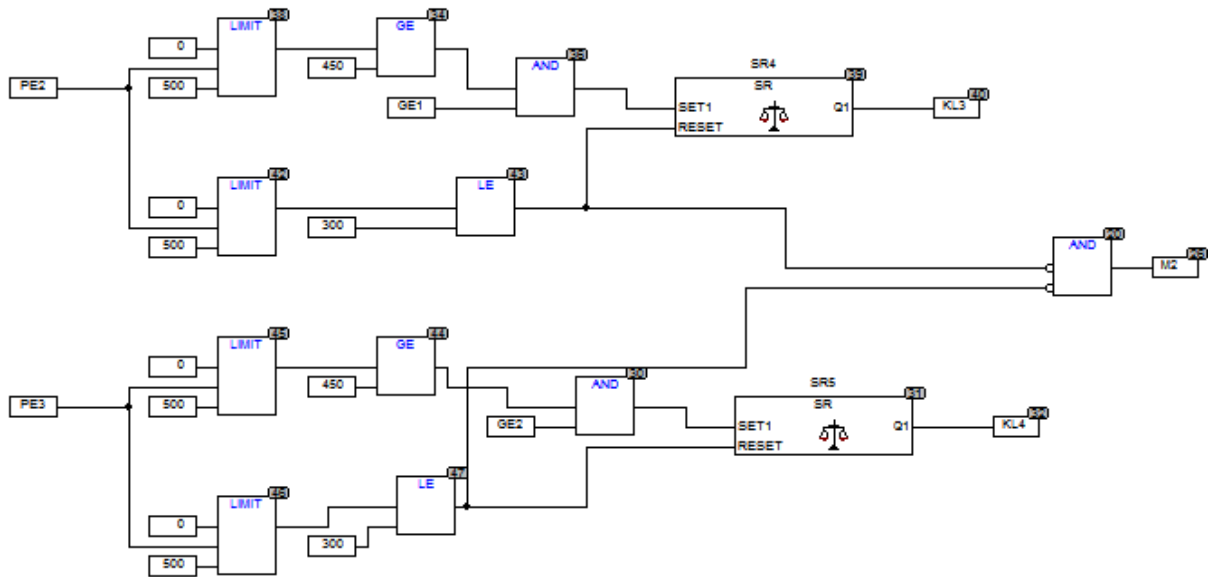


Рисунок 5.4-Зовнішній вигляд блоку який відповідає за налив в кеги

Зовнішній вигляд блоку який виконує керування двигунами зображено на рисунку 5.5.

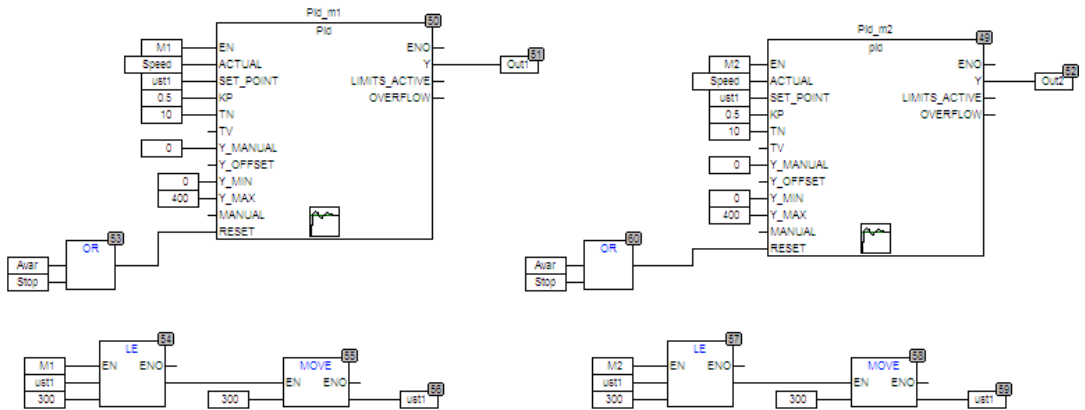


Рисунок 5.5 - Зовнішній вигляд блоку який виконує керування двигунами

Зовнішній вигляд блоку аварії зображено на рисунку 5.6.

