

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  
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав Смітюх  
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«8» червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину

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

Ющук Павло Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Мацебула Дмитро Валерійович  
(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 Сергій Грибков  
(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) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ющука Павла Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину

керівник роботи ст. викл. Мацебула Дмитро Валерійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 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. 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 31 березня 2022 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 Ющук П.О.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Мацебула Д.В.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації газо-мазутного котла продуктивністю 50 тон пари в годину Е-50-1,4-250ГМ.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – термометра опору APLISENS CTR 8 Pt 100, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК, розширені схеми підключення технічного засобу та опис схем підключень і живлення.

Розроблений алгоритм та програма для управління котло-агрегатом. Програма розроблена на програмному забезпеченні Siemens TIA Portal для ПЛК S7-1500. Інтерфейс SCADA-програми технологічного процесу розроблено за допомогою WIN CC. Вигляд та опис функціоналу SCADA-програми представлений в записці.

**Ключові слова:** котел, Е-50-1,4-250ГМ, APLISENS, VEGA, Siemens, S7-1500.

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

## Annotation

This qualification work considers the development of automation system for gas-oil fuel boiler with a capacity of 50 tons of steam per hour E-50-1,4-250GO.

The qualification work presents a description of the technological process, tasks for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of technical means of automation - resistance thermometer APLISENS CTR 8 Pt 100, connection diagrams of sensors and actuators to PLC, description of connection and power supply diagrams.

An algorithm and program for controlling the boiler unit have been developed. The program is developed on the Siemens TIA Portal software for PLC S7-1500. The SCADA program interface was developed using WIN CC. The view and description of the functionality of the SCADA program are presented in the note.

**Keywords:** boiler, E-50-1,4-250GO, APLISENS, VEGA, Siemens, S7-1500.

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

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації</b> .....	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації .....	9
1.2 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій .....	12
1.3 Розробка завдання на систему автоматизації .....	14
<b>Розділ 2. Система автоматизації</b> .....	15
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	15
2.2 Схема автоматизації.....	44
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	46
<b>Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення</b> .....	49
3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	49
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	56
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	57
<b>Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу</b> .....	58
<b>Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)</b> .....	60
<b>Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.</b>	76
6.1. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	76
<b>Висновок</b> .....	79
<b>Список використаної літератури</b> .....	80

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

## Вступ

Під автоматизацією розуміють застосування методів та засобів автоматизації для управління виробничими процесами.

Управління виробничими процесами – це цілеспрямований вплив на цей процес, який забезпечує оптимальний або заданий режим його роботи.

Автоматизація виробництва – це етап машинного виробництва, що характеризується звільнення людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передачею цих функцій автоматичним пристроям.

Автоматизація призводить до поліпшення основних показників ефективності виробництва, до збільшення кількості, до поліпшення якості, до зниження собівартості продукції, що викуповується, до підвищення продуктивності праці, до скорочення браку і відходів, до зменшення витрат на сировину та енергію, до зменшення чисельності основних робітників, до без аварійної роботи обладнання, до попередження забруднення атмосферного повітря та забруднення води промисловими відходами, виключає випадки травматизму.

Котли сталеві парові водотрубні з паропроductивністю 50 тон пари на годину призначені для отримання перегрітої пари використовуваних на технологічні потреби підприємств різних галузей, для теплопостачання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання об'єктів промислового та побутового призначення, а також при роботі на парові турбіни для отримання електричної енергії.

Паровий котел Е-50-1,4-250ГМ призначений для отримання перегрітої пари за рахунок теплоти згоряння палива - мазуту або природного газу.

Котел - паровий, водотрубний, барабанний з природною циркуляцією у випарних поверхнях нагріву, з камерним спалюванням палива. Компонування поверхонь П-подібне.

При роботі котла від поверхні нагріву, що обігріваються з одного боку димовими газами, теплота з іншого боку повинна відводитися робочою

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

речовиною (вода, пароводяна суміш, пара), безперервний рух якої забезпечується шляхом створення природної або примусової циркуляції.

Природна циркуляція утворюється в замкнутому контурі за рахунок різниці густин суміші в опускних та підйомних трубах. Примусова за рахунок застосування спонукача руху води (насоса), що забезпечує примусову циркуляцію води через котел.

Стаціонарні парові котли поділяються на такі типи: Пр – котел з примусовою циркуляцією, Е – з природною циркуляцією, ЕПр – з природною циркуляцією та проміжним перегрівом пари, ППр – прямоточний з проміжним перегрівом пари, КПр – з комбінованою циркуляцією.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

### 1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Паровий барабанний водотрубний котел з природною циркуляцією Е-50 призначений для вироблення 50 т/г пара робочим тиском 1,4МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>) і температурою 250°С, встановлюється у закритих приміщеннях.

Котел представляє собою вертикальну трьох ходову конструкцію, яка складається з наступних основних частин:

- топкова камера з пальниками;
- опускна шахта;
- барабан із сепараційним пристроєм, опускною та паровідвідною системою;
- виносні циклони;
- пароперегрівач 1-го ступеня;
- пароперегрівач 2-го ступеня;
- система упорскування власного конденсату
- економайзер;
- повітропідігрівач;
- пристрої очищення поверхонь нагрівання;
- обмуровування та ізоляція;
- помости та сходи;
- каркас помостів, сходів, повітропідігрівача та портал котла,
- опори котла;

комплект арматури та КПП.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ющук П.О.			Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мацебула Д.В.					9	6
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						



Котел служить для вироблення водяної пари під тиском з перегрівом по відношенню до температури насичення. Таким чином, в котлі відбувається нагрівання води, її випаровування і перегрів пари, що утворилася. Теплоносієм є продукти згоряння органічного палива – димові гази. Горіння палива відбувається у вертикальній камері топки прямокутної форми, утвореної екранними трубами. На фронтівій стіні топки розташовані пальники, за допомогою яких спалюється паливо – мазут або природний газ.

Котел комплектується газомазутними пальниками типу ГМ-20, що забезпечують спалювання природного газу та мазуту. Конструктивно пальник виконаний двопотоковий, з регульованими реверсивними тангенціальними завихрювачами та паромеханічними форсунками. На пальнику передбачена установка фотодатчика, люка для ручного розпалювання та запального пристрою.

Хімічно очищена деаерована вода подається живильним насосом на одноступінчастий вузол живлення. На вузлі живлення встановлені запірні вентиля з електродвигунами, клапан регулюючий поживний, клапани зворотні, запірні вентиля з ручним приводом. На лінії після вузла живлення встановлено манометр та термометр.

Водяний економайзер для підігріву деаерованої води розташований під першою сходинкою пароперегрівача. По висоті шахти економайзер поділено на дві частини з ремонтними отворами.

У трубах, що обігріваються газом, утворюють топку і конвективну шахту, де відбувається утворення насиченої водяної пари. Пароводяна суміш надходить у колектори, а з них по паровідвідних трубах - в барабан-парозбірник і виносні сепаратори-циклони. У барабані та циклонах відбувається відділення пари від води. До барабана приєднані не обігріваємі опускні стояки, а до циклонів не обігріваємі опускні труби, якими котлова вода надходить в нижні колектори екранів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В утвореному таким чином замкнутому контурі відбувається природна циркуляція робочого тіла завдяки різниці ваги стовпів води в опускних трубах та пароводяній суміші в екранних трубах.

У барабані та виносних циклонах відбувається відділення пари від води, яка потім прямує в пароперегрівач, де він перегрівається гарячими димовими газами.

На вихідному колекторі перегрітої пари передбачено встановлення приладів контролю параметрів пари, запобіжного клапана, а також ГПЗ з поворотною відсічною заглушкою. З пароперегрівача пар прямує споживачеві.

Живлення котла водою здійснюється через економайзер, у якому здійснюється підігрів води. Вся вода з економайзера подається в барабан. Виносні циклони живляться водою з барабана.

Для здійснення горіння палива необхідне гаряче повітря, яке подається в топку з повітропідігрівача, що обігрівается гарячими димовими газами.

Рух димових газів трактами котла здійснюється за рахунок роботи димососа. Котел може працювати під наддувом, при цьому можливість руху димових газів створюється високонапірним вентилятором.

## **1.2 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій**

Паровий котел ТЕЦ Е-50 призначений для вироблення насиченої та підігрітої пари, що йде на технічні потреби промислових підприємств.

Об'єктом управління є котельна установка, що складається з:

- барабана котла;
- двох пальників;
- вентилятора нагнітача;
- димотяга;

Показником ефективності є якість пари, що виробляється котлом, тобто його температура, тиск та кількість.

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

Мета управління – отримання пари із заданими параметрами: температура 250°C, тиск 1,4 МПа, витрата 50 т/г.

В об'єкт управління надходять зовнішні та внутрішні збурювальні впливи. Зовнішні збурювальні впливи, виникають внаслідок зміни вхідних параметрів, а також параметрів навколишнього середовища. Одним з найважливіших параметрів, які можуть призвести до зміни протікання процесу, є зміна витрати води, палива, температура поживної води, тиску палива, тиску та температури повітря. До внутрішніх збурювальних впливів відносяться забруднення і корозія всередині котла.

Для досягнення мети управління та ліквідації збурювальних впливів, регулюють:

1. Тиск пари в барабані котла із впливом на подачу палива.
2. Розрідження у топці з впливом на направляючий апарат димососа.
3. Співвідношення витрати пального та тиску повітря з впливом на направляючий апарат вентилятора.
4. Рівень у барабані котла з впливом на подачу живильної води.

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

### 1.3 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1 Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Пальник	Тиск газу	0,018 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Витрата палива max (газ)	4500 м3/г	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі повітря	
2	Топка	Розрідження в топці	0,045 кПа	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО димових газів	
		Температура димових газів	200 °С	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Концентрація CO2	9%	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Концентрація O2	2%	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
3	Барабан	Рівень води в барабані	±315 мм	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО живильної води	
		Тиск в барабані	1,6 МПа	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі палива	
4	Паропровід	Температура пари	250 °С	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Тиск перегрітої пари	1,4 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Витрата пари	50 т/г	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
5	Водопровід	Витрата живильної води (max)	50 т/г	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
6	Повітропровід	Тиск повітря	0,4 кПа	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі повітря	

## Розділ 2. Система автоматизації

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

#### Вимірювання температури

**APLISENS**

**Промислові датчики температури**

**тип CTR 8 Pt 100**



*Рис. 2.10 Зовнішній вигляд приладу*

Термометри призначені для вимірювання температури рідких, газоподібних та сипких середовищ, а також твердих тіл, не агресивних до матеріалу захисного корпусу (арматури, чохла, оболонки, кожуха) та захисної гільзи.

Термометри призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами з вторинною реєструючою та показовою апаратурою, регуляторами, іншими пристроями автоматики та системами управління, працюючими з вищезгаданими вихідними сигналами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Ющук П.О			Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мацебула Д.В.					15	34
Секр.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						



