

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

**Факультет** Автоматизації і комп'ютерних систем

**Кафедра** Автоматизації та комп'ютерних технологій систем  
управління

**«До захисту в ЕК»**  
Декан факультету

\_\_\_\_\_ Андрій ФОРСЮК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

**«04» червня 2024 р.**

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ярослав СМІТЮХ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

**«04» червня 2024 р.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

**на тему:** Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків

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

\_\_\_\_\_ Бабешко Андрій Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Гриценко Надія Георгіївна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Максим Пастушенко \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем  
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління  
Освітній ступінь «Бакалавр»  
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. Кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх  
“15” квітня 2024 року

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Бабешку Андрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків

Керівник роботи асист. Гриценко Надія Георгіївна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “15” квітня 2024 року № 279-КС

2. Термін подання кваліфікаційної роботи 04 червня 2024 року

3. Вихідні дані роботи

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

4. Зміст розрахунково-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 людинно-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. Схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 15 квітня 2024 року \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів 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**                    Андрій БАБЕШКО                    \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник проекту**        Надія ГРИЦЕНКО                    \_\_\_\_\_  
(підпис)

## Анотація

Мета кваліфікаційної роботи – дослідження процесу кінцевої упаковки лотків та підбір засобів вимірювання, виконавчих механізмів, та ПЛК.

У відповідності до поставленого завдання в даній роботі виконано роботу по модернізації автоматичних систем керування, розглянуто основні принципи вимірювання технологічних параметрів та виконано підбір необхідних технологічних параметрів.

Об'єкт розробки – система автоматизації камери кінцевої упаковки лотків.

Мета роботи – розробка робочого проекту та SCADA-системи для модернізації системи автоматизації камери кінцевої упаковки в картонному ящику установки.

Методи розробки – розробка схеми автоматизації, вибір приладів та засобів автоматизації, розробка програми керування для промислового контролера, розробка людино-машинного інтерфейсу управління процесом.

В процесі проектування розроблено функціональну схему на основі якої розроблено схему підключень приладів та засобів автоматизації.

В на основі схеми підключень та алгоритму роботи системи, розроблено програму для програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК 160 та SCADA-систему.

**Ключові слова** – АВТОМАТИЗАЦІЯ, АЛГОРИТМ, БЛОК, ВИКОНАВЧИЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧ, ПЛК, СИСТЕМА, СХЕМА, УПАКОВКА.

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

## Annotation

The aim of the qualification work is to study the process of final packaging of trays and to select measurement tools, executive mechanisms, and PLC (Programmable Logic Controller). According to the set task, this work includes modernizing automatic control systems, discussing the main principles of measuring technological parameters, and selecting necessary technological parameters.

The development object is the automation system of the tray final packaging chamber. The goal is to develop a working project and a SCADA system for modernizing the automation system of the tray final packaging in a cardboard box setup.

Development methods include automation scheme design, selection of instruments and automation tools, control program development for an industrial controller, and development of a human-machine interface for process control. During the design process, a functional scheme was developed, based on which connection schemes of instruments and automation tools were designed.

Based on the connection scheme and system operation algorithm, a program was developed for the OVEN PLC 160 programmable logic controller and a SCADA system.

Keywords: AUTOMATION, ALGORITHM, BLOCK, EXECUTIVE, CONVERTER, PLC, SYSTEM, SCHEME, PACKAGING.

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

## ЗМІСТ

	с.
<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 .....	10
<b>Розділ 2. Система автоматизації</b> .....	11
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО) .....	11
2.2 Схема автоматизації .....	23
2.3 Специфікація засобів автоматизації .....	24
<b>Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення</b> .....	25
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера .....	25
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК .....	27
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	29
<b>Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів</b> .....	34
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК, перелік змінних ПЛК)</b> .....	38
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора</b> .....	49
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	49
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора .....	51
<b>Висновки</b> .....	54
<b>Список використаної літератури</b> .....	55

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

## ВСТУП

Одним з показників сучасного науково-технічного прогресу є інтенсифікація технологічних процесів, підвищення потужності та ефективності техноагрегатів і пов'язаний з ними розвиток технічних засобів та техніки управління. [1]

Темою кваліфікаційної роботи є розробка робочого проекту та SCADA системи для модернізації системи автоматизації камери кінцевої упаковки, а саме вакуумної упаковки в целофан під дією температури.

В чому необхідність даної розробки, навіщо розроблять систему, якщо вона і так працює, такі питання виникають після ознайомлення з темою роботи.

Так, система працює, але в роботі пропонується розширити можливості системи, додати можливість віддаленого керування, ведення архівування параметрів роботи системи, а також заміна технічних засобів які не «застаріли» а замінити в зв'язку з можливістю після заміни розширити можливості системи

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

## 1. Опис об'єкту автоматизації

### 1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

В процесі безперервного виробництва харчової продукції, зокрема м'яса критично необхідно забезпечити герметичну упаковку, для запобігання біологічного та технічного забруднення продукту з подальшими фасуванням та відправленням. Якщо до продукції потрапить хоч щось стороннє, може постраждати вся компанія. Для забезпечення вище вказаних умов використовуються промислові машини наклеювання та усаджування поліетиленової плівки. Представником таких машин є термоусаджуючий тунель SUPERVAC AS400 зображений на рисунку 1.1[2].



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд термоусаджуючого тунелю SUPERVAC AS400

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бабешко А.В.			Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гриценко Н.Г.					8	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

На конвеєр надходить полістиролова упаковка з поклеєною плівкою попередньо оброблена гарячим повітрям, спрацьовує датчик наявності продукту після чого відкривається клапан подачі гарячої води і помпа починає качати воду з баку на розприскувачі, на час що визначається швидкістю конвеєра. Помпа вимикається і клапан закривається до наступного сигналу датчика. Далі по конвеєру на упаковку спрацьовує другий датчик наявності продукту, відкривається клапан подачі холодного повітря завершуючи процес термоусаджування упаковки та здуваючи залишки води на упаковці, упаковка виїжджає з машини для подальшого пакування та транспортування.

Контроль температури води в баку здійснюється наступним чином: нормуючий перетворювач знімає покази з термометра опору, встановленому в баку, та передає уніфікований сигнал до контролера, в залежності від температури пару, що визначається термометром опору через нормуючий перетворювач та встановленої у контролері температури відкривається або закривається клапан подачі пару.

Контроль рівня води здійснюється наступним чином:

– трирівневий поплавковий датчик рівня в залежності від спрацювавших рівнів подає сигнал на контролер, який відкриває клапан подачі холодної води, клапан зливу води або переводить машину в стан аварії та відкриває клапан зливу води, також є трубопровід для зливу переповнення, що знаходиться вище аварійного рівня води.

При безперервному спрацюванні датчиків наявності продукту на час більше ніж 10с контролер переводить машину в стан аварії.

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

## 1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи автоматизації	Характер контролю, регулювання, упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1.	Ємність апарату (бак)	Рівень	80%	Рег-ня	Стабілізація рівня	Дія на клапан зливу води в каналізацію / подачі води з системи
2.		Т-ра	70..90 °С	Рег-ня	Стабілізація температури	Дія на клапан подачі пари
3.	Електропривід насоса подачі гарячої води	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Пристрій пуску/зупинки
4.	Електропривід конвеєру	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Регулювання швидкості
5.	Електромагнітний клапан подачі холодного повітря	Стан		Керування	Відкр/Закр	Джерело імпульсу
6.	Електромагнітний клапан подачі гарячої води	стан		Керування	Відкр/Закр	Джерело імпульсу

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

## 2. Розробка системи автоматизації

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

Після розглядання функціональної схеми автоматизації необхідно вибрати обладнання яке буде використане для модернізації системи автоматизації. Необхідно вибрати таке обладнання:

- термометри опору;
- нормуючий перетворювач;
- оптичний датчик;
- електромагнітний клапан;
- насос;
- датчик рівня;
- електродвигун;
- частотний перетворювач;
- блок живлення;
- магнітний пускач;
- сенсорний дисплей.

Для вимірювання температури води в баку, пару та повітря в трубопроводах, використовуються термометри опору РТ-100 МВТ 3270[3], зображений на рисунку 2.2, з діапазоном вимірювання від -50 °С до +150 °С

Підключення термометру опору РТ-100 МВТ 3270 може виконуватись у різних форматах, найпоширеніші показані на рисунку 2.3

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Бабешко А.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гриценко Н.Г.</i>				11	14
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд термометру опору РТ-100 МВТ 3270

AMP spade (6.35)	AMP Junior Power Timer	Deutsch DT04 3 pin	Deutsch DT04 2 pin	Delphi Metri Pack 102

Рисунок 2.3 – Типи підключення термометру опору РТ-100 МВТ 3270

Для передачі уніфікованого сигналу з термометру опору до контролера використовується нормуючий перетворювач НПТ-2[4], зображений на рисунку 2.4,

Перетворювач призначений для роботи з термопарами за ГОСТ Р 8.585-2001[5] та термометрами опору за ГОСТ Р 8.625-2006[6]. Нормуючий перетворювач НПТ-2 видає вихідний сигнал в діапазоні від 4 мА до 20 мА.

На рисунку 2.5 зображено схему підключення до первинних перетворювачів до нормуючого перетворювача НПТ-2.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд нормуючого перетворювача НПТ-2

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

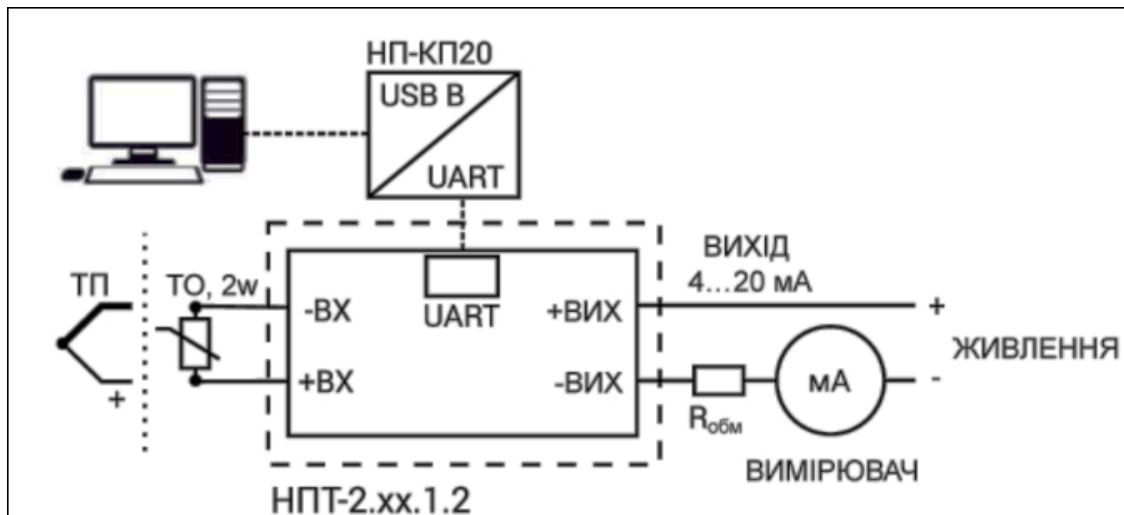


Рисунок 2.5 – Схема підключення первинних перетворювачів до нормуючого перетворювача НПТ-2

Під час модернізації системи було вирішено замінити старі датчик наявності продукту, в зв'язку з завершенням терміну експлуатації. При виборі датчика було обрано вітчизняного виробника фірму KIPPRIBOR, а саме оптичний датчик KIPPRIBOR ОК30[7], зображений на рисунку 2.6, з даними характеристиками:

- напруга живлення 10 VDC...30 VDC;
- ступінь захисту IP67;
- допустима вологість середовища від 35% до 85%.

На рисунку 2.7 зображено схеми підключення оптичного датчика KIPPRIBOR ОК30



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд оптичного датчика KIPPRIBOR ОК30

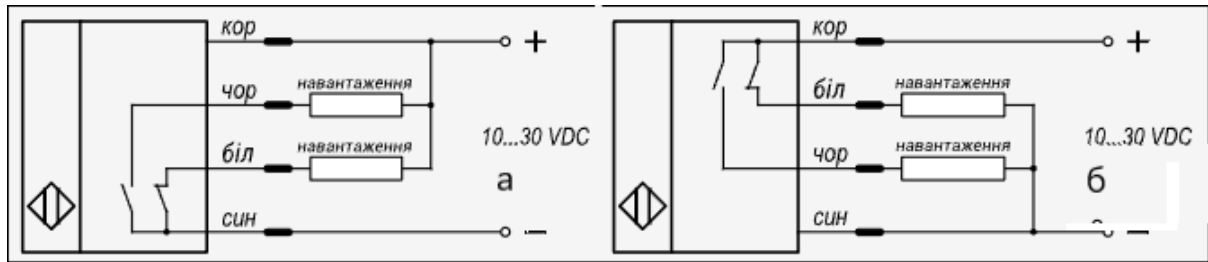


Рисунок 2.7 – Схема підключення оптичного датчика KIPPRIBOR OK30 за чотирипровідною схемою NPN(а) і PNP(б) відповідно

Для управління подачею води, пари та повітря використовуються електромагнітні клапани SEME 5510[8], зображено на рисунку 2.8, з підключенням G1/8, котушкою на 24В.

Основні характеристики електромагнітного клапану SEME 5510:

- виконаний у нормально замкнутому стані;
- пропускна можливість 0.09 м<sup>3</sup>/год;
- максимальний тиск 13 бар.

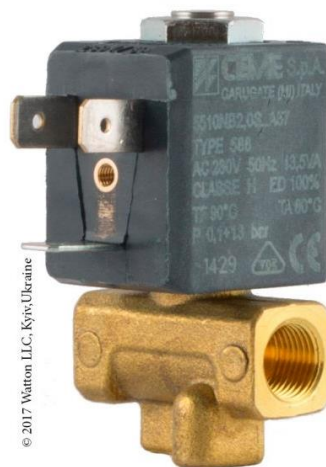


Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапану SEME 5510  
Для подачі гарячої води з баку на розприскувачі використовується газорідинний самовсмоктуючий насос 40QY-6 SS[9], зображений на рисунку 2.9.

Основні характеристики самовсмоктуючого насосу 40QY-6 SS:

- напруга живлення 220В;
- температура рідини від -15 °С до 120 °С;
- потужність 3кВт.

