



# Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

Спеціальність *151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Крамаренку Роману Сергійовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру*

керівник роботи *ст. викл. Проскурка Євген Сергійович*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи *«04» червня 2024 р.*

3. Вихідні дані до роботи

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

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

*Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми*

підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Роман КРАМАРЕНКО

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Євген ПРОСКУРКА

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна система технічного засобу автоматизації – датчика температури ТСП-1088, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програму для управління процесом сушки та охолодження цукру. Програма розроблена для ПЛК160 від виробника ОВЕН. Інтерфейс розроблено в програмному забезпеченні CodeSys 2.3 та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

**Ключові слова:** автоматизація, алгоритм, блок, виконавчий, перетворювач, плк, система, схема, ОВЕН, датчик.

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

## Annotation

This qualification work considers the development of an automation system for the process of sugar drying and cooling.

The qualification work presents a description of the technological process, the task for the automation system, the automation scheme, the specification of automation equipment, the installation system of the automation equipment - temperature sensor TSP-1088, the connection diagrams of sensors and actuators to the PLC and extended connection diagrams of the equipment.

The algorithm and program for controlling the process of sugar drying and cooling were developed. The program was developed for PLC160 from the manufacturer OVEN. The interface is developed in the CodeSys 2.3 software and the view of the display mnemonic is presented in the note.

**Keywords:** automation, algorithm, block, executive, converter, plc, system, scheme, OVEN, sensor.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1.</b> Опис об'єкта автоматизації. ....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. ....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. ....	10
<b>Розділ 2.</b> Система автоматизації .....	11
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів .....	
2.2. Схема автоматизації .....	22
2.3. Специфікація засобів автоматизації .....	23
<b>Розділ 3.</b> Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення .....	25
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	25
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВП до ПЛК .....	29
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	30
<b>Розділ 4.</b> Креслення встановлення технічного засобу .....	35
<b>Розділ 5.</b> Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	37
<b>Розділ 6.</b> Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога .....	40
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	40
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора .....	42
<b>Висновки</b> .....	44
<b>Список використаної літератури</b> .....	45

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

## Вступ

Найважливішим показниками сучасного науково-технічного прогресу є значна інтенсифікація технологічних процесів, зростання потужності та продуктивності техно-агрегатів і тісно пов'язаний з ними розвиток технічних засобів та техніки управління. Сучасні автоматизовані системи управління технологічними процесами потребують значної кількості і різноманітності засобів вимірювання, що забезпечують покази вимірювальної інформації у формі, яка є зручною для дистанційної передачі, зберігання, подальшого перетворення, обробки та її відображення. Вимірювання сприяють новим науково-технічним відкриттям та впровадженню їх у виробництво, забезпечують об'єктивний контроль за технологічними процесами, надійністю роботи обладнання, економічністю виробництва. Енергетику, металургію, хімічну і харчову галузі промисловості не можна собі уявити без сучасних засобів вимірювання. Особливо важливе значення має контроль за технологічними процесами для рішення проблеми якості продукції і ефективності виробництва. В харчовій промисловості, що включає в себе більш, як 30 самостійних галузей, широко використовуються контрольно-вимірювальні прилади загального призначення для безперервного автоматичного контролю і регулювання технологічних процесів та окремих параметрів таких як температура, тиск, рівень, витрата тощо.[1]

В останні роки особливого значення набули прилади автоматичного контролю показників якості вихідної сировини, напівпродуктів і готової продукції в усіх харчових галузях, оскільки до якості продукції ставляться високі вимоги. Все більше при управлінні технологічними процесами застосовують сигнали вимірювальної інформації щодо якісного склад

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

## Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

### 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Білий цукор-пісок повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623:2006. Технологічна схема сушки і охолодження цукру включає транспортування вологого цукру від центрифуг в сушильне відділення, сушка і охолодження цукру, уловлювання феромагнітних домішок, відділення грудочок цукру на ситі, уловлювання цукрового пилу, клерування (розчинення) цукрових грудочок і пилу. Цукровими заводами використовуються сушильно-охолоджувальні апарати барабанного, або апарати з псевдо-киплячим шаром. [2]

Охолодження і, зокрема, кондиціонування, є кінцевим етапом виробництва білого і рафінованого цукру. Воно переводить цукор у стійкий стан для зберігання, упакування і транспортування. Максимальний залишковий вміст вологи залежить від якості цукру і має бути у межах від 0,03 до 0,04%, тоді як максимальна температура, яка залежить від технічних вимог споживача, кліматичних умов та наявної технології зберігання у силосі, повинна становити від 25 ° до 40 °С. Кінцевий продукт не повинен містити грудок. Досвід показує, що свіжовисушений і охолоджений кристалічний цукор проходить фазу кондиціонування всього за кілька перших діб після виготовлення. В залежності від умов навколишнього середовища тільки що вироблений цукор може знову втратити свої властивості зв'язувати воду за відносно короткий час (протягом перших одного-двох днів), тобто, частина зв'язаної води звільняється. У силосах або в упаковках цукру ця звільнена волога викликає грудкування і злежування. Досвід ясно показує, що повільне висушування у поєднанні з плавним переміщенням робить позитивний вплив на властивості цукру при зберіганні. [3]

Відомо, що основною силовою базою сучасного виробництва є електропривод надходить електрика перетворюючись в механічну і доставляється

					<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>Крамаренко Р.С.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				8	3
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

в робочий орган. Очевидно, що енергоємність технологічного процесу або виробничого механізму залежить від особливостей його роботи, методів контролю потоку електроенергії, підключеної до двигуна (електромеханічний перетворювач), експлуатаційних характеристик виробничого механізму (тахограма роботи, залежність необхідної потужності в окремих розділах робочого циклу, необхідності регулювання швидкості, продуктивністю) і т.д. до електроприводу потрібно підходити відповідно.

У процесі сушки цукру в киплячому грядці головну роль відіграє вентилятор. Вентилятор - це ротор, на якому лопаті фіксуються певним чином, який при обертанні ротора, зіткнувшись з повітрям, відкидає його. Напрямок, в якому кидається повітря, залежить від положення і форми лопатей. Існує кілька основних видів конструкції вентилятора, що використовуються для переміщення повітря: осьова (осьова); відцентрова (радіальна); діаметральна (тангенціальна); безлопатева (принципово новий тип). [3]

У технологічному процесі сушки цукру використовується відцентровий вентилятор. Вентилятор має обертовий ротор, що складається з спіральних лопатей. Повітря через вхідний ходу всмоктується всередину ротора, де він набуває обертальний рух і, завдяки відцентровій силі і особливій формі лопатей, спрямований в вихід спеціального спірального корпусу. [3]

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

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Параметри для контролю, регулювання та сигналізації системи сушки та охолодження цукру наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю, регулювання та сигналізації

Машина агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
Сушильна камера	Температура камери сушіння	88°C... 92 °C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 1г, та мотор М1	–
	Температура повітря що подається	90°C... 100 °C	Контроль	Відображення	АРМ оператора	–
	Тиск в камері сушіння цукру	19.73 атм	Контроль	Відображення	АРМ оператора	–
	Конвеєр подачі вологого цукру	Вкл/Викл	Управління	Стан	АРМ оператора	Вплив на мотор М4
	Вентиляція	Вкл/Викл	Управління	Стан	АРМ оператора	Вплив на мотор М3
Камера охолодження	Температура камери охолодження	18°C... 22°C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани 10б, 11б, мотор М2	–
	Температура вихідного цукру	18°C... 25°C	Контроль	Відображення	АРМ оператора	–
	Тиск в камері охолодження цукру	15.73 атм	Контроль	Відображення	АРМ оператора	–
	Конвеєр вивант. сухого цукру	Вкл/Викл	Управління	Стан	АРМ оператора	Вплив на мотор М5

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

## Розділ 2. Система автоматизації

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

#### Вимірювання температури в установці

Термометр опору мідний використовується як датчик температури, що вимірює температуру різних матеріалів і серед від  $-50$  до  $180^{\circ}\text{C}$ . Основною особливістю, на якій побудований принцип вимірювання температури — це зміна опору провідника з міді, намотаного у формі біфілярної котушки від температури зовнішнього середовища. [4]

Чутливий елемент поміщають у корпус у формі трубки виготовленої з нержавіючої сталі 12X18NH10T стійкою до багатьох агресивних середовищ. Довжина трубки корпусу або робоча довжина може досягати від 60 до 2000 мм. [4]

Термоперетворювач ТСПУ-1088, зовнішній вигляд якого зображений на рисунку 2.1. Його основне застосування в вимірюванні температури в газоподібному середовищі. Датчик встановлюється в середину нашої установки. Для підключення даного датчика не потрібно використовувати ніяких нормуючих перетворювачів.

Основні характеристики термоперетворювача ТСПУ-1088:

- діапазон вимірювання температур від  $-50^{\circ}\text{C}$ ... $+500^{\circ}\text{C}$ ;
- вихідний сигнал від 4...20 мА.
- напруга живлення 24 V DC. [5]

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Крамаренко Р.С.			Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру		
Керівник		Проскурка Є.С.				11	14
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					



Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд ТСПУ-1088

### Вимірювання тиску в установці

Для вимірювання тиску в установці пропонується використовувати перетворювач тиску Sitrans P ZD показаний на рисунку 2.2.

Sitrans P серії ZD фірми “Siemens” – це конфігурований вимірювальний прилад, який використовується для вимірювання надлишкового та абсолютного тисків в різних галузях промисловості . Прилад складається з вимірювальної комірки; плати електроніки, яка розміщена поряд в тому ж корпусі, та вбудованого цифрового індикатора. У деяких приладів Sitrans P, вимірювальна комірка і плата виготовляються, як єдине ціле. [6]

Вимірювальна комірка складається із розподільчої мембрани з нержавіючої сталі, наповнюючої рідини (силіконове масло), що передає зусилля, та безпосередньо вимірювальної мембрани, в якості якої використовується тонка керамічна плівка з нанесеними на неї тензорезисторами . Розподільча мембрана захищає перетворювач від дій агресивних середовищ. Вимірювальна комірка забезпечена також схемою температурної компенсації. Під дією сили, що діє на розподільчу мембрану, вона прогинається і передає зусилля через силіконове масло на вимірювальну мембрану, що теж прогинається. При цьому чотири встановлені на ній за мостовою схемою тензорезистори змінюють свій опір, що приводить до розбалансування мосту і появи напруги у його вимірювальній діагоналі, вона підсилюється у вимірювальному підсилювачі та надходить на

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

аналого-цифровий перетворювач (АЦП) А/D та перетворюється в цифрову форму.  
[6]

Основні характеристики перетворювача тиску Sitrans P ZD:

- вихідний сигнал від 4 мА до 20мА;
- діапазон вимірювання 0...50000кПа;
- напруга живлення 24 V DC;
- Точність вимірювання <0,25%. [7]



Рисунок 2.2- Зовнішній вигляд перетворювача тиску Sitrans P ZD

SITRANS P дозволяє передавати інформацію як на відстані так і забезпечує цифрову індикацію значення тиску безпосередньо на перетворювачі в декількох одиницях (Па, КПа, Бар). Схема підключення перетворювача тиску Sitrans P ZD вказана на рисунку 2.3.