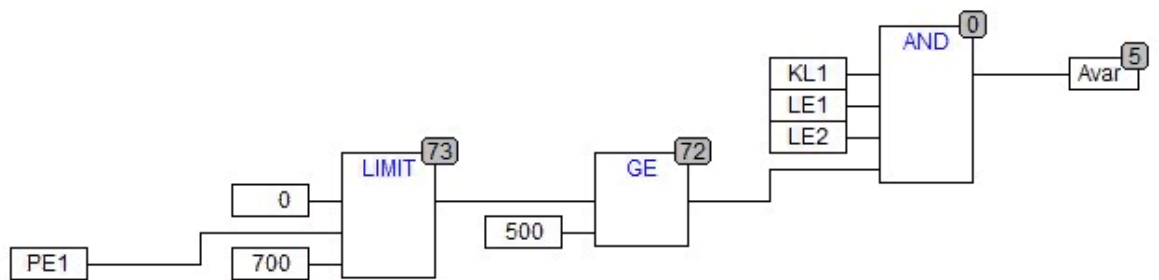


Рисунок 5.6 - Зовнішній вигляд блоку аварії

Зовнішній вигляд програми системи автоматизації розливу пива в кеги зображено на рисунку 5.7.

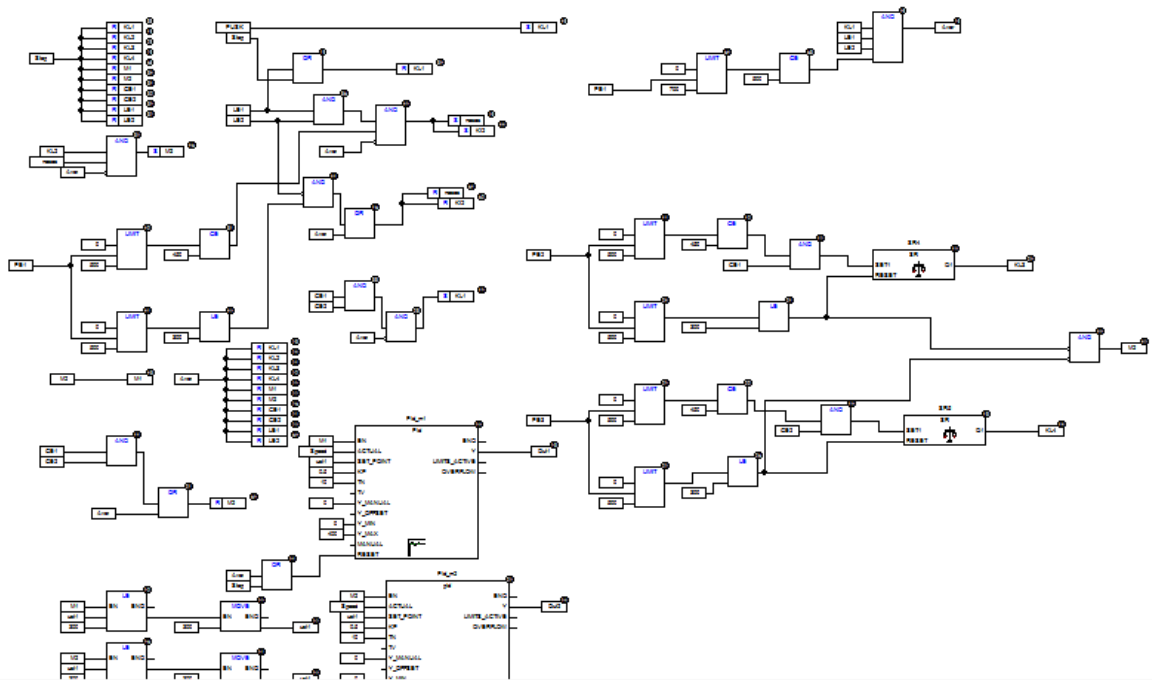


Рисунок 5.7 - Зовнішній вигляд програми системи автоматизації розливу пива в кеги

## Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Для спостереження та регулювання технологічного процесу потрібно створити способи взаємодії між людиною та машинами. Для цього використовуються різноманітні інтерфейси людина-машина. Також це називають панель оператора що була виконана в середовищі Simple SCADA 2, вона ідеально поєднує в собі простоту використання та функціональні можливості.