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



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд самовсмоктуючого насосу 40QY-6 SS

Для контролю рівня води в баку використовується трирівневий датчик рівня ОВЕН ПДУ-3.3[10], зображено на рисунку 2.10.

Основні характеристики датчика рівня ОВЕН ПДУ-3.3:

- максимальна комутуюча потужність 30Вт;
- ступінь захисту IP68;
- тиск контрольованого середовища до 2 МПа;
- температура контрольованого середовища від -40°C до 105°C.

На рисунку 2.11 зображено схему внутрішніх з'єднань трирівневого поплавкового датчика рівня ПДУ-3.3



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд трирівневого поплавкового датчика рівня ПДУ-3.3



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

Рисунок 2.11 - Схема внутрішніх з'єднань трирівневого поплавкового датчика рівня ПДУ-3.3

Для роботи конвеєру використовується електродвигун АИР56А2[11], зображений на рисунку 2.12.

Основні характеристики електродвигуну АИР56А2:

- потужність 0.18 кВт;
- частота обертів 3000 об/хв;
- ступінь захисту IP55;
- пікова температура 150°C.

На рисунку 2.13 зображено схеми підключення електродвигуну АИР56А2



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд електродвигуну АИР56А2

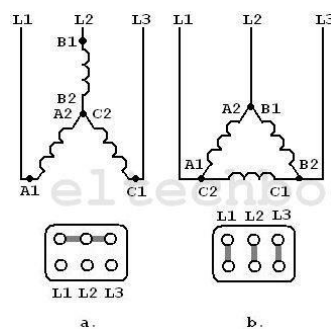


Рисунок 2.13 – Схеми підключення електродвигуну АИР56А2, а підключення типу «зірка», б підключення типу «трикутник»

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

Для керування швидкістю двигуна використовується частотний перетворювач Mitsubishi FR-D720[12], зображений на рисунку 2.14.

На рисунку 2.15 зображено схему підключень частотного перетворювача Mitsubishi FR-D720

Основні технічні характеристики частотного перетворювача Mitsubishi FR-D720:

- напруга живлення – 220В
- робоча температура – від -10°C до +50°C
- максимальна допустима вологість середовища – 90%
- клас захисту – IP20
- вихідна частота – 0.5Гц-400 Гц
- частота широтно-імпульсної модуляції – від 700 Гц до 14500 Гц



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд частотного перетворювача Mitsubishi FR-D720

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

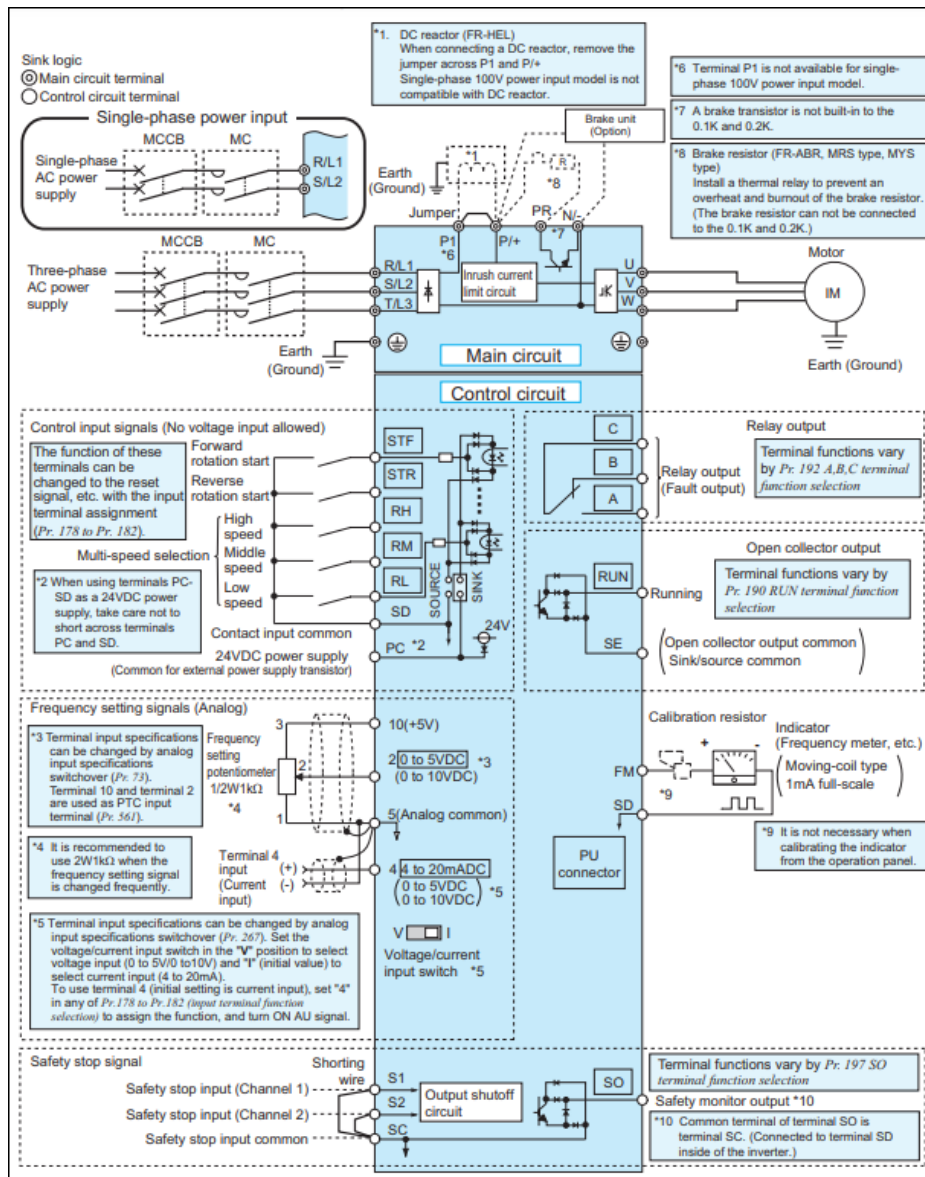


Рисунок 2.15 – Схема підключення частотного перетворювача FR-D720

Для живлення датчиків використовується блок живлення Mean Well HDR-30-24[13], зображений на рисунку 2.16.

Може бути встановлено більше одного блоку живлення.

Основні характеристики блоку живлення Mean Well HDR-30-24:

- клас захисту – IP30;
- потужність – 36Вт;
- струм 1.5А;
- напруга живлення 220В;
- вихідна напруга 24В.



Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд блоку живлення HDR-30-24

Для керування живленням двигуна та помпи використано магнітний пускач АсКо ПМ 3-40[14], зображений на рисунку 2.17

Основні характеристики магнітного пускача АсКо ПМ 3-40:

- номінальна робоча напруга 660В;
- потужність мотору 18.5 кВт;
- силові контакти – 3 контакти NO.



Рисунок 2.17 – Зовнішній вигляд магнітного пускача АсКо ПМ 3-40

Для зовнішнього налаштування та керування системою автоматизації (ПЛК) використано сенсорний дисплей СП310-Р.[15]

Зовнішній вигляд сенсорного дисплею СП310-Р з прикладами пристроїв які до нього можливо підключить зображений на рисунку 2.18

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

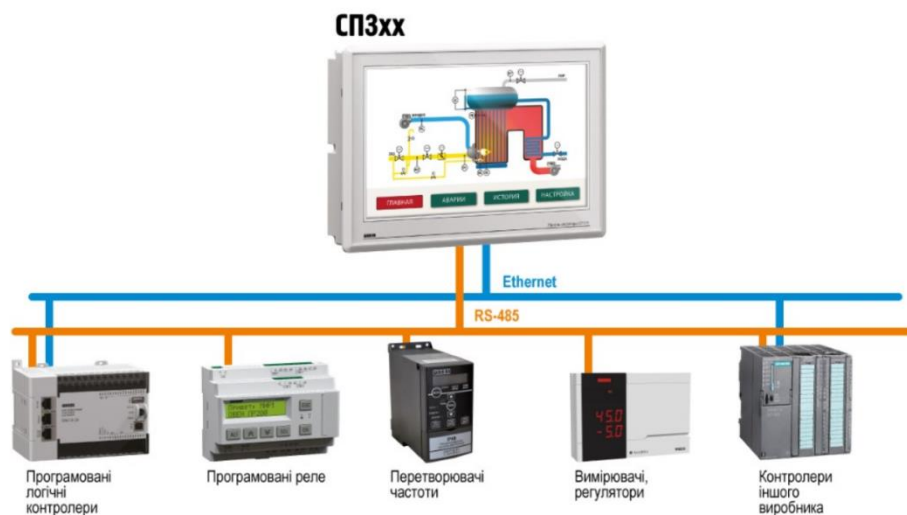


Рисунок 2.18 – Зовнішній вигляд сенсорного дисплею СП310-Р з прикладами пристроїв які до нього можливо підключити

Завантаження програми через USB кабель підключення панелі до персонального комп'ютера для завантаження програми здійснюється за допомогою USB-кабелю. Для початку роботи з панеллю достатньо встановити програму «Конфігуратор СП300» із вбудованим драйвером та підключити панель до USB-кабелю. [15]

Також є можливість завантажити програму у панель за допомогою USB-flash накопичувача (доступно тільки в розширених модифікаціях СП307-Р, СП310-Р). Функцію зручно використовувати у випадках, коли немає можливості з'єднати ПК та панель оператора по USB кабелю для завантаження програми. [15]

Архівування на USB-flash накопичувач архівування на USB-flash накопичувач виконується у форматі CSV. У редакторі таблиць на ПК (MS Excel або Google-таблиці) дані можуть подаватись у зручному для вас вигляді, наприклад, у вигляді графіка значень температури за рік. Крім запису архіву, дані можливо зчитати із USB-flash-накопичувача в СПЗхх. Зчитані дані можливо подати у вигляді графіка, таблиці або надіслати по мережі у ПЛК. [15]

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

Написання невеликих програм (скриптів) на мові, що подібна «C++», значно розширює можливості операторського інтерфейсу. Скрипти використовуються як допоміжні логічні блоки до основних елементів візуалізації. Скрипти не підходять для написання програми для керування технологічним процесом; для подібних завдань в асортименті ОВЕН є клас таких пристроїв, як панельні контролери (СПК). [15]

Для надання інформації на операторському інтерфейсі у вигляді графіків доступні кілька видів елементів. ХУ-графік дозволяє побудувати криву по ХУ координатам. Графік зі збереженням історії відображає криву стану однієї або кількох змінних з можливістю перегляду історії записів, наприклад, графіка температури у минулому місяці. Графік реального часу показує поточний стан змінної без можливості перегляду історії, що економить пам'ять. [15]

Таблиці підходять для ведення історії подій, є можливість перегортувати історію інформації, що відображається, наприклад, запис аварійних станів. Також у таблицях можливо підтверджувати подію натискаючи на повідомлення, що відображається. [15]

Є можливість завантажити зображення у форматі jpg та використовувати його у програмі як підкладку або як активний елемент, наприклад, як кнопку. [15]

Створення анімації. Завдяки анімації інтерфейс системи ЛМІ стає інтуїтивно зрозумілим. Із зображень, які завантажені у форматі jpg можливе створення анімованих зображень. Наприклад, обертання вентилятора із встановленою швидкістю або переміщення якогось об'єкту за встановленими координатами. [15]

Налаштування рівнів доступу. Закладено багаторівневе обмеження прав доступу до операторського інтерфейсу панелі. Налаштувати можливо до 12 рівнів. Для кожного із рівнів встановлюється свій логін та пароль. [15]

На рисунку 2.19 зображено схему підключення сенсорного дисплею СП310-Р. [15]

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

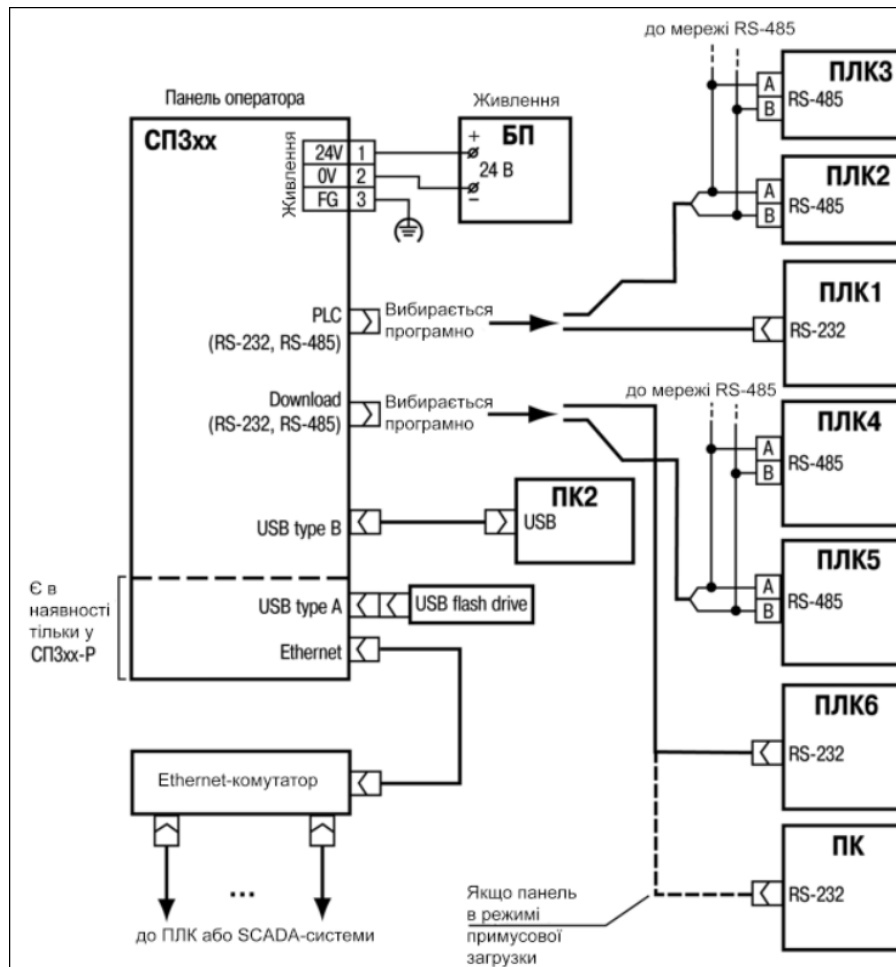


Рисунок 2.19 – Схема підключення сенсорного дисплею СП310-Р

## 2.2 Схема автоматизації

Процес термоусадження плівки можна поділити на два процеси:

- термоусадка – полив упаковки гарячою водою;
- охолодження – обдув холодним повітрям.

