



# 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

НЕУМИТИЙ Богдан Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки*

керівник роботи *ст. викл. МІРКЕВИЧ Роман Миколайович*

(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 компонентування 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 Богдан НЕУМИТИЙ

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Роман МІРКЕВИЧ

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотації

В кваліфікаційній роботі виконано опис розробки технологічного процесу системи блоку розливу пива в скляні пляшки.

Система технологічного процесу розливу виконувалася з використанням промислового логічного контролера ОВЕН 160. До системи інтегровано датчики та виконавчі механізми які виконують повністю автоматизовану роботу розливу пива в скляні пляшки.

Розробка програмного забезпечення для реалізації регулювання виконалася в середовищі CODESYS v2.3, на мові програмування Continuous Function Chart та виконання мнемосхеми людина машина в Simple SCADA. Вона забезпечує моніторинг та регулювання частинами автоматизації.

**Ключові слова:** блок розливу, процес, ОВЕН ПЛК 160, зірка, технологічний процес, автоматизація, SCADA.

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

## Annotations

This qualification work presents the development of a technological process system for a beer bottling unit into glass bottles.

The beer bottling process system was implemented using the OVEN PLC 160 industrial logic controller. The system integrates sensors and actuators that enable a fully automated beer bottling process into glass bottles.

The software for implementing the control system was developed in CODESYS v2.3 using the Continuous Function Chart programming language, and the Human-Machine Interface (HMI) was implemented in Simple SCADA. This ensures monitoring and partial automation control.

**Keywords:** bottling unit, process, OVEN PLC 160, star wheel, technological process, automation, SCADA.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації</b> .....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
<b>Розділ 2. Система автоматизації</b> .....	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. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення</b> .....	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. Креслення встановлення технічних засобів</b> .....	40
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)</b> .....	44
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога</b> .....	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

Розлив є надзвичайно важливим етапом у технологічному процесі виробництва пива. Блок розливу, який є технологічним об'єктом, виконує функцію подачі готового продукту з форфасу, дозування необхідного об'єму в тару, закупорювання пляшок та передача на етап етикетування та пакування готової продукції. Саме від злагодженості роботи блоку розливу залежить безперервність робочого процесу, точність розливу, якість зовнішнього вигляду продукту.

Для дотримання усіх цих функцій, що гарантують стабільність та відповідність виставленим вимогам процесу, важливо забезпечити точне дозування об'єму пива в тару, стійку швидкість роботи, герметичне закупорювання. Виконання цих функцій під час автоматизованого процесу розливу пива в скляні пляшки є критично важливим для забезпечення стабільності та ефективності виробництва.

Для ефективного керування блоком розливу потрібно використовувати сучасні автоматизовані системи, що ґрунтуються на застосуванні мікропроцесорного контролера, сенсорного обладнання та цифрових методів регулювання. Саме вони забезпечують високу точність та гнучкість у керування процесу, дозволяють не відволікаючись контролювати всі ключові параметри, відразу реагувати на зміну режимів роботи та виявляти несправності на ранніх етапах.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації процесу розливу пива в скляні пляшки з використання сучасних та доступних технічних засобів для стабільності якості та високої продуктивності.

У межах роботи буде розроблено структурну та функціональну схеми автоматизації блоку, обрано технічні засоби керування (контролери, датчики, виконавчі механізми), а також обґрунтовано доцільність автоматизації як чиннику підвищення ефективності та стабільності технологічного процесу розливу пива в скляні пляшки.

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

## Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

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

Блок розливу пива – це виробнича лінія, призначена для автоматизованого розливу пива в споживчу тару, зокрема скляні пляшки, алюмінієві банки, кеги та ПЕТ пляшки. Основне призначення забезпечити точне дозування, збереження якості напою та герметичне закупорювання для подальшого транспортування.

Процес розливу потребує активної уваги до санітарії, так як пиво є біологічно активним продуктом і чутливим до кисню. Тому перед розливом тара проходить обов'язкову промивку та стерилізацію.

Розлив пива в тару здійснюється до номінального об'єму пляшки з урахуванням так названого технічного простору (повітряної подушки), який забезпечує безпечне закупорювання без переливу. У пляшки 0,33 л – 327-329 мл, пляшки 0,5 л – 495-498 мл, у пляшку 0,7 л – 745-748 мл.

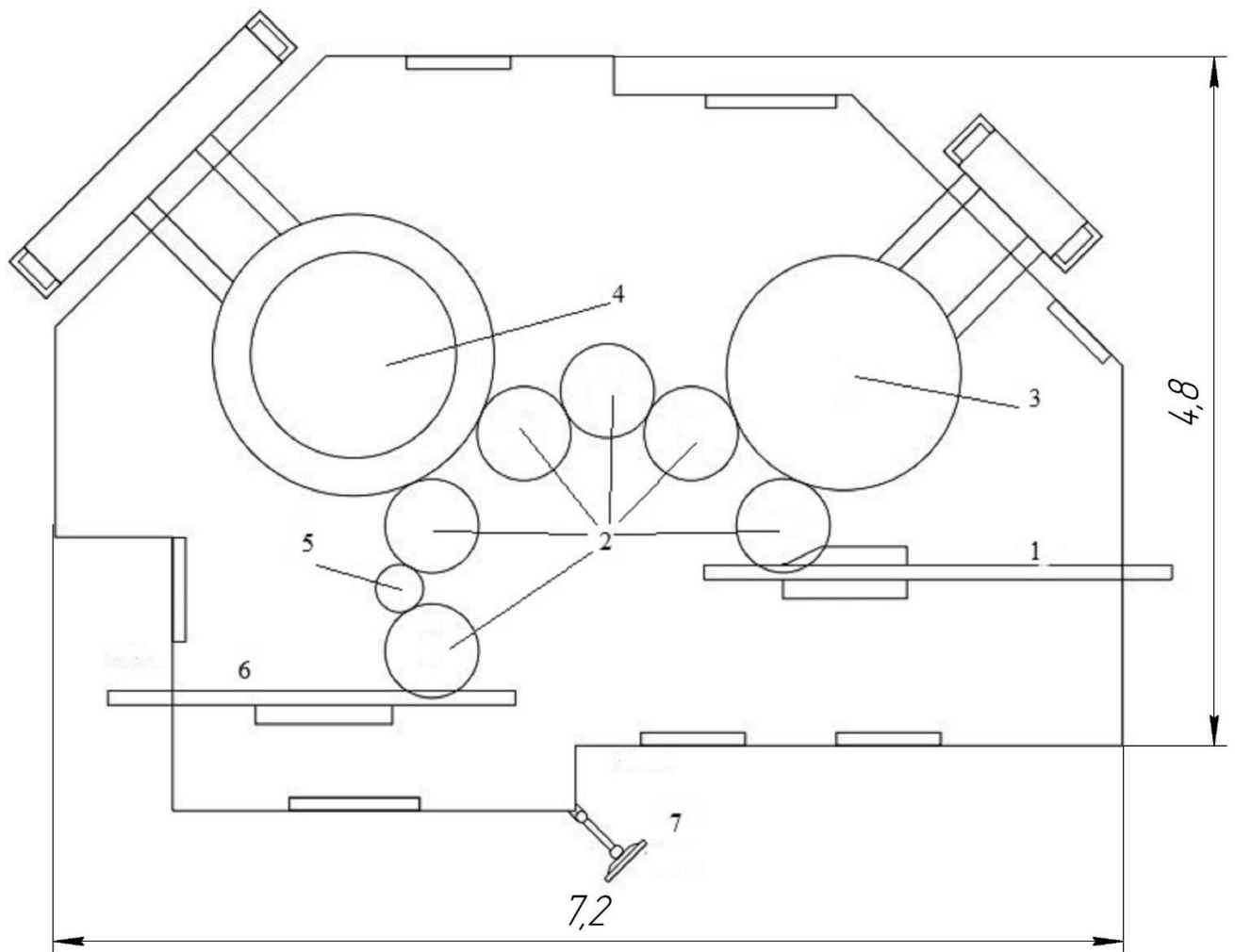
Точне дозування забезпечується ізобаричними наповнюваними головками та рівнемірами, що є частиною автоматизованого блоку розливу.

Приміщення де знаходиться блок розливу має площу в 32 м<sup>2</sup>, об'єм 96 м<sup>3</sup>. Приміщення закриті та звукоізольовані скляними стінами та дверми при відкритті яких вимикається живлення системи.

Розташування блока розливу відповідає нормативним вимогам, а саме: уникнення прямої взаємодії з хімічними речовинами за допомогою скляних стін, уникнення травм небезпеки за допомогою попереджувального пофарбування.

План приміщення де знаходиться блок розливу в скляні пляшки, з розміщеними виконавчими органами зображено на рис. 1.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Неумитий Б.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					8	5
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						



1 – вхідний транспортер; 2 – переміщувані зірки; 3 – різнер; 4 – блок розливу; 5 – закупорник; 6 – вихідний транспортер; 7 – панель оператора

Рис.1 – План приміщення блока розливу в скляні пляшки

Блок розливу виконує роботу відповідно до заданих технологічних параметрів, основні параметри визначаються типом продукції, обраною тарою, продуктивністю лінії та характеристиками устаткування.

Основні технологічні характеристики:

- Об'єми тари: 0,33 л, 0,5 л, 0,7 л.
- Рівень наповнення: 98-99,5% від номінального об'єму.
- Продуктивність лінії: від 6 000 до 25 000 пляшок/год.
- Тривалість одного циклу розливу: 2-4 секунд на пляшку.
- Аварійні ситуації: збій синхронізації.

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

## Система автоматизації розливу пива в скляні пляшки **Krones AG**

— навісні частини та машинний стіл для переміщення пляшок і кріплення закупорника;

- закупорник;
- верхня частина машини розливу;
- нижня частина машини розливу;
- розливні органи;
- транспортер, що відводить;
- клапанний вузол.

Принцип дії системи автоматизації розливу лимонаду в скляні пляшки:

Речовини (продукт, миючі засоби, газ для створення вакууму і розгрузки) подаються і виводяться через клапанний вузол, вхідні трубопроводи і вхідний пристрій верхньої частини розливальної машини.

Відведена зірка розливної машини (6) приймає пляшку по транспортеру з передавальної зірки (7) ополаскувача та перештовхує пляшку в підіймаючі пристрої на розливних органах (5).

Після розливу пляшки приймаються направляючою зіркою (4).

Відведена зірка розливної машини направляє пляшки до центральної зірки закупорника(3).

Центральна зірка закупорника направляє пляшки під закупорюючі органи, а після закупорки – відводить їх в перехідну зірку (2).

Центральна зірка закупорника переводить пляшки на регулюємий по висоті відвідний транспортер (1).

Відвідний транспортер перенаправляє пляшки з машини та передає їх на транспортер пляшок.

Привід машини забезпечується декількома серводвигунами.

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

Зображення операційного циклу розливу пива в скляні пляшки зображено на рис. 2

Операційний цикл системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки:

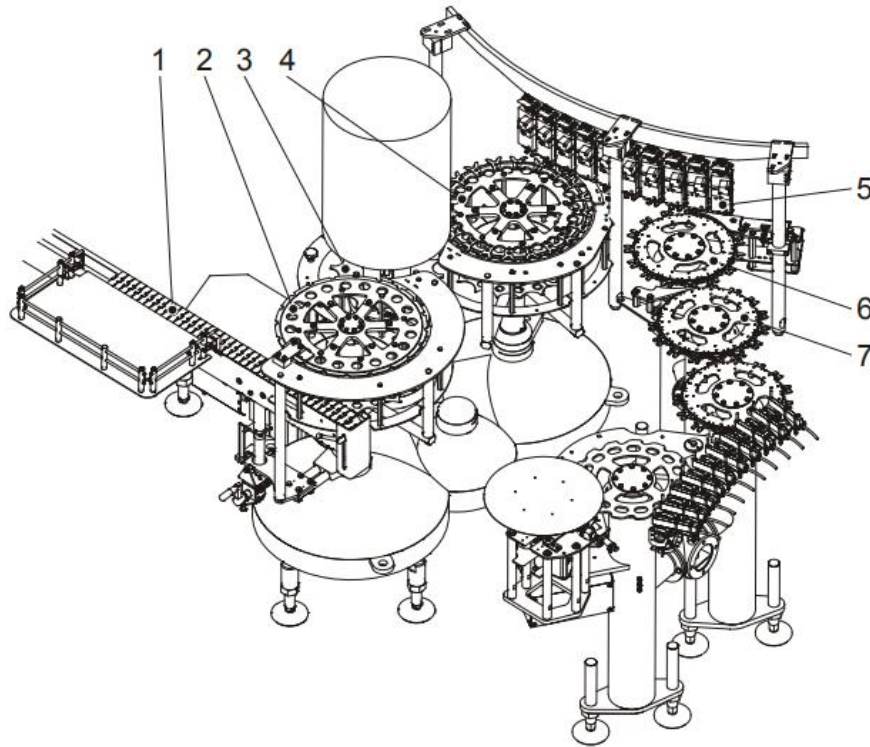


Рис. 2 – Принцип дії блока розливу пива в скляні пляшки

На даному рисунку зображення операційний цикл подання пляшки спочатку з транспортера на розподільчі зірки до блока розлива де розливається пиво, потім до закупорника, знову через розподільчі зірки до вихідного транспортера.

## 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	500±10 г	Контроль	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пива	
	Швидкість обертів в блоці розливу	120 об/хв	Контроль	Стабілізація	Вплив на посадку пляшки в блоці	
Сервопривід на переключальних зірках	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	
Закупорник	Наявність кришов	-	Контроль	Стабілізація	Вплив на подачу кришок в закупорник	

## Розділ 2. Система автоматизації

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

Для забезпечення всіх потреб до об'єкту автоматизації були підбрані засоби для вимірювання та виконавчі механізми які підходять по характеристикам реальної роботи блока розливу.