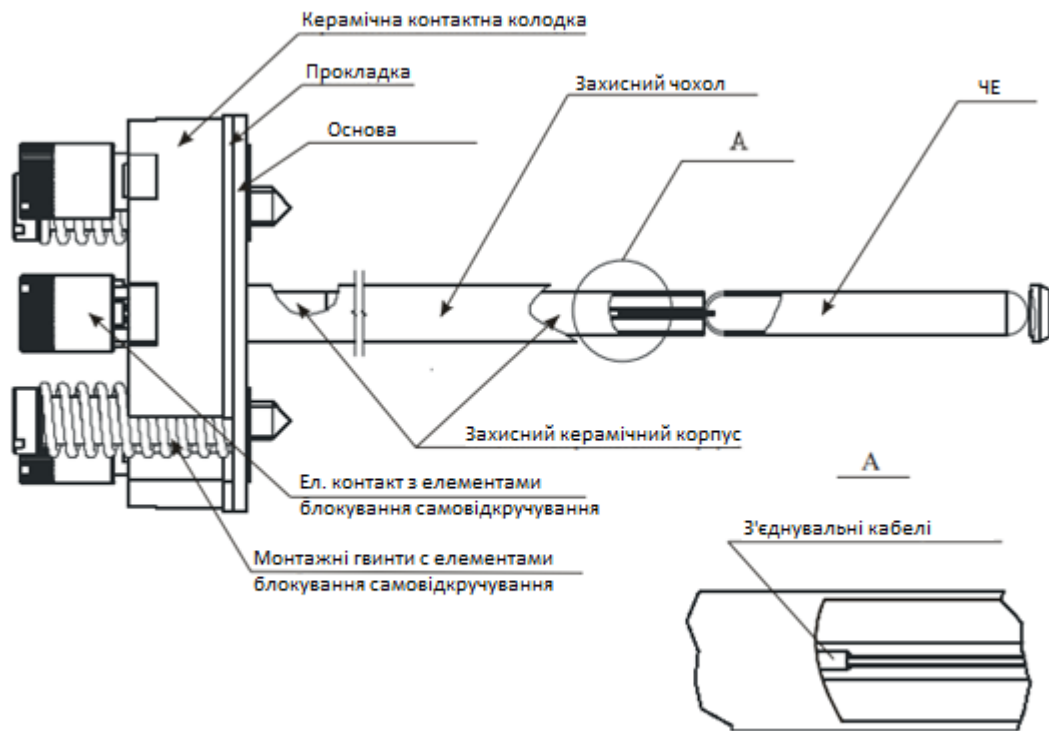


Рис. 2.13 Конструкція

**Підключення**

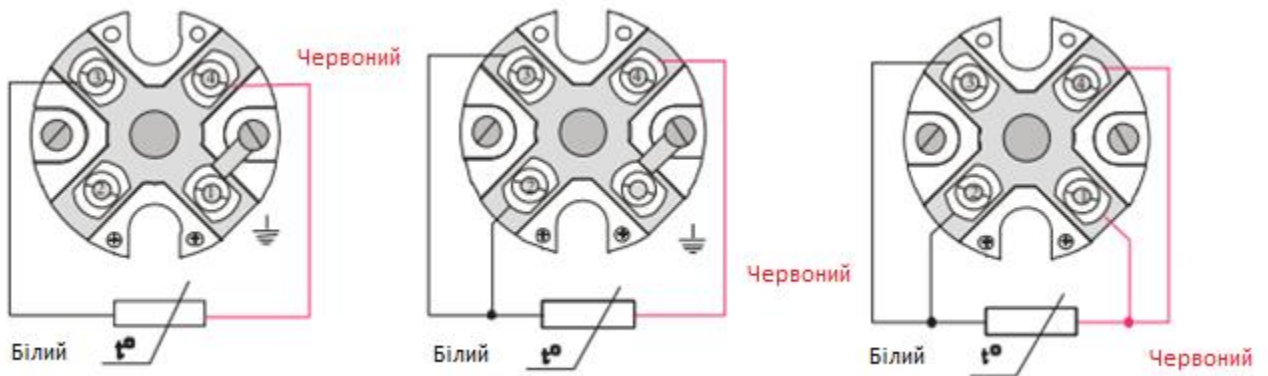


Рис. 2.14 Підключення

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

## Тиск

## VEGA

### Датчики тиску

Для вимірювання тиску у газопроводі та повітропроводі обраний датчик тиску з металевою мембраною VEGABAR 19.

### VEGABAR 19



*Рис. 2.14 Зовнішній вигляд*

Перетворювач тиску VEGABAR 19 з металевою чутливою мембраною призначений для вимірювання газів, пари та рідин.

Пристрій є економічним рішенням для різноманітних застосувань у будь-яких промислових галузях.

### Технічні характеристики

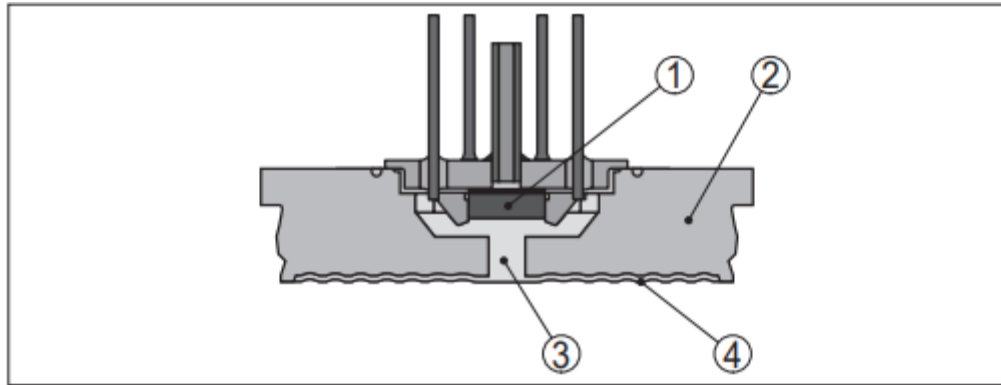
Робочий тиск через металеву мембрану впливає на чутливий елемент, що призводить до зміни опору. Ця зміна перетворюється на відповідний вихідний сигнал і видається як виміряне значення.

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

<b>Measuring cell</b>	Piezoresistive/DMS
<b>Diaphragm</b>	Metal
<b>Media</b>	Gases, vapours and liquids, also aggressive products
<b>Process fitting</b>	Thread from G½ or ½ NPT
<b>Material Process fitting</b>	316L
<b>Material Diaphragm</b>	316L
<b>Measuring cell seal</b>	-
<b>Isolating liquid</b>	Synthetic oil
<b>Measuring range</b>	-1 ... +100 bar/-100 ... +10 MPa (-14.5 ... +1450 psig)
<b>Smallest measuring range</b>	0.4 bar/40 kPa (5.802 psig)
<b>Process temperature</b>	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)
<b>Deviation</b>	< 0.5 %
<b>Signal output</b>	● 4 ... 20 mA
<b>Communication interface</b>	-
<b>Indication</b>	-
<b>Adjustment</b>	-
<b>Approvals <sup>1)</sup></b>	-

*Рис. 2.15 Характеристики*

## Конструкція

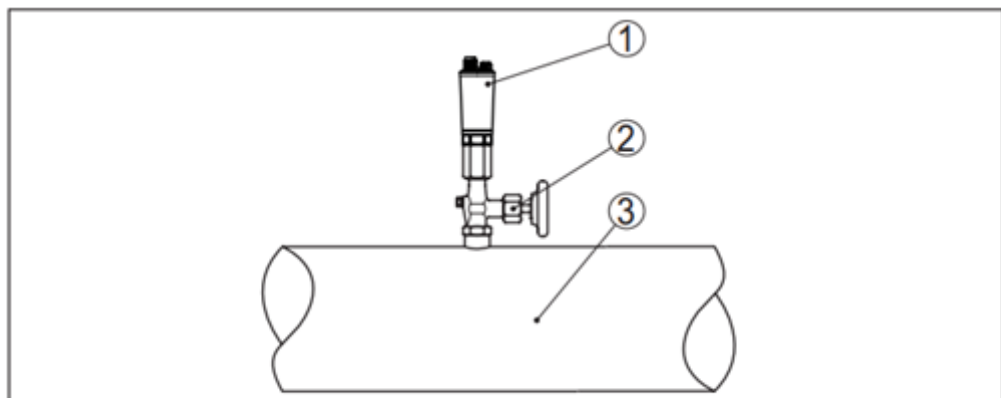


Конструкція вимірювального пристрою з п'єзорезистивним чутливим елементом

- 1 Чутливий елемент
- 2 Основна частина
- 3 Передаточна рідина
- 4 Мембрана до процесу

Рис. 2.16 Конструкція

## Монтаж



Вимірювання тиску газів в трубопроводах

- 1 VEGABAR
- 2 Запірний вентиль
- 3 Трубопровід

Рис. 2.17 Монтаж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

20

## Підключення

Підключення через штекер M12 x 1

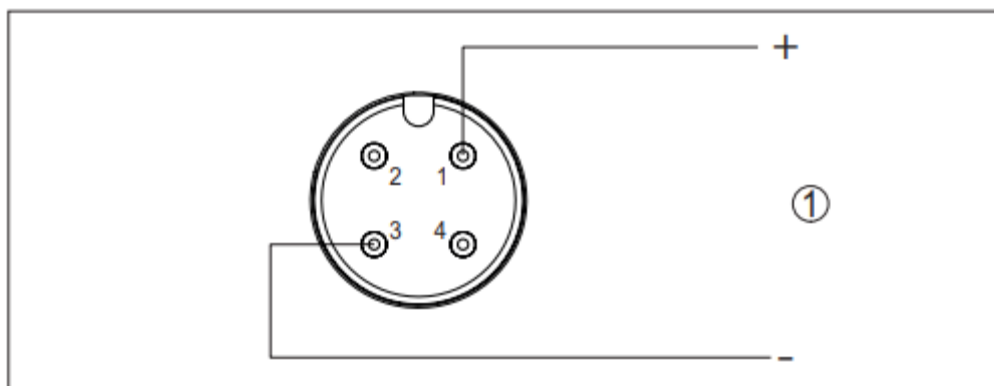


Схема підключення - 2 провідна. 4 ... 20 mA - штекер M12 x 1

1 Живлення та вихід сигналу

Контакт штекерного роз'єму	Назначення/полярність
1	Живлення, вихід сигналу/+
2	Не використовується
3	Живлення, вихід сигналу/-
4	Не використовується

Рис. 2.18 Підключення

Для вимірювання тиску у барабані, топці та паропроводі обраний датчик тиску з хімічним ущільненням для високих температур VEGABAR 81.

### VEGABAR 81



Рис. 2.19 Зовнішній вигляд

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Технічні характеристики

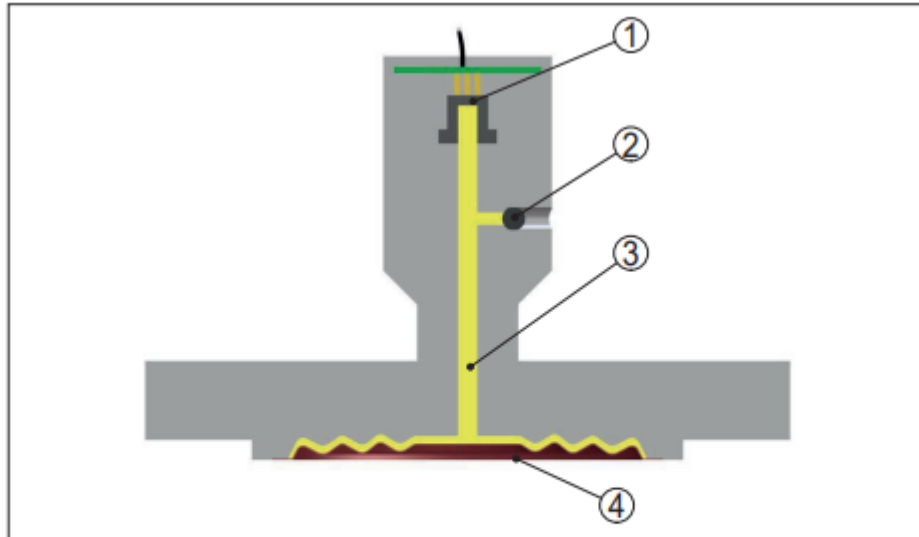
<b>Measuring cell</b>	Piezoresistive/DMS
<b>Diaphragm</b>	Metal
<b>Media</b>	gases, vapours and liquids, also aggressive ones, at high temperatures
<b>Process fitting</b>	Thread from G½ or ½ NPT Flanges from DN 20 Boltings, tube isolating diaphragm each from DN 25
<b>Material Process fitting</b>	316L
<b>Material Diaphragm</b>	316L, Alloy C276 (2.4819), Tantalum, gold on 316L
<b>Measuring cell seal</b>	-
<b>Isolating liquid</b>	Silicone oil, high temperature oil, halocarbon oil, medical white oil
<b>Measuring range</b>	-1 ... +1000 bar/-100 ... +100 MPa (-14.5 ... +14500 psig)
<b>Smallest measuring range</b>	0.4 bar/40 kPa (5.802 psig)
<b>Process temperature</b>	-90 ... +400 °C (-130 ... +752 °F)
<b>Smallest deviation</b>	< 0.2 %
<b>Signal output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 ... 20 mA</li> <li>● 4 ... 20 mA/HART</li> <li>● Profibus PA</li> <li>● Foundation Fieldbus</li> <li>● Modbus</li> </ul>
<b>Interface</b>	Digital interface for Slave sensor
<b>Indication/Adjustment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PLICSCOM</li> <li>● PACTware</li> <li>● VEGADIS 81</li> <li>● VEGADIS 62</li> </ul>
<b>Approvals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SIL</li> <li>● Shipbuilding</li> <li>● ATEX</li> <li>● Overfill protection</li> <li>● FM</li> <li>● CSA</li> <li>● EAC (GOST)</li> </ul>

*Рис. 2.20 Характеристики*

### Конструкція

VEGABAR 81 оснащений ізолюючою діафрагмою, що складається з мембрани та передавальної рідини. Тиск процесу через ізолюючу діафрагму впливає на чутливий елемент. Залежно від вимірювального діапазону, застосовується п'єзорезистивний або тензометричний чутливий елемент.