Схему об'єкту автоматизації розроблено за нормами ЄСКД.

Схему об'єкту автоматизації камери кінцевої упаковки SUPERVAC показано на рисунку 2.1

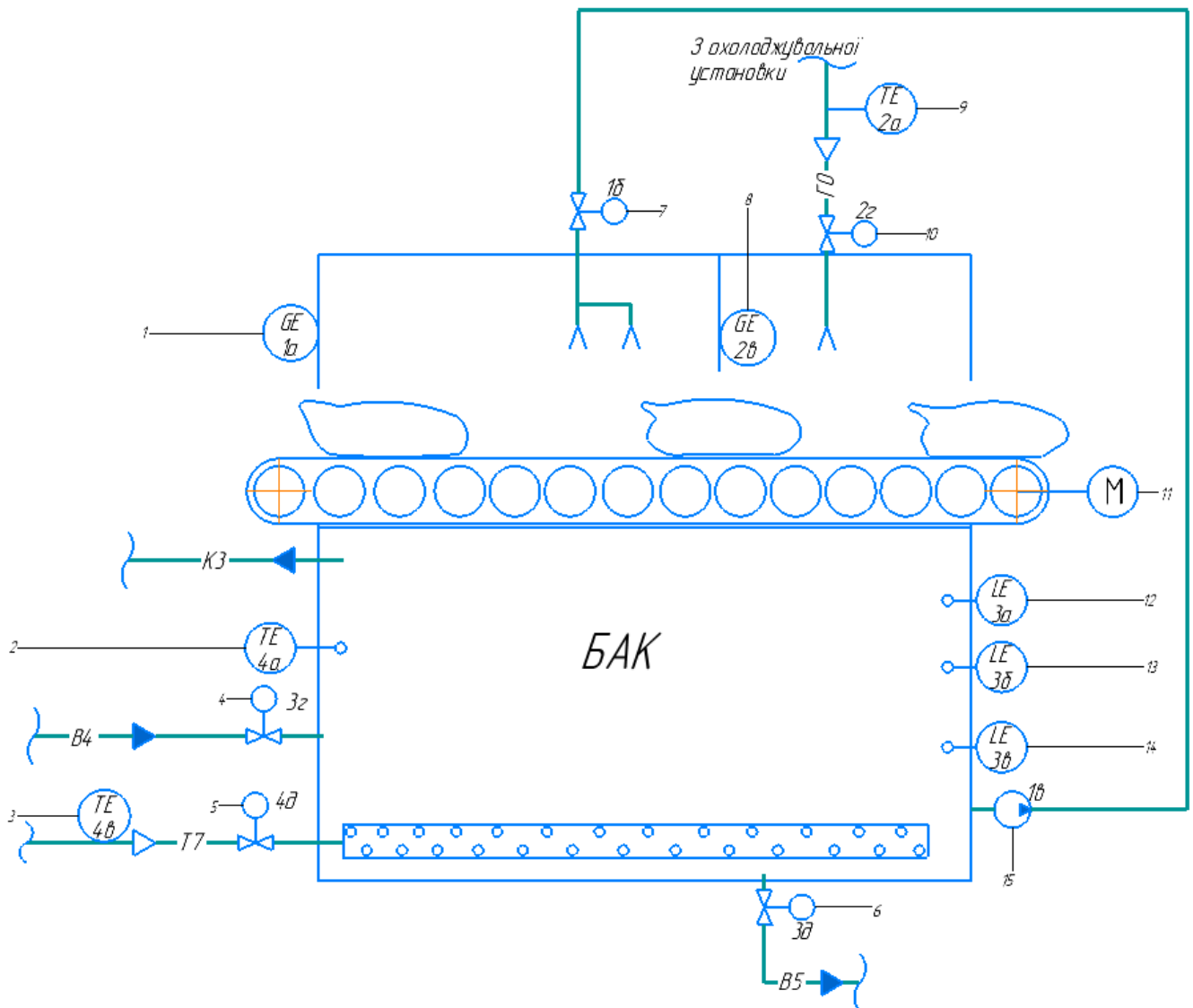


Рисунок 2.1 – Схема автоматизації камери кінцевої упаковки SUPERVAC функціональна.

Запуск установки відбувається в кімнаті оператора, на щиті або за допомогою двох кнопок – ПЛК та сенсорна панель

Далі робота переходить вже на сам контролер, який регулює всю установку. В основному контролер регулює температуру в установці завдяки клапанам, які подають пар, та воду в установку.

### 2.3 Специфікація засобів автоматизації

№	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-ть, шт	Примітка
1	5а, 7а	Оптичний датчик KIPPRIBOR серії ОК30-D		2	OWEN (AQteck)
2	1г, 1д, 3в, 5б, 7б	Електромагнітний клапан СЕМЕ 5510		5	WATTON
3	М2	Газо-рідинний насос 40QY-6 SS		1	WATTON
4	2а, 3а, 6а	Термометр опору РТ-100 МВТ-3270		3	Danfoss
5	2б, 3б, 6б	Нормуючий перетворювач НПТ-И		3	OWEN (AQteck)
6	1а, 1б, 1в	Трирівневий поплавковий датчик рівня ПДУ-3.3		1	OWEN (AQteck)
7	-	Сенсорний дисплей СП310-Р		1	OWEN (AQteck)
8	М1	Електродвигун АИР56А2		1	ЭЛЕКТРО ПЛЮС
9	4а	Частотний перетворювач Mitsubishi FR-D720		1	Mitsubishi Electric

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

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

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

Для керування системою автоматичної упаковки SUPERVAC використовується програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 160[M02] [16], зображений на рисунку 3.1.

Даний ПЛК забезпечує потреби проекту в фізичних змінних:

- дискретні входи 7 шт;
- дискретні виходи 7 шт;
- аналогові входи 1 шт.

Основні переваги та характеристики контролера

- живлення від 9В до 26В DC, від 90В до 264В AC;
- потужність 45 Ва;
- дискретних входів 16;
- дискретних виходів 12;
- аналогових входів 8;
- аналогових виходів 4;
- частота процесора 400 МГц;
- обсяг оперативної пам'яті:
- програма користувача – 1Мб;
- дані програми користувача – 128Кб;
- RAM-диск: 8Мб.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бабешко А.В.			<i>Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гриценко Н.Г.					25	9
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			<i>НУХТ АК-4-2ск</i>			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

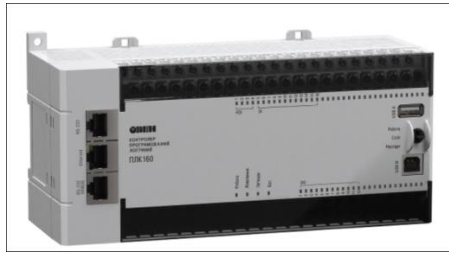


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд промислового контролера ПЛК160[M02]

На рисунку 3.2 зображено функціональну схему ПЛК160[M02].

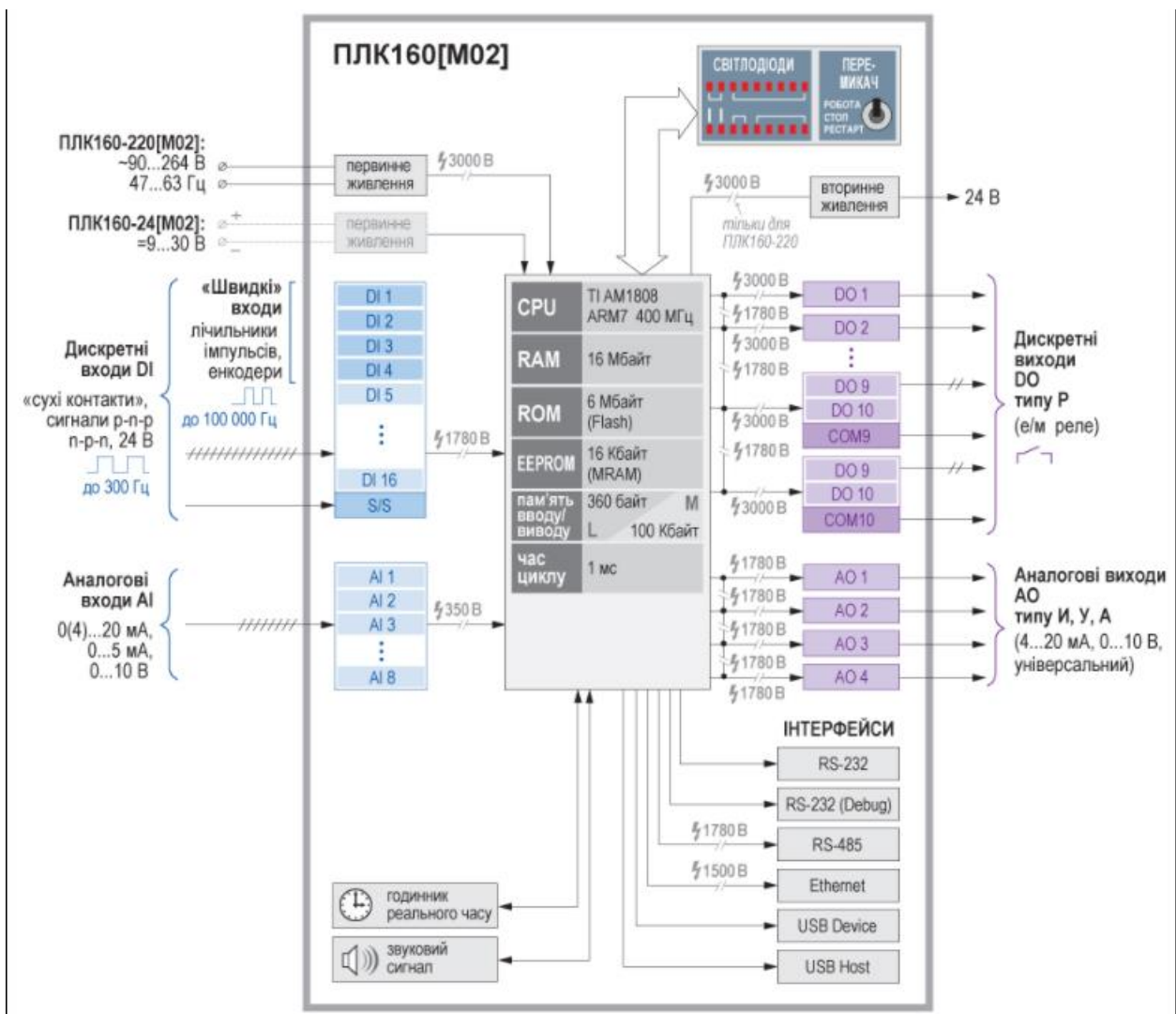


Рисунок 3.2 – Функціональна схема ПЛК160[M02]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

На рисунку 3.3 зображено загальну схему підключень до ПЛК160[M02]. До ПЛК160[M02] є можливість підключення різних видів датчиків які мають дискретний та аналогові сигнали також і виконавчі механізми мають дискретні та аналогові входи. Приклади підключення вхідних та вихідних сигналів показані нижче. [16]

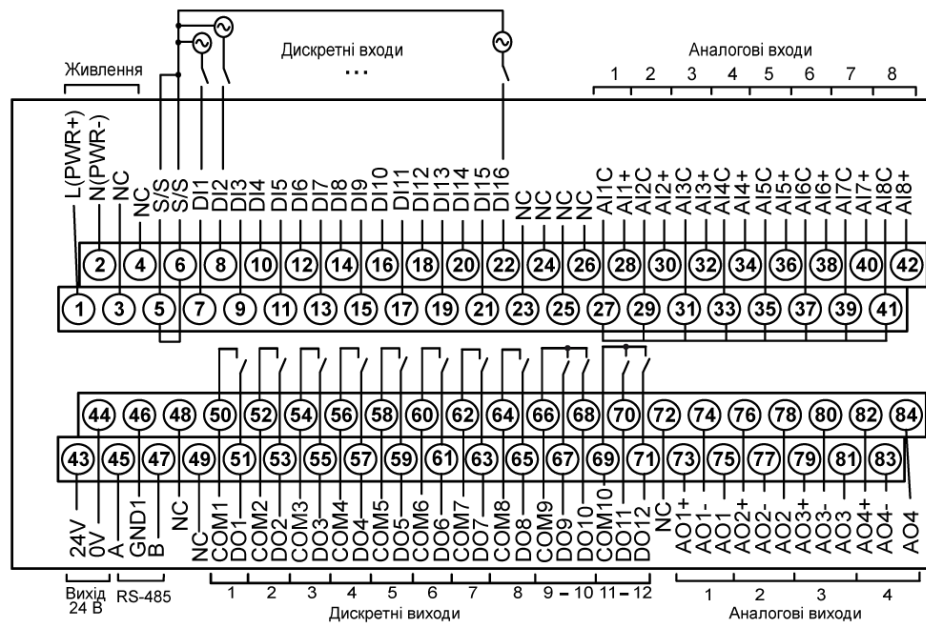


Рисунок 3.3 – Загальна схема підключень до ПЛК160[M02]

На рисунках 3.4, зображено схеми підключення дискретних датчиків п-р-п типу до ПЛК160[M02]. [16]