Таблиця 6.1. Опис змінних для SCADA-програми.

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. вихідне значення в одиницях виміру	Макс. вихідне значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
PLC1_PLC_P RG_Avar	AT#IX1.0.7	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_GE1	AT#IX1.0.3	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_GE2	AT#IX1.0.2	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_KL1	AT#QX1.0.5	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_KL2	AT#QX1.0.5	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_KL3	AT#QX1.0.5	0	1	0	1	BOOL

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.	Силка М.В				<b>Розробка системи автоматизації розливу пива в кеги</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Керівник	Проскурка Є.С						51	4
Зав. каф.	Смітюх Я.В.				<b>НУХТ АК-4-2ск</b>			
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.							

*Продовження таблиці 6.1. Опис змінних для SCADA-програми*

PLC1_PLC_P RG_KL4	AT#QX1.0.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_LE1	AT#IX1.0.3	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_LE2	AT#IX1.0.4	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_M1	AT#QX1.0.7	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_M2	AT#QX1.0.8	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_nasos	AT#QX1.0.9	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_Out1	AT#IX1.1.4	0	1000	0	450	REAL
PLC1_PLC_P RG_Out2	AT#IX1.1.5	0	1000	0	450	REAL
PLC1_PLC_P RG_PE1	AT#IX1.1.6	0	1000	0	500	REAL
PLC1_PLC_P RG_FE1	AT#IX1.1.8	0	1000	0	400	REAL
PLC1_PLC_P RG_FE2	AT#IX1.1.9	0	1000	0	400	REAL
PLC1_PLC_P RG_PUSK	AT#IX1.1.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_Stop	AT#IX1.0.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_P RG_PE1_on	AT#IX1.0.8	0	1	0	1	BOOL

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Під час розробки програми також було створено візуалізацію розробленої системи автоматизації. За допомогою візуалізації буде здійснюватися контроль за процесом у реальному часі.

Візуалізація розробленої програми зображено на рисунку 6.1.