#### Виконавчі механізми

Забезпечення руху перевідних зірок використовується асинхронний електродвигун АІР80А4 - 1,1 кВт 1500 об/хв, це трифазний короткозамкнений електродвигун змінного струму, який належить до серії АІР (уніфікованої серії асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором). Він має надійню та стабільну роботу.

Зображення електродвигуна зображено на рис. 3.



Рис. 3 – Зображення асинхронного електродвигуна АІР80А4

Технічні характеристики асинхронного електродвигуна АІР80А4, зображено на таблиці 2.1

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

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики асинхронного електродвигуна АІР80А4

Найменування	Значення
Потужність	кВт – 1,1
Частота обертання	об/хв – 1500
Номінальний струм А	2,85
Крутний момент	7,398
ККД	% – 76,2
Сos φ	0,77
Мпуск/мном	2,3
Ммакс/мном	2,3
Іпуск/іном	6,0

Схема підключення електродвигуна АІР80А4 зображено на рис. 4 та показано два варіанти трикутником та зіркою.

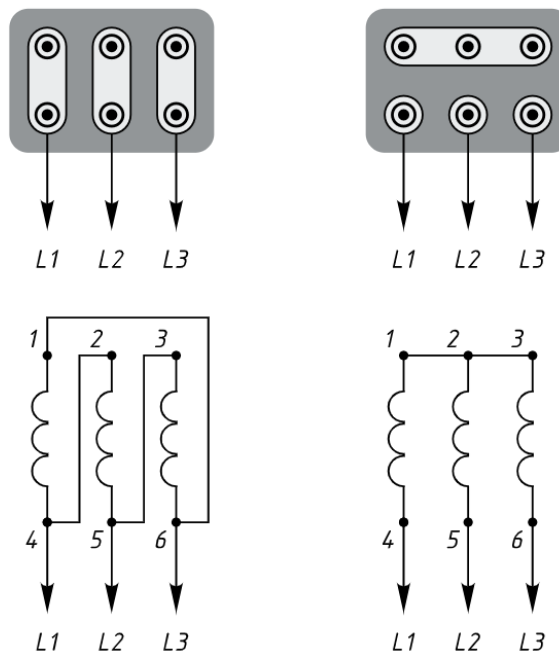


Рис. 4 – Зображення схеми підключення електродвигуна АІР80А4

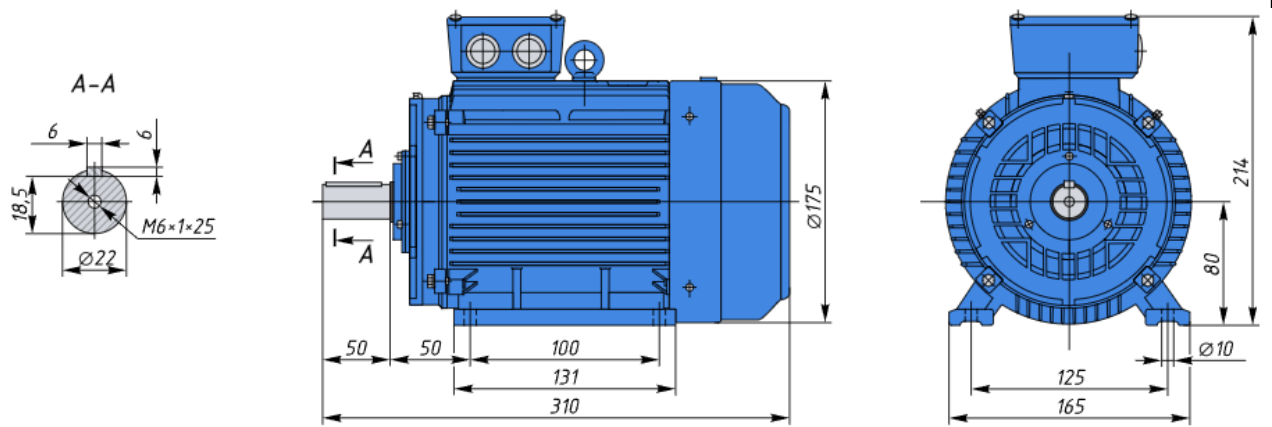


Рис. 5 – Розміри електродвигуна AIP80A4

В якості двигуна на блок розливу використовується електродвигун AIP 80 B2 (2.2 кВт 3000 об/хв) - це трифазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором, який належить до серії AIP. Відзначається високою частотою обертання (двополюсний двигун) і компактними розмірами.

Зображення електродвигуна AIP 80 B2 зображено на рис. 6.



Рис. 6 – Зображення асинхронного електродвигуна AIP 80 B2 для блока розливу

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

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики асинхронного двигуна АІР 80 В2

Найменування	Значення
Тип двигуна	Трифазний 380В;
Потужність двигуна	2.2 кВт;
Обороти двигуна	3000 об/хв;
Вхідна напруга	220В/380В;
Висота до центру валу	80 мм;
Діаметр валу	22 мм;
Діаметр зовнішній фланця В5	200 мм.

Схема підключення електродвигуна АІР 80 В2 зображено на рис. 7 та показано два варіанти трикутником та зіркою.

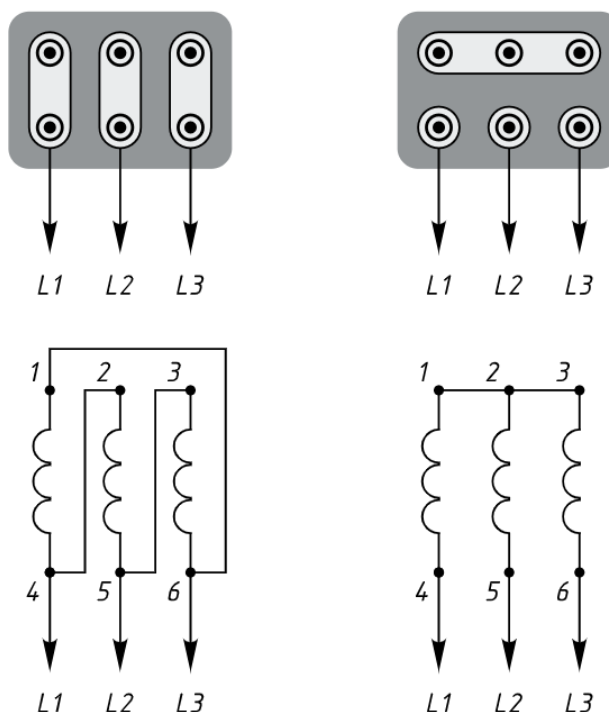


Рис. 7 – Зображення схеми підключення електродвигуна АІР 80 В2

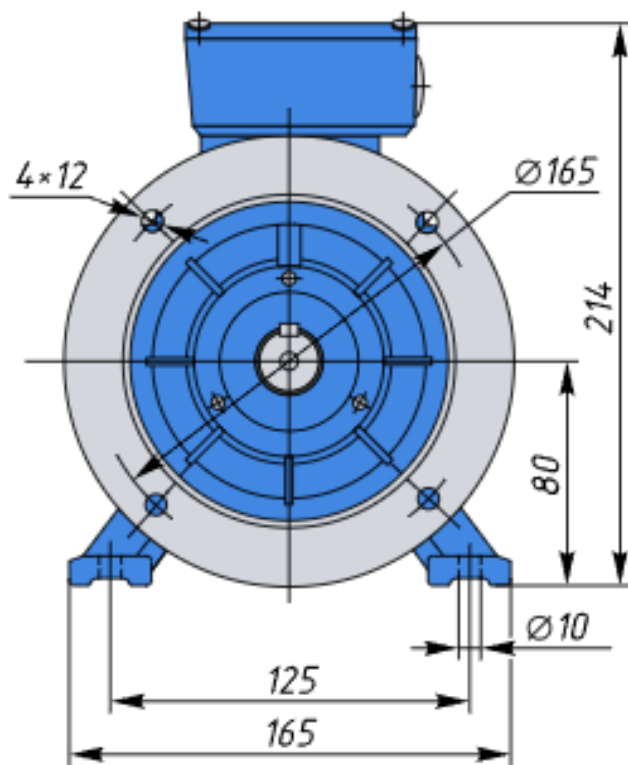


Рис. 8 - Розміри електродвигуна АІР 80 В2

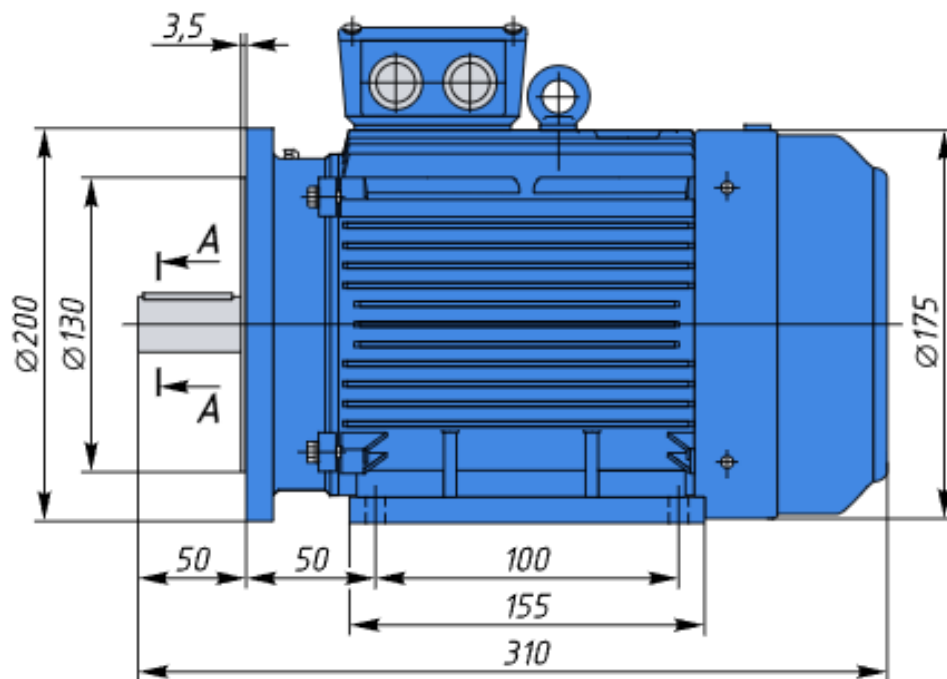


Рис. 9 - Розміри електродвигуна АІР 80 В2

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

## Перетворювач частоти

У якості перетворювача частоти для управління двигуном, який приводить до блок розливу, використовується Danfoss VLT FC302 0.55кВт 3-ф/380, оскільки він має хороші характеристики і високу надійність.

Зображення перетворювача частоти Danfoss VLT FC302 зображено на рис. 10.



Рис. 10 – Зображення перетворювач частоти Danfoss VLT FC302

Зображення технічних характеристик перетворювача частоти Danfoss VLT FC302 зображено на рис. 11.

Найменування	Значення
Бренд	Danfoss
Серія	VLT FC302
Основна потужність	0.5 кВт
Число фаз/напруги на вході	3-ф/380 В
Число фаз/напруги на виході	3-ф/380 В
Mmax (1 min) %	150
Струм номінальний	1.80 А
Струм протягом 1 хвилини	2.7 А

Рис. 11 – Технічні характеристики частотного перетворювача Danfoss VLT FC302

Схема підключення перетворювача частоти Danfoss VLT FC302 зображено на рис. 12.

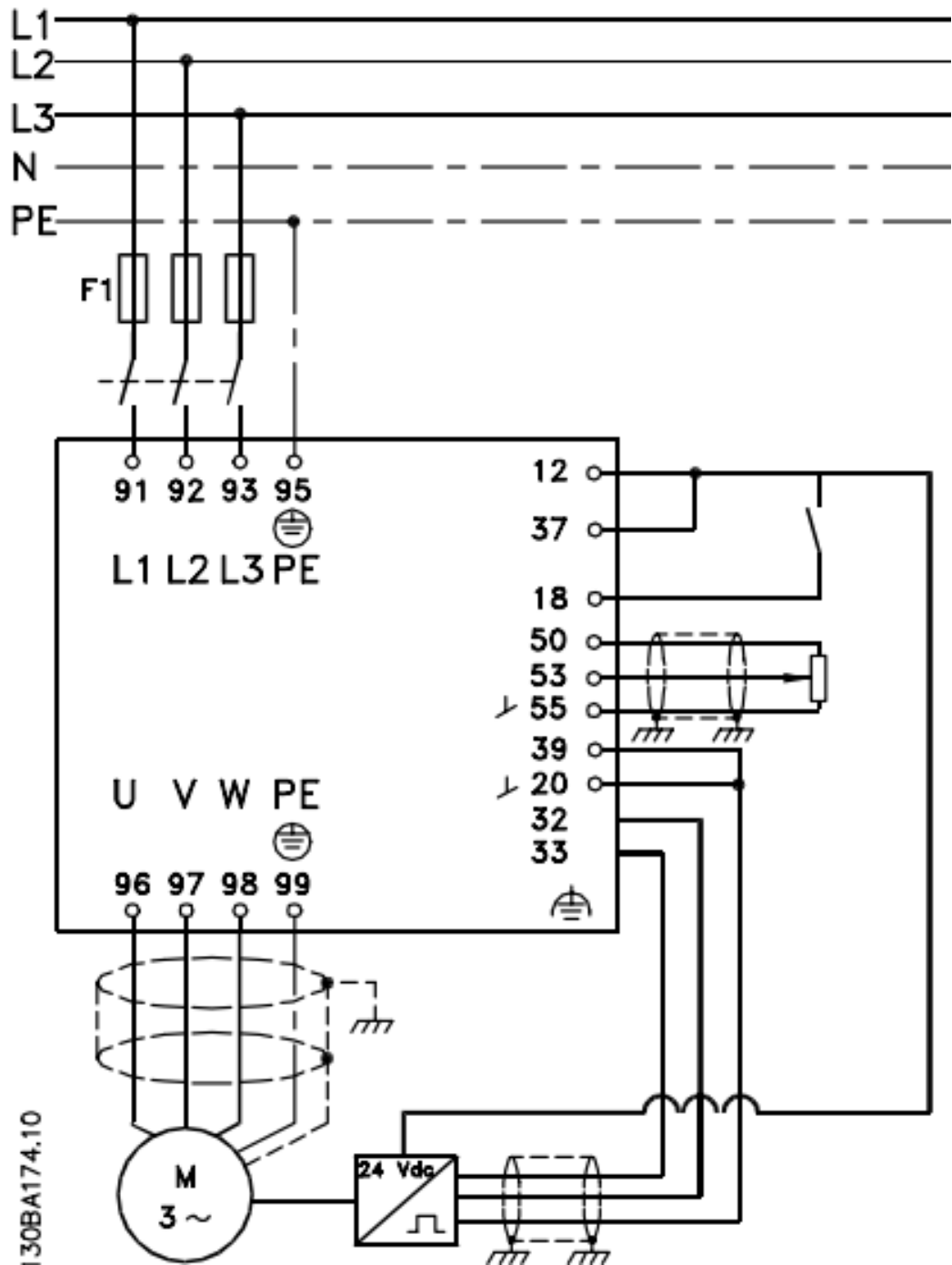


Рис. 12 – Схема підключення частотного перетворювача Danfoss VLT FC302

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Електричний клапан

В якості клапана на набір рідини був використаний електричний клапан Серія VB060 - це електричний поворотний привід, призначений для автоматизації запірної арматури, такої як кульові крани та заслінки. Він забезпечує надійне та ефективне керування потоками в різних системах.