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

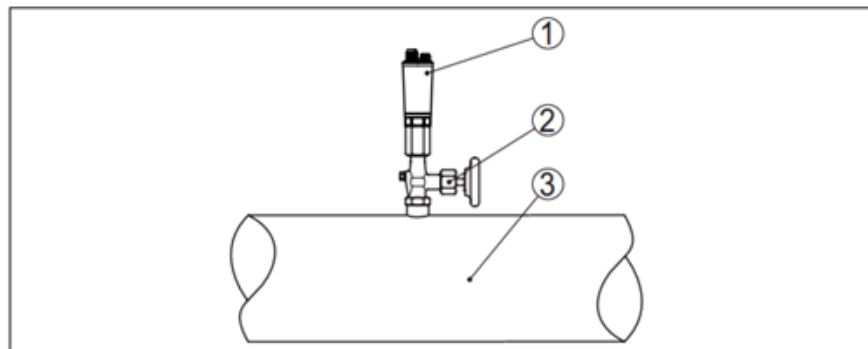


Конструкція системи з ізолюючою діафрагмою

- 1 Чутливий елемент
- 2 Запакована різьбова пробка ниливного отвору
- 3 Передавальна речовина
- 4 Мембрана з нержавіючої сталі

*Рис. 2.20 Конструкція*

### Монтаж



Вимірювання тиску газів в трубопроводах

- 1 VEGABAR
- 2 Запірний вентиль
- 3 Трубопровід

*Рис. 2.21 Монтаж*

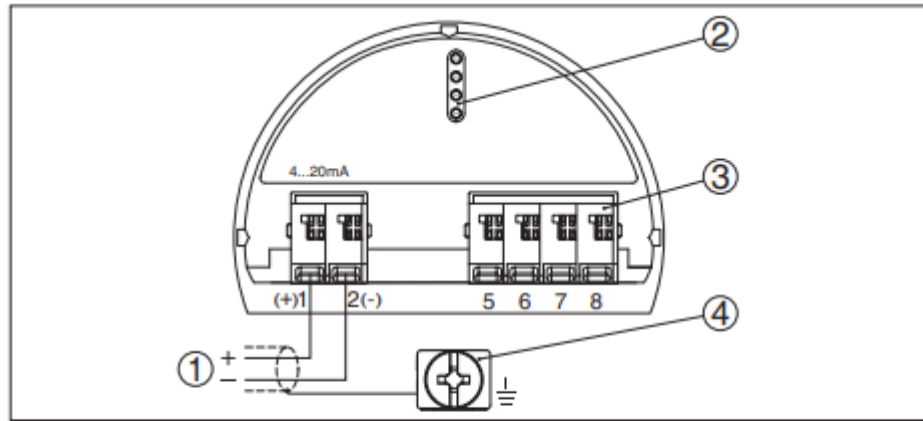
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

23

## Підключення



- 1 Живлення/Вихід сигналу
- 2 Для модуля індикації та налаштування або інтерфейсного адаптера
- 3 Для виносного блока індикації і налаштування
- 4 Клема заземлення для підключення екрана кабеля

Рис. 2.22 Підключення

## Витрата

### Датчик диференціального тиску

### VEGADIF 85

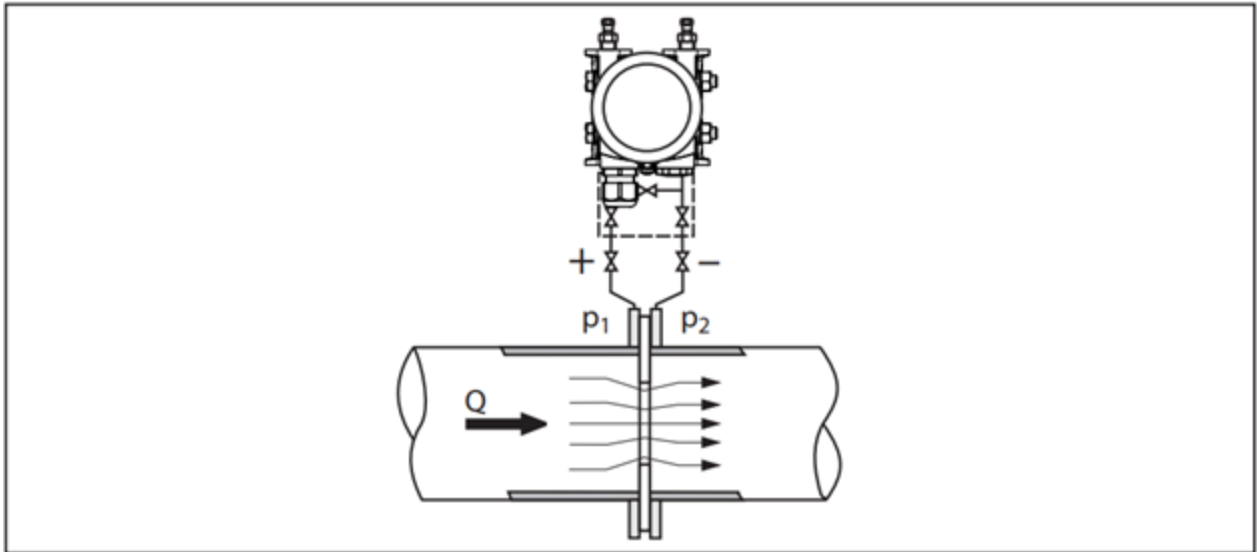


Рис. 2.22 Зовнішній вигляд

VEGADIF 85 - це універсальний диференціальний датчик тиску для вимірювання рідин, газів і парів. Типовими областями застосування є вимірювання рівня в ємностях під тиском, а також вимірювання витрати в поєднанні з ефективними датчиками тиску. Подальші застосування – це моніторинг тиску на фільтрах, а також вимірювання щільності та інтерфейсу.

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

Вимірювання витрати здійснюється через вимірювальну діафрагму або трубку Піто. Пристрій визначає перепад тиску, що виникає, і перераховує вимірне значення в значення витрати. Статичний тиск може видаватися, у разі цифрових сигнальних виходів, як окреме вимірне значення.



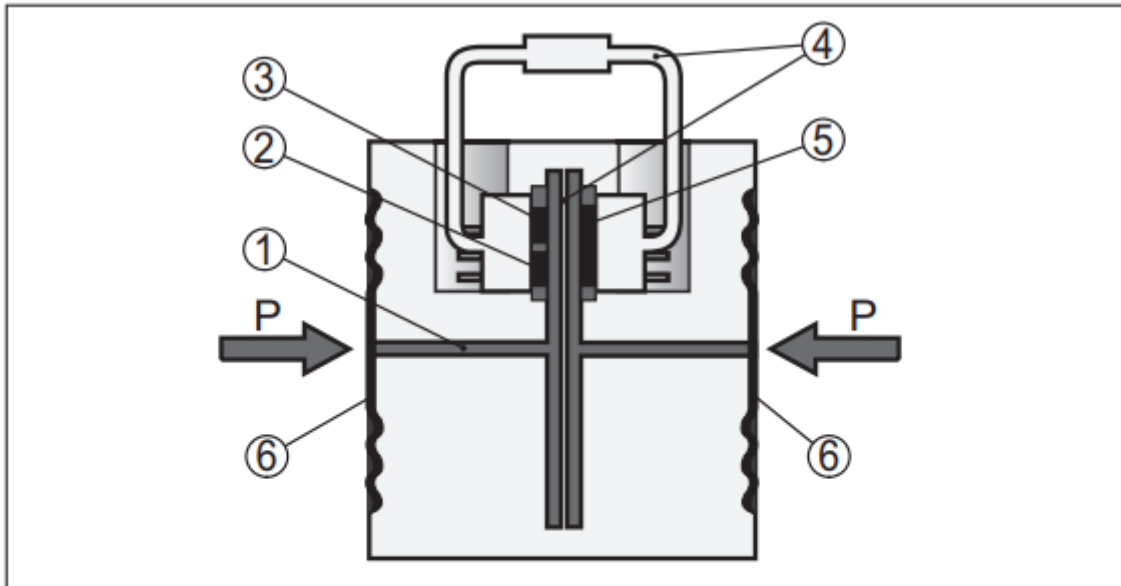
Вимірювання витрати за допомогою VEGADIF 85 з вимірювальною діафрагмою  $Q$  = витрата,  $\Delta p$  = дифференціальний тиск ,  $\Delta p = p_1 - p_2$

Рис. 2.23 Вимірювання витрати

### Принцип дії та конструкція

Як чутливий елемент застосовується металевий осередок. Тиск процесу передається через розділові мембрани та заповнену олією на п'єзорезистивний чутливий елемент (міст для вимірювання опорів у напівпровідниковій технології). Різниця доданих тисків змінює напругу на мосту. Ця зміна вимірюється, і виходячи з неї формується відповідний вихідний сигнал. Від ушкодження при перевищенні вимірювальних меж чутливий елемент захищений запобіжною системою. Додатково вимірюється температура вимірювальної осередки та статичний тиск на стороні низького тиску. Вимірювальні сигнали обробляються та видаються як додаткові вихідні сигнали.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 Заповнююча рідина
- 2 Датчик температури
- 3 Датчик абсолютного тиску для статичного тиску
- 4 Запобігаюча система
- 5 Датчик диференційного тиску
- 6 Роздільна мембрана

Рис. 2.24 Конструкція

### Монтаж для пари

- Пристрій монтувати нижче місця вимірювання
- Судини для конденсату слід монтувати на одній висоті з добірними штуцерами та на однаковій відстані від пристрою
- Перед пуском в експлуатацію слід заповнити імпульсні лінії до висоти судин для конденсату

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

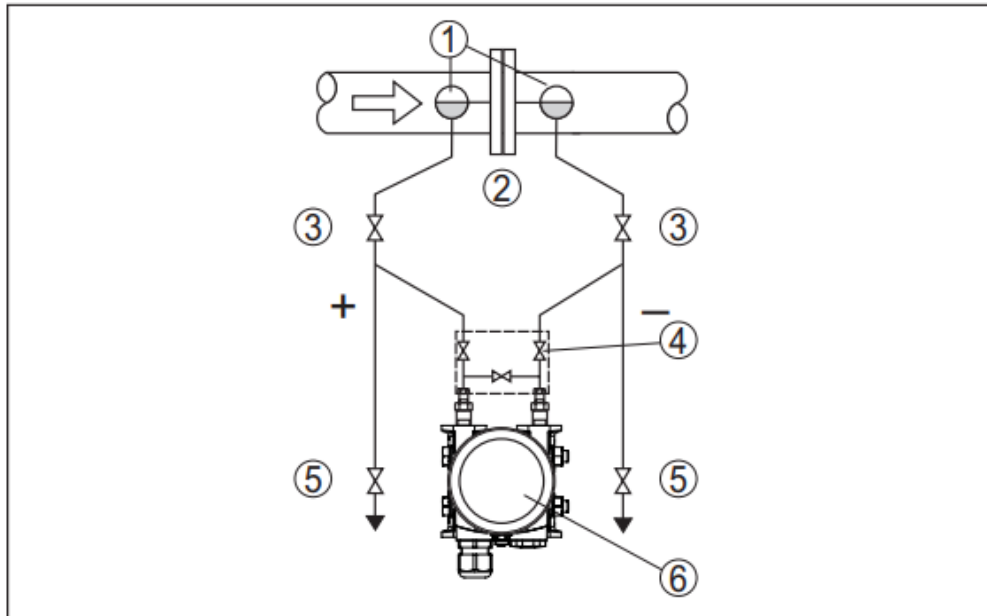


Схема для вимірювання витрати на парі

- 1 Ємності для конденсату
- 2 Вимірювальна діафрагма або трубка Піто
- 3 Запірні вентиля
- 4 3-вентильний блок
- 5 Спускові або продувочні вентиля
- 6 VEGADIF 85

Рис. 2.24 Монтаж для пари

### Монтаж для газу

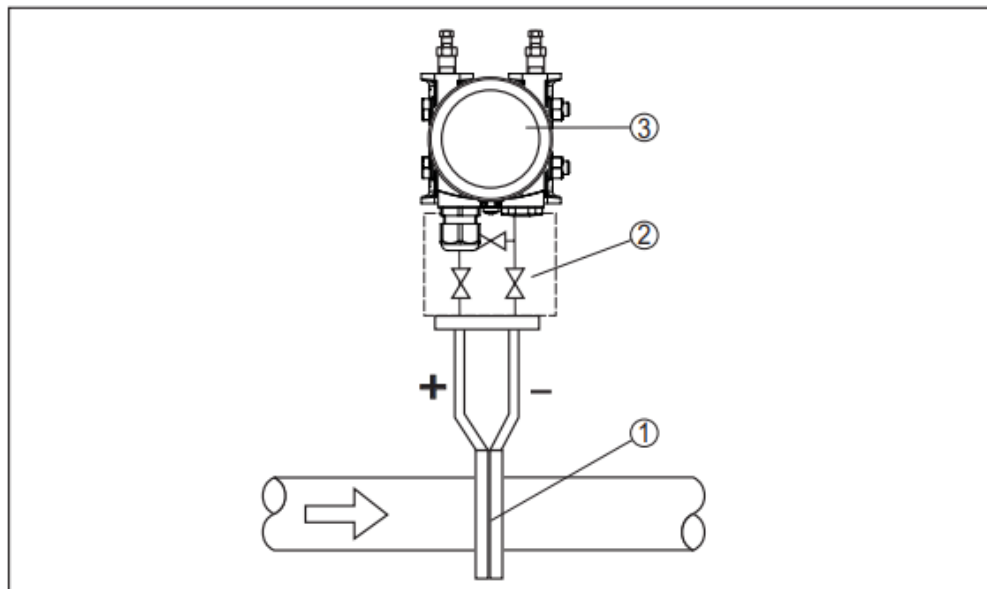


Схема монтажу для вимірювання витрати газів

- 1 Вимірювальна діафрагма або трубка Піто
- 2 3-вентильний блок с фланцевим з'єднанням з обох сторін
- 3 VEGADIF 85