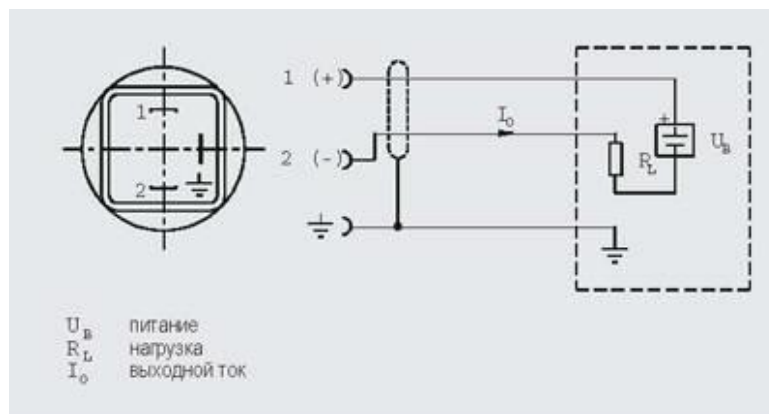


Рисунок 2.3 – Схема підключення перетворювача тиску Sitrans P ZD

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

## Частотні перетворювачі

Для управління двигунами ми використовуємо частотні перетворювачі lenze esmd222x2sfa, які показані на рисунку 2.4.

Концепція LENZE для нової серії SMD перетворювачів частоти - це критерій розумної достатності. У перетворювачах частоти серії SMD збережені лише функції, необхідні 80% споживачів і ніякі більше. Такий підхід забезпечив найекономічнішу ціну на ринку частотних приводів, причому придатну для більшості випадків використання перетворювачів частоти. Серія SMD-перетворювачів проста в налаштуванні та роботі, що дозволяє обійтись без висококваліфікованого обслуговування. Перетворювачі частоти LENZE серії SMD є чудовою альтернативою пристроям плавного пуску, механічним варіаторам, приводам постійного струму, багатошвидкісним двигунам. [8]

У даного частотного перетворювача є наступні особливості: розгін, регулювання швидкості, реверсування, гальмування, компенсування ковзання, гальмування за допомогою постійного струму, надійний захист двигуна, руховий потенціометр, температурний контроль електродвигуна. [9]

При роботі з перетворювачами частоти слід дотримуватись правил запобігання збоїв. Електромонтаж має бути виконаний з дотриманням відповідних правил (перетин кабелю, запобіжники, РЕ з'єднання). Примітки щодо підключення до відповідність до вимог ЕМС – типу екранування, заземлення, розташування фільтрів та прокладання кабелів – включені в документацію перетворювачів. Ці Примітки також слід дотримуватись перетворювачів з маркою РЕ. Узгодження з обмеженнями ЕМС є відповідальністю користувача.

Основні характеристики частотного перетворювача Lenze esmd222x2sfa:

- Вхідний струм перетворювача 18 А, вихідний струм 9 А;
- потужність 2,2 кВт;
- параметри електроживлення 1ф/220В. [9]

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



Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд частотного перетворювача Lenze esmd222x2sfa

Схема підключення частотного перетворювача Lenze esmd222x2sfa вказана на рисунку 2.5.

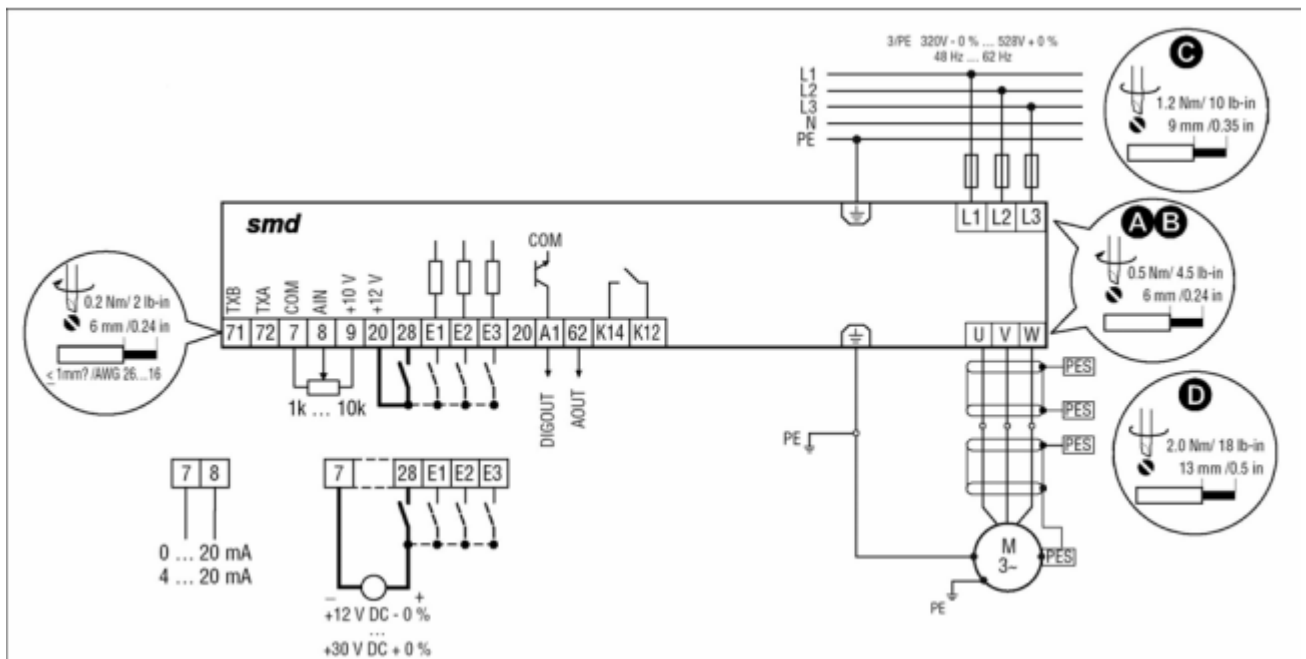


Рисунок 2.5 – Схема підключення частотного перетворювача Lenze esmd222x2sfa

## Електромагнітні клапани

Електромагнітні клапани СЕМЕ (Італія) - Соленоїдні клапани, призначені для мереж водопостачання та тепlopостачання, в різних галузях промисловості, в системах водопідготовки та кондиціонування, а також в сільськогосподарському виробництві. Електромагнітні клапани «Семе» доступне рішення для автоматизації та регулювання потоків рідин і газів. [10]

Клапани встановлюються на трубопроводах і в залежності від виконання (нормально-закриті або нормально відкриті) відкривають або перекривають потік робочого середовища при надходженні на котушку клапана напруги живлення. В якості керуючого датчика, що подає сигнал на розмикання або замикання ланцюга живлення котушки клапана, може використовуватися реле тиску, поплавковий вимикач, різного роду пристрої контролю рівня, реле протоці, термостат і тому подібні пристрої. [10]

Електромагнітний клапан СЕМЕ8615 (рисунок 2.6) призначений для прогону повітря та пари.

Робочі середовища клапана Семе8615:

- вода;
- повітря;
- масло.

Особливості клапана Семе8615:

- Тип: мембранний;
- Живлення 230 V AC;
- Максимальний робочий тиск, бар: 10;
- Максимальна температура робочого середовища, °C: 90.
- Втрата тиску min/max, бар: 0,2 / 0,9. [10]

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



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапану SEME8615

### Електродвигуни

Всі двигуни які використовуватимуться в установці для сушки та охолодження цукру – «АІР». Трифазний загальнопромисловий магнітоелектричний двигун із короткозамкненим ротором.

Основні електромотори для установки використовуємо як дискретні (ВКЛ/ВИКЛ), так як на деяких етапах регулювати їх не потрібно. Для звичайних задач використовуватимемо двигуни АІР 90 L2 показані на рисунку 2.7.

Основні характеристики двигуна АІР 90 L2:

- потужність 3 кВт;
- номінальний струм 6,34А;
- ККД 82,6%;
- живлення трьохфазне, 220/380 В;
- частота обертання поля статора 3000 об/хв. [11]

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

Також нам знадобляться двигуни, для більш точного регулювання. Для таких цілей ми використовуватимемо двигуни АИР 63 В2, зовнішній вигляд яких показано на рисунку 2.8.

Основні характеристики двигуна АИР 63 В2:

- потужність 0,55 кВт;
- живлення трьохфазне, 220/380 В;
- ККД 72,7%;

частота обертання поля статора 3000 об/хв. [12]



Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд двигуна АИР 90 L2



Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд двигуна АИР 63 В2

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

## Контролер

Контролер — прилад, за допомогою якого здійснюють контроль або реєструють що-небудь. В якості контролера який буде контролювати всі виконавчі механізми та датчики було вибрано ОВЕН ПЛК160 контролер показано на рисунку 2.9. [13]

Основні переваги та характеристики контролера ОВЕН ПЛК160:

- швидкісні входи для обробки енкодерів;
- вбудовані дискретні та аналогові входи/виходи на борту;
- робота за заздалегідь обговореними сценаріями при підключенні до контролера USB-накопичувачів або ведення архіву роботи обладнання;
- 3 послідовних порти RS-232, RS-485;
- живлення: 220 В і 24 В;
- число циклів перезапису необмежена;
- частота процесора 400МГц;
- обсяг енергонезалежної пам'яті 6 Мб (Flash). [13]



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд ОВЕН ПЛК160

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Для приведення в дію програмованого логічного контролера якості блока живлення було обрано ОВЕН БП60, використовується для живлення програмованого логічного контролера та датчиків що підключені до ПЛК, стабілізованою напругою постійного струму. [14]

Зовнішній вигляд блоку живлення ОВЕН БП60 показано на рисунку 2.10.