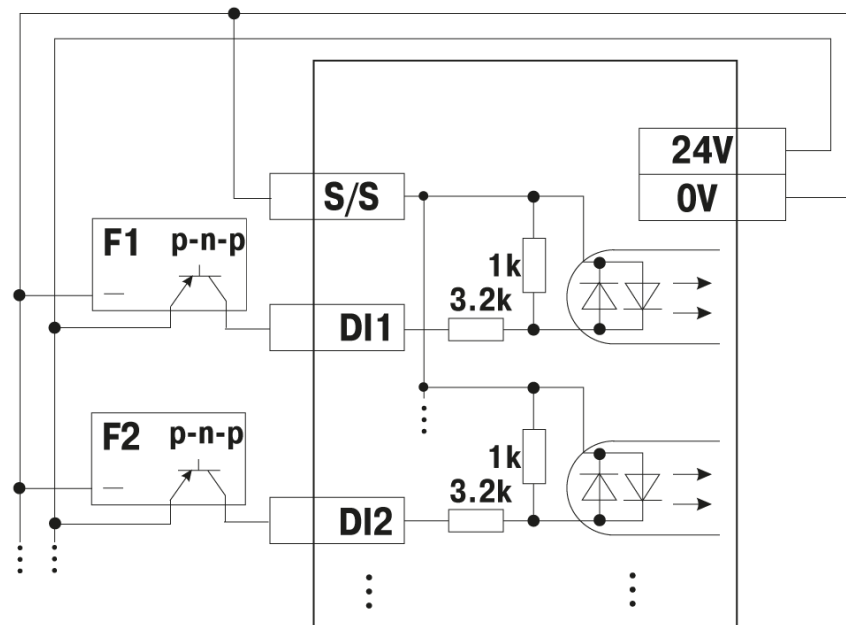


Рисунок 3.4 – Схема підключення дискретних датчиків p-n-p типу до ПЛК160[M02]

На рисунках 3.5 зображено схеми підключення дискретних датчиків p-n-p типу до ПЛК160[M02]. [16]

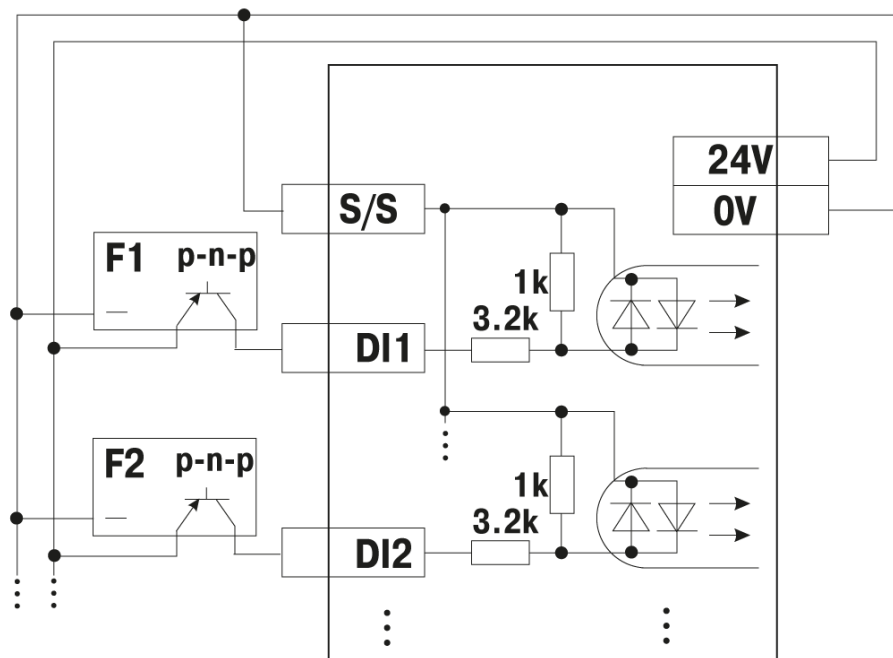


Рисунок 3.5 – Схема підключення дискретних датчиків p-n-p типу до ПЛК160[M02]

На рисунку 3.6 зображено схему підключення входів аналогових датчиків до ПЛК160[M02].[16]

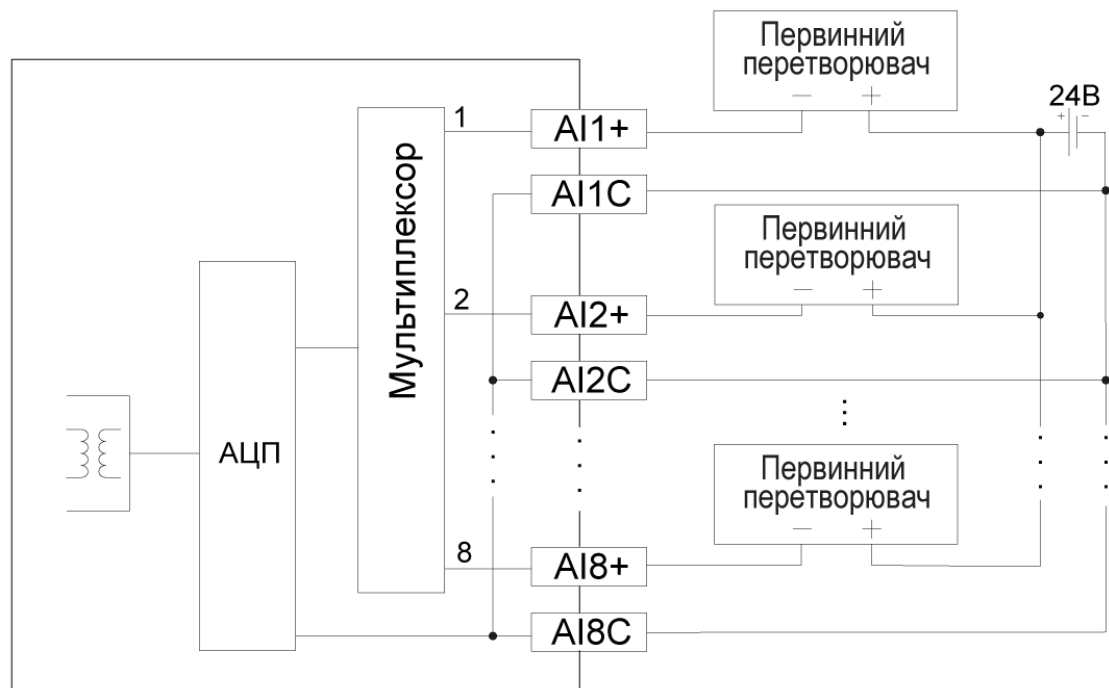


Рисунок 3.6 – Схема підключення входів аналогових датчиків до ПЛК160[M02]

### 3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру.

Для контуру регулювання температури, який складається з датчика температури з'єднаного з контролером через уніфікований перетворювач, сигнал якого поступає до контролера в вигляді уніфікованого аналогового сигналу 4-20мА. Промисловий контролер у відповідності до попередньо записаної програми в його пам'ять замикає контакти вихідного дискретного виходу таким чином вмикаючи електричний клапан відкриваючи або закриваючи подачу гарячої води для підтримання температури води в баку

Розширена схема підключення контуру контролю температури показана на рисунку 3.7.

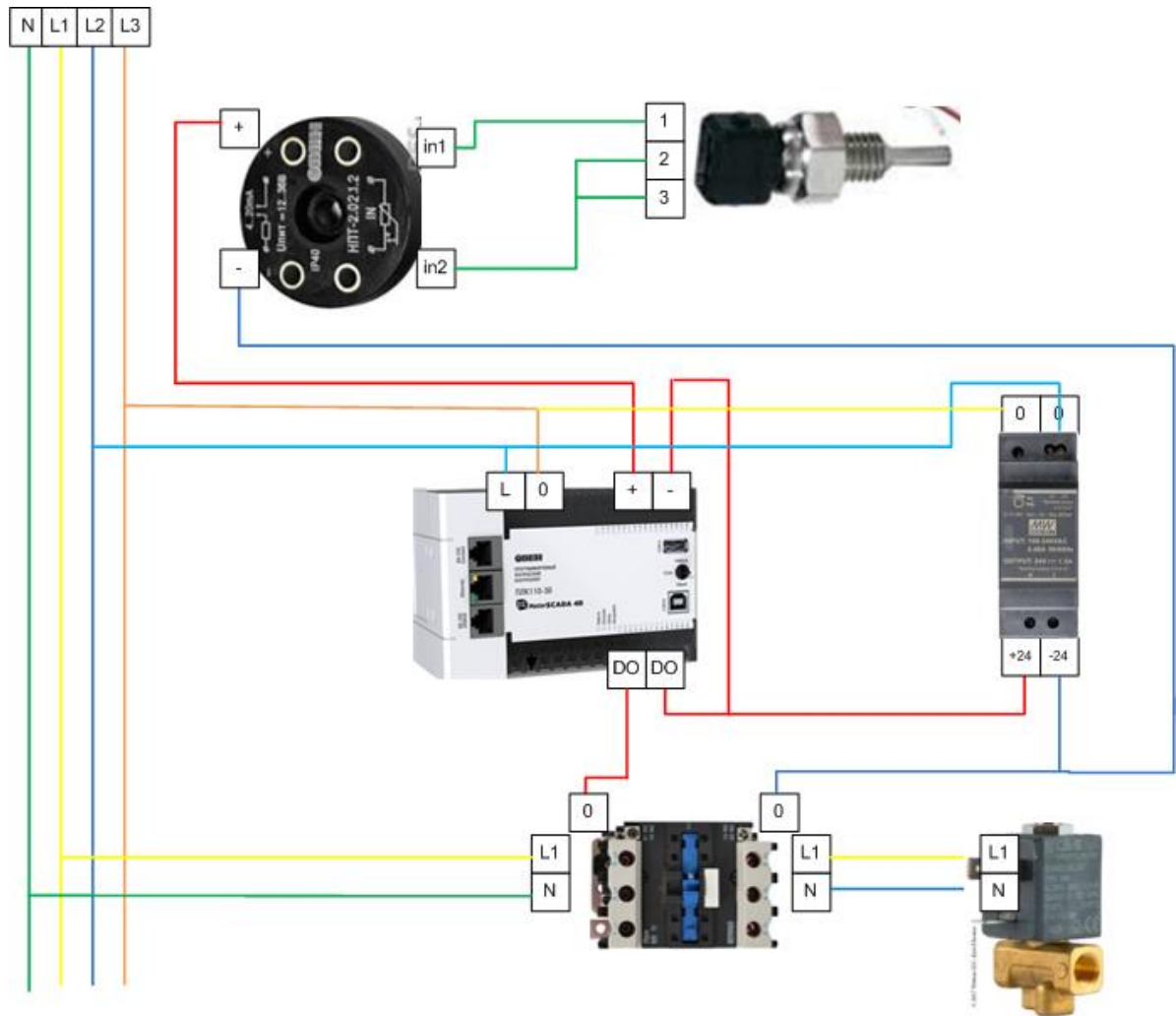


Рисунок 3.7 – Розширена схема підключення контуру контролю температури

Опис схеми електричних підключень

Електрична схема підключення системи автоматизації камери кінцевої упаковки показана на рисунку 3.9.





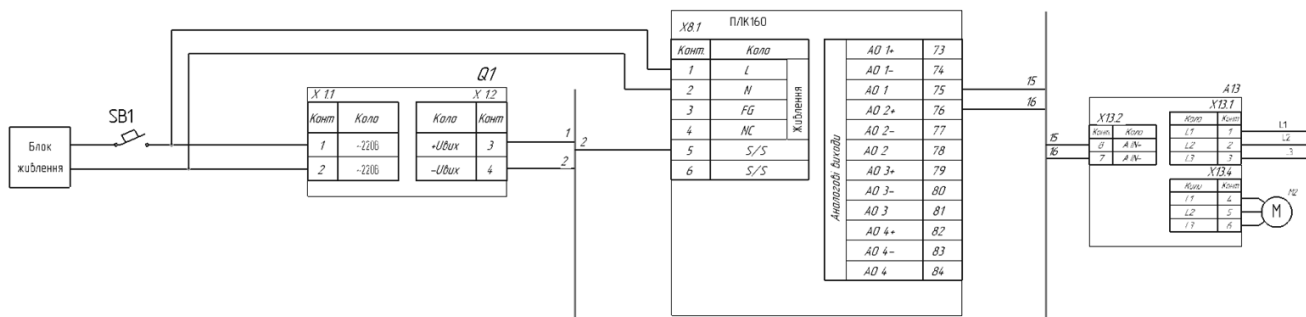


Рисунок 3.12 – Електрична схема підключення двигуна АІР 56А2 через частотний перетворювач FR-D700 до ПЛК160[М02] разом з блоком живлення HDR-30-24

#### 4. Креслення встановлення технічного засобу

##### Датчик температури МВТ 3270 РТ-100

Датчик температури МВТ 3270 РТ-100 (рис. 4.1) працює на основі принципу зміни електричного опору платинової резистивної вставки в залежності від температури. Такий тип датчиків відомий як платинові термометри опору (Pt100), де "100" означає, що опір резистора становить 100 Ом при 0°C.

На рисунку 4.2 зображено креслення встановлення МВТ 3270 РТ-100



Рисунок 4.1 – Датчик температури МВТ 3270 РТ-100

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Бабешко А.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Гриценко Н.Г.</i>				34	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>					

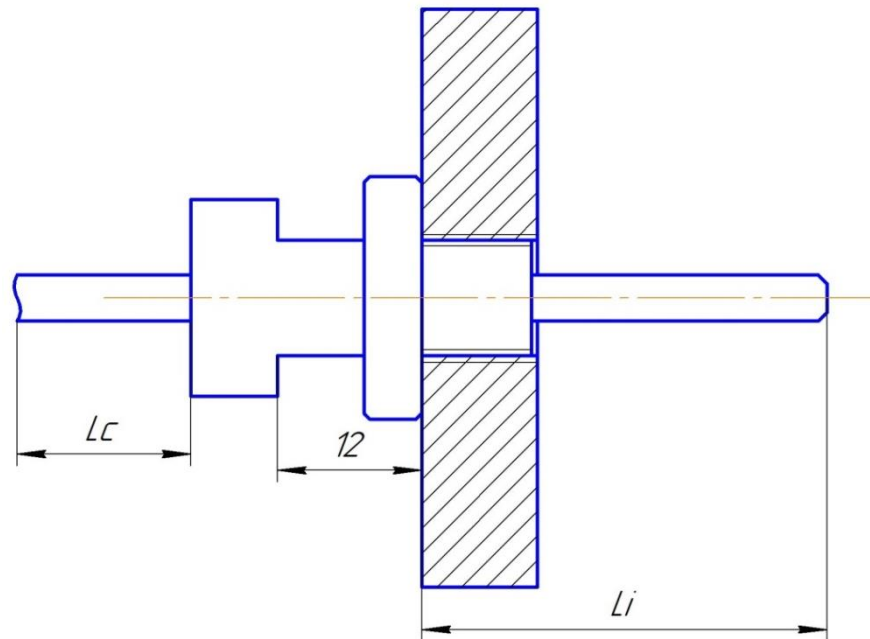


Рисунок 4.2 – Креслення встановлення МВТ 3270 РТ-100

#### Основні етапи роботи:

1. Температурний вплив: Коли температура навколишнього середовища змінюється, температура платинової резистивної вставки також змінюється.
2. Зміна опору: Зміна температури викликає зміну опору платини. У випадку з Pt100, опір збільшується приблизно на 0.385 ом на кожен градус Цельсія. Тобто при підвищенні температури опір збільшується, а при зниженні — зменшується.
3. Вимірювання опору: Для вимірювання опору використовується спеціальна схема, яка подає постійний струм через резистор та вимірює напругу, що виникає на ньому. На основі вимірної напруги розраховується опір.
4. Перетворення опору в температуру: Вимірний опір потім перетворюється в температуру за допомогою калібрувальних таблиць або формул, які описують залежність опору від температури для платини. Ці таблиці стандартизовані міжнародними організаціями, такими як ІЕС (Міжнародна електротехнічна комісія).