Зображення електричного клапана VB060 зображено на рис. 13.



Рис. 13 – Зображення електричного клапана VB060

Технічні характеристики електричного клапана VB060:

Кут обертання: 90° (опційно 180° або 270°).

Час повного обертання (0–90°) без навантаження: 9 секунд.

Напруга живлення:

12 В AC/DC (режим роботи 50%).

24 В AC/DC (режим роботи 75%).

100–240 В AC (режим роботи 75%).

Ступінь захисту: IP67 (захист від пилу та тимчасового занурення у воду).

Температурний діапазон роботи: від -20°C до +55°C.

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

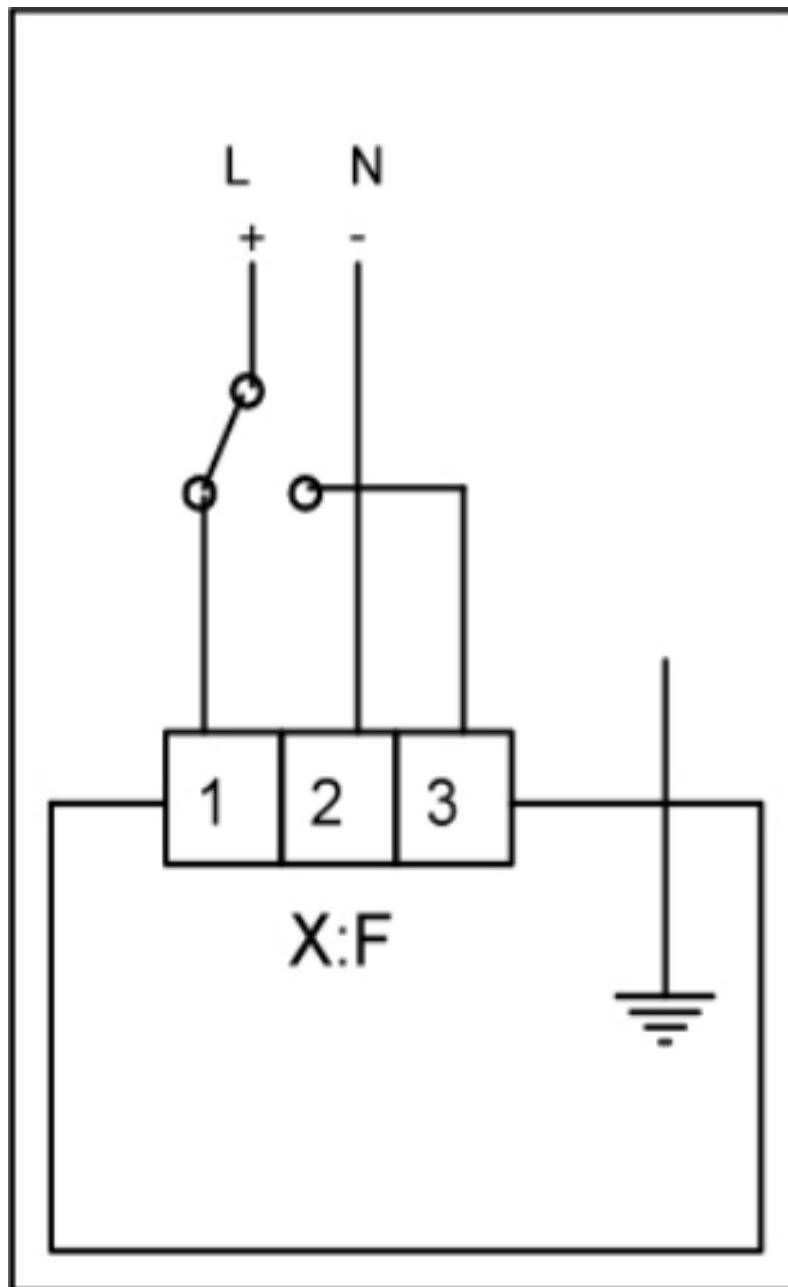


Рис. 14 – Схема підключення електричного клапана VB060

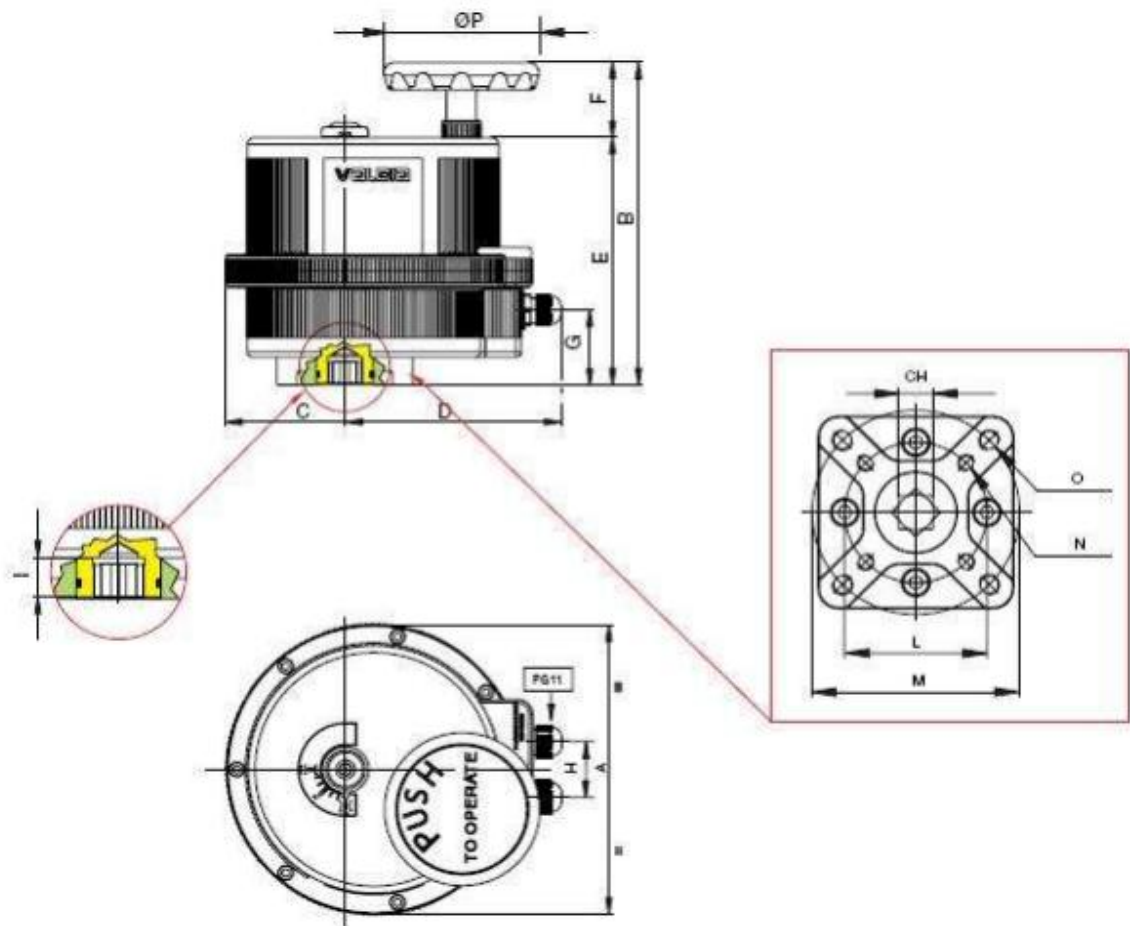


Рис. 15 – Розміри та монтаж електричного клапана VB060

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

## Вимір рівня

Датчик рівня поплавковий: Balluff BTL0TWK MicroPulse Transducer BTL5-E17-M0295-S-SA335-K15 - це високоточний магнітострикційний лінійний перетворювач положення, призначений для безконтактного вимірювання рівня або положення в промислових системах автоматизації.

Зображення датчика рівня поплавковий зображено на рис. 16.



Рис. 16 – Зображення датчика рівня Balluff BTL0TW

Найменування	Значення
Партія	BTL0TWK;
Код моделі	BTL5-E17-M0295-S-SA335-K15;
Напруга	24В;
Робоча температура	-10°C / 100°C;
Виходи	аналоговий;
Уніфікований сигнал	4..20mA.

Рис. 17 – Технічні характеристики датчика рівня Balluff BTL0TW

В даному плані я вибрав цей датчик для резервуару де знаходиться рідина що надходить до блока розливу я зупинився на поплавковому так як він більш практичний в цій ролі та має оптимальну робочу температура яка підходить після варіння пива, а також співпадає його уніфікований сигнал.

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



Рис. 18 – Схема підключення датчика рівня Balluff BTL0TW

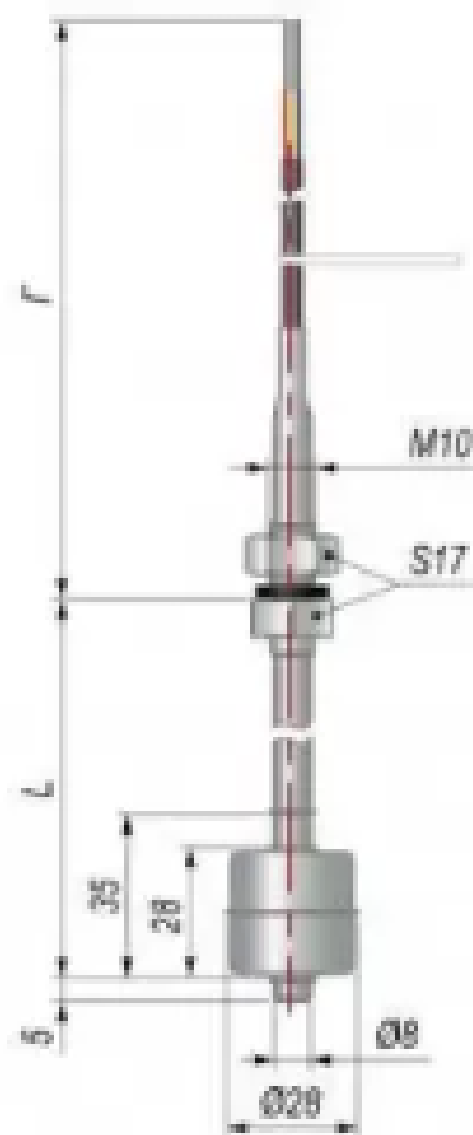


Рис. 19 – Розміри датчика рівня Balluff BTL0TW

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

## Вимір витрати

Електромагнітний витратомір Dosimag 5BH Endress+Hauser - це компактний і високоточний електромагнітний витратомір, розроблений спеціально для дозування та розливу електропровідних рідин у гігієнічних умовах. Його використовують у харчовій, фармацевтичній, косметичній та хімічній промисловості.



Рис. 20 – Зовнішній вигляд електромагнітного витратоміра Dosimag 5BH  
Endress+Hauser

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

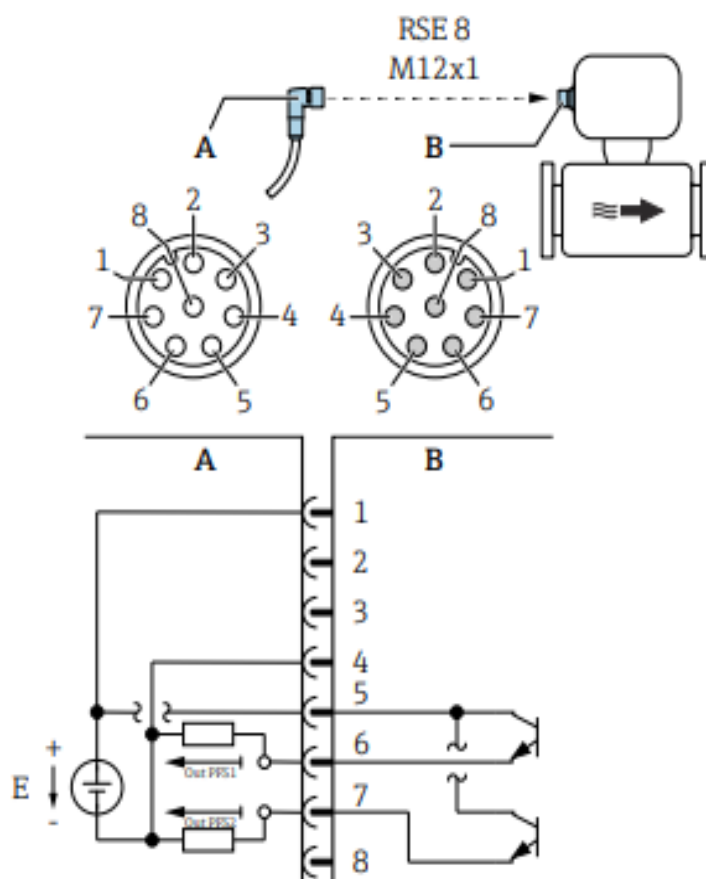


Рис. 21 – Підключення та монтаж електромагнітного витратоміра Dosimag 5BH Endress+Hauser

Технічні характеристики:

Вихідні сигнали – Імпульсний / Сигнал стану.