Характеристики блоку живлення ОВЕН БП60:

- робоча температура: від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ ;
- потужність, Вт: 30;
- вихідна напруга ( $U$  вих.), В: 24 В. [14]



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд блоку живлення ОВЕН БП60

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

## 2.2 Схема автоматизації

Після центрифуги, гарячий та вологий, цукровий порошок по конвеєру потрапляє в апарат для сушки та охолодження цукру, в якому він проходить два основні етапи, що відбуваються в своїх блоках установки. В першому блоці цукровий порошок сушиться за допомогою гарячого повітря, яке розігрівається перед подачею в установку. Коли цукровий порошок досягає відповідного рівня вологості, починається другий етап – охолодження. На цьому етапі цукровий порошок охолоджується потоком повітря з навколишнього середовища до потрібної температури. Після чого цукор покидає установку для сушки та охолодження, та відправляється на пакування. [15]

У технологічному процесі сушки цукру використовується відцентровий вентилятор. Вентилятор має обертовий ротор, що складається з спіральних лопатей. Повітря через вхідний ходу всмоктується всередину ротора, де він набуває обертальний рух і, завдяки відцентровій силі і особливій формі лопатей, спрямований в вихід спеціального спірального корпусу.

Відомо, що основною силовою базою сучасного виробництва є електропривод надходить електрика перетворюючись в механічну і доставляється в робочий орган. Очевидно, що енергоємність технологічного процесу або виробничого механізму залежить від особливостей його роботи, методів контролю потоку електроенергії, підключеної до двигуна (електромеханічний перетворювач), експлуатаційних характеристик виробничого механізму (тахограма роботи, залежність необхідної потужності в окремих розділах робочого циклу, необхідності регулювання швидкості, продуктивністю) і т.д. до електроприводу потрібно підходити відповідно. [15]

Білий цукор-пісок повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623:2006. Технологічна схема сушки і охолодження цукру включає транспортування

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

вологого цукру від центрифуг в сушильне відділення, сушки і охолодження цукру, уловлювання феромагнітних домішок, відділення грудочок цукру на ситі, уловлювання цукрового пилю, клерування (розчинення) цукрових грудочок і пилю. [15]

Технологія сушки і охолодження цукру включає в себе кілька етапів, які допомагають зберегти якість цукру і забезпечити його зберігання. Ось основні кроки цієї технології:

1. Сушіння цукру:

- Цукор відцентровують, щоб видалити надлишкову вологу;
- Після цього цукор може бути висушений природним чи штучним способом, залежно від умов і технології виробництва.

2. Охолодження цукру:

- Після сушіння цукор може бути охолоджений для забезпечення його стабільності та запобігання злипання;
- Охолодження може проводитися за допомогою спеціальних систем охолодження, які забезпечують оптимальні умови зберігання цукру.

Ці процеси допомагають забезпечити високу якість цукру та зберегти його на тривалий термін.

Схему об'єкту автоматизації показана на рисунку 2.11.

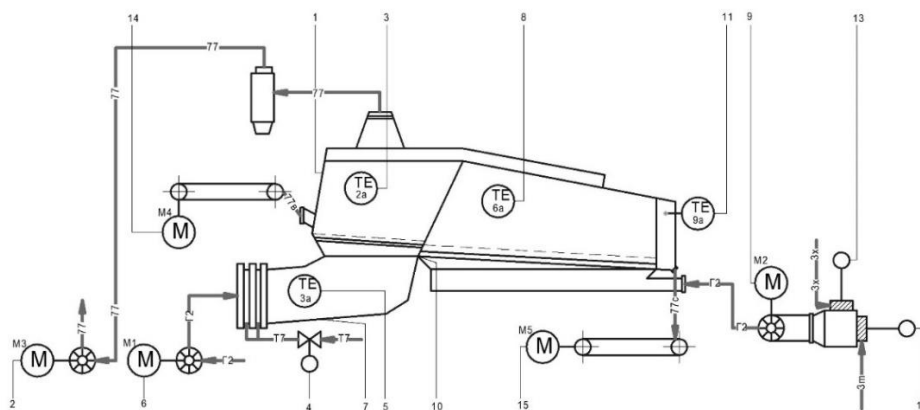


Рисунок 2.11 - Схема автоматизації функціональна

## 2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1 – Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. За схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	2а, 3а, 6а, 9а	по місцю	Термоперетворювач опору ТСПУ-1088 з уніфікованим сигналом 4...20мА, напруга живлення 24 V DC, діапазон вимірювання -50°С...+500°С.	ТСПУ-1088	4	Україна
2	1а, 5а, 8а	по місцю	Перетворювач тиску Sitrans PZD з уніфікованим сигналом 4...20мА, напруга живлення 24 V DC, діапазон вимірювання 0...50000кПа.	Sitrans PZD	3	Siemens, Німеччина
3	2б, 6б, 6в	по місцю	Клапан електромагнітний Семе 8615 з дискретним сигналом, живлення 230 V AC.	Семе 8615	3	СЕМЕ, Італія
4	2г, 6д	на щиті	Частотний перетворювач Lenze esmd222x2sfa з потужністю 2.2кВт, на виході 9А, живлення 220 V одна фаза.	Lenze esmd222x2sfa	2	LENZE, США

Продовження таблиці 2.1

№ п/п	№ поз. За схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К- сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
5	М1, М2	по місцю	Двигун АИР 63 В2, напруження 3 кВт, живлення 220\380 V.	АИР 63 В2	2	ЮА- МОТОР, Україна
6	М3, М4, М5	по місцю	Двигун АИР 90 L2, напруження 0,55 кВт, живлення 220\380 V.	АИР 90 L2	3	ЮА- МОТОР, Україна

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

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

#### 3.1 Проектне конструювання промислового логічного контролера (ПЛК)

Для забезпечення стабільної роботи системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру було вибрано ОВЕН ПЛК160 (рисунок 3.1), до входів та виходів якого підключенні:

- 3 дискретні кнопки управління;
- 6 дискретні виконавчі механізми;
- 7 аналогових датчиків;
- 2 аналогові виконавчі механізми;

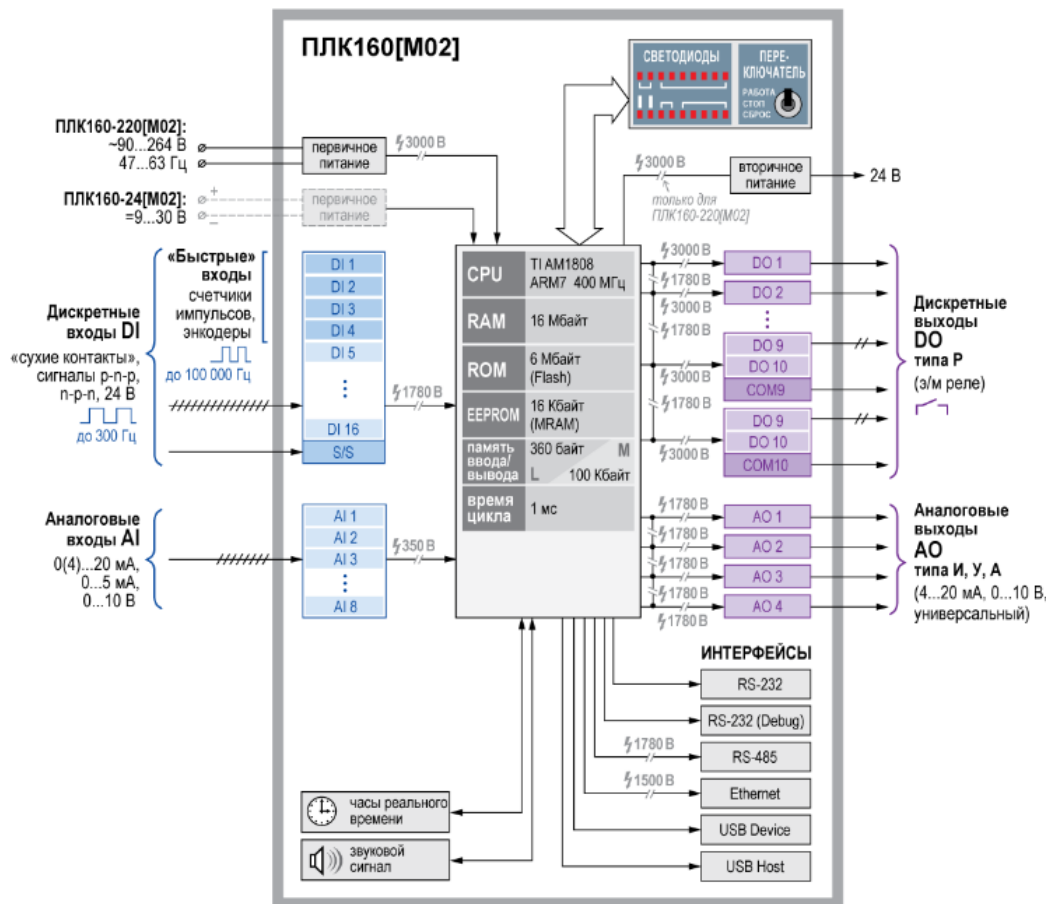


Рисунок 3.1 – Схема промислового контролера ОВЕН ПЛК160

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Крамаренко Р.С.			<i>Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					25	10
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

На рисунку 3.2 показана схема підключення контактних дискретних датчиків до дискретних входів ОВЕН ПЛК160.

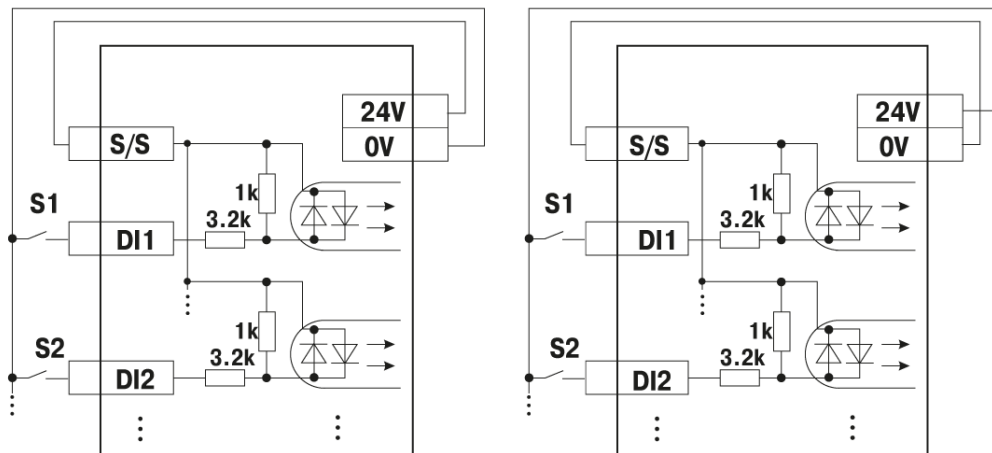


Рисунок 3.2 – Схема підключення контактних дискретних датчиків до дискретних входів ОВЕН ПЛК160

На рисунку 3.3 показана схема підключення до дискретних входів датчиків (F1–Fn), які мають на виході транзисторний ключ n-p-n-типу.