Рис. 2.25 Монтаж для газів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

27

## Монтаж для рідин

- Пристрій монтується нижче за місце вимірювання, тоді імпульсні лінії завжди будуть заповнені рідиною, а газові бульбашки будуть підніматися назад технологічну лінію.
- При вимірюванні на середовищі з присутністю твердих домішок, наприклад на забруднених рідинах, має сенс встановити відділники та спускні вентиля для уловлювання та видалення осаду.
- Перед пуском в експлуатацію слід заповнити імпульсні лінії до висоти судин для конденсату

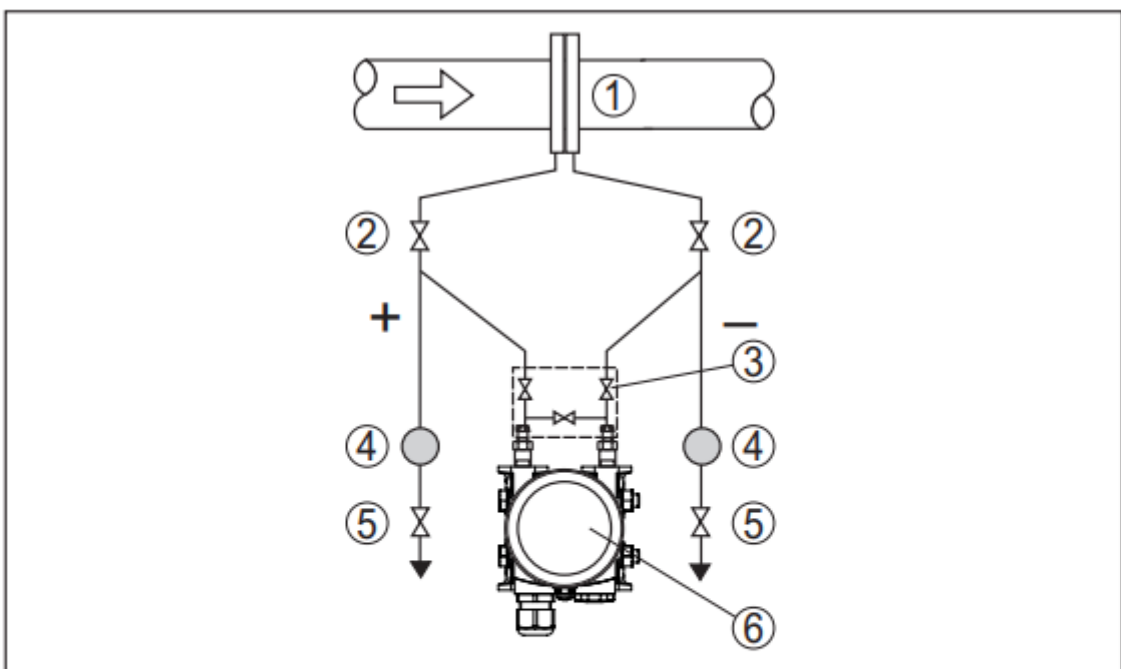


Схема монтажу для вимірювання витрати рідин

- 1 Вимірювальна діафрагма або трубка Пито
- 2 Запірні вентиля
- 3 3-вентильний блок
- 4 Відокремлювачі
- 5 Спускні вентиля
- 6 VEGADIF 85

Рис. 2.26 Монтаж для рідин

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

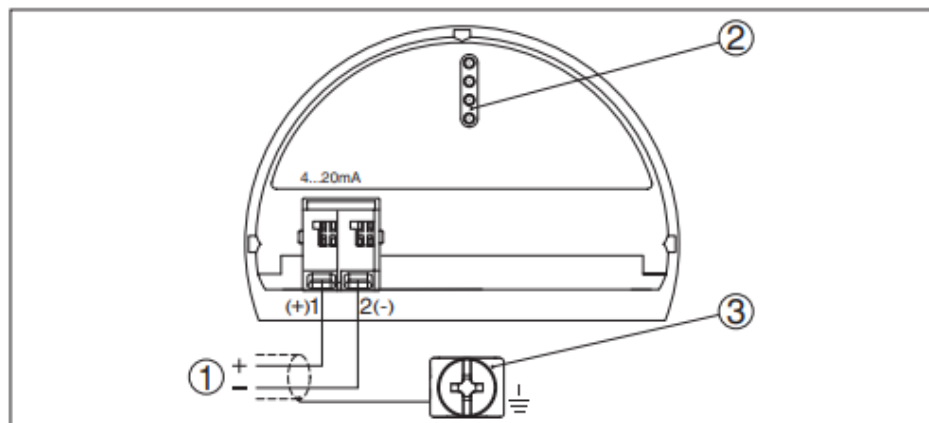
## Характеристики

### Technical data

Measuring ranges	+0.01 ... +16 bar/+1 ... +1600 kPa (+0.145 ... +232 psig)
Smallest adjustable span	1 mbar/100 Pa (0.015 psig)
Deviation	< ±0.065 %
Process fitting - basic version	¼-18 NPT according to IEC 61518
Process fitting with chemical seals	Flanges from DN 32 or 2", hygienic fittings from DN 32 or 2"
Process temperature - basic version	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
Process temperature with chemical seals	-40 ... +400 °C (-40 ... +752 °F)
Process pressure	-1 ... +400 bar/-100 ... +40000 kPa (-14.5 ... +5802 psig)
Ambient, storage and transport temperature	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)
Operating voltage	11 ... 35 V DC

Рис. 2.27 Характеристики

### Підключення

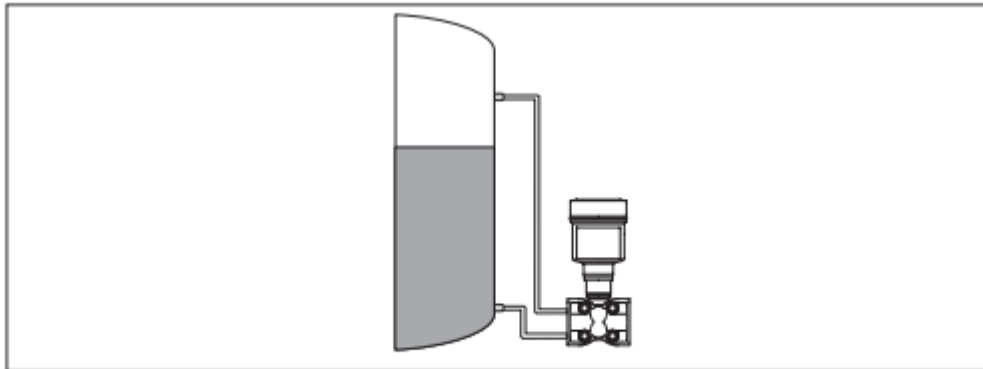


- 1 Живлення, вихід сигналу  
 2 Для модуля індикації та налаштування або інтерфейсного модуля  
 3 Клема заземлення для підключення екрану кабеля

Рис. 2.28 Підключення

**Рівень**  
**Датчик диференціального тиску**  
**VEGADIF 85**

Пристрій може застосовуватися для вимірювання рівня закритих ємностей під тиском. Статичний тиск при цьому компенсується через вимірювання диференціального тиску і, у разі цифрових сигнальних виходів, може видаватися як окреме вимірне значення.



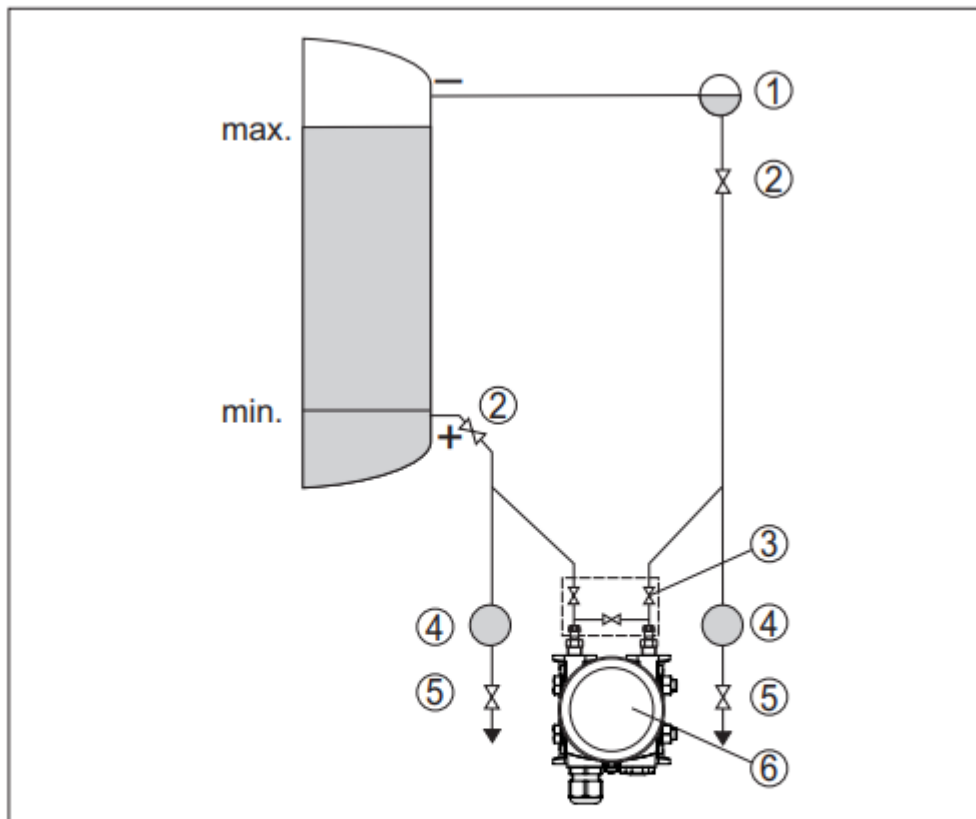
*Вимірювання рівня за допомогою VEGADIF 85 в ємності під тиском*

*Рис. 2.29 Приклад застосування*

**Монтаж**

- Пристрій рекомендується монтувати нижче за нижній вимірювальний приєднання, щоб імпульсні лінії завжди були заповнені рідиною.
- Сторона низького тиску має бути приєднана вище максимального рівня заповнення.
- Посудина для конденсату забезпечує постійну присутність тиску на боці низького тиску.
- При вимірюванні на середовищі з присутністю твердих домішок, наприклад на забруднених рідинах, має сенс встановити віддільники та спускні вентилі для уловлювання та видалення осаду.

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



Вимірювання рівня в ємності під тиском з паровим шаром

- 1 Ємність для конденсату
- 2 Запірні вентиля
- 3 3-вентильний блок
- 4 Відокремлювачі
- 5 Вентилі
- 6 VEGADIF 85

Рис. 2.30 Монтаж

## Газоаналізатори

### OMS 420



Рис. 2.31 Зовнішній вигляд

Основним призначенням газоаналізатора димових газів є оптимізація спалювання палива у різних котельних агрегатах. Застосовуються газоаналізатори газів, що відходять в основному в котельних. Газовимірювальна система виконує контроль за збалансованістю співвідношення повітря/паливо,

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

тобто. стежить за тим, щоб кількість повітря при горінні була оптимальною. При нестачі повітря відбувається неповне згоряння палива, а згодом його перевитрата, крім того, надлишок палива в димовому газі може призвести до вибуху. При надлишку повітря також відбувається більше споживання палива, оскільки енергія витрачається ще й нагрівання повітря. Всі ці явища супроводжуються викидом у повітря небезпечних токсичних газів.

### Характеристики

Діапазон вимірів:

O<sub>2</sub> - 0 ... 25% про.

CO - 0 ... 1000 ppm

Розміри та інші параметри:

габаритні розміри - 160 x 160 x 60 мм

Робоча температура - +20 ... +55 °C

Температура газів - до 1000°C

клас захисту - IP 65

живлення - 18-24 В (DC)

Принцип вимірювання:

Кисень (O<sub>2</sub>) ZrO<sub>2</sub> оксид цирконію COe (компоненти хімічного недопалу)  
- твердий електроліт, що обігрівается.