Робоча температура –  $-20...+130^{\circ}\text{C}$ .

Діапазон робочого тиску – PN16.

Похибка вимірювання –  $\pm 0.2\%$  (1...4м/с)  $\pm 0.5\%$   $\pm 5\%$  без калібрування.

Діапазон вимірювання – 0...110 000 м<sup>3</sup>/ч.

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

## Вимір наявності

Для перевірки наявності кришок в баку закупорника використовуються ємнісні датчики CA18CLF08NA, оскільки вони мають достатню відстань спрацювання, високу надійність, реагують на різноманітні матеріали.

Ємнісний датчик CA18CLF08NA - Ємнісний датчик наближення фірми CarloGavazzi - це надійне рішення у промислових умовах. Завдяки своїм характеристикам, він широко використовується в автоматизації, контролі та інших сферах.

Зображення ємнісного датчика CA18CLF08NA зображено на рис. 22.



Рис. 22 – Зображення ємнісного датчика CA18CLF08NA

Найменування	Значення
Різьба	M12x1x30;
Відстань спрацювання (мм)	від 3,0 до 8,0 мм;
Вихід	NPN NO / NC;
Максимальна частота	30 Гц;
Монтаж	не виступає (урівень);
Напруга піт.	10-40 VDC;
Схема	4х провідна;
Максимальний струм навантаження	200 мА;
Ступінь захисту	IP67;

Рис. 23 – Технічні характеристики ємнісного датчика CA18CLF08NA

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

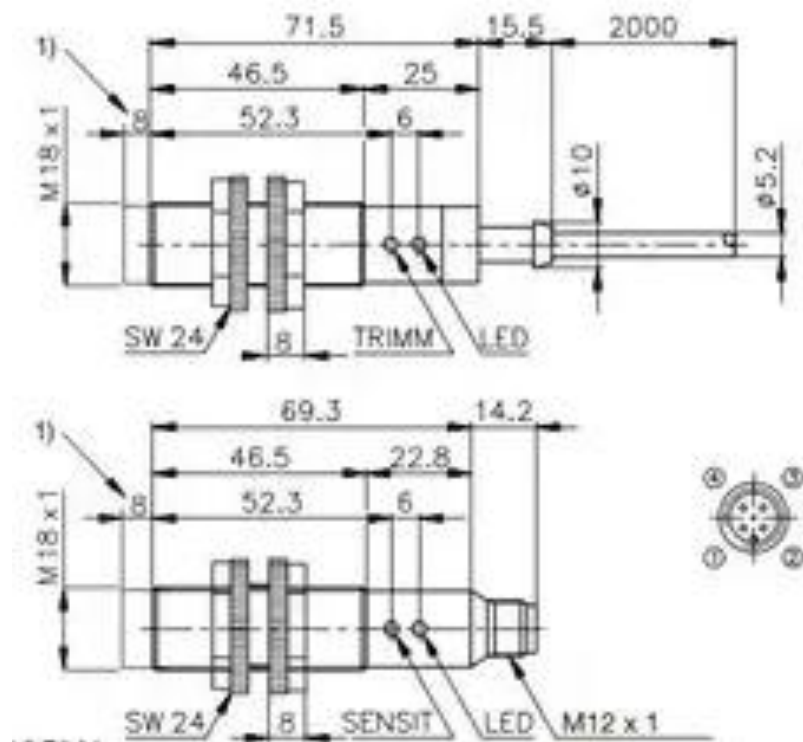


Рис. 24 – Розміри ємнісного датчика CA18CLF08NA

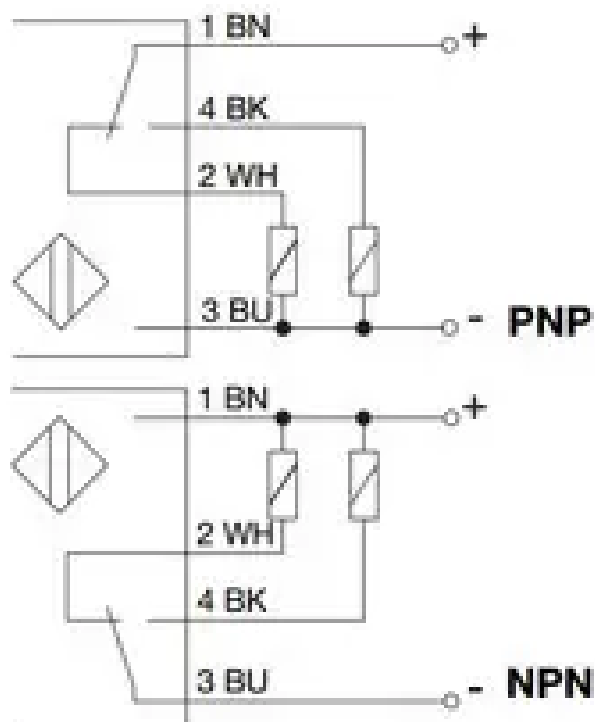


Рис. 25 - Схема підключення ємнісного датчика CA18CLF08NA

Безконтактні оптичні датчики KIPPRIBOR серії ОК30 - це надійні пристрої для виявлення об'єктів без фізичного контакту, широко застосовуються в автоматизації виробничих процесів.

Застосовується як для наявності пляшок так і для підрахунку їх кількості.



Рис. 26 – Зовнішній вигляд безконтактного оптичного датчика KIPPRIBOR серії ОК30

Оптичні датчики KIPPRIBOR серії ОК30 – це пристрої, що складаються з наступних основних функціональних блоків: випромінювача і приймача оптичного променя, схеми живлення.

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

Параметр	Значення параметра
Тип датчика	Бар'єрного типу
Відстань спрацьовування номінальна (Sn)	5 м; 10 м
Комутаційна функція	NO + NC (контакт перемикання)
Напруга живлення	10...30 VDC
Максимальний струм навантаження	100 мА
Спад напруги	$\leq 2$ V

Рис. 27 – Технічні характеристики безконтактного оптичного датчика KIPPRIBOR серії ОК30

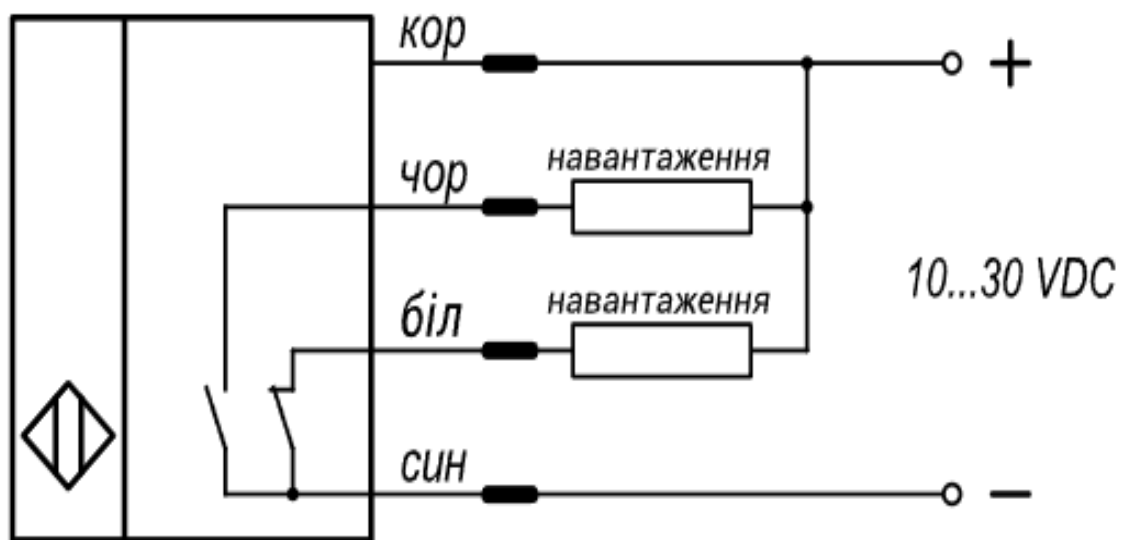


Рис. 28 – Схема підключення безконтактного оптичного датчика KIPPRIBOR серії ОК30

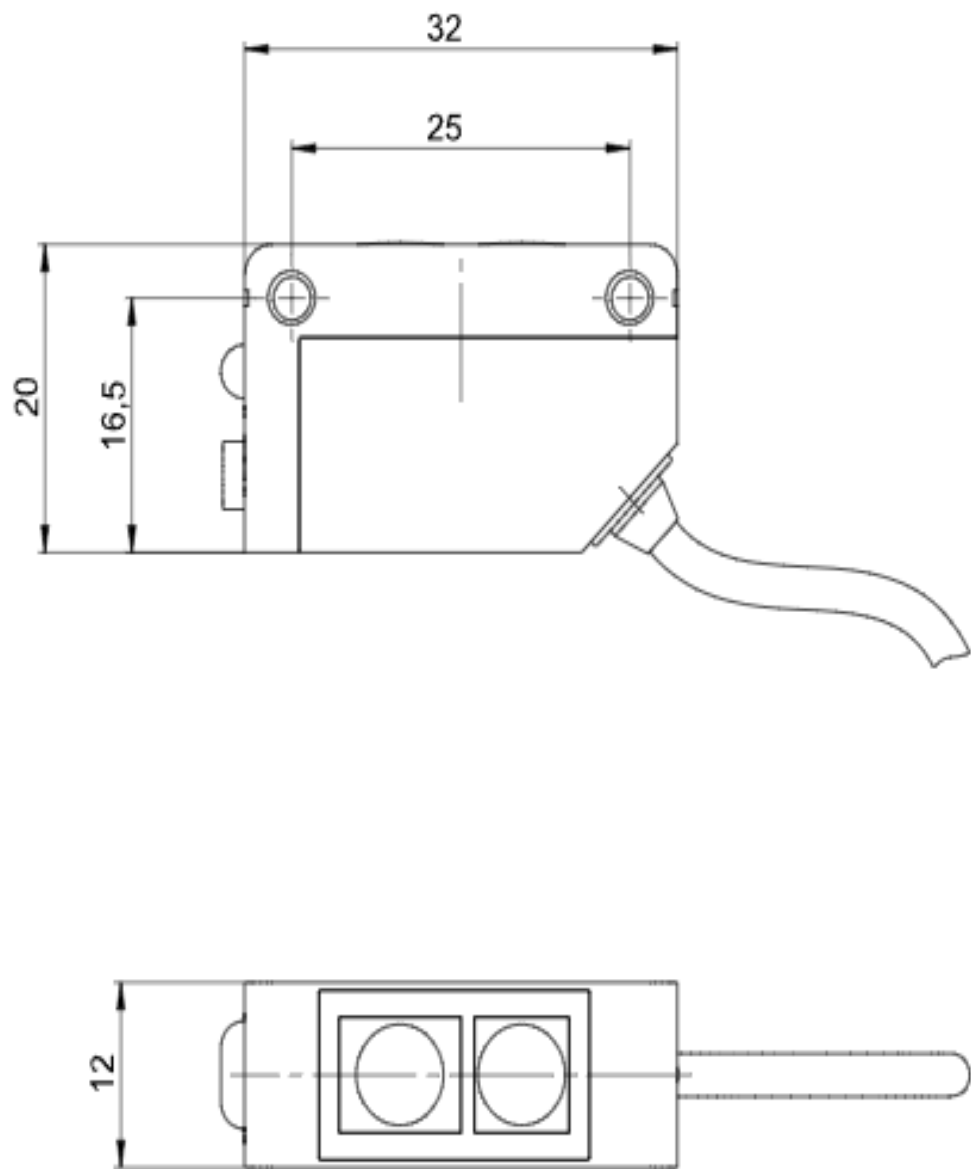


Рис. 29 – Розміри безконтактного оптичного датчика KIPPRIBOR серії OK30

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

## 2.2 Схема автоматизації.

Схема автоматизації системи розливу пива включає як виконавчі, так і вимірювальні пристрої, що забезпечують ефективний і стабільний процес розливу.

Виконавчими пристроями є двигуни, які забезпечують переміщення пляшок та контроль швидкості роботи основного обладнання. Для транспортування пляшок використовуються двигуни AIP80A4 (поз. M1-M2, M4-M5), які переміщують пляшки через перевідні зірки. Швидкість обертання блоку розливу, який наповнює пляшки пивом, контролюється за допомогою частотного перетворювача Danfoss VLT FC302 на двигуні AIP 80 B2 (поз. M3).

Клапан (поз. 4г), які регулюють подачу рідини забезпечують точне налаштування параметрів технологічного процесу, що дозволяє досягати оптимальних умов для розливу пива.

До вимірювальних пристроїв відносяться датчики, які контролюють рівень рідини, наявність пляшок, кришок та кількість продукції. Рівень рідини в баку розливу вимірюється поплавковим датчиком рівня LE (поз. 4а) — Balluff BTL0TWK, який подає сигнал на електропривод для коригування рівня рідини.