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

5. Вихідний сигнал: Отримана інформація про температуру може бути передана на пристрої моніторингу або контролю у вигляді аналогового або цифрового сигналу. Це дозволяє інтегрувати датчик в різні системи автоматизації та контролю.

**Переваги такого принципу роботи:**

- Висока точність: Платина є дуже стабільним матеріалом, що забезпечує високу точність вимірювань у широкому діапазоні температур.
- Стабільність: Опір платини змінюється лінійно з температурою, що спрощує калібрування та обробку сигналу.
- Широкий діапазон температур: Pt100 датчики можуть використовуватися для вимірювання дуже низьких та дуже високих температур.
- Довговічність: Платинові датчики мають довгий термін служби та не втрачають своїх властивостей з часом.

**Характеристики:**

- Тип сенсора: Платиновий термометр опору (Pt100)
- Діапазон вимірювань: -200°C до +600°C
- Точність: Клас А, В або С (залежно від конкретної модифікації)
- Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь
- Діаметр зонда: Зазвичай 3 мм, 4 мм, або 6 мм (можливі інші варіанти)
- Довжина зонда: Від 50 мм до 500 мм (може бути індивідуально налаштована)
- Підключення: Гвинтове, різьбове або інше (залежить від моделі)
- Захист: IP65 або вище (захист від пилу та вологи)

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

### **Особливості:**

1. Висока точність: Завдяки платиновому сенсору, датчик забезпечує високу точність вимірювань у широкому діапазоні температур.
2. Довговічність: Матеріали високої якості та надійна конструкція забезпечують тривалий термін служби датчика навіть у важких умовах експлуатації.
3. Універсальність: Датчик підходить для використання у різних галузях, включаючи промисловість, лабораторії, системи опалення та вентиляції.
4. Сумісність: MBT 3270 PT-100 може бути інтегрований у різні системи моніторингу та контролю завдяки стандартним вихідним сигналам та з'єднанням.

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

## 5 ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА ДЛЯ ПЛК, ПЕРЕЛІК ЗМІННИХ ПЛК)

### Опис спеціального програмного забезпечення

Для розробки програми та візуалізації до неї було обрано програмне забезпечення SCADA[17], проте через високу вартість дане рішення було переглянуто та обрано безкоштовне програмне забезпечення CoDeSys V2.3[18]. CoDeSys V2.3 підтримує всі 5 мов програмування стандарту MEK61131-3[20] (LD, FBD, IL, ST, SFC) та включає додаткову мову CFC. До складу також входять: редактор візуалізації, конфігуратор протоколів обміну та засоби налагодження.

На рисунку 5.1 зображено вікно програмного середовища CoDeSys V2.3.

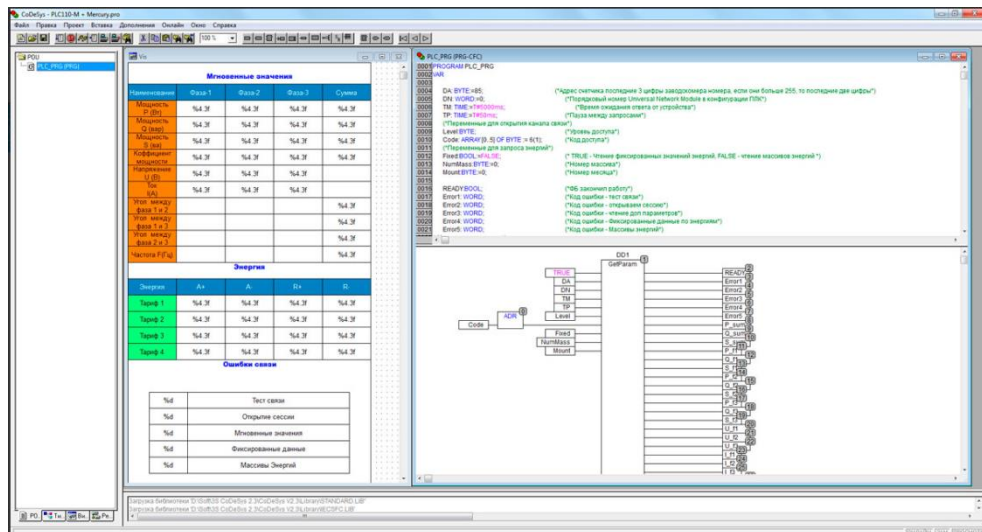


Рисунок 5.1 – Вікно програмного середовища CoDeSys V2.3

<i>Кваліфікаційна робота</i>										
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Бабешко А.В.	Гриценко Н.Г.						38	11	
Перевір.								НУХТ АК-4-2ск		
Зав. каф.	Смітюх Я.В.									
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.									

## Алгоритм роботи програми

На базі функціональної та принципової схем був розроблений алгоритм роботи установки за яким буде розроблена програма керування.

Після натискання кнопки 'ПУСК' перевіряється наявність сигналу 'СТОП', при наявності даного сигналу програма переходить до стану 'АВАРІЯ', який буде описаний нижче. Якщо сигнал відсутній програма починає роботу: перевірка та корегування рівня і температури води в баку, пуск конвеєру з подальшою перевіркою наявності продукту і його обробки.

Поплавковий датчик рівня в баку сигналізує про три рівні води: нижній – 1, середній – 2, верхній (аварійний) – 3.

Якщо є сигнал на нижньому чи середньому або ж немає жодного сигналу – закривається клапан зливу води та вмикається клапан набору води у бак. При наявності сигналу на аварійному рівні більше 30 секунд – закривається клапан набору води і відкривається клапан зливу води на 10 секунд, по завершенню таймера закривається клапан зливу, після чого цикл контролю рівня повторюється.

Температура води регулюється за допомогою подачі пару у бак, за умови спрацювання датчиків нижнього та середнього або всіх рівнів, та контролюється датчиком температури й утримується в межах від 70 С° до 90 С° вмиканням та вимиканням клапана подачі гарячої води.

При спрацюванні першого датчику наявності продукту відкривається клапан подачі гарячої води та за допомогою помпи подається на упаковку для її усадки.

При спрацюванні другого датчику наявності продукту відкривається клапан подачі холодного повітря для охолодження, усадки та сушки упаковки, з наступним виходом по конвеєру та упаковкою у картонні ящики.

На рисунках 4.2 та 4.3 наведено блок-схему алгоритму програми[19].

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

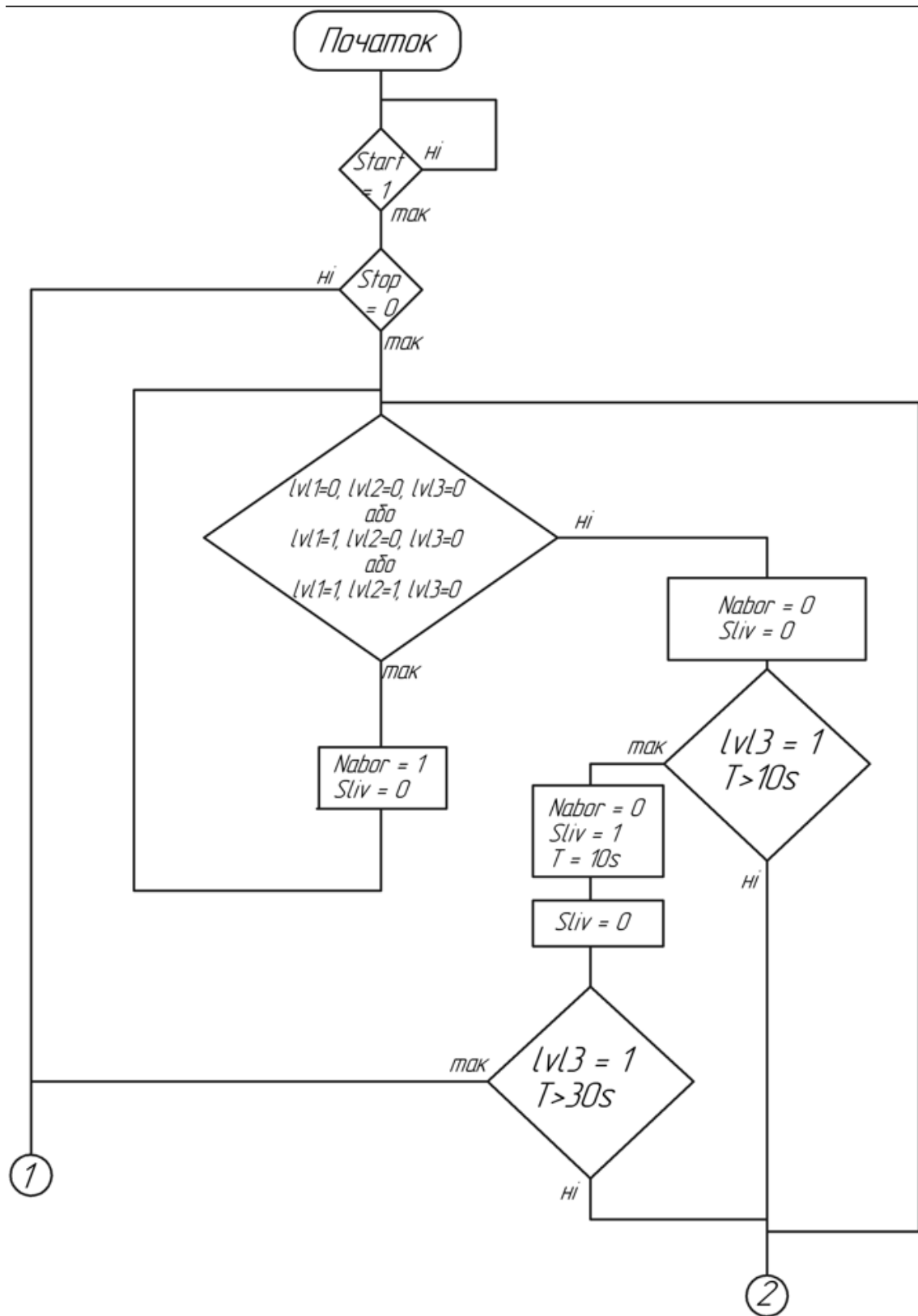


Рисунок 5.2 – Блок-схема алгоритму

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

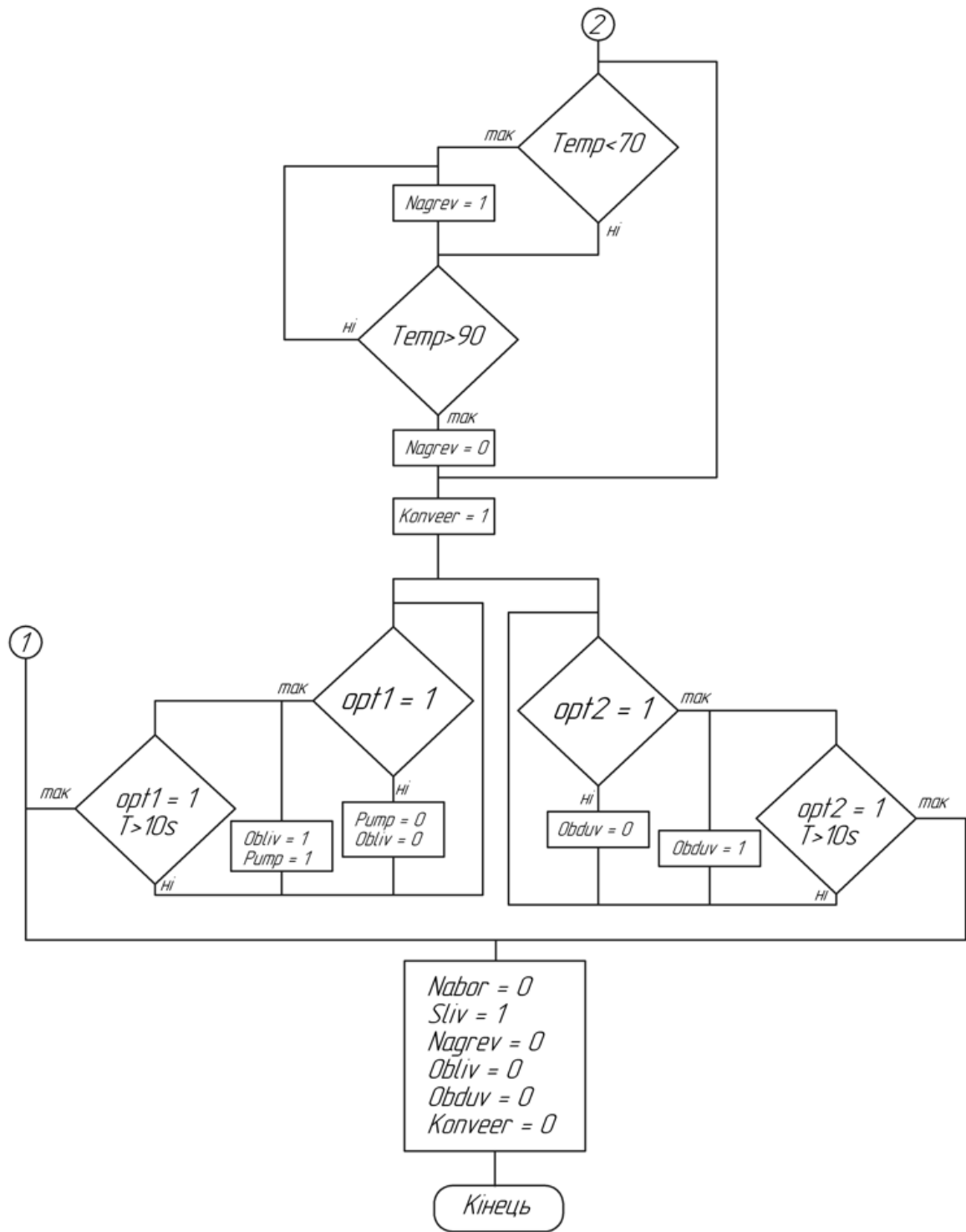


Рисунок 5.3 – Продовження блок-схеми алгоритму

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Перелік змінних ПЛК

У таблиці 5.1 відображено «фізичні» змінні використані для роботи програми.