\*всі компоненти хімічного. недопалювання димового газу (CO+H<sub>2</sub>+CxHy) індифікується як еквівалент CO

Особливості:

- Безперервний моніторинг (O<sub>2</sub>);
- Автоматична система калібрування;
- Сенсори, що обігріваются, на твердому електроліті;
- Мікроконтролер з графічним РК-дисплеєм з підсвічуванням;
- 2 аналогових виходу 4...20 мА, (навантаження не більше 500 Ом) для передачі сигналу до програмованого контролера (PLC) та цифровий інтерфейс RS 485;
- Висока швидкодія та мале енергоспоживання;

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

- Чи не вимагає чистого повітря, точно вимірює компоненти у вологому газі;
- Компактна міцна промислова конструкція;
- Автоматична продування зонда стисненим повітрям;
- Можливість обслуговування обладнання без демонтажу;

### Конструкція

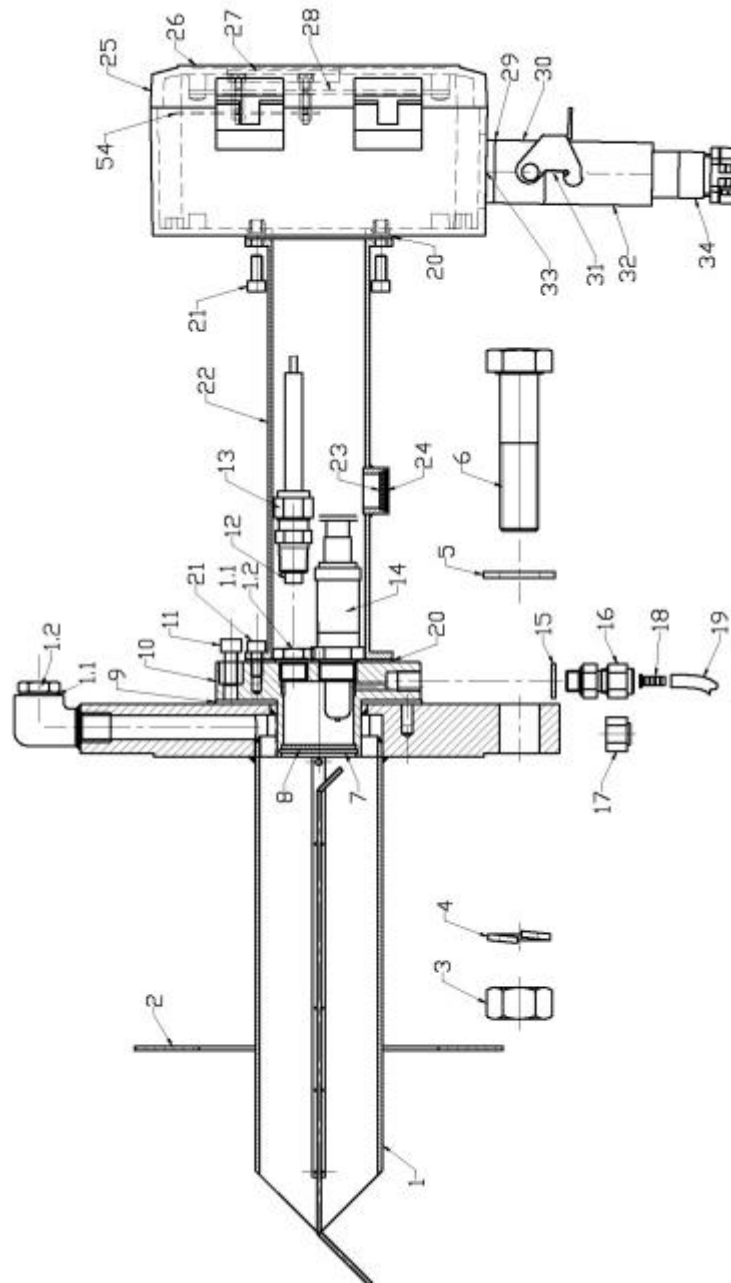


Рис. 2.32 Конструкція

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

## Монтаж

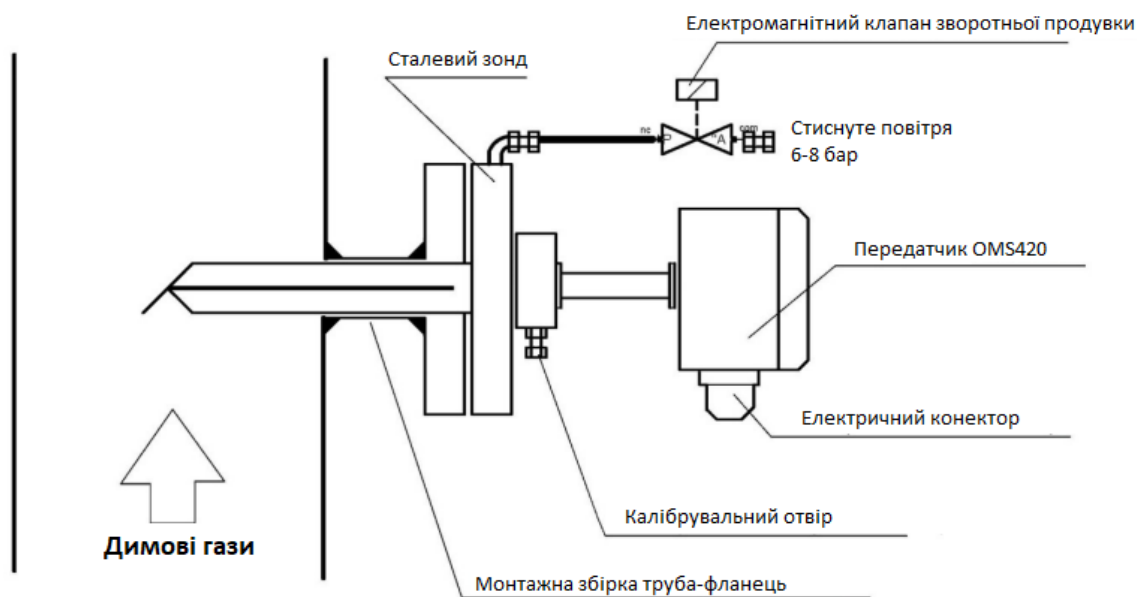


Рис. 2.33 Приклад монтажу

## Підключення

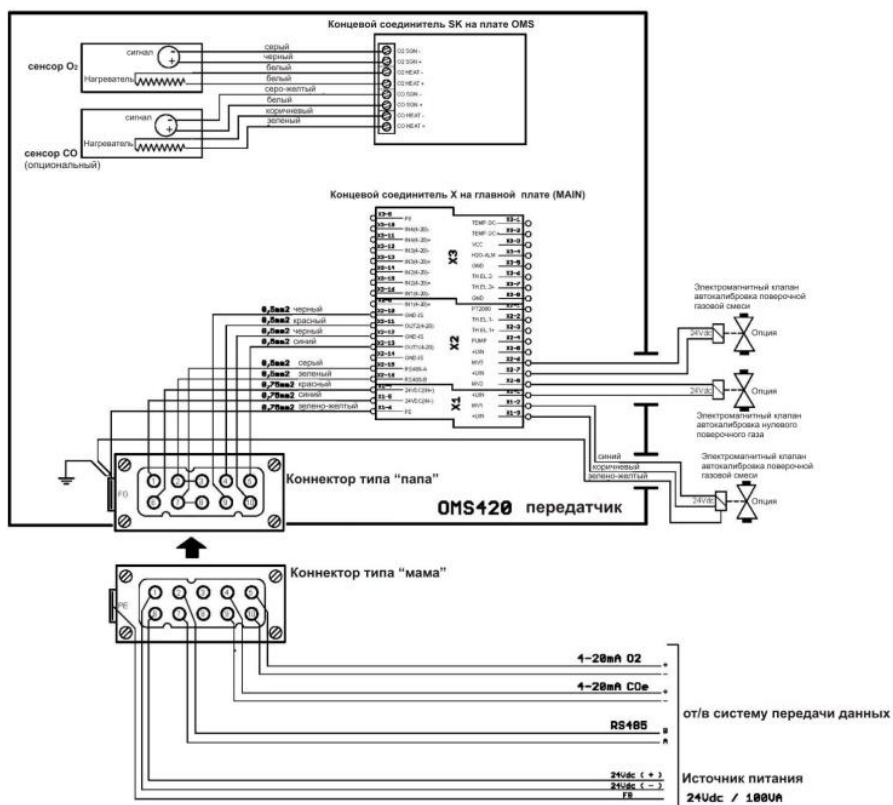


Рис. 2.34 Підключення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

34

**Виконавчі механізми (ВМ) та регулюючі органи (РО) та інші технічні засоби автоматизації**

**25ч940нж**



*Рис. 2.36 Зовнішній вигляд*

Умови експлуатації регулюючого клапана 25ч940нж:

- Температура робочого середовища: від - 15 до + 250 ° С;
- Температура довкілля: від -20 до +50 ° С;
- Робоче середовище: вода, пара, повітря та інші рідкі та газоподібні середовища, нейтральні до матеріалів деталей, що стикаються із середовищем;

- Напрямок потоку середовища: за стрілкою на корпусі;

Технічні дані регулюючого клапана 25ч940нж:

- Привід: електричний (ЕІМ);
- Номінальний тиск PN, МПа (кгс/см<sup>2</sup>): 1,6 (16);
- Приєднання до трубопроводу: фланцеве згідно з ГОСТ 12815-80;
- Установче становище на трубопроводі: будь-яке, крім приводом вниз;

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

## Виконавчий механізм

### МЭО-99К



Рис. 2.37 Зовнішній вигляд

### Характеристики

Технические характеристики

Угол поворота	от 0° до 270°	
Напряжение питания	220 V частотой 50 Hz	380 V частотой 50 Hz
Климатические исполнения	Для установки в помещении - У2, УХЛ2, Т2	Для установки на улице - У1, УХЛ1
Степень защиты	IP65	
Максимальная частота включений	до 630 в час при ПВ до 25%	
Средний срок службы механизма	15 лет	
Средняя наработка на отказ	не менее 80000 ч	