Наявність пляшок, що проходять через систему, контролюється безконтактними оптичними датчиками KIPPRIBOR GE (поз. 2а-6а), що дозволяє точно визначити позицію кожної пляшки на етапах розливу та закупорювання.

Датчик наявності кришок GE (поз. 6б) забезпечує контроль над кількістю кришок, що подаються на закупорний механізм. Якщо кількість кришок недостатня або кришка блокує прохід наступній, спрацьовує сигналізація на світловому індикаторі, і система зупиняється для попередження дефектів у процесі.

Для підрахунку кількості пляшок на вході та виході з лінії розливу використовуються реєструючі пристрої GE (поз. 1, 8а), які дозволяють вести точний облік продукції.

Ця система автоматизації забезпечує стабільну роботу комплексу, підвищує ефективність процесу, мінімізує людський фактор та дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг і управління технологічним процесом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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, 2а, 3а, 5а, 6а	По місцю	Датчик KIPPRIBOR, з реєструючим пристроєм 24В	OK30	5	KIPPRIBOR
2	6б	По місцю	Ємнісний датчик	CA18CLF08NA	1	Carlo Gavazzi, Італія
3	4а	По місцю	Датчик рівня поплавковий: Balluff BTL0TWK MicroPulse Transducer з уніфікованим сигналом 4-20 мА	BTL5-E17- M0295-S-SA335- K15	1	Balluff, Германія
4	4г	По місцю	Електроклапан VB060 з постійним живленням 24В	Valbia	1	Valbia, Італія
5	М1, М2, М4, М5	По місцю	Електродвигун AIP80A4, з живленням 380В	AIP80A4	4	СИСТЕМАКС, Україна
6	М3	По місцю, на щиті	Електродвигун AIP 80 B2, за допомогою частотного перетворювача Danfoss VLT 380В	AIP 80 B2, FC302	1 1	СИСТЕМАКС, Україна Danfoss, Данія

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

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

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

Для системи автоматизації використовується ПЛК 160 від компанії ОВЕН, він є не самим кращим вибором но самим простим в програмуванні.

*Таблиця 3.1 Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу*

Модуль вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
ОВЕН 160	1	Програмований логічний контролер
БП04	1	Блок живлення ПЛК

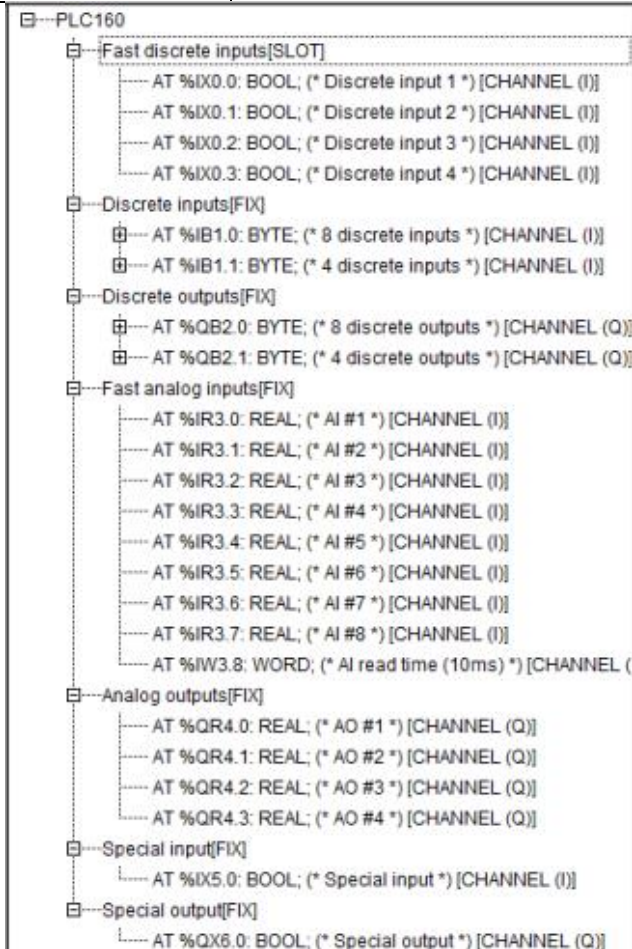


Рис. 30 – Компонування ПЛК 160

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Неумитий Б.А.			<b>Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки</b>	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Міркевич Р.М.				34	6	
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<b>НУХТ АК-4-2ск</b>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

### *Аналогові входи*

У даному проекті використовується поплавковий датчик рівня з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА та рівнемір для наливу. Контролер ОВЕН 160, за допомогою програмування обробляє отримані данні для регулювання та контролю.

### *Аналогові виходи*

У системі автоматизації для регулювання швидкості обертання електродвигунів використовується перетворювач частоти Danfoss VLT FC302. Він забезпечує плавне керування частотою та напругою, що подаються на двигун, дозволяючи точно регулювати швидкість обертання залежно від умов процесу.

Перетворювач частоти встановлено на приводі двигуна AIP 80 B2 (поз. М3), який обертає блок розливу.

Керування перетворювачем здійснюється через стандартний інтерфейс, що забезпечує повну інтеграцію в систему автоматизації та дистанційний моніторинг роботи приводу.

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

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

Схема автоматичного електричного регулювання містить такі основні компоненти:

QF1–QF3 – автоматичні вимикачі з захистом по струму;

БЖ1 – блок живлення БП04-4к, який забезпечує живлення 24В;

PLC – ОВЕН 160;

Датчик рівня - Balluff BTL0TWK MicroPulse Transducer BTL5-E17-M0295-S-SA335-K15;

Ємнісний датчик - CA18CLF08NA;

Оптичний датчик - KIPPRIBOR серії ОК30;

Електричний клапан - VB060;

Рівнемір – Dosimag 5BH Endress+Hauser;

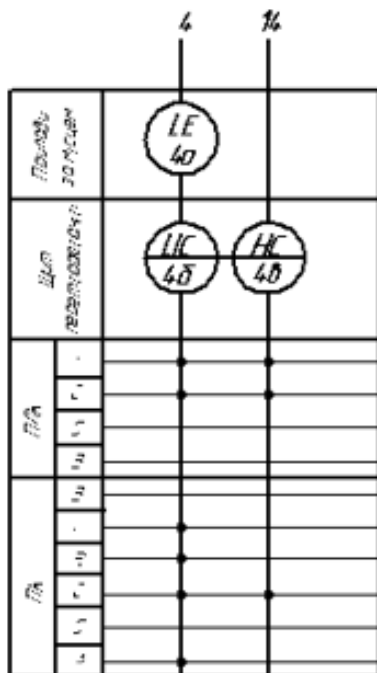
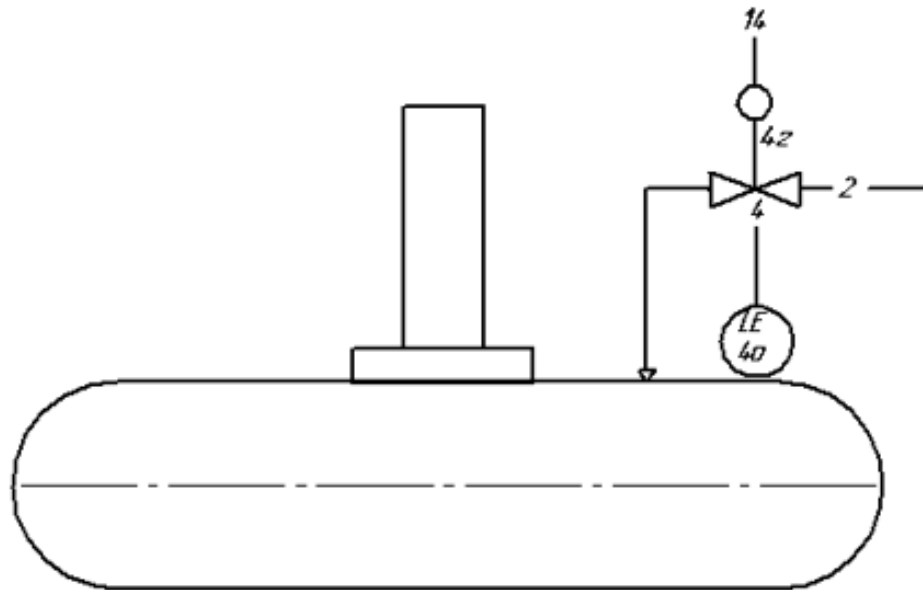
Перетворювач частоти - Danfoss VLT FC302;

Двигуни - AIP80B2, AIP80A4.

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

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур набору рідини в бак розливу пива