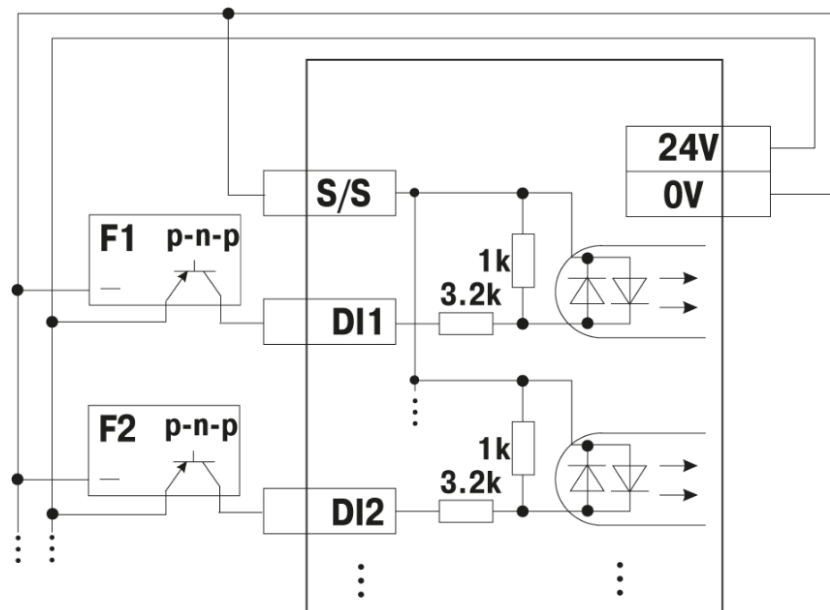


Рисунок 3.3 – Схема підключення до дискретних входів датчиків (F1–Fn), які мають на виході транзисторний ключ n-p-n-типу

Схема підключення до дискретних вихідні елементів типу Р(релейні) контролера з зовнішніми ланцюгами захисту при активній навантаженні, де  $R_H$  – навантаження (двигун, нагрівач, контактор и т.д.), показана на рисунку 3.4.

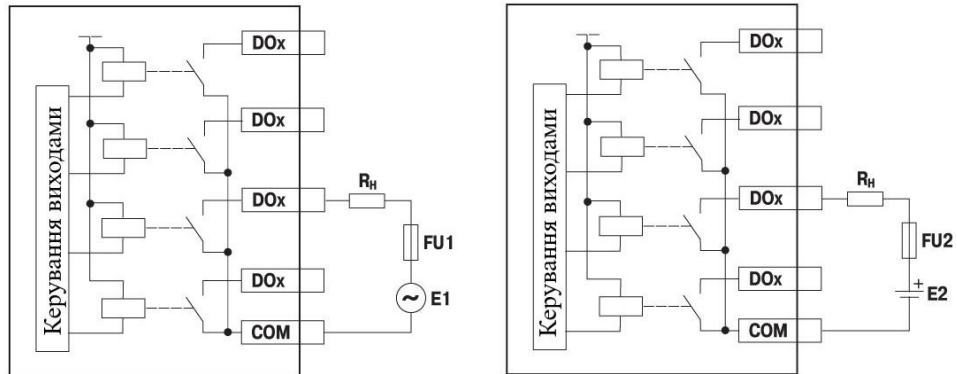


Рисунок 3.4 – Схема підключення до дискретних вихідні елементів типу Р(релейні) контролера

Схема підключення до аналогових вхідних елементів контролера первинних перетворювачів показана на рисунку 3.5.

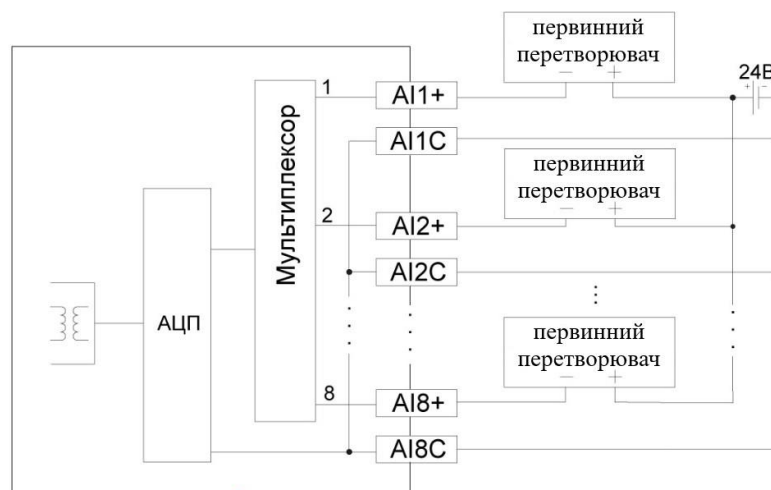


Рисунок 3.5 – Схема підключення до аналогових вхідних елементів контролера первинних перетворювачів

Схема підключення до аналогових вихідні елементів типу У (від 0В до 10В) та А(від 4мА до 20мА) контролера з зовнішніми ланцюгами захисту при активній навантаженні, де  $R_H$  – користувацьке навантаження (двигун, нагрівач, контактор и т.д.), показана на рисунку 3.6.

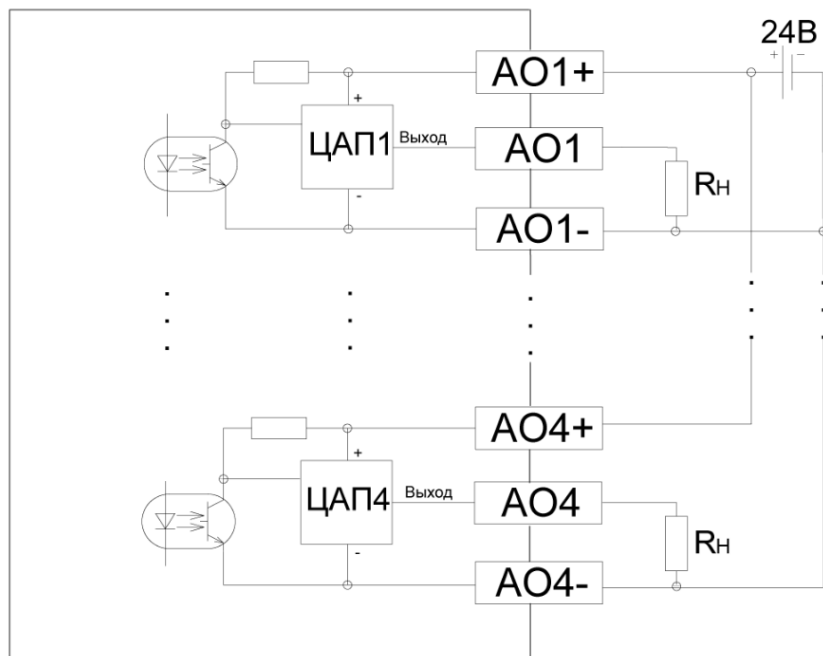


Рисунок 3.6 – Схема підключення до аналогових вихідні елементів типу У (від 0В до 10В) та А(від 4мА до 20мА) контролера з зовнішніми ланцюгами захисту при активному навантаженні

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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

Електрична схема підключення установки сушки та охолодження цукру показана на рисунку 3.7.