Рис. 2.38 Характеристики

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

## Підключення

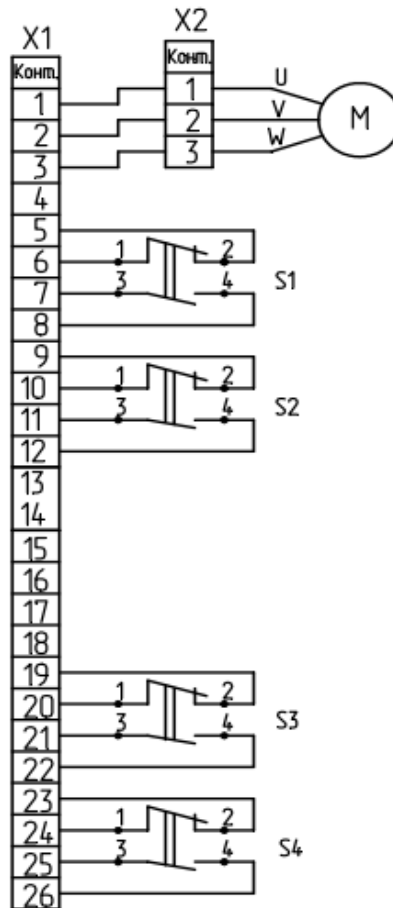


Рисунок Б.1- Схема механизма трехфазного исполнения с БКВ

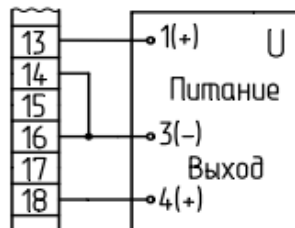


Рисунок Б.5 - Схема с БСПТ-10М  
Остальное - см. рисунки Б.1 или Б.2

*Рис. 2.39 Підключення*

# Індикатор струмової петлі

ОВЕН

ИТП11



Рис. 2.40 Зовнішній вигляд

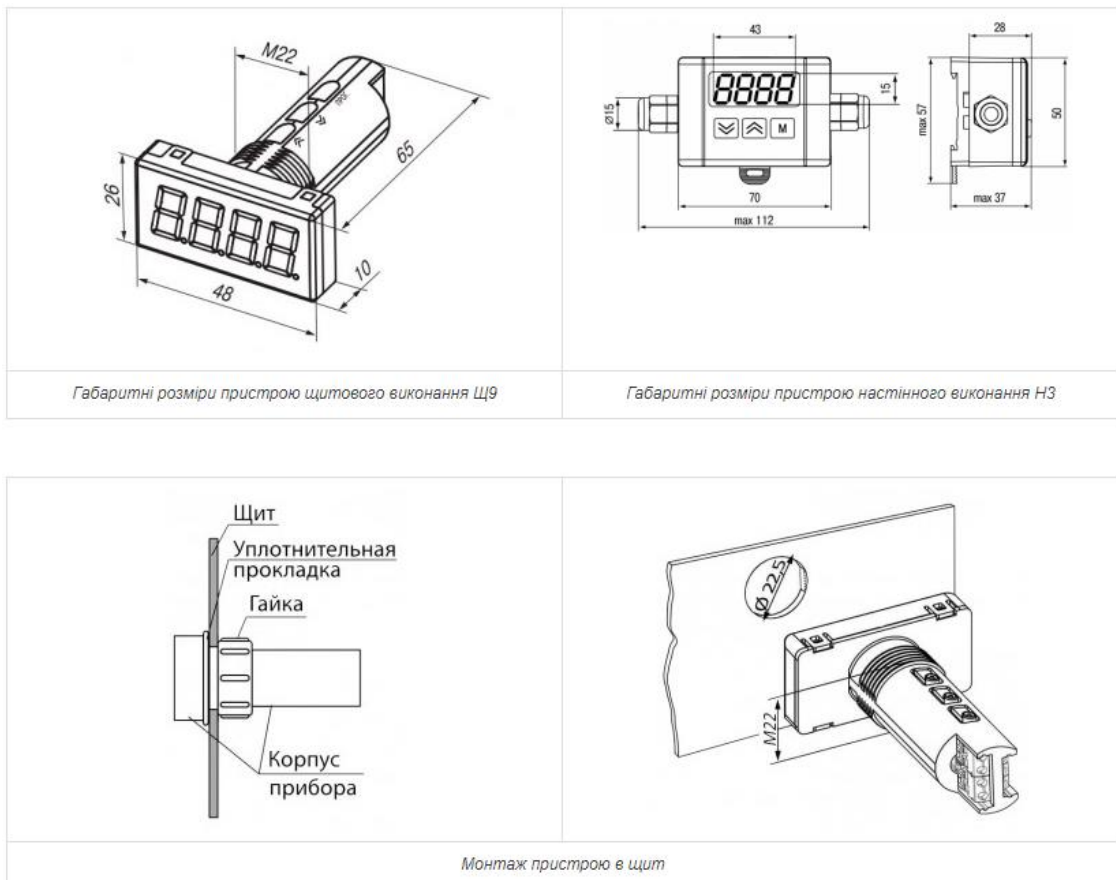


Рис. 2.41 Монтаж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

38

Схеми підмикання ИТП-11

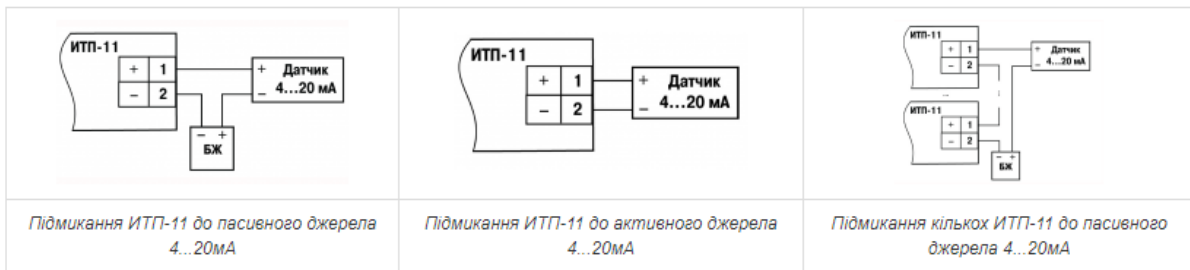


Рис. 2.42. Схема підключення

Перемикачі та кнопки

**ПЕРЕМИКАЧ**

**ХВ4ВД21**



Рис. 2.43 Зовнішній вигляд

**КНОПКА 22ММ З ПОВЕРНЕННЯМ ЧОРНА**

**XB4BD25**



*Рис. 2.44 Зовнішній вигляд*

**СИГНАЛЬНА ЛАМПА 22ММ 24В ЗЕЛЕНА З ПІДСВІТКОЮ**

**XB4BVВ3**



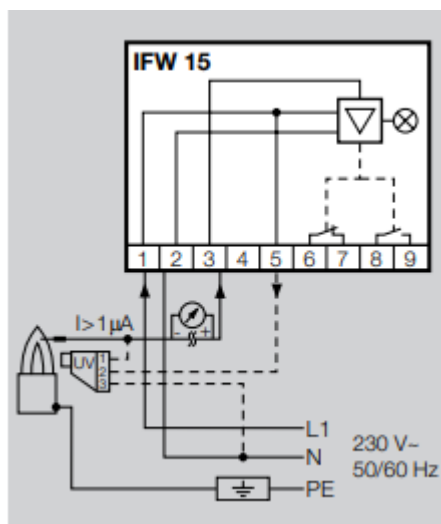
*Рис. 2.45 Зовнішній вигляд*

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

**СИГНАЛЬНА ЛАМПА 22ММ 24В ЧЕРВОНА З ПІДСВІТКОЮ  
XB4BVВ4**



*Рис. 2.46 Зовнішній вигляд  
Автомат контролю полум'я  
IFW 15*



*Рис. 2.47 Підключення*

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

# Блок розпаду запальника та контролю полум'я

## БРЗ-04-М1-2К



БРЗ-04-М1-2К (Щ)

Рис. 2.48 Зовнішній вигляд

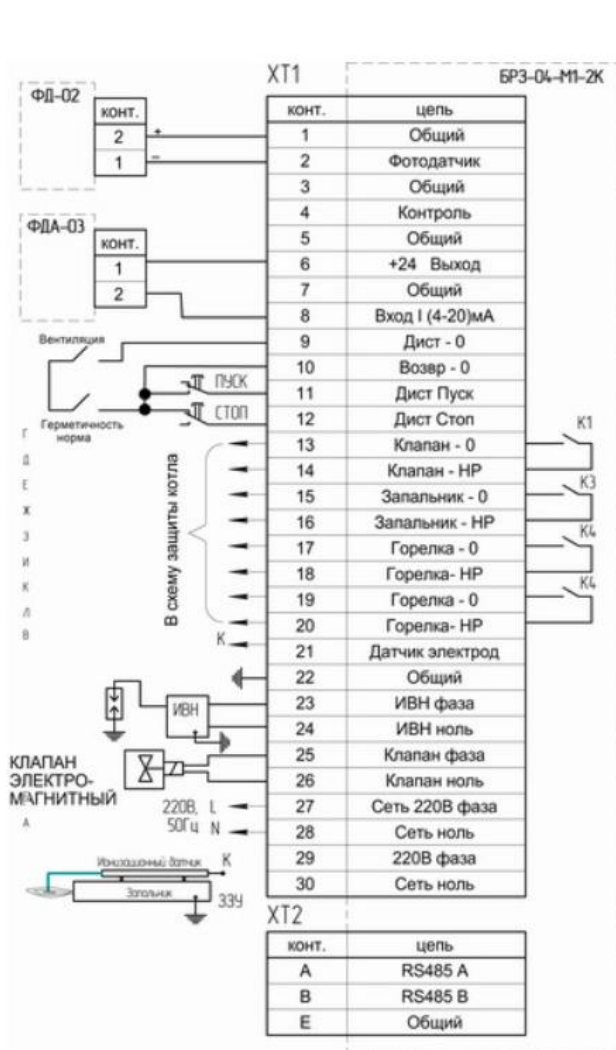


Рис. 2.49 Підключення

## Джерело високої напруги

### ИВН-ТР

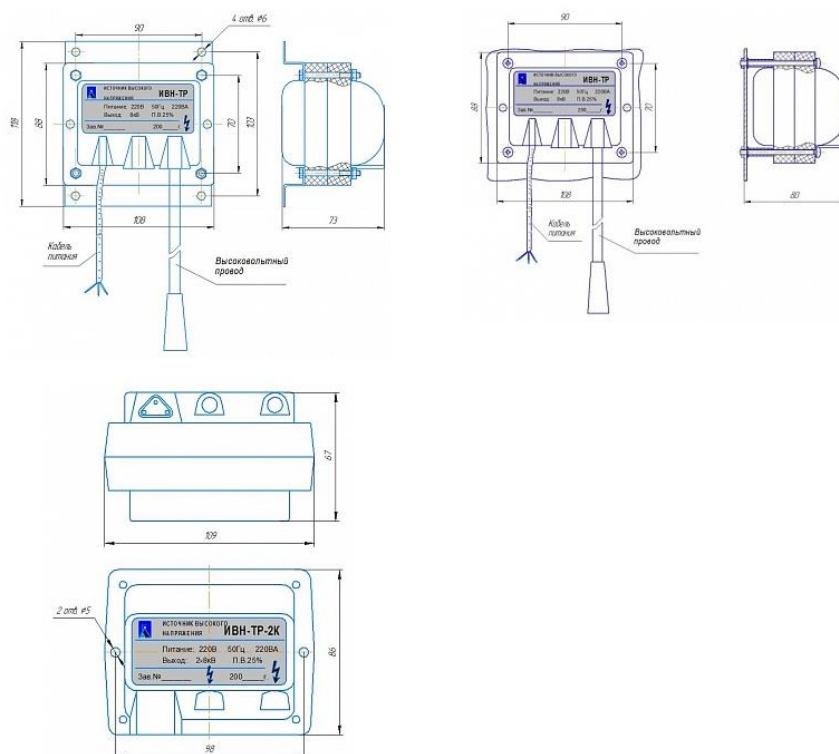


Рис. 2.50 Зовнішній вигляд

### Клапан електромагнітний двохпозиційний, сталевий, з електроприводом ВН1 1/2М-1КПЕ ст. фл.



Рис. 2.51 Зовнішній вигляд

Напряга живлення електромагнітної котушки:  
220 В, 110 В, 24 В (50 Гц),  
24 (пост, струму);

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## Запально-захистний пристрій

### ЗСУ-ПИ

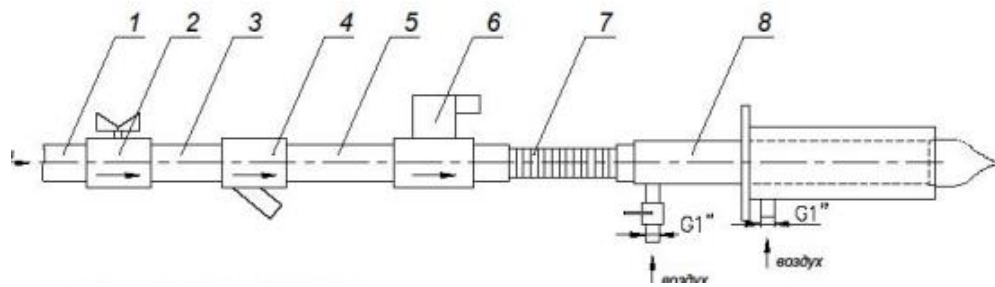


Рис. 2.50 Зовнішній вигляд

### 2.2 Схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації процесу виробництва пари для технологічних потреб відбувається:

- регулювання подачі палива;
- регулювання подачі повітря;
- регулювання рівня в барабані;
- регулювання розрідження в топці;

Регулювання подачі палива здійснюється: вимірюванням тиску пари в барабані котла за допомогою VEGABAR 81 (поз. 7а), через ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ МЭО 40-0,25 Р=0,1 (поз. КМ13) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється подача палива до пальника.

Регулювання подачі повітря здійснюється: вимірюванням тиску повітря та газу за допомогою VEGABAR 19 (поз. 3а, 5а), вимірювання якісних показників згоряння палива здійснюється за допомогою OMS 420 (поз. 12а) сигнал якого поступає на ПЛК і через регулятор співвідношення обрахований коефіцієнт подається на регулятор повітря і з ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ МЭО 40-0,25 Р=0,1 (поз. КМ20) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється подача повітря до пальника.

Регулювання рівня в барабані котла здійснюється: вимірюванням рівня за допомогою датчика диференціального тиску VEGADIF 85 (поз. 8б), через ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ МЭО 40-0,25 Р=0,1 (поз. КМ18) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється подача живильної води до барану.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання розрідження в топці здійснюється: вимірюванням розрідження VEGABAR 81 (поз. 6а) через ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ МЭО 40-0,25 Р=0,1 (поз. КМ16) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється розрідження в топці.

Витрату палива контролюють за допомогою датчика диференціального тиску VEGADIF 85 (поз. 9б).

Температуру пари після пароперегрівача та температуру димових газів контролюють за допомогою датчика температури APLISENS CTR 8 Pt 100 (поз. 1а, 2а).

Витрату пари та живильної води контролюють за допомогою датчика диференціального тиску VEGADIF 85 (поз. 10в, 11б).

Тиск пари в паропроводі вимірюють за допомогою VEGABAR 81 (поз. 4а)

Керування димотягом здійснюється за допомогою контактору 3-х полюсного 11В310.00.220 (поз. КМ23), що отримує дискретний сигнал від ПЛК.

Керування вентилятором здійснюється за допомогою контактору 3-х полюсного 11В180.00.220 (поз. КМ24), що отримує дискретний сигнал від ПЛК.

Управління пальником здійснюється за допомогою блоку розпалу запальника та контролю полум'я БРЗ-04-М1-2К (поз. 25г), що отримує керуючий сигнал від ПЛК. До БРЗ-04-М1-2К підключені автомат контролю полум'я IFW 15 (поз. 25а), джерело високої напруги ИВН-ТР (поз. 25в), клапан електромагнітний двухпозиційний, сталевий, з електроприводом ВН1 1/2М-1КПЕ ст. фл. (поз. 25д), запально-захистний пристрій ЗСУ-ПІІ (поз. 25б). БРЗ-04-М1-2К виконує функцію розпалювання, контроль та захист пальника у разі аварійної ситуації.