Таблиця 5.1 – Перелік «фізичних» змінних

Вхідні та вихідні сигнали				
Джерело сигналу	Назва змінної	Позначення на СА / в CoDeSys		Адреса
Кнопка «Пуск»	PUSK	-	PUSK	AT %IX1.0.0:BOOL; (*Bit 0 *)
Кнопка «Стоп»	STOP	-	STOP	AT %IX1.0.1:BOOL; (*Bit 1 *)
Датчик рівня 1	LE_1	3а	LE_1	AT %IX1.0.2:BOOL; (*Bit 2 *)
Датчик рівня 2	LE_2	3б	LE_2	AT %IX1.0.3:BOOL; (*Bit 3 *)
Датчик рівня 3	LE_3	3в	LE_3	AT %IX1.0.4:BOOL; (*Bit 4 *)
Оптичний датчик 1	GE_1	1б	GE_1	AT %IX1.0.5:BOOL; (*Bit 5 *)
Оптичний датчик 2	GE_2	2в	GE_2	AT %IX1.0.6:BOOL; (*Bit 6 *)
Пуск частотного перетворювача	Konveer_	-	Konveer_	AT %IX1.0.7:BOOL; (*Bit 7 *)
Клапан зливу води	Sliv	3д	Sliv	AT %QX2.0.0:BOOL; (* Bit 0 *)
Клапан набору води	Nabor	3г	Nabor	AT %QX2.0.1:BOOL; (* Bit 1 *)
Клапан подачі пару	Nagrev	4д	Nagrev	AT %QX2.0.2:BOOL; (* Bit 2 *)
Клапан подачі гарячої води	Obliv	1б	Obliv	AT %QX2.0.3:BOOL; (* Bit 3 *)
Клапан подачі повітря	Obduv	2г	Obduv	AT %QX2.0.4:BOOL; (* Bit 4 *)
Помпа	Pump	1в	Pump	AT %QX2.0.6:BOOL; (* Bit 6 *)
Датчик температури	TEMP_BAK	4а	TEMP_BAK	AT %IR3.0:REAL;(* AI#1 *)

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

У таблиці 5.2 відображено перелік допоміжних змінних використані для роботи програми та візуалізації

Таблиця 5.2 – Перелік допоміжних змінних

Допоміжні змінні	
Назва	Тип
alarm_kt	BOOL
stp	BOOL
klap_sliv_1	BOOL
klap_par	BOOL
klap_wat	BOOL
klap_obl	BOOL
klap_obduv	BOOL
Pusk_1	BOOL
lvl_low	BOOL
lvl_medium	BOOL
lvl_alarm	BOOL
klap_Cwat	BOOL
alarm_kt	BOOL
klap_sliv	BOOL
klap_wat_C	BOOL
GE1	BOOL
GE2	BOOL
Pusk_1	BOOL
Stop_1	BOOL
Obl_sbros	BOOL
Obd_sbros	BOOL
Klap_obliv	BOOL
Klap_obduv	BOOL
konve	BOOL
lvl_medium	BOOL
alarm_kt	BOOL
ust_verh	REAL
ust_niz	REAL
psk	BOOL
lvl_low	BOOL
res_qwer	BOOL
qwer	BOOL

Продовження таблиці 5.2

Допоміжні змінні	
Назва	Тип
timer	BOOL
timer2	BOOL
Klap_obl	BOOL
Klap_obd	BOOL
Klap_obliv	BOOL
Klap_obduv	BOOL
Pump	BOOL
psk	BOOL
psk2	BOOL

Програма для ПЛК

За алгоритмом роботи системи описаному в пункті 5.2 розроблена програма керування яка показана на рисунку 5.4.

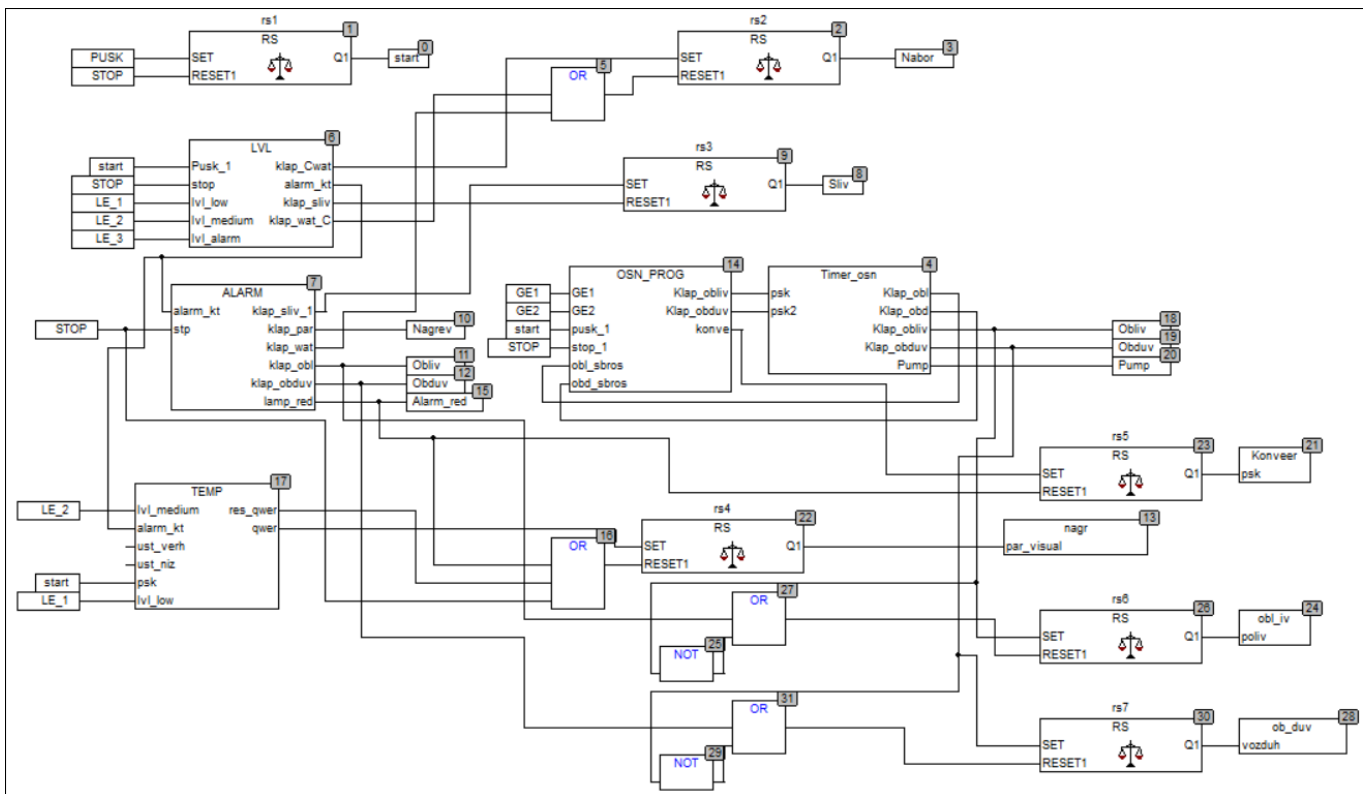


Рисунок 5.4 – Програма керування

Програма складається з декількох функціональних блоків кожен з яких виконує роботу різних контурів. Підпрограма керування рівнем зображена на рисунку 5.5.

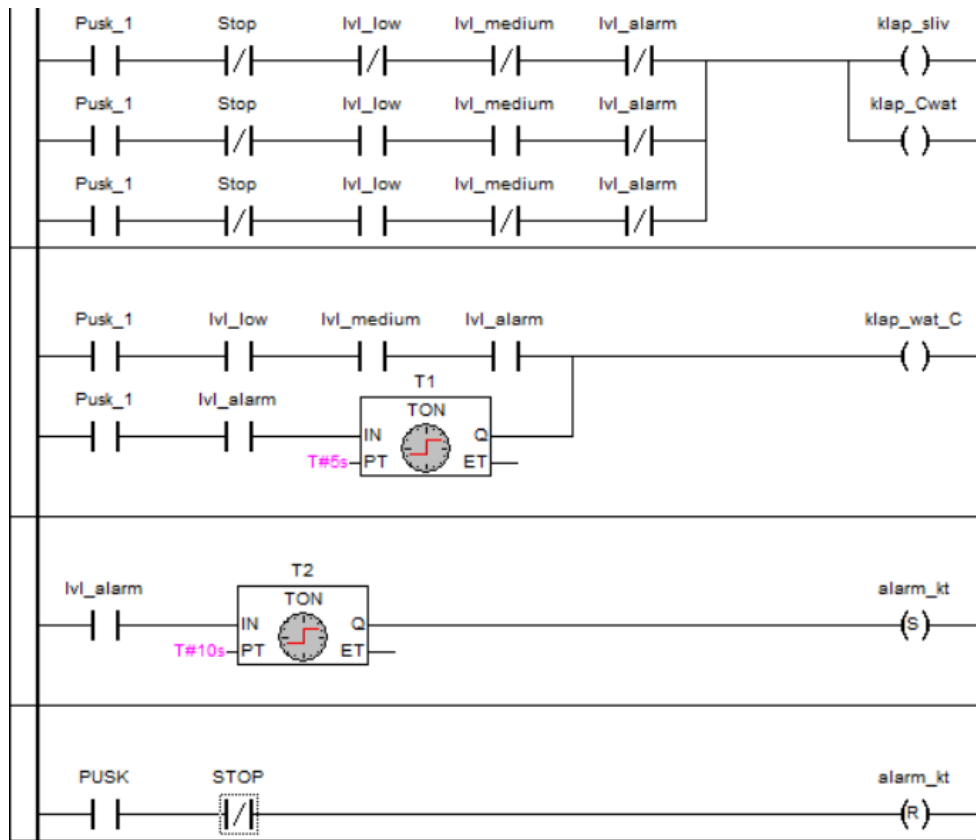


Рисунок 5.5 – Зовнішній вигляд блоку керування рівнем

Підпрограма керування температурою зображена на рисунку 5.6.

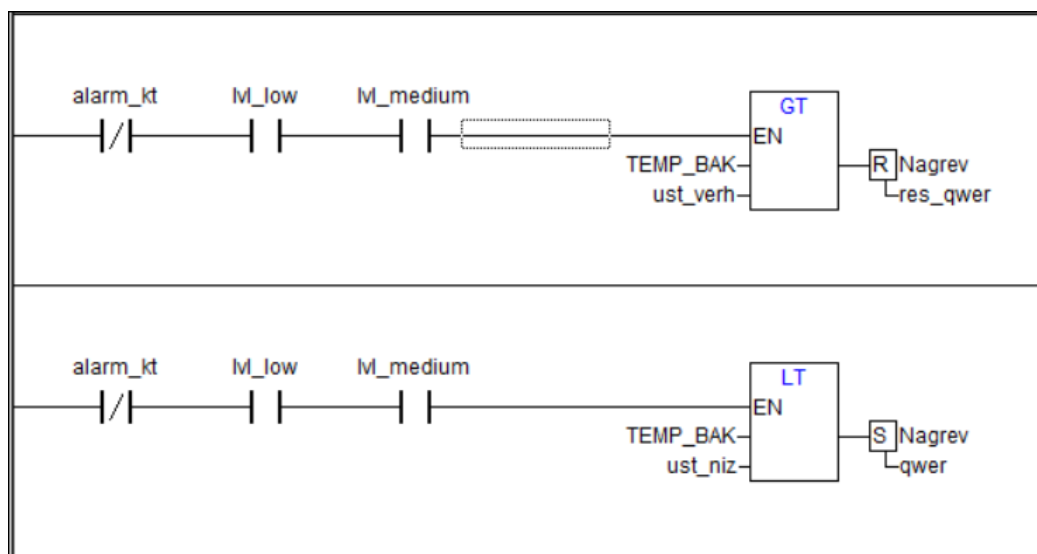


Рисунок 5.6 – Зовнішній вигляд підпрограми керування температурою

Додатковий блок зображено на рисунку 5.7.