Позначення	Найменування
— 2 —	Пиво

Рис. 31 – Фрагмент схеми автоматизації контуру набору рідини в бак

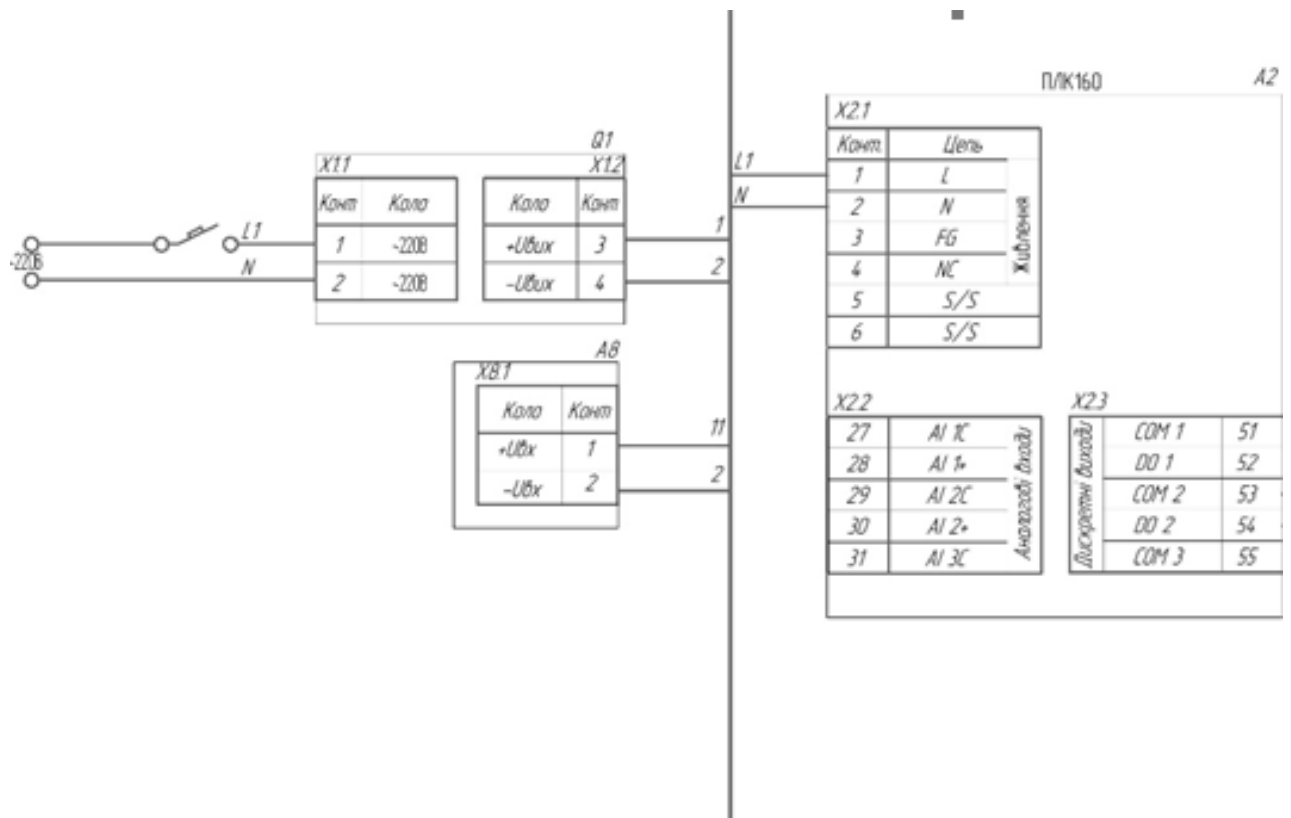


Рис. 32 – Принципова схема підключення БЖ, та датчика рівня до ПЛК

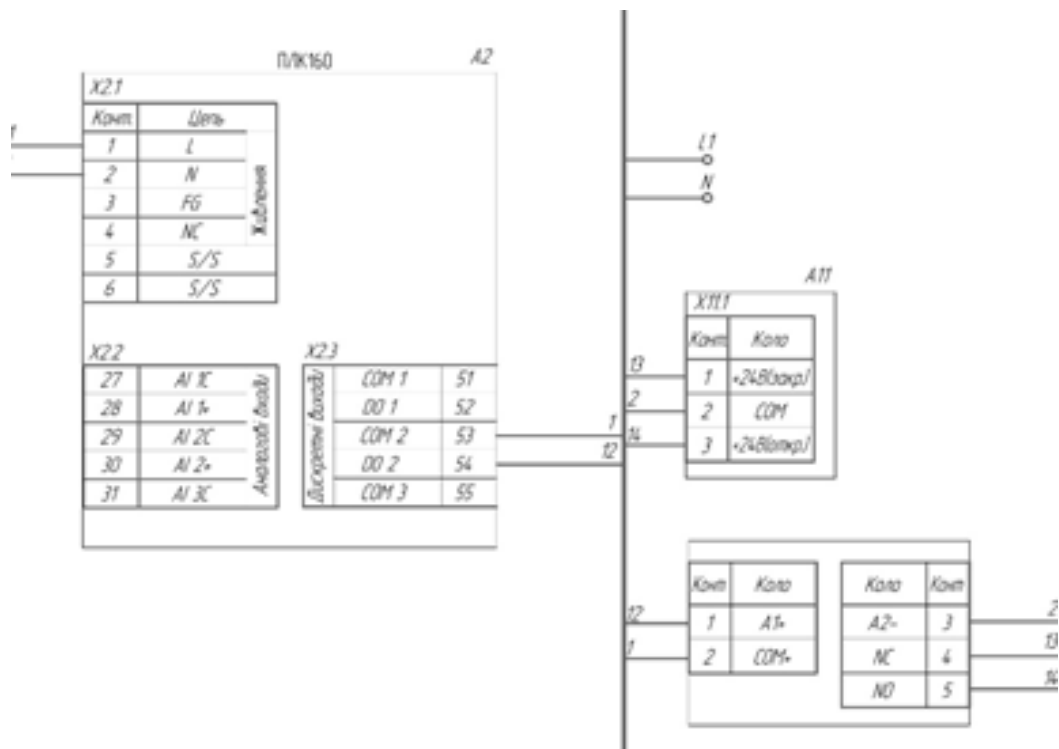


Рис. 33 – Принципова схема підключення електро клапана через реле до ПЛК

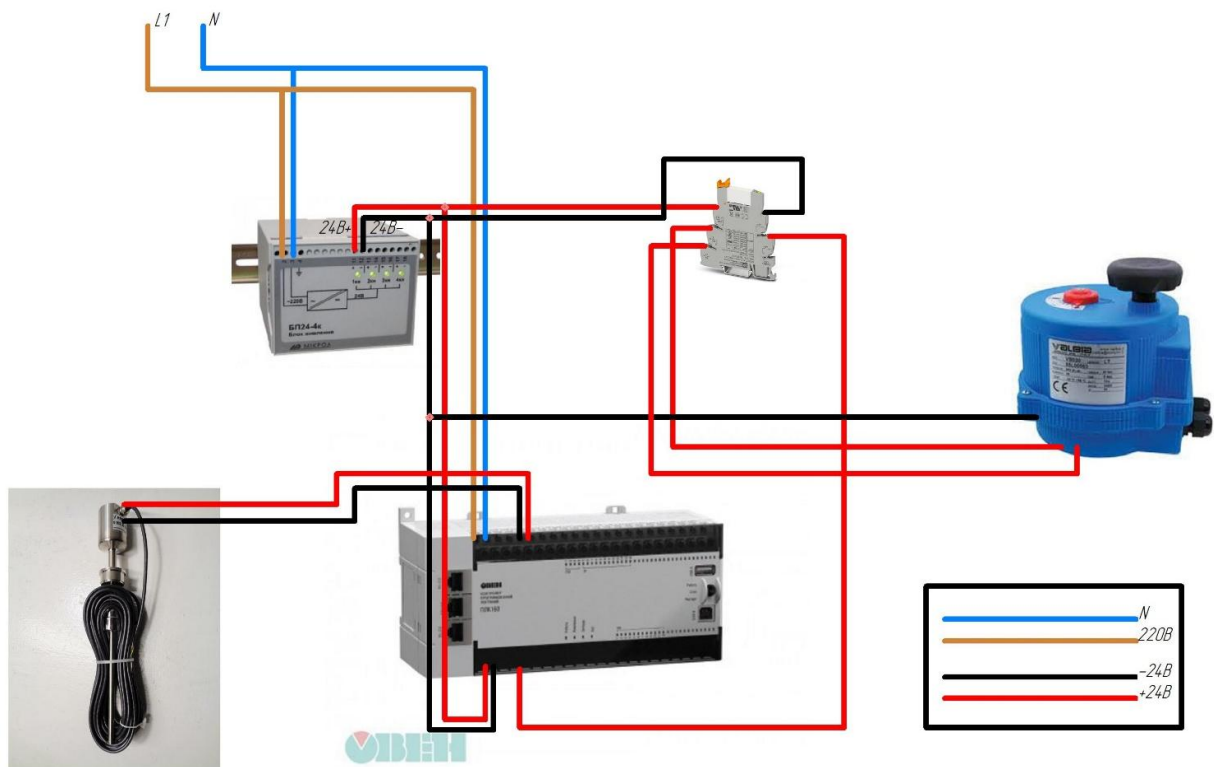


Рис. 34 – Графічна схема підключення датчика рівня та електричного клапана

В розширеній схемі підключень зображений контур набору рідини в бак для розливу лимонаду в скляні пляшки, він складається з: блока живлення БП04-4к, програмованого логічного контролера ОВЕН 160, датчика рівня Balluff BTL0TW, електроклапану VB060.

З початку фазова напруга в 220В дає живлення для ПЛК 160 та блоку живлення, датчик рівня підпитується від блока живлення та підмикається до аналогового входу до ПЛК 160, а електроклапан до дискретного виходу. В схемі присутня гальванічна розв'язка за допомогою реле.

Графічна схема підключення датчика рівня та електричного клапана, зображена на рис. 34.

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

#### Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

У технологічному процесі розливу пива в скляні пляшки, закупорювання пляшок надзвичайно важливо забезпечити наявність кришки перед етапом закривання, щоб уникнути пошкодження обладнання або втрати продукції. Тому у закупорювальній машині застосовується ємнісний датчик CA18CLF08NA, який виконує функцію контролю наявності кришки.

Ємнісний датчик CA18CLF08NA працює за принципом зміни ємності в електричному полі при наближенні об'єкта. (рис. 35).



Рис. 35 – Зображення зовнішнього вигляду ємнісного датчика

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Неумитий Б.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					40	4
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>			<i>НУХТ АК-4-2ск</i>			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

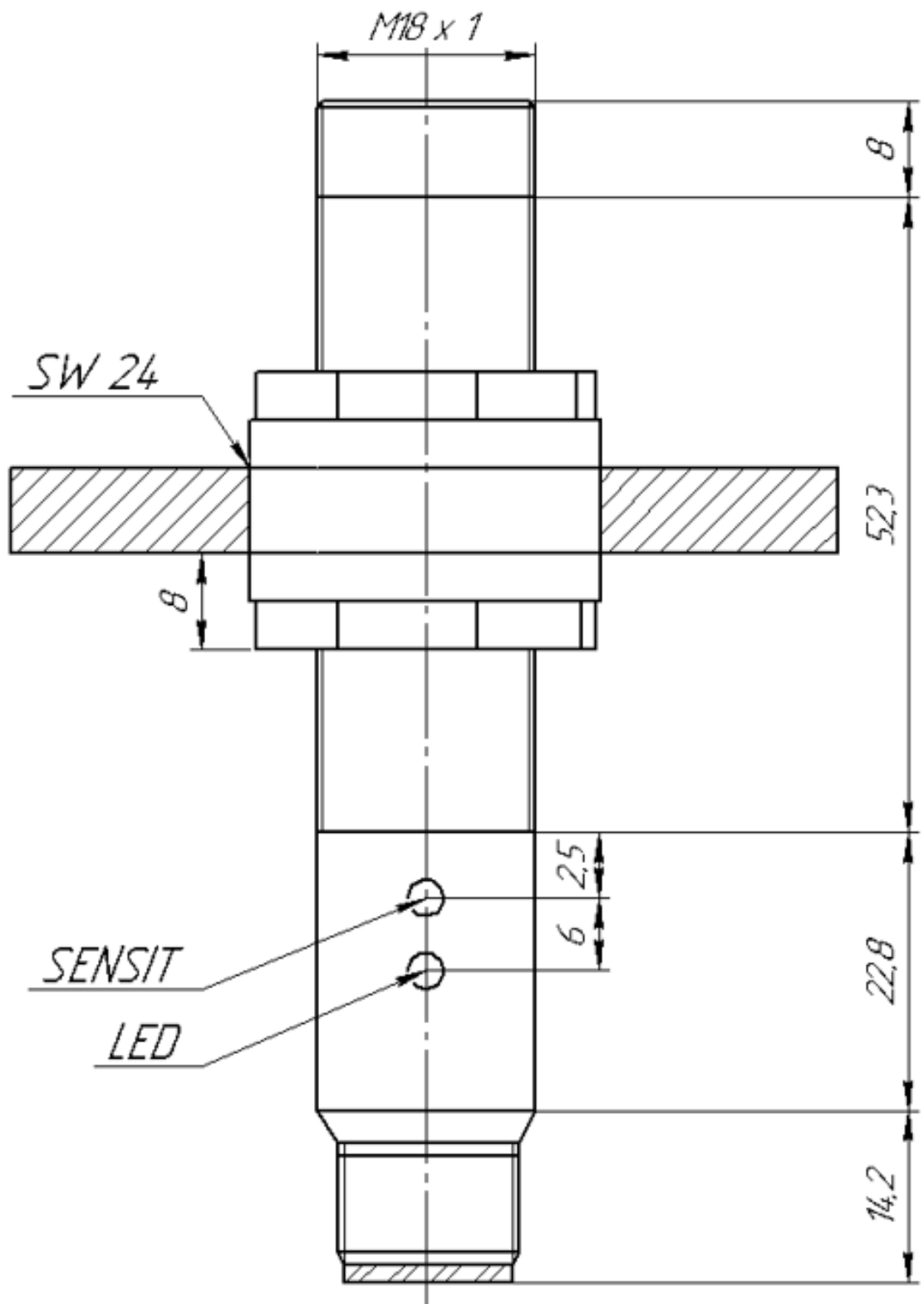


Рис. 36 – Монтажна схема ємнісного датчика

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

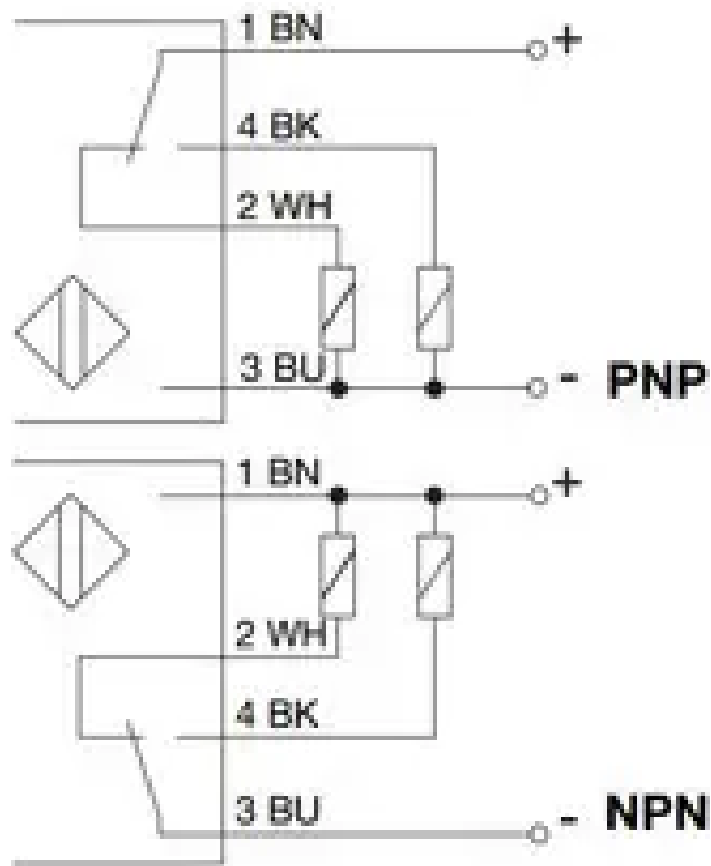


Рис. 37 – Схема підключення емнісного датчика CA18CLF08NA

У складі автоматизованої системи закупорювальної машини використовується емнісний датчик CA18CLF08NA, який виконує функцію контролю наявності кришок перед етапом закупорювання пляшок. Цей датчик є важливим елементом системи, так як він забезпечує безперервну та надійну роботу закупорювального механізму, запобігаючи випадкам, коли пляшка залишається без кришки.

Датчик CA18CLF08NA характеризується підвищеною чутливістю та достатньою відстанню спрацювання, що дозволяє йому ефективно виявляти кришки навіть при високій швидкості переміщення пляшок по конвеєру. Завдяки цьому забезпечується точність синхронізації між подачею пляшок і кришок, що є важливим для стабільної та швидкої роботи на всьому підприємстві.

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

Пристрій демонструє високу надійність у роботі, стійкий до дії пилу, вологи, коливань температури та інших зовнішніх впливів, які можуть виникати в умовах виробничого середовища. Це дозволяє використовувати його тривалий час без втрати точності чи необхідності частого обслуговування.

Крім того, датчик здатен реагувати на кришки, виготовлені з різних матеріалів — як металеві, так і пластикові, що робить його універсальним. Завдяки своїй гнучкості та сумісності з більшістю сучасних закупорювальних систем, CA18CLF08NA є оптимальним рішенням для контролю наявності кришок у процесі автоматизованого закупорювання продукції.

Ємнісний датчик CA18CLF08NA - Ємнісний датчик наближення фірми CarloGavazzi.

Технічні характеристики датчика CA18CLF08NA наведено на таблиці 4.

*Таблиця 4.1 Технічні характеристики датчика CF18CLF08NA*

Найменування	Значення
Різьба	M12x1x30;
Відстань спрацьовування (мм)	від 3,0 до 8,0 мм;
Вихід	NPN NO / NC;
Максимальна частота	30 Гц;
Монтаж	Не виступає (урівень);
Напруга піт.	10-40 VDC;
Схема	4x провідна;
Максимальний струм навантаження	200 mA;
Ступінь захисту	IP67;

## 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 натисканні кнопки пуск відкривається клапан KL1, який в свою чергу набирає рідину в бак для розливу який контролює датчик рівня LE1,

— якщо рівень не дійде до значення через відведений час технологічний процес припиняється та на панелі оператори загоряється лампа про сигналізацію аварії.

— водночас з відкриттям клапану спрацьовують датчик на наявність кришок в закупорнику LE2, якщо їх в наявності немає, спрацьовує лампа сигналізація аварії.

— після набирання рідини та перевірки наявності запускаються транспортні стрічки та мотор M3 на блоці розливу який повинен розігнатися до відведеної швидкості.

— на виході транспортної стрічки стоїть датчик GE1, при його спрацюванні вмикається мотор на зірці M1, також на вході в блок розливу стоїть датчик наявності GE2 який в свою чергу вмикає мотор M2.