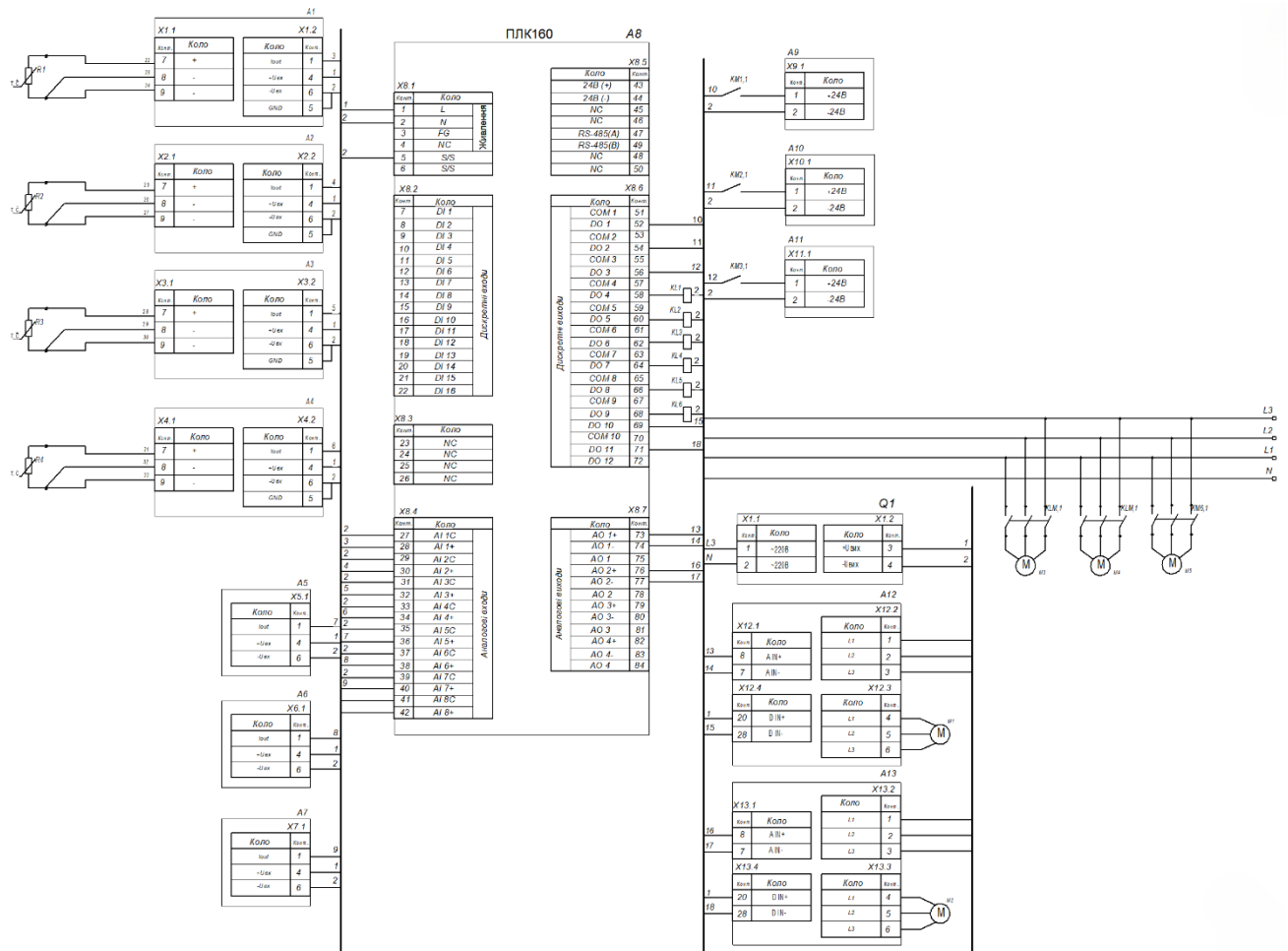


Рисунок 3.7 – Загальна схема підключення

### 3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Для зображення на принципових схемах елементів і пристроїв використовують умовні графічні позначення, встановлені відповідними стандартами ЄСКД. На принциповій схемі зображують всі елементи і пристрої, необхідні для здійснення і контролю заданих процесів, всі зв'язки між елементами, а також елементи, якими закінчуються вхідні і вихідні каскади. [16]

Принципові схеми виконують без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування складових частин не враховується, або враховується приблизно. [16]

Кожний елемент, зображений на принциповій схемі, повинен мати літерно-цифрове позиційне позначення. Для позиційних позначень використовують переважно літери латинського алфавіту та арабські цифри, які проставляють на схемі поряд з умовними графічними позначеннями елементів з правої сторони або над ними. [16]

Позиційне позначення елемента в загальному випадку складається з трьох частин, які вказують вид елемента, його номер і функцію. Вид і номер — обов'язкова частина літерно-цифрової позиційної позначки. Вони повинні бути надані всім елементам. Показчик функції елемента не призначений для ідентифікації елемента і не є обов'язковим. [16]

Електрична схема підключень контуру регулювання температури зображена на рисунку 3.8.

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

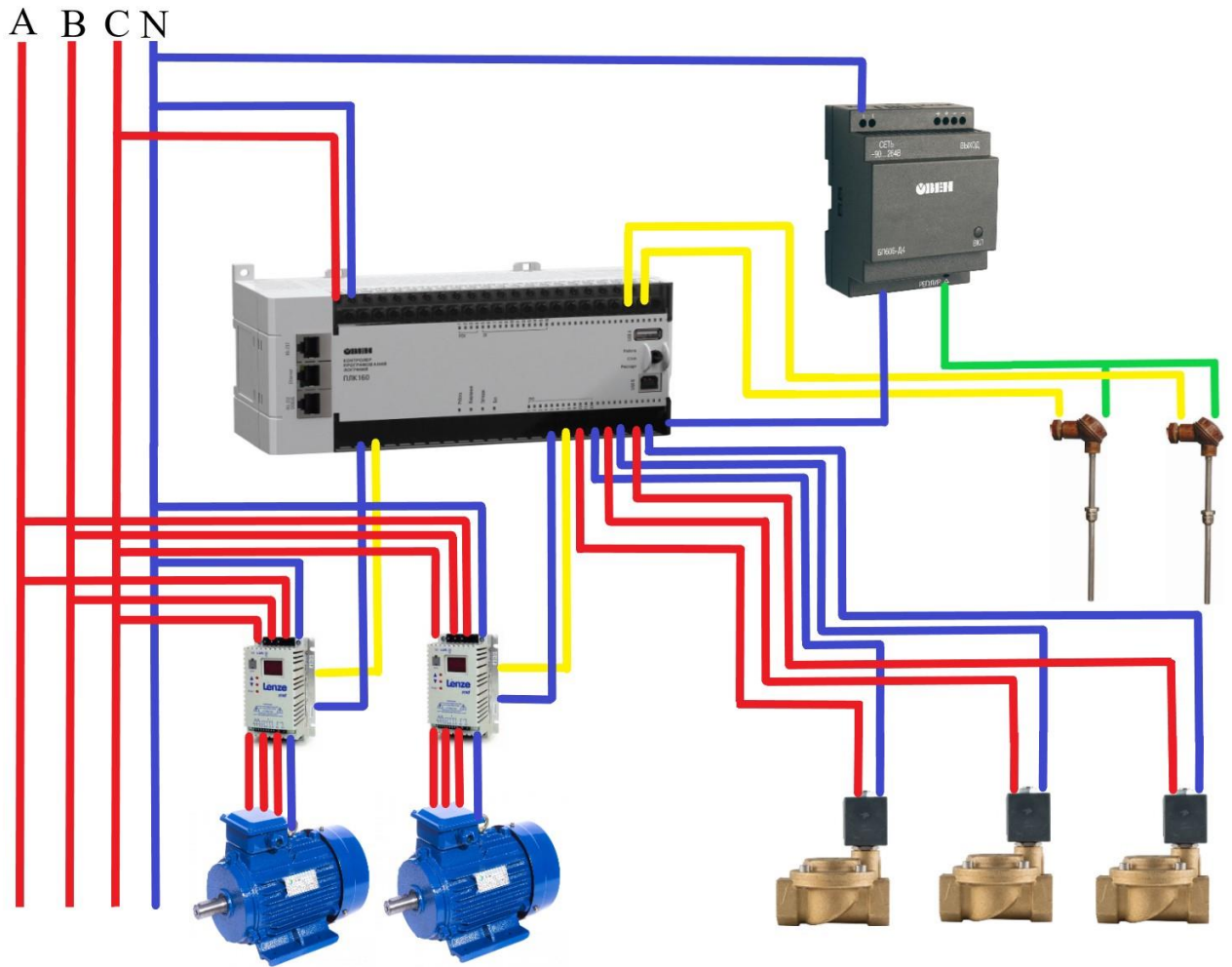


Рисунок 3.8 – Електрична схема підключень контуру регулювання температури

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



Підключення електромагнітного клапану Семе8615 до дискретних виходів зображено на рисунку 3.11. Підключення клапанів йде з використанням кнопок.

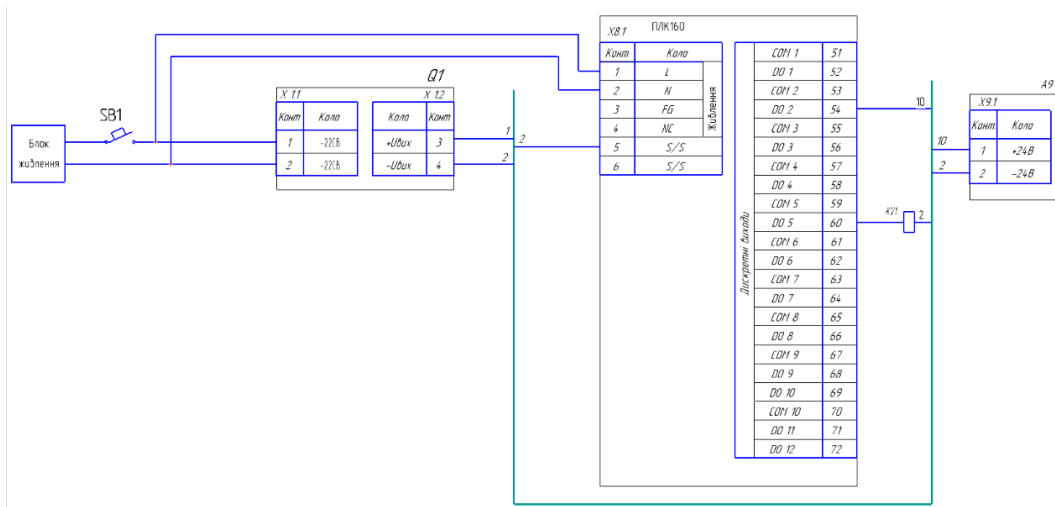


Рисунок 3.11 – Електрична схема підключення електромагнітного клапану Семе8615 до контролера ОВЕН ПЛК160 разом з блоком живлення ОВЕН БП60

Підключення двигунів АИР 63 В2 з використанням кнопки, де кнопкою контролюється ВКЛ/ВИКЛ. Схема підключення показана на рисунку 3.12. Працює від 220В.

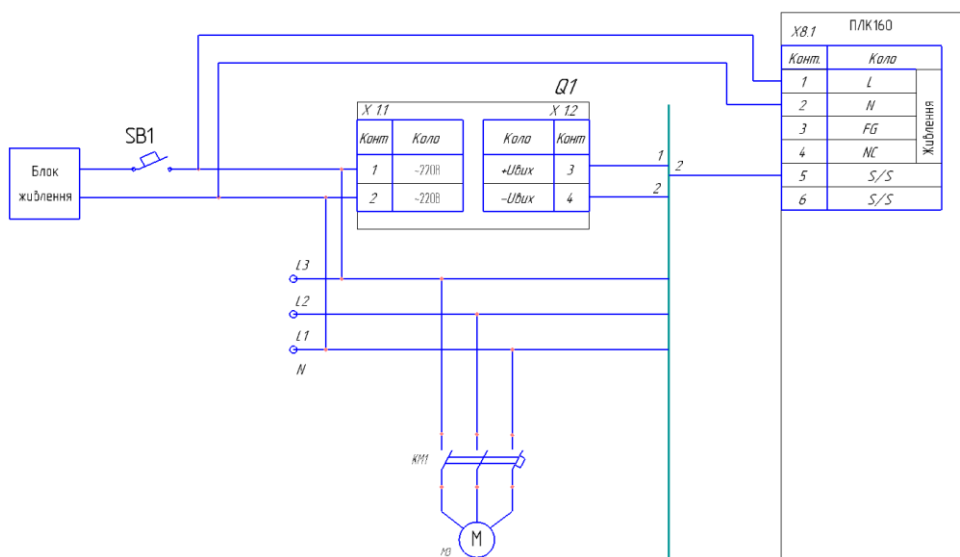


Рисунок 3.12 – Електрична схема підключення двигуна АИР 63 В2 до контролера ОВЕН ПЛК160 разом з блоком живлення ОВЕН БП60

Підключення двигунів АІР 90 L2 здійснюється через частотний перетворювач lenze esmd222x2sfa, це вказано на рисунку 3.13.