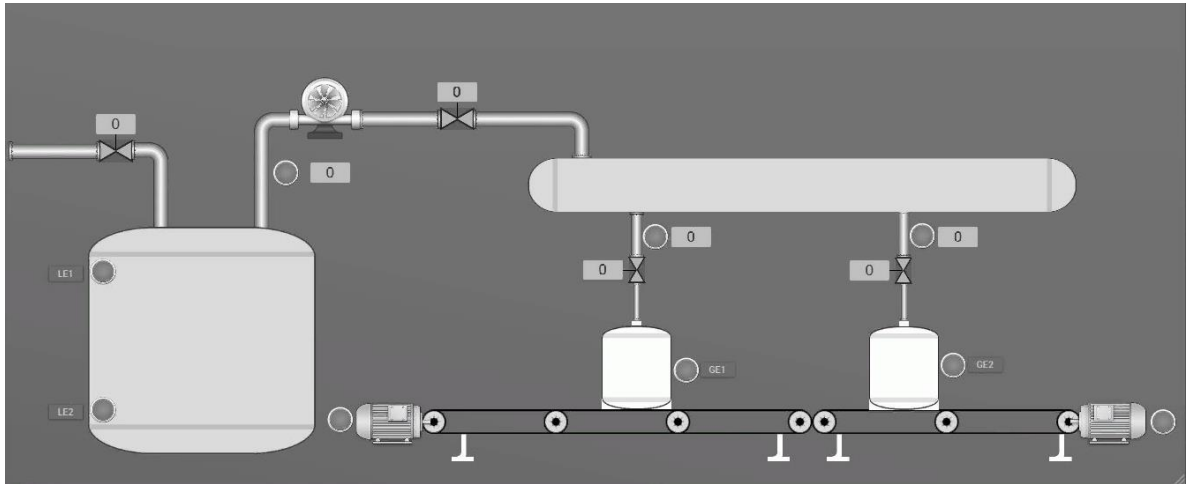


Рисунок 6.1 – Технологічна схема лінії розливу пива в кеги

Для управління процесом та індикацією використовується інтерфейсна панель «Панель оператора». На панелі розміщені кнопки «PUSK» та «STOP». Також на панелі може виконуватися регулювання швидкості двигунів. Розміщена лампочка яка сигналізує про аварію. Також можна отримувати данні з датчиків тиску. Панель оператора зображена на рисунку 6.2.

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

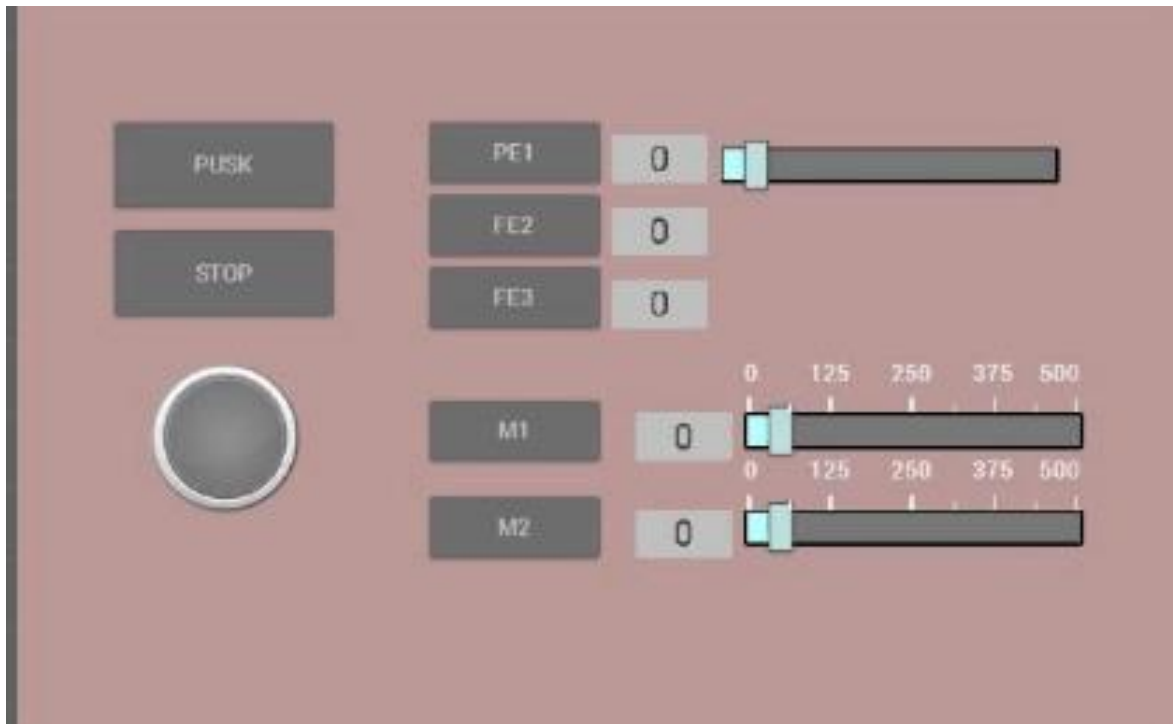


Рисунок 6.2 – Панель оператора

Клапани у візуалізації побудовані з 2 трикутників. Для розуміння в якому положенні знаходиться клапан було додано поле над ним яке показує логічний «0» або «1»: «1» - клапан відкритий, «0» – клапан закритий. Зовнішній вигляд клапану зображено на рисунку 6.3. На рисунку 6.4 зображено меню конфігурації клапану.