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

## 2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика приладу	Тип, Марка	Кількість	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а,2а	За місцем	Термометр опору Pt100 з вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань 196...+660 °С	APLISENS CTR 8 Pt 100	2	APLISENS, Варшава
2	3а,5а	За місцем	Датчик тиску з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань -1...+100 Бар.	VEGABAR 19	2	SKIF CONTROL Київ
3	4а,6а,7а	За місцем	Датчик тиску з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань -1...+1000 Бар.	VEGABAR 81	3	SKIF CONTROL Київ
4	8а,9а,10а, 11б	За місцем	Датчик диференціального тиску з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань -1...+400 Бар.	VEGADIF 85	4	SKIF CONTROL Київ
5	12а	За місцем	Газоаналізатор O2 та CO2 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань	OMS 420	1	MRU GmbH Німеччина
6	22в	За місцем	Клапан з електричним приводом та кінцевиками напруга живлення 380 VAC	25ч940нж	1	ОАО «АРМАГ УС»

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
7	KM13,К M16, KM18,К M20	За місцем	Механізм електричний однобортний з кутом повертання 0°...270°, напруга живлення 380 VAC	МЭО 99к	4	ПЭК
8	13В,16В, 18В,20В	На щиті	Індикатор струмової петлі	ОВЕН ИТП11	4	ОВЕН Харків
9	SA1-7	На щиті	Перемикач поворотний 2-х позиційний	XB4BD25	7	Schneider Київ
10	SB1-14	На щиті	Кнопка чорна	XB4BA21	14	Schneider Київ
11	HL1	На щиті	Лампа сигнальна Зелена 24 VDC	XB4BVB3	3	Schneider Київ
12	HL2,HL7	На щиті	Лампа сигнальна Червона 24 VDC	XB4BVB4	4	Schneider Київ
13	25а	За місцем	Автомат контролю полум'я	IFW 15	1	Krom Schroder Німеччин а
14	25г	За місцем	Блок розпалу запальника та контролю полум'я	БРЗ-04-М1- 2К	1	«УКРСП ЕЦКОМ ПЛЕКТ» Київ
15	25в	За місцем	Джерело високої напруги	ИВН-ТР	1	«ПРОМА »
16	25д	За місцем	Клапан електромагнітний двухпозиційний, сталевий, з електроприводом	ВН1 1/2М- 1КПЕ ст. фл.	1	«ТермоБ рест»
17	25б	За місцем	Запально-захистний пристрій	ЗСУ-ПИ	1	«ПРОМА »
18	KM24	На щиті	Контактор 3-х полюсний 180А АС3	11В180.00.22 0	1	СВ «АЛЬТЕ РА» Київ
19	KM23	На щиті	Контактор 3-х полюсний 310А АС3	11В310.00.22 0	1	СВ «АЛЬТЕ РА» Київ
20	KM22	На щиті	Контактор 3-х полюсний 9А АС3	BF09.10.A	2	СВ «АЛЬТЕ РА»

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
21	KM23, KM24	На щиті	Допоміжний контакт із переднім центральним кріпленням 2NO + 2NC	BFX1022	2	СВ «АЛЬТЕ РА» Київ
22	HL3, HL5	На щиті	Лампа сигнальна Зелена 230 VAC	XB4FVM3	2	Schneider Київ
23	HL4, HL6	На щиті	Лампа сигнальна Червона 230 VAC	XB4FVM4	2	Schneider Київ

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

### 3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) SIMATIC S7-1500



*Рис. 3.1 Зовнішній вигляд*

#### Переваги SIMATIC S7-1500

Максимальна продуктивність усіх систем виконання забезпечується за рахунок

- Високопродуктивні процесори
- Високошвидкісна внутрішня шина
- Інтерфейс PROFINET в якості зв'язку з віддаленими входами/виходами
- Автоматично активована системна діагностики, аж до каналів входів/виходів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Ющук П.О.			<i>Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мецебула Д.В.					49	9
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

- Можливість використання утиліти TRACE для всіх змінних
- Процесор відображає наступну інформацію:
- Доступ до MLFB, FW-версії та серійних номерів
- Конфігурування (наприклад, встановлення IP-адреси, назви станції)
- Діагностика
- Спрощене програмування через зручні для користувача нові редактори та інструкції в LAD/FBD/STL

### Конфігурація

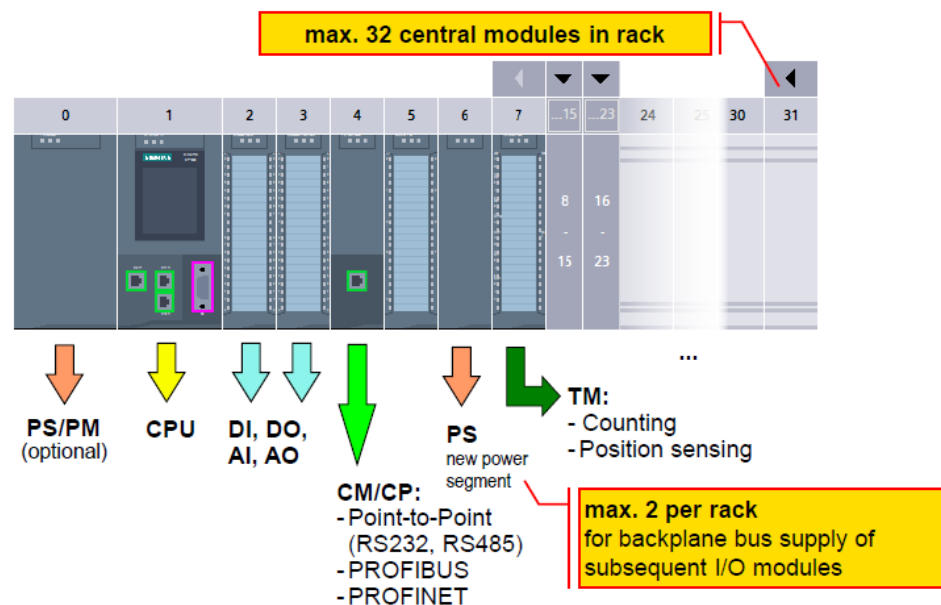


Рис. 3.2. Конфігурація ПЛК

Розміщення модулів:

- 0 слот – модуль живлення
- 1 слот – процесорний модуль
- починаючи з 2 послідовність будь яка

Сигнальні модулі

• Дискретні входні модулі: 24 В постійного струму, 230 В змінного струму

• Дискретні вихідні модулі: 24 В постійного струму, 230 В змінного струму

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Аналогові вхідні модулі: напруга, струм, опір, термопара

- Аналогові вихідні модулі: напруга, струм

Модулі зв'язку (CP – Комунікаційний процесор, CM – Комунікаційний модуль)

- З'єднання «точка-точка»

- ПРОФІБУС

- ПРОФІНЕТ

CP і CM є обома модулями зв'язку. Як правило, CP мають дещо більшу функціональність, ніж CM (наприклад, власний веб-сервер, брандмауер тощо).

Технологічні модулі (TM - Технологічний модуль)

- Високошвидкісні лічильники

- Позичування

Інтерфейсні модулі для стійки розширення

Центральна багаторівнева конфігурація не передбачена. Розширення можна реалізувати за допомогою системи розподіленого вводу/виводу ET200MP.

### **Блок живлення**

Модулі вводу/виводу в центральній стійці S7-1500 потребують живлення через системну шину (шина зв'язку з процесором) і джерело живлення для навантаження (вхідні або вихідні схеми для датчики та пускачі).

### **PM - Модуль живлення → Стороннє джерело живлення**

Постачає модулі з 24 В постійного струму для вхідних і вихідних схем, а також датчиків і пускачів

*Якщо на процесор подається 24 В через джерело живлення (PM), він подає живлення в систему живлення 12 Вт для перших вставлених модулів вводу/виводу.*

### **PS - Система живлення → Блок живлення системи**

постачає модулі S7-1500 в центральній стійці через системну шину

Кожен процесор використовує системне живлення потужністю 12 Вт для перших вставлених модулів вводу/виводу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від використовуваних модулів вводу / виводу, необхідно встановити подальші сегменти живлення, як вимагається.

Системний блок живлення (PS) може також жити ланцюг навантаження для 24В постійного струму в модулях на додаток до процесора.

### **Модулі живлення та сегменти живлення модулів вводу / виводу**

Необхідно встановити сегменти живлення в центральній стійці для більших конфігурацій або конфігурації з більшими вимогами до потужності модулів вводу/виводу (як правило, при використанні CP, CM, TM).

Максимально 3 сегменти потужності можуть бути налаштовані на стійку (1xCPU сегмент плюс ще 2).

Якщо конфігурація включає додаткові сегменти живлення, додаткові модулі живлення системи (PS) вставляються праворуч поруч із процесором. Процесор продовжує контролювати всі модулі стійка. Тут розділено лише системне живлення модулів вводу/виводу.

## **Установка та монтаж**

### **Установка**

Модулі встановлені на профільній рейці S7-1500.

### **З'єднувач шини**

Якщо установка виконана на профільній рейці, модулі потім підключаються за допомогою шинного конектора.

Бекплен встановлює механічне та електричне з'єднання між модулями та входить в комплект до кожного модуля вводу / виводу.

### **Кріплення позицій**

Можливий горизонтальний або вертикальний монтаж.

**Обережно!** При вертикальному кріпленні максимально допустима температура навколишнього середовища не нижче 20 ° C

### **Інтегрована монтажна рейка**

Для процесора S7-1500 є профільна рейка, на яку також можна монтувати компоненти відповідно до EN 60715.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З цим, навіть клеми, мініатюрні вимикачі, невеликі контактори чи подібне компоненти можуть бути встановлені на туж рейку що і S7-1500.

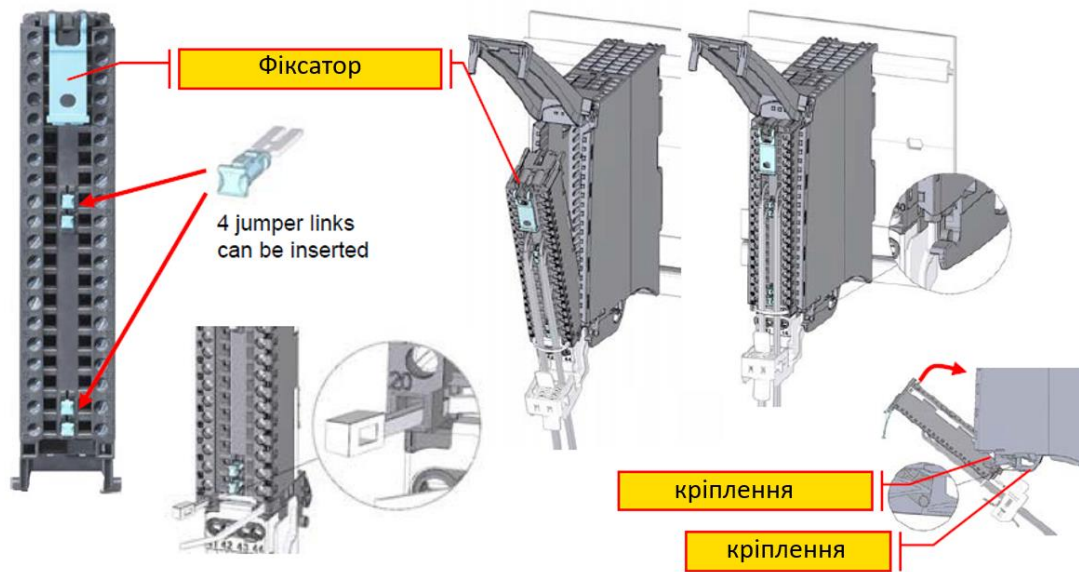


Рис. 3.3 Технологія підключення/Фронтальний штекер

### Властивості фронтального штекера

- У кожному випадку 40 клем
- Техніка затиску:
- гвинтовий термінал
- SIMATIC TOP connect

Системна проводка для підключення датчиків та пускачів → передній роз'єм S7-1500, з'єднаний з 20 або 40 одинарними провідниками (збірний)

### Попередня посадка

Передній роз'єм замикається на передній кришці. У цьому положенні передній роз'єм все ще вискакує модуля, але передній роз'єм та модуль ще не підключені електрично.

### Перемички

Перемикачі ланок можна вставити у передній роз'єм у чотирьох місцях для легшого налаштування навантаження групи. Тобто, замикання напруги живлення на декілька потенційних груп.

Існує лише одне з'єднання зліва направо!

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## Автоматичне кодування модулів вводу / виводу

Це забезпечує швидший і безпечніший обмін переднього з'єднувача.

## Два кріплення для передньої кришки

У нижній частині передньої кришки розміщено 2 різні застібки для різного простору вимоги провідникового пучка.

Простір для зберігання кабелів, який зростає з потребою (AWG-кабель)

Американський провідник (AWG) - американський стандартний показник для мідних дротів, які визначає силу проводів та дозволене демпфування, при чому нижнє значення AWG являє собою товстіший дріт.

Підготувавши фіксатор випуску, ви можете витягнути передній з'єднувач і вийняти його від модуля.