— в самому блоці розливу стоїть датчик наявності GE3 пляшки після його спрацювання з умовою, що при зазначеному рівні рідини відбувається розлив.

— на виході з блока розливу стоїть датчик наявності GE4 який вмикає мотор M4 на зірці, що переводить його до входа в закупорник.

— після цього в закупорнику також стоїть датчик наявності GE5, який після спрацювання дає умову, якщо в закупорнику в наявності є кришки відбувається закупорювання. Також з цією дією вмикається мотор M5 на зірці що виводить пляшку на датчик GE6 який вмикає розподільчу зірку, яка в свою чергу виштовхує пляшку на транспортну стрічку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Неумитий Б.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Міркевич Р.М.</i>					44	7
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

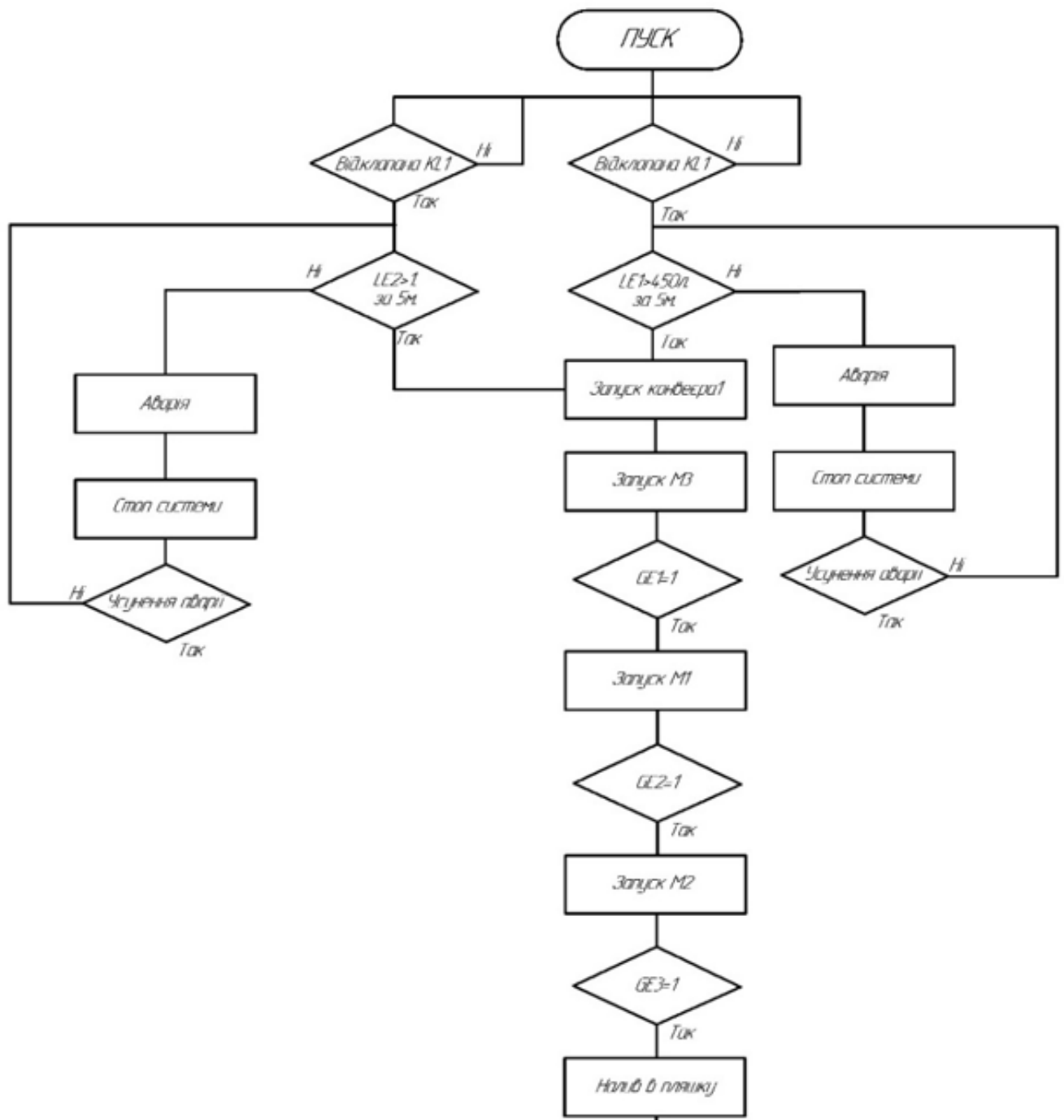


Рис. 38 – Блок схема алгоритму роботи програми

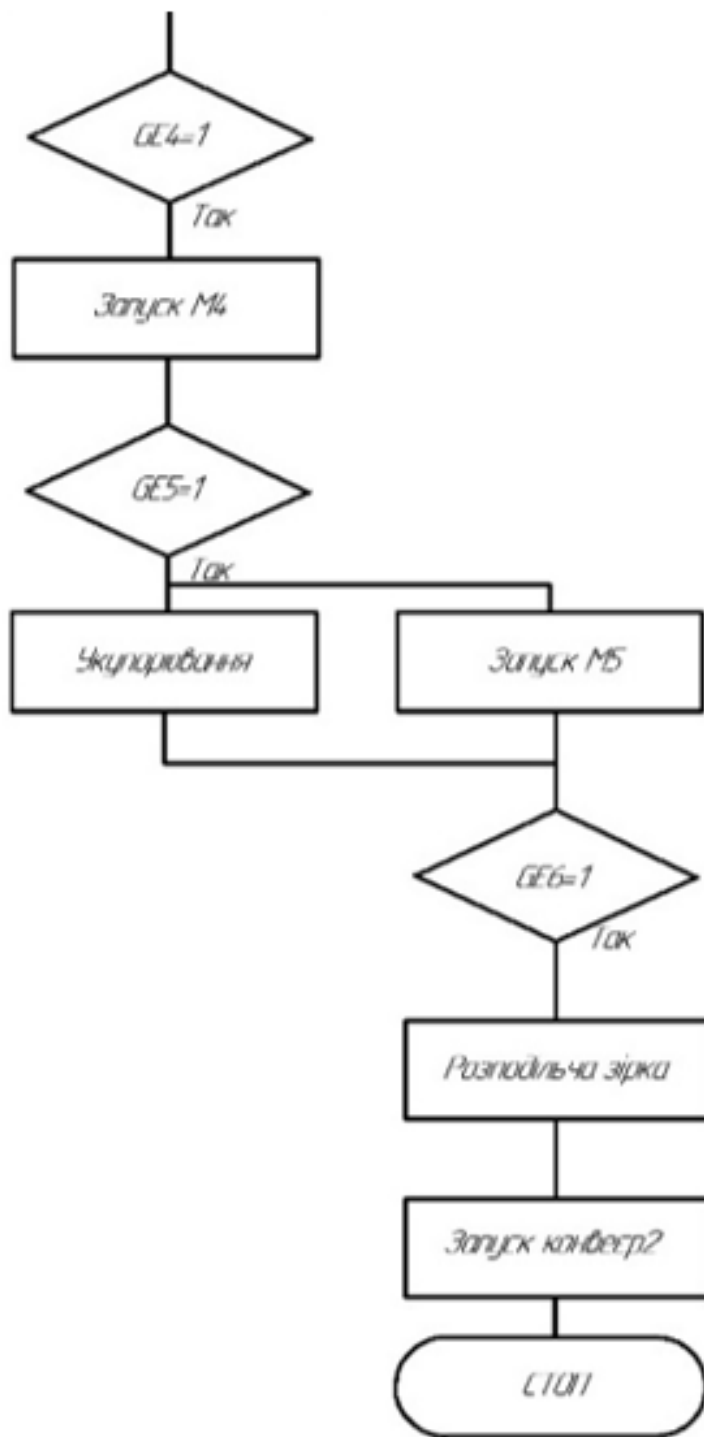


Рис. 39 – Продовження блок схеми алгоритму роботи програми

Змінні для програми в ПЛК представлені в таблиці 5.1.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
PUSK	AT#IX1.0.3: BOOL	Запуск програми
STOP	AT#IX1.0.4: BOOL	Зупинка програми
ALARM	AT#IX1.0.5: BOOL	Зупинка при аварії
naliv	AT#IX1.0.6: BOOL	Налив в пляшки
konveer	AT#IX1.0.7: BOOL	Робота конвеєра на вході
konveer2	AT#IX1.1.0: BOOL	Робота конвеєра на виході
ykup	AT#IX1.1.1: BOOL	Робота закупорювання
M3_in	AT#IR.3.1: REAL	Задання частоти обертів
LE1	AT#IR.3.0: REAL	Датчик рівня (поплашковий)
LE1_off	AT#IR.3.2: REAL	Показник правці датчика рівня
GE1	AT#IX0.0: BOOL	Оптичний датчик
GE2	AT#IX0.1: BOOL	Оптичний датчик
GE3	AT#IX0.2: BOOL	Оптичний датчик
GE4	AT#IX0.3: BOOL	Оптичний датчик
GE5	AT#IX.1.0.0: BOOL	Оптичний датчик
LE2	AT#IX.1.0.2: BOOL	Ємнісний датчик
GE6	AT#IX.1.0.1: BOOL	Оптичний датчик
KL1	AT#QX.2.0.5: BOOL	Електропривод
M1	AT#QX.2.0.0: BOOL;	Двигун
M2	AT#QX.2.0.1: BOOL;	Двигун

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
M3	AT#QR.4.0: REAL;	Двигун з частотним перетворювачем
M4	AT#QX.2.0.3: BOOL;	Двигун
M5	AT#QX.2.0.4: BOOL;	Двигун

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

Перший етап програми це є її запуск він реалізований за допомогою змінної PUSK. Зображено на рис. 40.

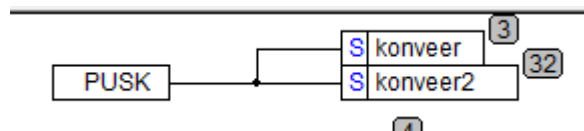


Рис. 40 – Реалізація кнопки пуск в програмному середовищі

Кнопка пуск запускає конвеєри та клапан що набирає рідину в бак для розливу. Зображено на рис. 41.

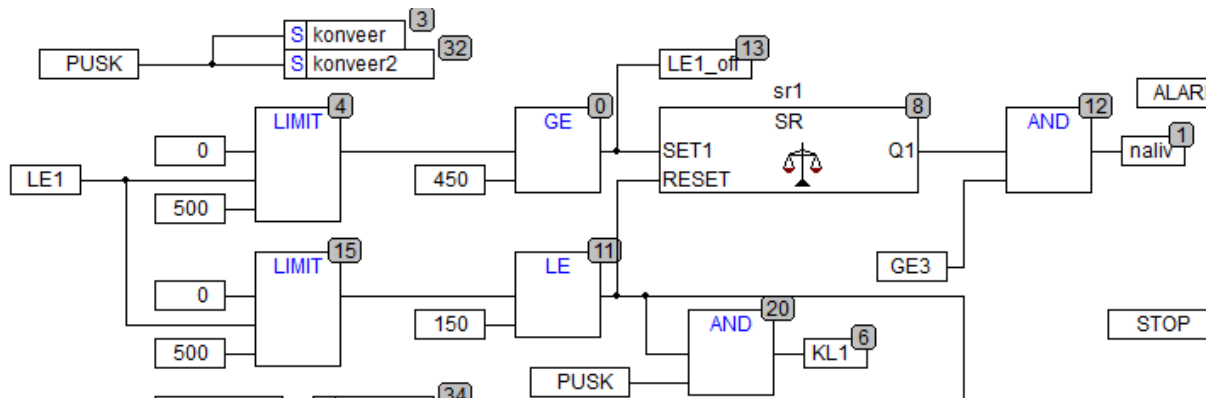


Рис. 41 – Реалізація датчика рівня

Також розглянемо запуск всіх датчик наявності які запускаються мотори, на рис. 42.

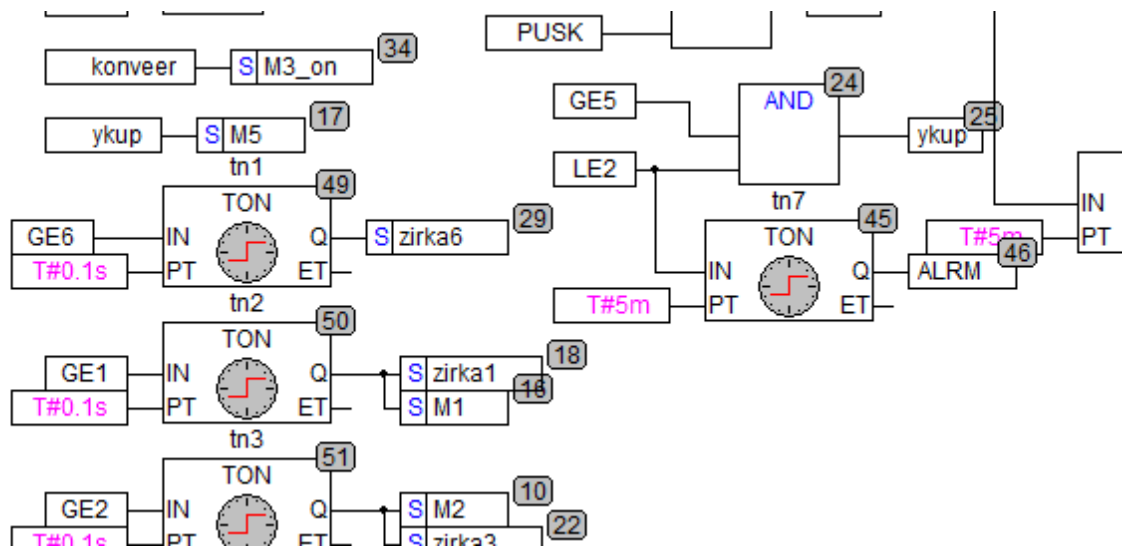


Рис. 42 – Запусків моторів від датчиків наявності

Реалізація частотного перетворювача на третьому моторі, зображено на рис. 43.