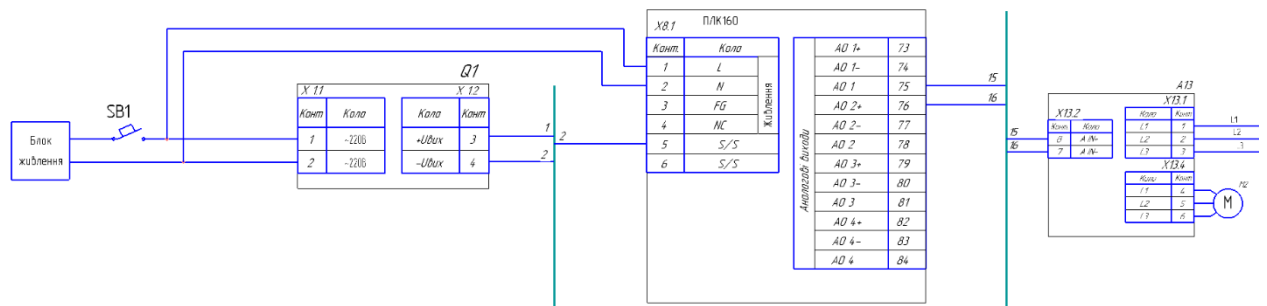


Рисунок 3.13 – Електрична схема підключення двигуна АІР 90 L2 через частотний перетворювач lenze esmd222x2sfa до контролера ОВЕН ПЛК160 разом з блоком живлення ОВЕН БП60

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Термометр опору мідний використовується як датчик температури, що вимірює температуру різних матеріалів і серед від  $-50$  до  $180^{\circ}\text{C}$ . Основною особливістю, на якій побудований принцип вимірювання температури — це зміна опору провідника з міді, намотаного у формі біфілярної котушки від температури зовнішнього середовища. Термоперетворювач ТСПУ-1088, зовнішній вигляд якого зображений на рисунку 4.1. [4]

Чутливий елемент поміщають у корпус у формі трубки виготовленої з нержавіючої сталі 12Х18НХ10Т стійкою до багатьох агресивних середовищ. Довжина трубки корпусу або робоча довжина може досягати від 60 до 2000 мм. [4]



Рисунок 4.1 - Зовнішній вигляд ТСПУ-1088

У роботі приладу використана здатність платинової або мідної спіралі миттєво змінювати свій електричний опір за найменшої зміни температури.

При збільшенні температури збільшується вихідний сигнал датчика в діапазоні  $4 \dots 20 \text{mA}$ .

На рисунку 4.2 вказано габаритні розміри датчика температури ТСП-1088. Встановлення датчика відбувається в спеціальний отвір для трубки з різьбовим з'єднанням для затискання датчика на місці.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Крамаренко Р.С.			Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру		
Керівник		Проскурка Є.С.				35	2
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

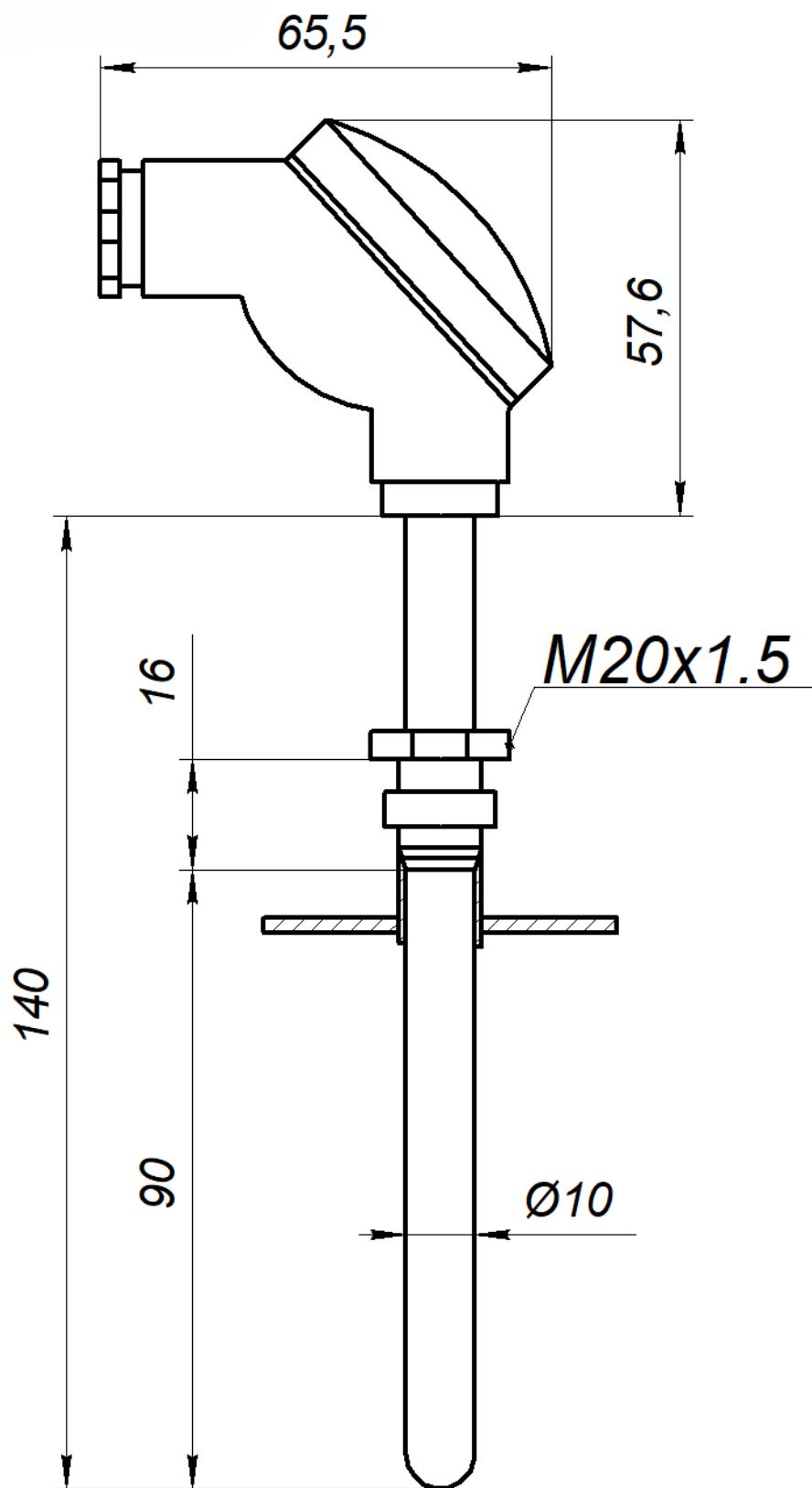


Рисунок 4.2 – Габаритні розміри датчика температури ТСП-1088

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

36

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

Блок-схема процесу показана на рисунку 5.1.

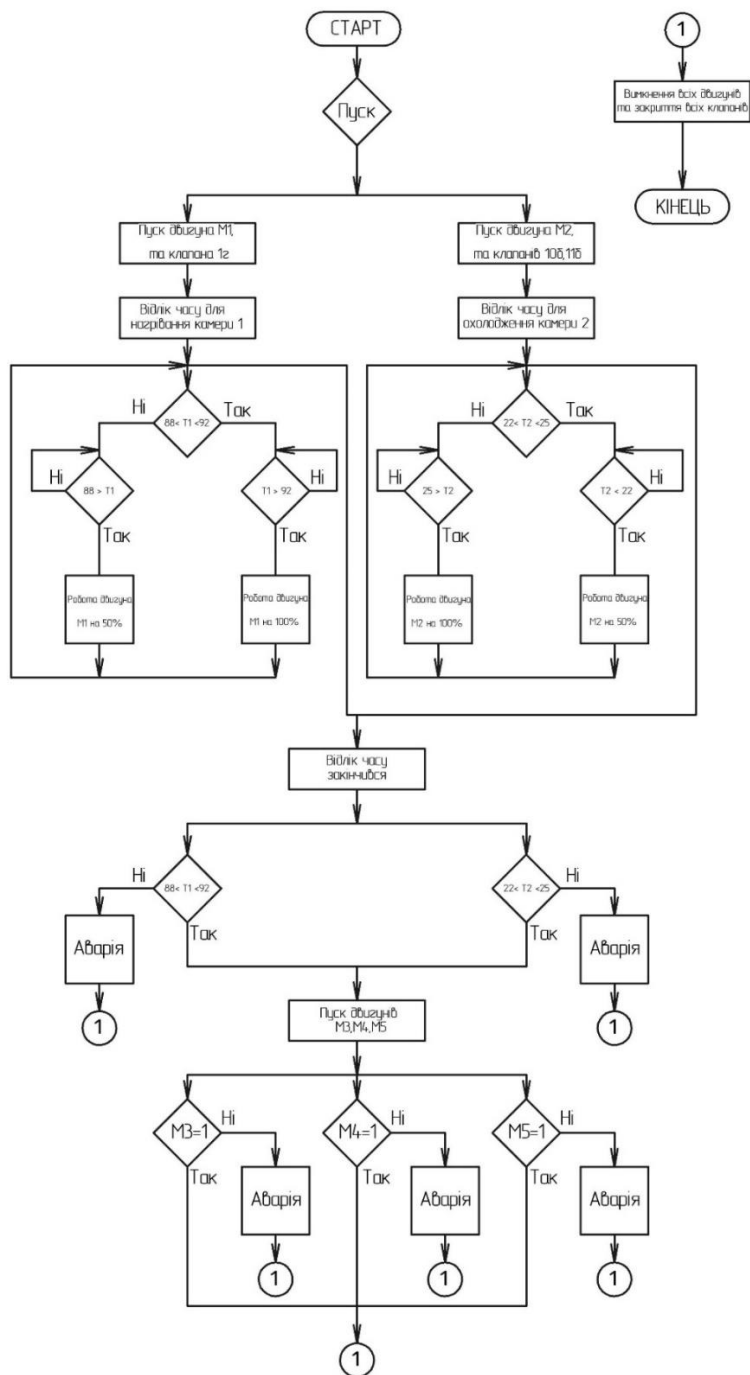


Рисунок 5.1 - Блок-схема процесу сушки та охолодження цукру

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Крамаренко Р.С.			<i>Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					37	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Для запобігання псуванню цукру перед пакуванням та складуванням його потрібно висушити до вологості від 0,04% до 0,10 % і охолодити до температури від 22°C до 25°C. Якість готового цукру суттєво впливає на його здатність до зберігання, так при вмісті редукуючих речовин в цукрі вище 0,04%...0,065% зростає його гігроскопічність та схильність до комкування.