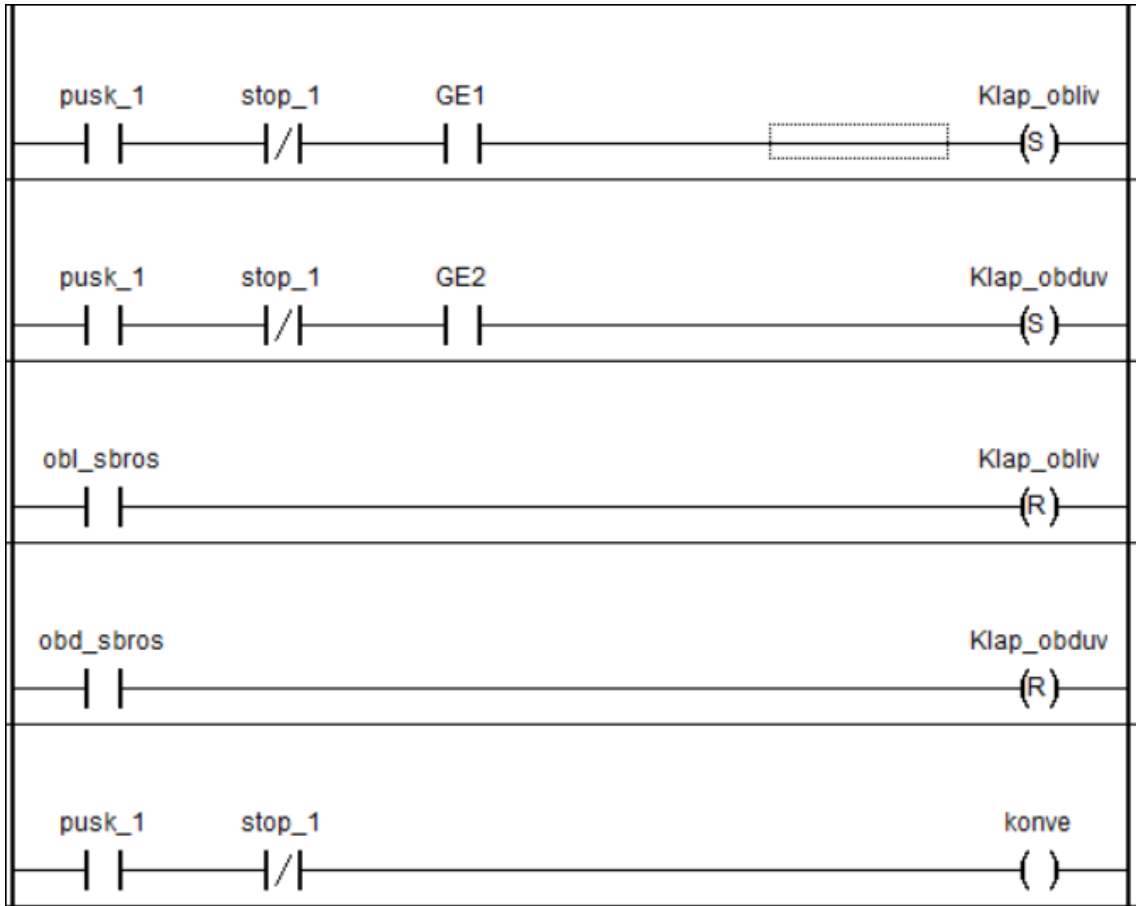


Рисунок 5.7 – Зовнішній вигляд основного блоку керування

Блок аварійних ситуації «ALARM», зображена на рисунку 5.8.

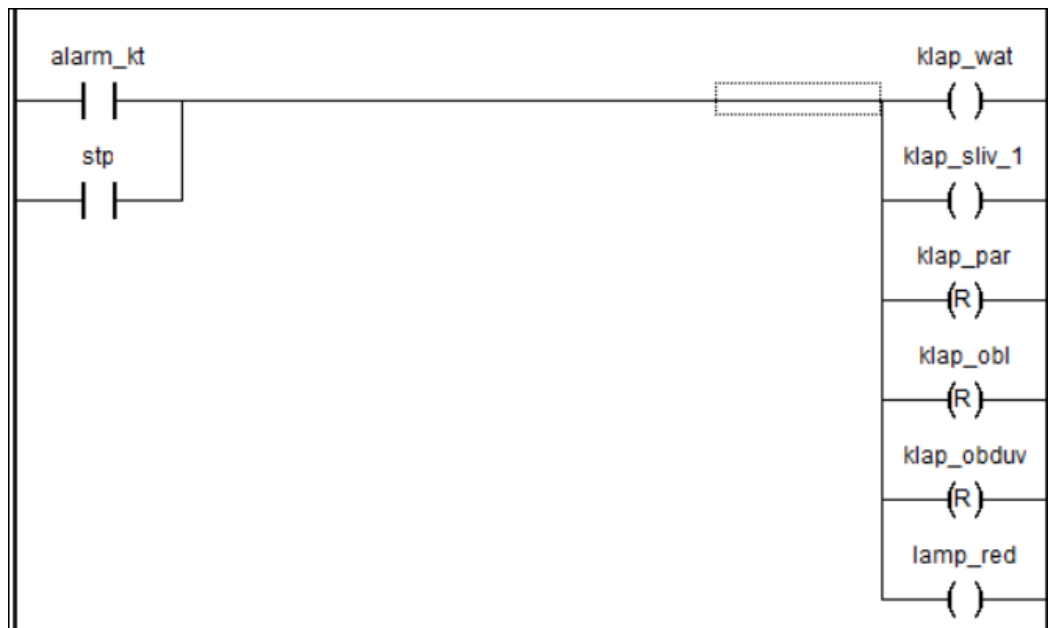


Рисунок 5.8 – зовнішній вигляд блоку аварійних ситуації «ALARM»

Далі наведено рисунки на яких зображено блоки візуалізації, рисунки 5.9 – 5.12. Блок візуалізації створений для внутрішнього відображення роботи установки, та не приймає безпосередньої участі в процесі керування. Схема візуалізації може використовуватися для керування установкою програмним шляхом.

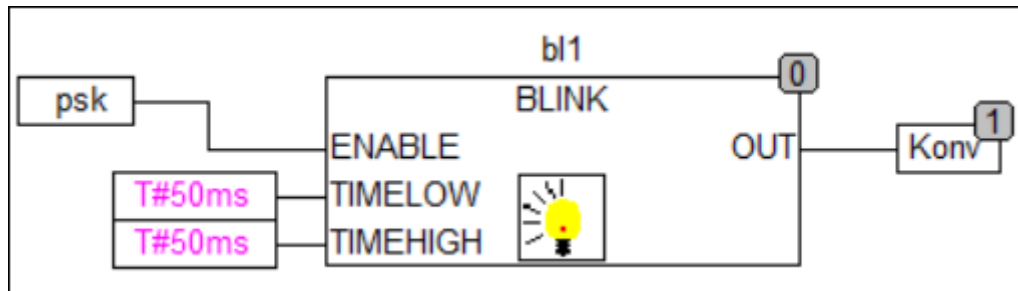


Рисунок 5.9 – Блок візуалізації роботи конвеєру

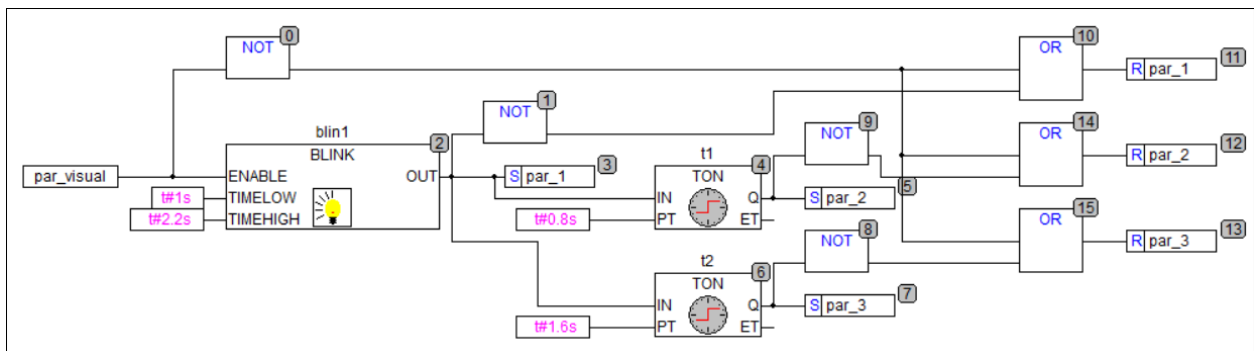


Рисунок 5.10 – Блок візуалізації роботи нагрівання води

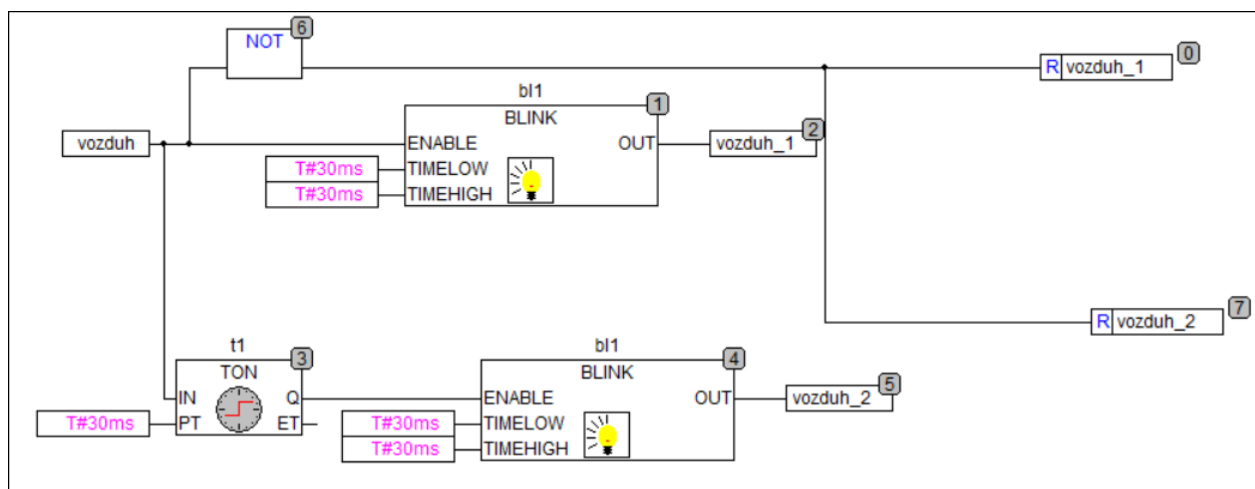


Рисунок 5.11 – Блок візуалізації роботи охолодження упаковок

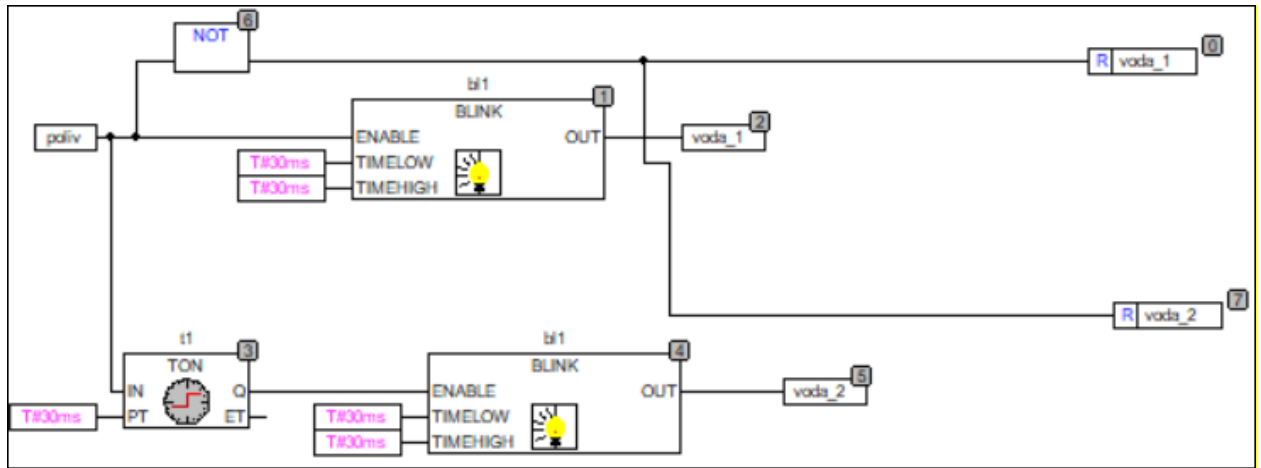


Рисунок 5.12 – Блок візуалізації роботи усадження упаковки

## 6 РОЗРОБКА ЛЮДИННО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА

### 6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

У таблиці 6.1 відображено змінні використані для роботи програми візуалізації.

Таблиця 6.1 – Перелік змінних використаних для роботи програми візуалізації

Вхідні та вихідні сигнали			
Джерело сигналу	Назва змінної	Позначення на СА / в CoDeSys	
Кнопка «Пуск»	PUSK	-	PUSK
Кнопка «Стоп»	STOP	-	STOP
Датчик рівня 1	LE_1	3а	LE_1
Датчик рівня 2	LE_2	3б	LE_2
Датчик рівня 3	LE_3	3в	LE_3
Оптичний датчик 1	GE_1	1б	GE_1
Оптичний датчик 2	GE_2	2в	GE_2
Пуск частотного перетворювача	Konveer_	-	Konveer_
Клапан зливу води	Sliv	3д	Sliv
Клапан набору води	Nabor	3г	Nabor
Клапан подачі пару	Nagrev	4д	Nagrev
Клапан подачі гарячої води	Obliv	1б	Obliv
Клапан подачі повітря	Obduv	2г	Obduv
Помпа	Pump	1в	Pump
Датчик температури	TEMP_BAK	4а	TEMP_BAK

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Бабешко А.В.			<i>Розробка системи автоматизації камери кінцевої упаковки лотків</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Гриценко Н.Г.					49	4
<i>Зав. каф.</i>		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск			
<i>Секр. ЕК</i>		Проскурка Є.С.						

У таблиці 6.2 відображено перелік допоміжних змінних використаних для роботи програми та візуалізації

Таблиця 6.2 – Перелік допоміжних змінних

Допоміжні змінні	
Назва	Тип
alarm_kt	BOOL
stp	BOOL
klap_sliv_1	BOOL
klap_par	BOOL
klap_wat	BOOL
klap_obl	BOOL
klap_obduv	BOOL
Pusk_1	BOOL
lvl_low	BOOL
lvl_medium	BOOL
lvl_alarm	BOOL
klap_Cwat	BOOL
alarm_kt	BOOL
klap_sliv	BOOL
klap_wat_C	BOOL
GE1	BOOL
GE2	BOOL
Pusk_1	BOOL
Stop_1	BOOL
Obl_sbros	BOOL
Obd_sbros	BOOL
Klap_obliv	BOOL
Klap_obduv	BOOL
konve	BOOL
lvl_medium	BOOL
alarm_kt	BOOL
ust_verh	REAL
ust_niz	REAL
psk	BOOL
lvl_low	BOOL
res_qwer	BOOL
qwer	BOOL

Продовження таблиці 6.2

Допоміжні змінні	
Назва	Тип
timer	BOOL
timer2	BOOL
Klap_obl	BOOL
Klap_obd	BOOL
Klap_obliv	BOOL
Klap_obduv	BOOL
Pump	BOOL
psk	BOOL
psk2	BOOL

6.2 Опис мнемосхеми технологічного процесу.

Розробка мнемосхеми виконана у середовищі CoDeSys V2.3. На рисунку 6.1 зображено візуалізацію процесу термоусадження упаковок.