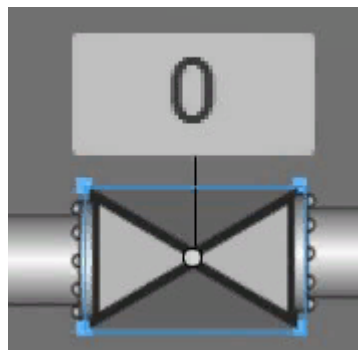


Рисунок 6.3 – Зовнішній вигляд клапану на візуалізації



Свойства	События
X	152
Y	329
Имя	Valve3
Видимый	✓
Доступен	✓
Переменная	PLC1_PLC_PRG_KL1
Адрес	PLC1:PLC_PRG.KL1
Доп. переменная	Не выбрано
Цвет	 255
Цвет границы	
Размер	64
Заполнить фон	✓
Положение	горизонтальный ▾
Граница	средняя ▾

Рисунок 6.4 – Меню конфігурації клапану

Датчик рівню на візуалізації зображено лампочкою змінює свій колір коли він вмикається. Зміна кольору виконана за допомогою скрипта. Зовнішній вигляд датчика рівня зображено на рисунку 6.5, а його меню конфігурації на рисунку 6.6.

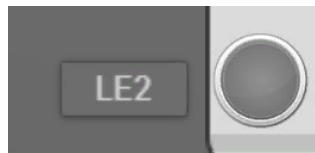


Рисунок 6.5 – Зовнішній вигляд датчика рівня на візуалізації


Свойства	События
X	136
Y	520
Ширина	48
Высота	48
Имя	Image9
Видимый	✓
Доступен	✓
Переменная	PLC1_PLC_PRG_LE1
Адрес	PLC1:PLC_PRG.LE1
Доп. переменная	Не выбрано
Цвет	 255
Текстура	приборы\Лампочка 2

Рисунок 6.6 – Меню конфігурації датчику рівня

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

Зовнішній вигляд двигуна у візуалізації зображено на рисунку 6.7, а його меню конфігурації на рисунку 6.8.

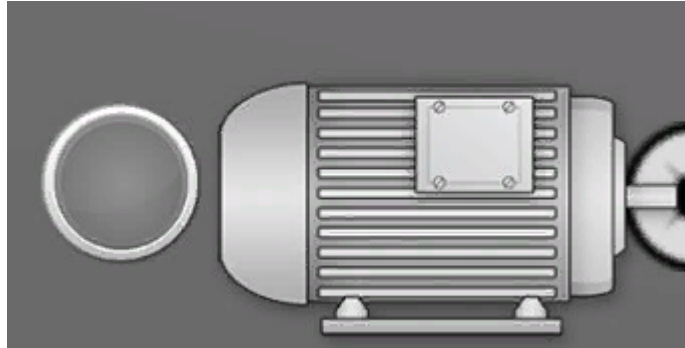


Рисунок 6.7 – Зовнішній вигляд двигуна на візуалізації

X	520
Y	760
Ширина	48
Высота	48
Имя	Image6
Видимый	✓
Доступен	✓
Переменная	PLC1_PLC_PRG_M1
Адрес	PLC1_PLC_PRG.M1
Доп. переменная	Не выбрано
Цвет	⊗ 255
Текстура	приборы\Лампочка 2

Рисунок 6.8 – Меню конфігурації двигуна

Насос у візуалізації виконаний з двох елементів малюнку насосу та для зображення його роботи в середину нього поміщений вентилятор до якого зроблений скрипт. Зовнішній вигляд насосу зображено на рисунку 6.9, а його меню конфігурації на рисунку 6.10.