Основною причиною грудкування цукру під час зберігання цукру-піску, як в мішках, так і при безтарному зберіганні в силосах є закладання на зберігання недостатньо висушеного та охолодженого цукру.[17]

Вміст «зв'язаної» води в цукрі після сушки становить від 250% до 350% від кількості води, яку визначають загальноприйнятим методом висушування протягом 3 годин за температури 87-95°C під вакуумом.

«Зв'язана» вода, яка переміщується в масі цукру-піску при зберіганні, під впливом температурних градієнтів (перепадів), цементує масу цукру та дуже негативно впливає в процесі зберігання. [17]

Після центрифуг основна частина води знаходиться на поверхні кристалів цукру у вигляді шару насиченого або злегка пересиченого цукрового розчину. При висушуванні води з цього розчину в верхньому шарі розчину утворюється значне пересичення і цукор починає кристалізуватися на поверхні шару розчину, перекриваючи доступ води до поверхні. Завдяки цьому утворюється прошарок рідкого цукрового розчину біля поверхні кристалів цукру. Наявність тонкого кристалічного панцира на поверхні кристалу обумовлює крихкість висушеного цукру та його значне пилеутворення. [17]

Утворення рідкого прошарку також є причиною подальшого зволоження цукру після кількох діб його зберігання та подальшого «цементування».

Фанати займають друге місце серед турбо-механізмів після насосів за розподілом в промисловості. Вентилятори, на відміну від інших турбо-механізмів, завжди працюють в мережі без тиску спини, в результаті чого залежність моменту

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

статичного опору від валу приводного двигуна від швидкості квадратна, а потужність, що подається на вентилятор без урахування втрат тертя в підшипниках, пропорційна швидкості куба.[17]

Щоб зменшити вплив цих негативних явищ потрібно проводити процес сушки в максимально м'якому температурному режимі та з мінімальними механічними пошкодженнями кристалів цукру. [17]

При натисканні кнопки пуск дається час на нагрівання камери 1, для сушки цукру(двигун M1, та клапан 1г). В той же час в камері 2 знижується температура, вже для охолодження цукру(двигун M2, та клапани 10б,11б). Після закінчення часу на досягнення потрібних температур, йде перевірка, яка показує чи готова установка, чи аварійний кінець. В разі, якщо температура була успішно досягнута до потрібних значень, запускаються інші двигуни(M3,M4,M5), та починається процес. Якщо хоча б один з двигунів не працює, то вмикається аварійна ситуація.

Програма, що описує функціонування процесу сушки та охолодження цукру, на мові FDB (Function Block Diagram) для ПЛК ОВЕН-160, представлена на рисунку 5.2.

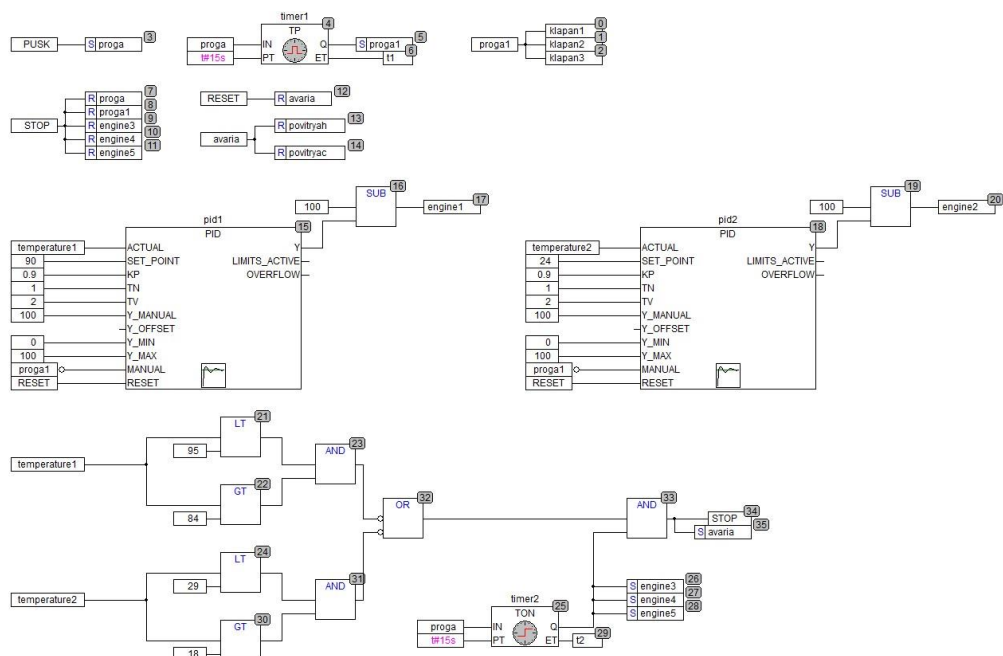


Рисунок 5.2 – Програма сушки та охолодження цукру на мові FDB

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

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

В таблиці 6.1 були вказані основні входи та виходи використані під час програмування ОВЕН ПЛК160, та їх найменування у самій програмі. В таблиці 6.2 були позначені блоки змінних, які використовувались при створенні програми управління в середовищі CodeSys, але які не були застосовані у входах, чи виходах ОВЕН ПЛК160.

Таблиця 6.1. Відомість про вхідні та вихідні сигнали датчика ОВЕН ПЛК160

Вхідні та вихідні сигнали				
Джерело сигналу	Назва змінної	Позначення на СА		Адреса
Кнопка «START»	PUSK	SB1	DI1	AT%IX0.0:BOOL;
Кнопка «STOP»	STOP	SB2	DI2	AT%IX0.1:BOOL;
Кнопка «RESET»	RESET	SB3	DI3	AT%IX0.2:BOOL;
Датчик температури 1	temperature1	2а	AI1	AT%IR3.0:REAL;
Датчик температури 2	temperature2	6а	AI2	AT%IR3.1:REAL;
Датчик температури 3	temperature3	-	AI3	AT%IR3.2:REAL;
Датчик температури 4	temperature4	-	AI4	AT%IR3.3:REAL;
Датчик тиску 1	tusk1	-	AI5	AT%IR3.4:REAL;
Датчик тиску 2	tusk2	-	AI6	AT%IR3.5:REAL;
Датчик тиску 3	tusk3	-	AI7	AT%IR3.6:REAL;
Клапан 1	klapan1	2г	DO1	AT%QX0.0:BOOL;
Клапан 2	klapan2	10б	DO2	AT%QX0.1:BOOL;
Клапан 3	klapan3	11б	DO3	AT%QX0.2:BOOL;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Крамаренко Р.С.			Розробка системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Проскурка Є.С.					40	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

## Продовження таблиці 6.1

Двигун 3	engine3	1г	DO4	AT%QX0.3:BOOL;
Двигун 4	engine4	12б	DO5	AT%QX0.4:BOOL;
Двигун 5	engine5	13б	DO6	AT%QX0.5:BOOL;
Лампа «Аварія»	avaria	-	DO7	AT%QX0.6:BOOL;
Двигун 1	engine1	3в	AO1	AT%QR4.0:REAL;
Двигун 2	engine2	7б	AO2	AT%QR4.1:REAL;

Таблиця 6.2. Змінні використанні при розробці програми в середовищі CodeSys 2.3

Змінні		
Назва	Тип	Призначення
Proga	BOOL	Змінна запуску програми загальна
proga1	BOOL	Змінна запуску програми допоміжна
Hot	BOOL	Змінна регулювання температури 1
Cold	BOOL	Змінна регулювання температури 2
pid1	PID	Під регулятор температури 1
pid2	PID	Під регулятор температури 2
timer1	TP	Таймер запуску програми
timer2	TON	Таймер перевірки температур
koleso	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
koleso2	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
vozduh	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
vozduh1	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту

## 6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Розробка мнемосхеми у середовищі CodeSys 2.3. На схемі (рисунок 6.1) зображена візуалізація технологічного процесу з блоком оператора, відповідального за запуск та зупинку програми.

Мнемосхема — сукупність сигнальних обладнань і сигнальних зображень устаткування й внутрішніх зв'язків контролюваного об'єкта, розташовуваних на диспетчерських пультах, операторських панелях або виконаних на персональному комп'ютері. [18]

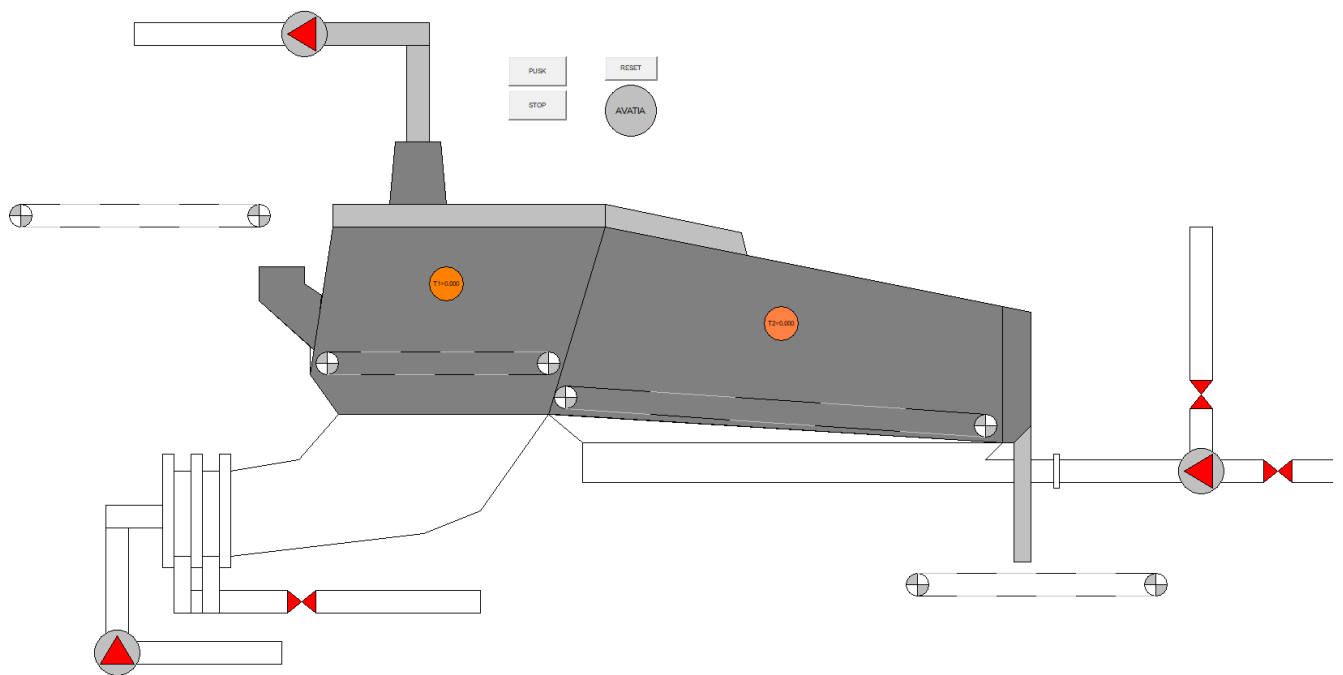


Рисунок 6.1 - Мнемосхема технологічного процесу.