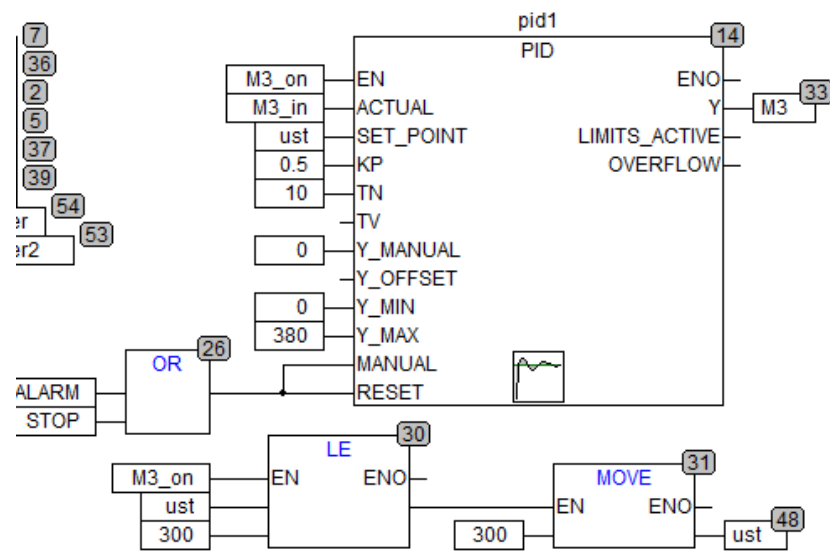


Рис. 43 – Реалізація частотного перетворювача

Під кінець реалізація стоп системи, зображена на рис. 44.

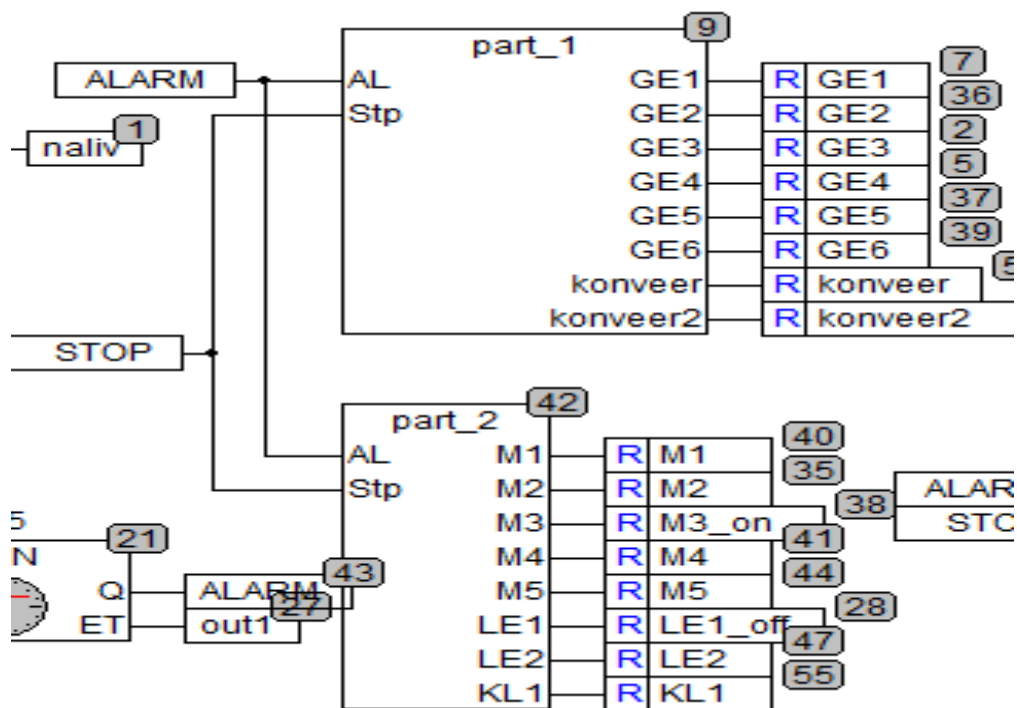


Рис. 44 – Реалізація стоп системи

## 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_PRG_ALARM	AT#IX1.0.5	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE1	AT#IX0.0	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE2	AT#IX0.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE3	AT#IX0.2	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE4	AT#IX0.3	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE5	AT#IX.1.0.0	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG_GE6	AT#IX.1.0.1	0	1	0	1	BOOL

					<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Неумитий Б.А.				Розробка системи автоматизації розливу пива в скляні пляшки	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Міркевич Р.М.						51	4
Зав. каф.	Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск			
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.							

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

PLC1_PLC_PRG _KL1	AT#QX.2.0.5	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _konveer	AT#IX1.0.7	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _konveer2	AT#IX1.1.0	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _LE1	AT#IR.3.0	0	10000	0	450	INT
PLC1_PLC_PRG _LE2	AT#IX.1.0.2	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _M1	AT#QX.2.0.0	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _M2	AT#QX.2.0.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _M3_in	AT#IR.3.1	0	10000	0	400	INT
PLC1_PLC_PRG _M4	AT#QX.2.0.3	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _M5	AT#QX.2.0.4	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _naliv	AT#IX1.0.6	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _PUSK	AT#IX1.0.3	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _yкуп	AT#IX1.1.1	0	1	0	1	BOOL
PLC1_PLC_PRG _STOP	AT#IX1.0.4	0	1	0	1	BOOL

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема роботи блоку розливу пива допомагає оператору спостерігати за проходженням технологічного процесу розливу, контролювати параметри роботи обладнання, а також вчасно реагувати на відхилення чи несправності.

На першому листі мнемосхеми зображено всі технологічні параметри, також є лампа, яке сигналізує про аварію, та моніторинг швидкості двигуна та об'єм рідини в баку.

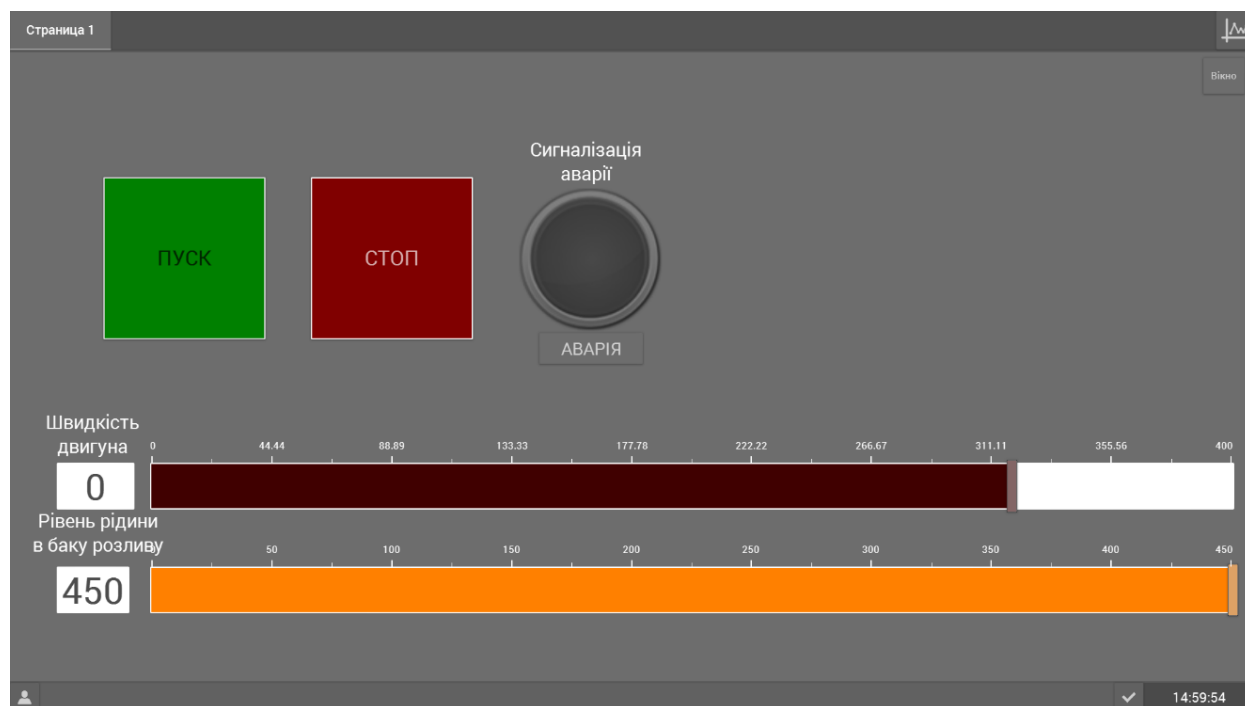


Рис. 45 – Перший лист мнемосхеми

На другому листі мнемосхеми зображено схематичний вигляд установки, призначенням, якого є відображення проходження процесу та виконання всіх його етапів. Зображення листа зображено на рис. 46

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

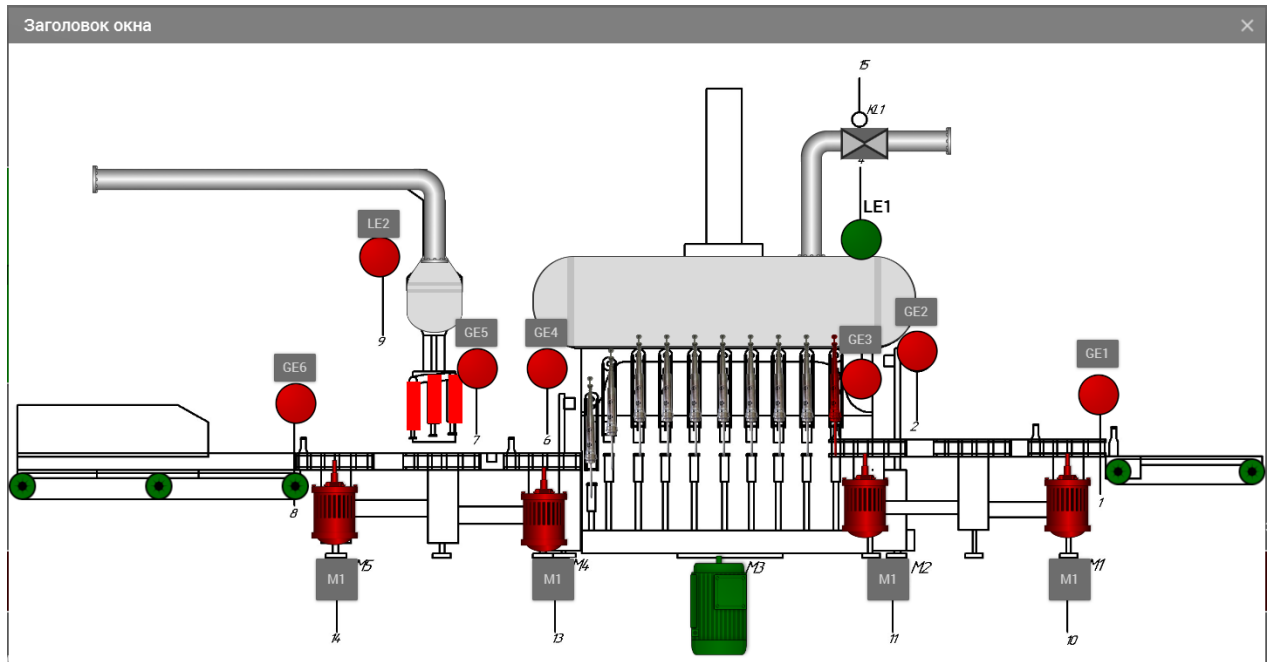


Рис. 46 –Другий лист мнемосхеми

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи, розроблено систему автоматизації блоку розливу пива в скляні пляшки, яка забезпечує ефективну та стабільну роботу в автоматичному режимі.

Блок розливу пива в скляні пляшки як система автоматизації розроблялася з використанням ОВЕН ПЛК 160, та обґрунтовано вибір технічних засобів.

На основі ПЛК було впроваджено програму, що забезпечує прийом і обробку сигналів з датчиків, а також генерацію команд для виконавчих механізмів. Для контролю та наявного відображення було створено мнемосхему в середовищі Simple SCADA, що виконує візуалізацію процесу розливу в реальному часі.

Програма виконувалася на мові Continuous Function Chart, вона забезпечує візуальне та гнучке програмування адаптивного регулювання параметрів процесу, а на сам перед рівень, наявність, частоту обертів. Це дозволяє підвищити збільшити ефективність, знизити потребуючі фактори та забезпечити безпечні умови.

Отже, мету роботи було успішно досягнуто: розроблено сучасну, гнучку та надійну систему автоматизації, яка відповідає вимогам промислової галузі та придатна до впровадження на підприємствах.

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

## Список використаної літератури

1. Тарасенко В.В. Основи теорії автоматичного керування: підручник / В.В. Тарасенко – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 350 с.
2. Коваленко О.О. Системи автоматичного керування: підручник / О.О. Коваленко – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 290 с.
3. Білодід О.О. Автоматизація технологічних процесів: навчальний посібник / О.О. Білодід, А.П. Ладанюк – Київ: НУХТ, 2020. – 280 с.
4. Пахольчук В.Ю. Промислова автоматизація: теорія і практика / І.А. Бровко, В.Ю. Пахольчук – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 328 с.
5. Мацебула Д.В., Основи SCADA-систем автоматизації / М.Л. Фурсік, Д.В. Мацебула – Київ: КНУТД, 2019. – 214 с.
6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
7. Ладанюк А.П. 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.
8. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
9. 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.
10. 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.
11. Пупена А.М. 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		56

12. 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.

13. 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.

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