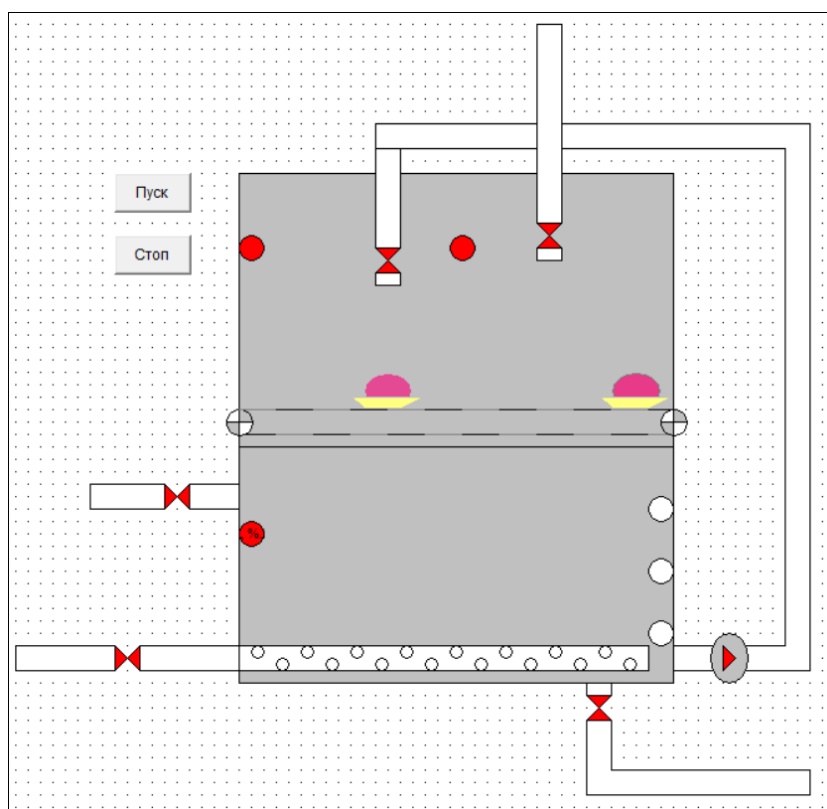


Рисунок 6.1 – Мнемосхема технологічного процесу

Регулювання рівня води в баку здійснюється за допомогою поплавкових датчиків рівня та двох клапанів «Набор» і «Злив».

Елементи регулювання рівня води в баку зображені на рисунку 6.2

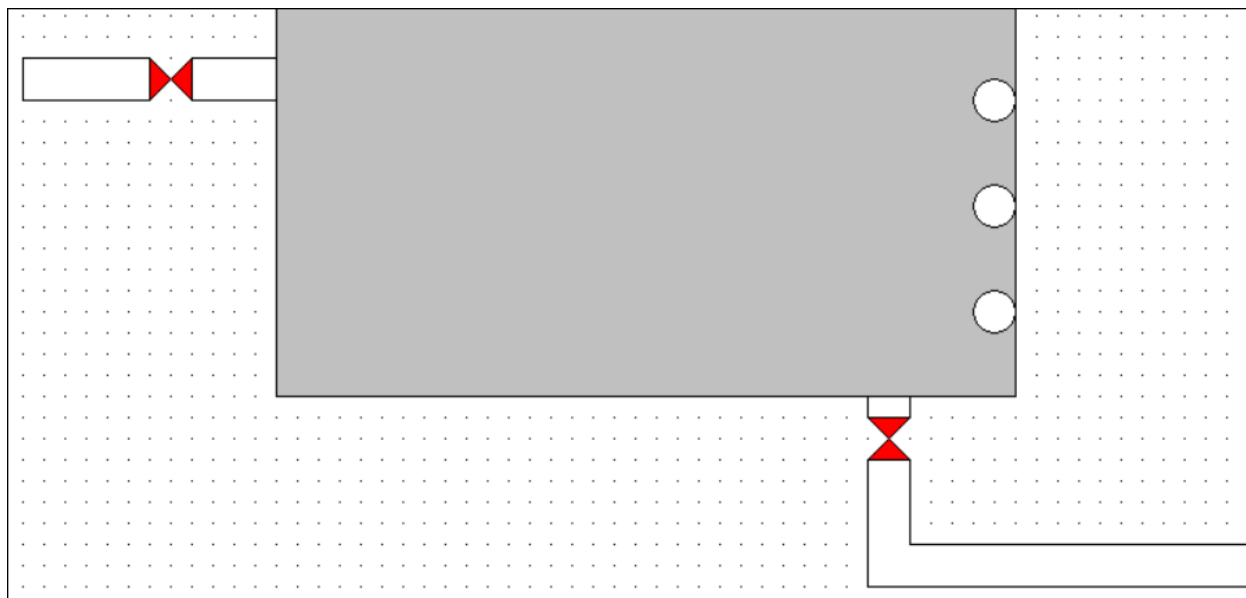


Рисунок 6.2 – Візуалізація блоку регулювання рівня

Регулювання температури води в баку здійснюється за допомогою клапана та датчика температури.

Елементи регулювання температури води в баку зображені на рисунку 6.3.

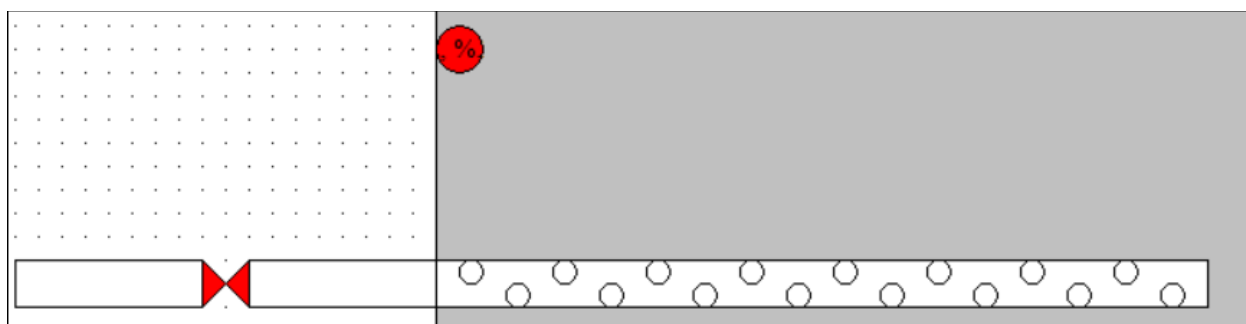


Рисунок 6.3 – Візуалізація блоку регулювання температурою води

Керування здійснюється за допомогою клапанів пуску гарячої води та повітря і помпи, що качає воду з баку.

Елементи керування термоусадкою та охолодженням упаковок зображені на рисунку 6.4.

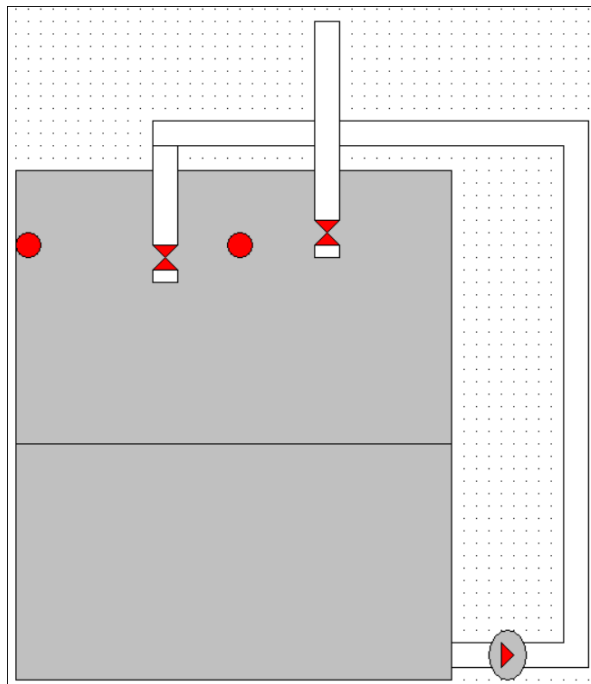


Рисунок 6.4 – Візуалізація блоку керування термоусадженням та охолодженням упаковок

## ВИСНОВКИ

Автоматизація та модифікація машини термоусадження упаковки призведе до прискорення даного процесу, збільшить кількість та якість вихідної продукції за одиницю часу.

Впровадження автоматизації несе у собі мету прискорення технологічних процесів, зменшення витрат на виробництво, енергію та сировину, зменшення кількості браку.

Відповідно до поставленого завдання, проведено роботу по розробці та модернізації програми керування для машини автоматизації процесу термоусадження упаковок, виконаного на базі контролера ОВЕН ПЛК160. Для даної роботи було використано програмне середовище CoDeSys V2.3.

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

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вступ та висновок [Електронний ресурс]: Сайт для допомоги з курсовим проектом – Текстові дані. – Режим доступу: <https://sprosi.xyz/works/>. (Дата звернення: 20.04.2024) – Назва з екрана.
2. SUPERVAC AS400 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії SUPERVAC – Текстові дані – Режим доступу: <https://www.supervac.at/portfolio-items/as-400/?lang=ru>. (Дата звернення: 21.04.2024) – Назва з екрана.
3. Термометр опору РТ-100 МВТ 3270 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії ООО «АКВА-КИП ИНЖИНИРИНГ». – Текстові дані – Режим доступу <https://ugov.ua/ru/catalog/detail/mbt-3270-datchyky-temperature/>. (Дата звернення: 20.04.2024) – Назва з екрана.
4. Нормуючий перетворювач НПТ-2 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії ОВЕН. – Текстові дані – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/vymiryuvachi-reguljatory/ntp-2-normuvalnii-peretvorjuvach-u-golovku-typu-lutska>. (Дата звернення: 20.04.2024) – Назва з екрана.
5. ГОСТ Р 8.585-2001 [Електронний ресурс]: Сайт «Метотехника». – Текстові дані – Режим доступу: [https://www.metotech.ru/gost\\_8\\_585\\_2001.htm](https://www.metotech.ru/gost_8_585_2001.htm) – (Дата звернення 25.04.2024) – Назва з екрана.
6. ГОСТ Р 8.625-2006 [Електронний ресурс]: Бібліотеки нормативної документації. – Текстові дані – Режим доступу: <https://files.stroyinf.ru/Data1/51/51078/index.htm>. (Дата звернення 25.04.2024) – Назва з екрана.
7. Безконтактний оптичний датчик КИПРИБОР ОК30 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії ОВЕН. – Текстові дані – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/datchyky/kipribor-bezkontaktni-optychni-datchyky-seriji-ok30>. (Дата звернення 27.04.2024) – Назва з екрана.
8. Електромагнітний клапан СЕМЕ5510 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії WATTON. – Текстові дані – Режим

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доступу: <https://watton.ua/ru/ceme-5510.html>. (Дата звернення 27.04.2024) – Назва з екрана.

9. Самовсмоктуючий насос 40QY-6 SS [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії WATTON. – Текстові дані – Режим доступу: <http://aqualux.ua/nasosi-samovsasivayuschie-vihrevie-iz-nerzhaveyushey-stali/gazo-zhidkostnyj-samovsasyvayushchij-nasos-40qy-6-ss/>. (Дата звернення 29.04.2024) – Назва з екрана.

10. Трирівневий поплавковий датчик рівня ПДУ3.3 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії ОВЕН. – Текстові дані – Режим доступу: <https://owen.ua/ru/datchiki/pdu-3-3-trehurovnevye-poplavkovye-datchiki/tehnicheskie-harakteristiki>. (Дата звернення 29.04.2024) – Назва з екрана.

11. Електродвигун АИР56А2 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин «Электромотор». – Текстові дані – Режим доступу: <https://xn--e1akbgjbameoe7j.com.ua/shop/jelektrodvigatel-air-56a2-im-1081-0-18-kvt-3000-ob-min/>. (Дата звернення 29.04.2024) – Назва з екрана.

12. Частотний претворювач FR-D720 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин «ПЕ-КО». – Текстові дані – Режим доступу: [https://pe-ko.com.ua/mitsubishi\\_electric\\_fr\\_d\\_720S](https://pe-ko.com.ua/mitsubishi_electric_fr_d_720S). (Дата звернення 01.05.2024) – Назва з екрана.

13. Блок живлення на DIN-рейку Mean Well HDR-30-24 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин «Ledstorm». – Текстові дані – Режим доступу: <https://ledstorm.ua/blok-pitaniya-mean-well-na-din-reyku-36-vt-24v-1-5-a-hdr-30-24>. (Дата звернення 01.05.2024) – Назва з екрана.

14. Магнітний пускач АсКо ПМ 3-40 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин «Skad». – Текстові дані – Режим доступу: [https://www.skad.com.ua/magnitnyy\\_puskatel\\_pm\\_3-40\\_40a-110v-/](https://www.skad.com.ua/magnitnyy_puskatel_pm_3-40_40a-110v-/). (Дата звернення 01.05.2024) – Назва з екрана.

15. Сенсорний дисплей СП310-Р [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин «Skad». – Текстові дані – Режим доступу:

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

<https://aqteck.com.ua/ru/paneli-operatora/sp3xx-sensornye-paneli-operatora>. (Дата звернення 03.05.2024) – Назва з екрана.

16. ПЛК 160 [Електронний ресурс]: Офіційний інтернет-магазин компанії ОВЕН. – Текстові дані – Режим доступу: <https://aqteck.com.ua/ru/programmiruemye-logicheskie-kontrollery/plk160-m02-programmiruemyj-logicheskij-kontroller>. (Дата звернення 03.05.2024) – Назва з екрана.

17. SCADA [Електронний ресурс]: Офіційний сайт RTSoft – Текстові дані – Режим доступу: <http://www.scada.ru/>. (Дата звернення 03.05.2024) – Назва з екрана.

18. CoDeSys 2.3 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт OWEN – Текстові дані – Режим доступу: <https://owen.ua/ru/programmnoe-obespechenie/sreda-programmirovaniya-codesys-2-3-i-drugoe-programmnoe-obespechenie-dlya-oven-plk>. (Дата звернення 05.05.2024) – Назва з екрана.

19. Алгоритм [Електронний ресурс]: Офіційний сайт Wikipedia. – Текстові дані – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм>. (Дата звернення 05.05.2024) – Назва з екрана.

20. МЕК 61131-3 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт Wikipedia. – Текстові дані – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IEC\\_61131-3](https://ru.wikipedia.org/wiki/IEC_61131-3). (Дата звернення 07.05.2024) – Назва з екрана.

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