Елементи для управління температурою на мнемосхемі показані на рисунках 6.2 та 6.3. Управління температурою здійснюється за допомогою клапанів 1-3 та двигунів 1 та 2.

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

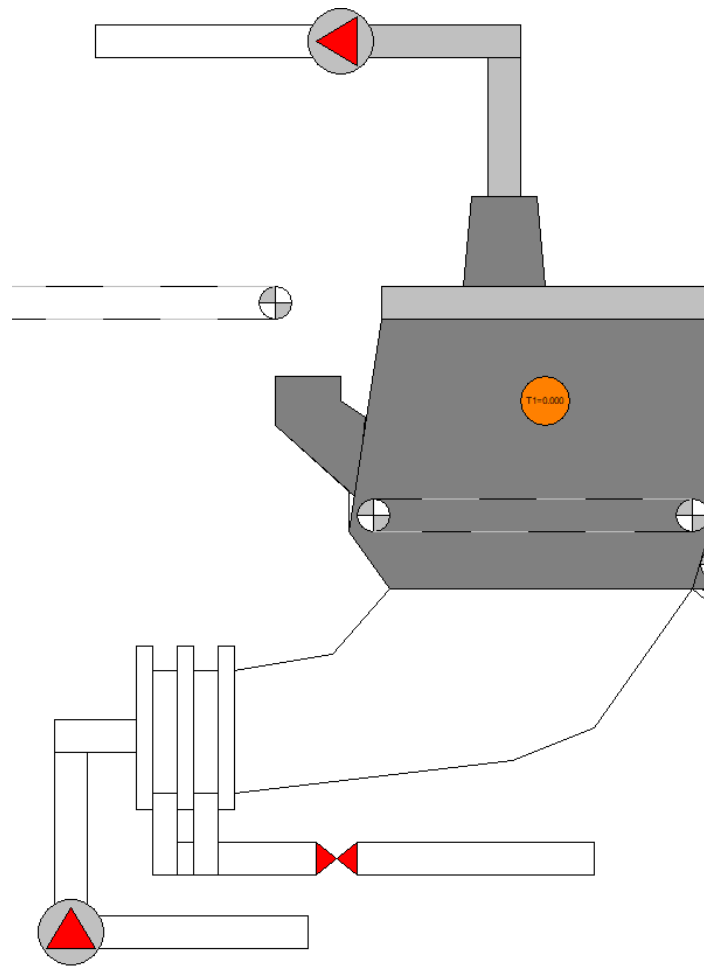


Рисунок 6.2 - Елементи сушки цукру в установці

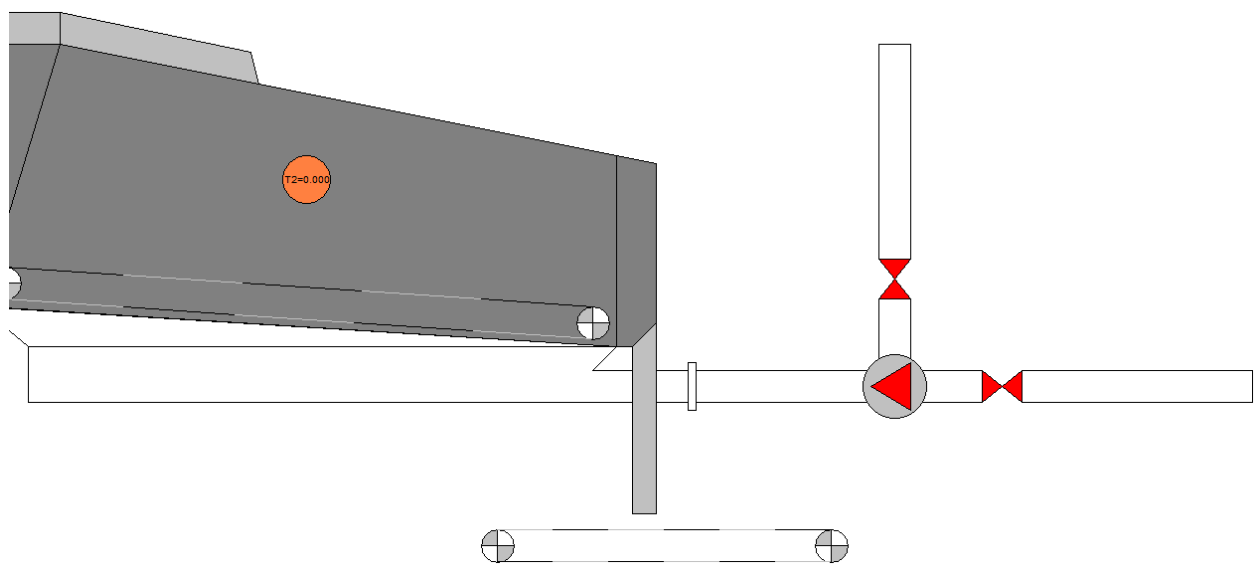


Рисунок 6.3 – Елементи охолодження та подальшого вивантаження цукру з установки

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

## Висновки

В кваліфікаційній роботі розглянуто розробку системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру.

При розробці системи автоматизації процесу сушки та охолодження цукру задіяні новітні технічні засоби автоматизації та промисловий логічний контролер (ПЛК).

При автоматизації процесу вибрано промисловий логічний контролер (ПЛК) ОВЕН ПЛК160. Дисплейна мнемосхема процесу розроблялася в програмному забезпеченні CodeSys 2.3.

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

## Список використаної літератури

1. Вступ [Електронний ресурс]: Сайт для допомоги з курсовим проектом – Режим доступу: <https://sprosi.xyz/works/kurovaya-rabota-po-teme-avtomatizacziya-processa-sushki-v-barabannoj-sushilke/> – Назва з екрана.
2. Короткий опис процесу сушки та охолодження цукру [Електронний ресурс]: Сайт Радехівський цукор: <https://m.diamantsugar.com.ua/de/articles/syshka-oholodzhennya-tsykry> – Назва з екрана.
3. Короткий опис функціональної схеми автоматизації [Електронний ресурс]: Сайт для допомоги студентам – Режим доступу: [https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie\\_barabannoy\\_sushilki\\_s\\_ahara](https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie_barabannoy_sushilki_s_ahara) – Назва з екрана.
4. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://profmaster.com.ua/ua/p391942794-tsm-1088-termopreobrazovatel.html> – Назва з екрана.
5. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://maranta-electro.com.ua/ru/exi/rtd/tsmpu1088> – Назва з екрана.
6. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9908559/page:6/> – Назва з екрана.
7. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.avigan.com.ua/page/sitrans-p-otnositel-nogo-davleniya-serii-zd/mp/600/> – Назва з екрана.
8. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ventbazar.ua/uk/chastotnyi-preobrazovatel-lenze-esmd152x2sfa/> – Назва з екрана.
9. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://svalterazp.com.ua/ua/p735701558-chastotnyj-preobrazovatel-lenze.html> – Назва з екрана.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

10. Короткий опис [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://220volt.com.ua/ua/elektromagnitnij-klapan-ceme-8615/> – Назва з екрана.
11. Електродвигун АИР 90 Л2 [Електронний ресурс]: Сайт з описом. Режим доступу: [https://air.com.ua/katalog\\_elektrodivigatelei\\_air/air-90l2-3-kvt-3000-ob-min](https://air.com.ua/katalog_elektrodivigatelei_air/air-90l2-3-kvt-3000-ob-min) – Назва з екрана.
12. Електродвигун АИР 63 В2 [Електронний ресурс]: Сайт з описом. Режим доступу: <https://slemz.com.ua/catalogue/obshchepromyshlennye/elektrodivigatel-air-63v2-055kvt-3000obmin> – Назва з екрана.
13. Контролер ОВЕН ПЛК160 [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://owen.ua/ru/programmiruemyelogicheskiekontrollery/plk160-m02-programmiruemyj-logicheskij-kontroller/> – Назва з екрана.
14. Блок живлення ОВЕН БП-30 [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://owen.ua/ru/bloki-pitanija-i-komutacii/bloki-pitanija-dlja-priborov-i-promyshlennoj-avtomatiki> – Назва з екрана.
15. Короткий опис функціональної схеми автоматизації [Електронний ресурс]: Сайт для допомоги студентам – Режим доступу: [https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie\\_barabannoy\\_sushilki\\_sahara](https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie_barabannoy_sushilki_sahara) – Назва з екрана.
16. Принципова [Електронний ресурс]: – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Принципова\\_схема](https://uk.wikipedia.org/wiki/Принципова_схема) – Назва з екрана.
17. Короткий опис процесу схеми автоматизації [Електронний ресурс]: - Режим доступу: [https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie\\_barabannoy\\_sushilki\\_sahara](https://studwood.ru/1919464/tovarovedenie/naznachenie_barabannoy_sushilki_sahara) – Назва з екрана.
18. Мнемосхема [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мнемосхема> - Назва з екрана.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46