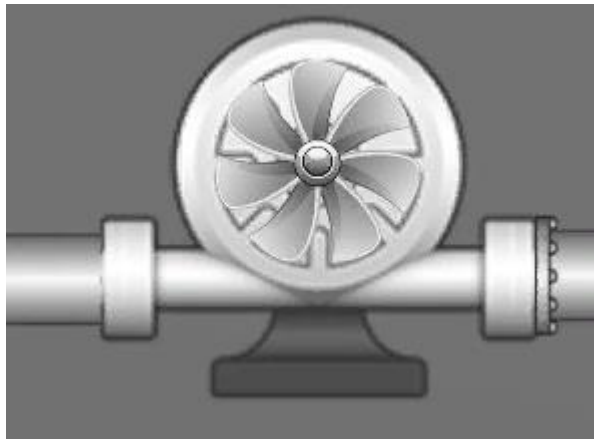


Рисунок 6.9 – Зовнішній вигляд насосу на візуалізації

X	491
Y	239
Ширина	57
Высота	57
Имя	Image18
Видимый	✓
Доступен	✓
Переменная	PLC1_PLC_PRG_nasos
Адрес	PLC1:PLC_PRG.nasos
Доп. переменная	Не выбрано
Цвет	☒ 255
Текстура	ванные\Вентилятор 2

Рисунок 6.10 – Меню конфігурації насосу

Зовнішній вигляд датчику наявності кеги зображено на рисунку 6.11, його меню конфігурації на риску 6.12.



Рисунок 6.11 - Зовнішній вигляд датчику наявності кеги на візуалізації


Image13: TM_Image	
Свойства	События
X	1080
Y	680
Ширина	48
Высота	48
Имя	Image13
Видимый	✓
Доступен	✓
Переменная	PLC1_PLC_PRG_GE1
Адрес	PLC1:PLC_PRG_GE1
Доп. переменная	Не выбрано
Цвет	 255
Текстура	приборы\Лампочка 2

Рисунок 6.12 – Меню конфігурації датчику наявності кеги

Для датчику тиску було додане поле з правого боку для того щоб можна було побачити на візуалізації фактичний тиск який він показує в даний момент.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено автоматизовану систему керування технологічним процесом розливу пива в кеги. Система забезпечує стабільну, безпечну та ефективну роботу обладнання в автоматичному режимі з мінімальним втручанням оператора.

В основі автоматизації лежить використання програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК 154, обґрунтовано вибраного з урахуванням технічних вимог та специфіки процесу. За допомогою контролера реалізовано обробку сигналів з датчиків (тиску, рівня, наявності тари) та формування керуючих дій для виконавчих пристроїв (електродвигунів, насосів, клапанів).

Для візуалізації роботи системи була розроблена мнемосхема в середовищі Simple SCADA, яка забезпечує зручне та наочне відображення стану об'єктів керування, параметрів технологічного процесу і аварійних повідомлень у режимі реального часу.

Програмне забезпечення для ПЛК реалізовано за допомогою мови SFC (Continuous Function Chart), що дало змогу створити структуровану та наочну логіку керування. Алгоритм включає контроль рівня пива в резервуарі, тиску в системі подачі, а також наявності кег у зоні розливу, з відповідним запуском або зупинкою виконавчих механізмів.

Таким чином, поставлену мету дослідження було досягнуто — спроектовано та реалізовано сучасну, надійну та адаптивну систему автоматизованого розливу пива в кеги, яка відповідає вимогам промислової експлуатації та може бути впроваджена у виробничих умовах.

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

## Список використаної літератури

1. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (Модуль 1) [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання // уклад.: Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць. – К.: НУХТ, 2016. – 29 с.
2. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної бакалаврської роботи на здобуття освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" освітньо-професійної програми "Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації" денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / уклад.: І.В. Ельперін, Я.В. Смітюх, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка; Національний університет харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2022. – 96 с. – каф. автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління. – Режим доступу:  
<https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDownloadForm?docid=410419>
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
5. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
6. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
7. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

8. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
9. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
10. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
11. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
12. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
13. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
14. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
15. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
16. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
17. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

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

18. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
19. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
20. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
21. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
22. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
23. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
24. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
25. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
26. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

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

27. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
28. Системний аналіз складних систем управління. Практикум: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
29. Методи сучасної теорії управління: підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
30. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
31. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
32. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035
33. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д. Кишенько, О.В. Грабовська. – К.: ЦП “Компринт”, 2019. – 479 с.
34. Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" на пряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

35. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
36. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
37. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
38. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		