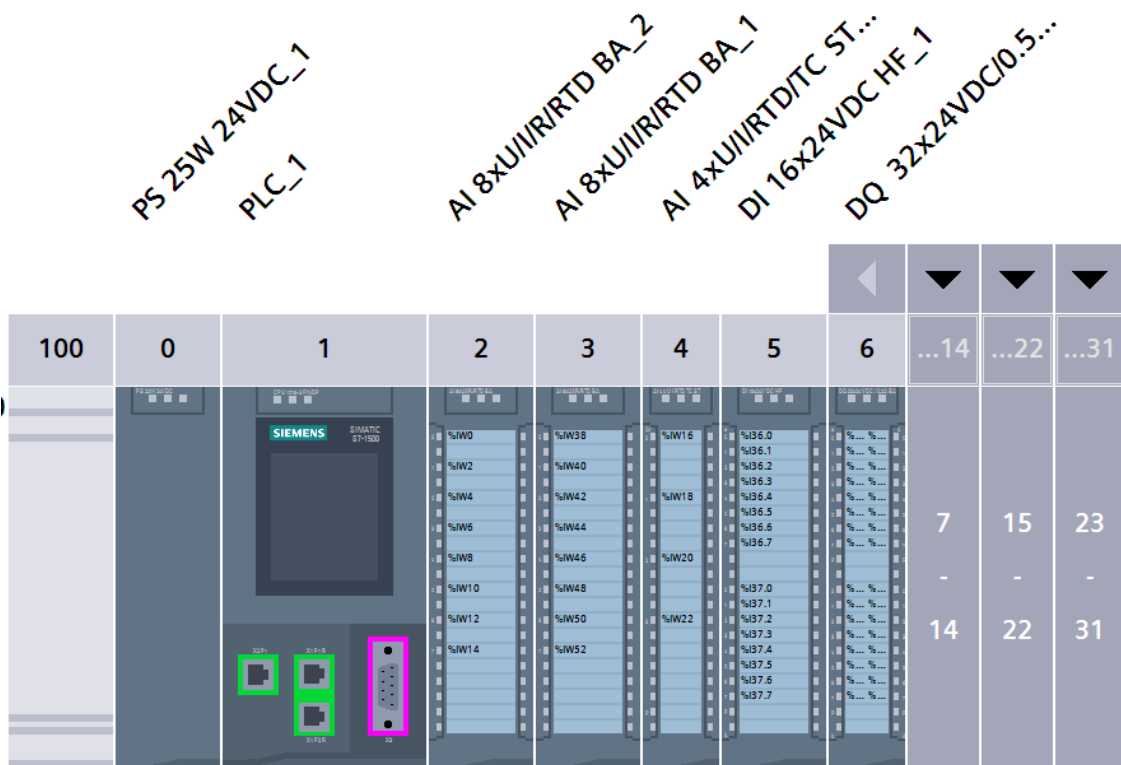


Рис. 3.4. Проектне компонування ПЛК

В проекті використаний ПЛК марки Siemens SIMATIC S7-1500 з такими модулями:

- 6ES7 505-0KA00-0AB0 PS 25W 24VDC – Системне живлення 25Вт, 24В постійного струму; подає робочу напругу для шини об'єднаної плати S7-1500.

- 6ES7 516-3AN02-0AB0 CPU 1516-3 PN/DP - ЦП з дисплеєм; робоча пам'ять 1 МБ коду і 5 МБ даних; Час роботи біта 10 нс; 4-ступінчаста концепція захисту, технологічні функції: керування рухом, замкнений контур, підрахунок та вимірювання; трасування; Параметри часу виконання; ізохронний режим (центральний); для всіх інтерфейсів PROFINET: транспортний протокол TCP/IP, безпечне відкрите спілкування користувача, зв'язок S7, маршрутизація S7, переадресація IP, веб-сервер, клієнт DNS, OPC UA: сервер DA, клієнт DA, методи, супутні специфікації; 1-й інтерфейс: контролер PROFINET IO, підтримує RT/IRT, підвищення продуктивності PROFINET V2.3, 2 порти, I-Device, MRP, MRPD, ізохронний режим; 2-й інтерфейс: контролер PROFINET IO, підтримує RT, I-Device; 3-й інтерфейс: PROFIBUS DP Master, зв'язок S7, ізохронний режим, маршрутизація S7; прошивка V2.8.
- 6ES7 531-7QF00-0AB0 AI 8xU/I/R/RTD BA - Модуль аналогового входу AI8 x U/I/R/RTD 16-розрядний; групування 8; синфазна напруга 4 В; діагностика; апаратні переривання.
- 6ES7 531-7QD00-0AB0 AI 4xU/I/RTD/TC ST - Модуль аналогового входу AI4 x U/I/RTD/TC 16-розрядний; групування 4; 2 канали з вимірюванням RTD; синфазна напруга 10 В; настроювана діагностика; апаратні переривання.
- 6ES7 521-1BH00-0AB0 DI 16x24VDC HF - Модуль цифрового входу DI16 x DC24V; групування 16; затримка введення 0,05..20 мс; тип входу 3 (IEC 61131); настроювана діагностика; апаратні переривання; статус цінності; вбудований лічильник для каналів 0 і 1; ізохронний режим.
- 6ES7 522-1BL10-0AA0 DQ 32x24VDC/0.5A BA - Модуль цифрового виходу DQ32 x 24VDC / 0.5A; групування 8, 4A на групу.

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

Таблиця 3.1 Специфікація на ПЛК

№	Тип, Марка	Кількість	Виробник
1	6ES7 505-0KA00-0AB0	1	Siemens Ukraine
2	6ES7 516-3AN02-0AB0	1	Siemens Ukraine
3	6ES7 531-7QF00-0AB0	2	Siemens Ukraine
4	6ES7 531-7QD00-0AB0	1	Siemens Ukraine
5	6ES7 521-1BH00-0AB0	1	Siemens Ukraine
6	6ES7 522-1BL10-0AA0	1	Siemens Ukraine

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

Живлення ПЛК та усіх датчиків здійснюється за допомогою 2х блоків живлення V1 та V2 (Схема принципова електрична живлення Лист 3). V1 є основним блоком живлення, V2 – резервним. Вони під'єднані до модуля резервування R1 який дає живлення від одного БП. Таким чином при виході з ладу одного з блоків живлення вмикається другий і система продовжує працювати в штатному режимі. Вихід модуля резервування під'єднаний до селекторного модуля F1 (Схема принципова електрична живлення Лист 4) який виконує функцію захисту живлення. Живлення подається на розподільний клемник X1 (Схема принципова електрична живлення Лист 5).

Усі споживачі в системі обладнанні автоматичними вимикачами при високих струмах «SF» які встановлені на самому початку живлення. Живлення усіх пристроїв береться від загальної 3х-фазної мережі U 380VAC (Схема принципова електрична живлення Лист 1 та 2).

### 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

#### Контур управління розпалюванням

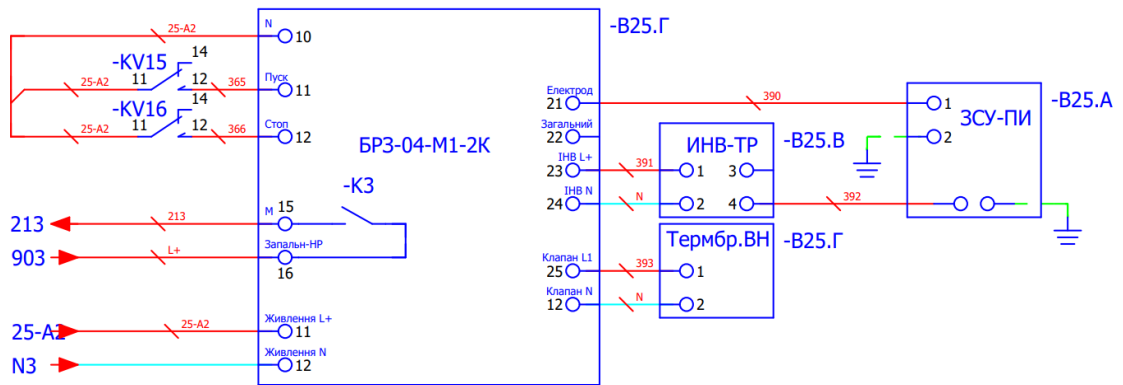


Рис. 3.5 Управління розпалюванням

Розпалювання здійснюється за допомогою блоку розпалювання BR3-04-M1-2K. Блок отримує дискретні сигнали Пуск/Стоп через реле KV15 та KV16, котушки яких отримують сигнал від ПЛК. Блок розпалювання сам керує запальним пристроєм ЗСУ-ПИ. Контроль наявності полум'я здійснюється за допомогою що встановлений на запальному пристрої. У разі гасіння полум'я замикається контакт КЗ, блок видає команду для закриття електромагнітного клапану для блокування подачі газу, «Термобрест ВН» для уникнення аварійної ситуації. Також блок видає сигнал до ПЛК про аварію.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

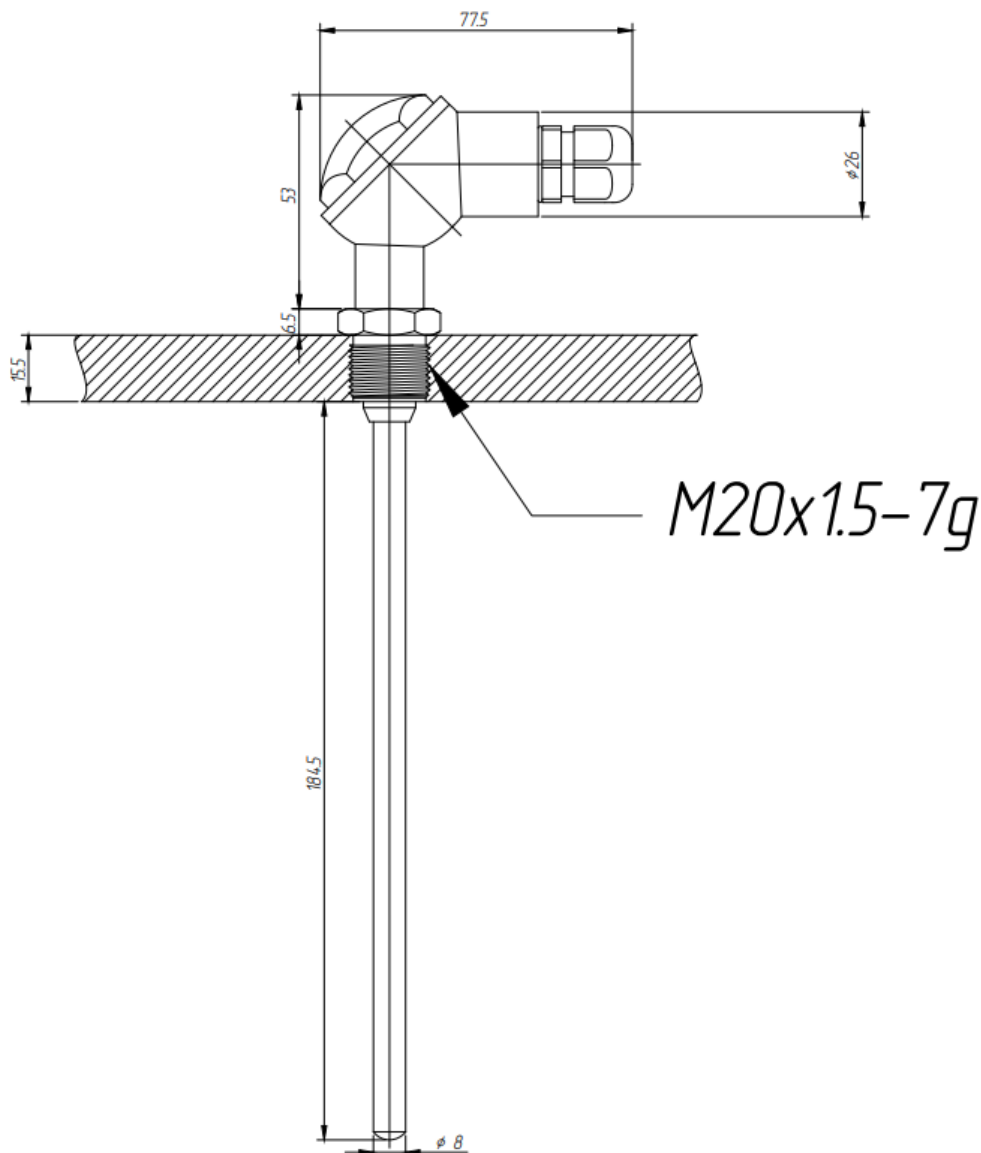


Рис 4.1 Монтаж термометра опору APLISENS CTR 8 Pt 100

Датчики APLISENS CTR 8 Pt 1003 можуть працювати у будь-якому положенні. При монтажі температурних перетворювачів корпус електронного блоку має бути захищений від надмірно високих температур, що перевищують допустимі межі. Необхідно використовувати термозахисні кожухи або монтувати перетворювачі таким чином, щоб тепло вимірюваного середовища не перегрівало корпус із електронікою.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А.					58	2
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

При монтажі перетворювачів, особливо у вибухонебезпечних зонах, для забезпечення нормальних умов їх роботи також необхідно враховувати теплопровідність металевої оболонки чутливого елемента та температуру навколишнього середовища.

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

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

Алгоритм роботи котла розбитий на окремі секції:

- Розпалювання
- Робочий режим
- Зупинка котла та аварійна зупинка
- Масштабування входів та виходів
- Аварії

### Розпалювання

Після подачі команди на пуск котла виконується перевірка стану обладнання. Усе обладнання повинно бути зупиненим, усі задвижки повинні бути закритими. Після цього перевіряється тиск в барані. Йде перевірка рівня в барабані, якщо він менший заданого то робиться підживлення барабану котла. Після цього виконується послідовне включення вентилятора та димотяга і виконується продувка топочного відділення котла. Після продувки відкривається задвижка газу, тиск повітря вирівнюється та подається команда на запуск пальника. Після досягнення тиску в барабані 1000кПа вмикається регулятор газу який сам регулює подачу газу для виходу на робочі параметри. Після досягнення тиску 1600кПа в барабані котла відкривається ГПЗ, пар йде до споживача а програма переходить на секцію робочого режиму.

У разі якщо не виконується умови для роботи розпалення програма виконує секцію робочого режиму.

### Робочий режим

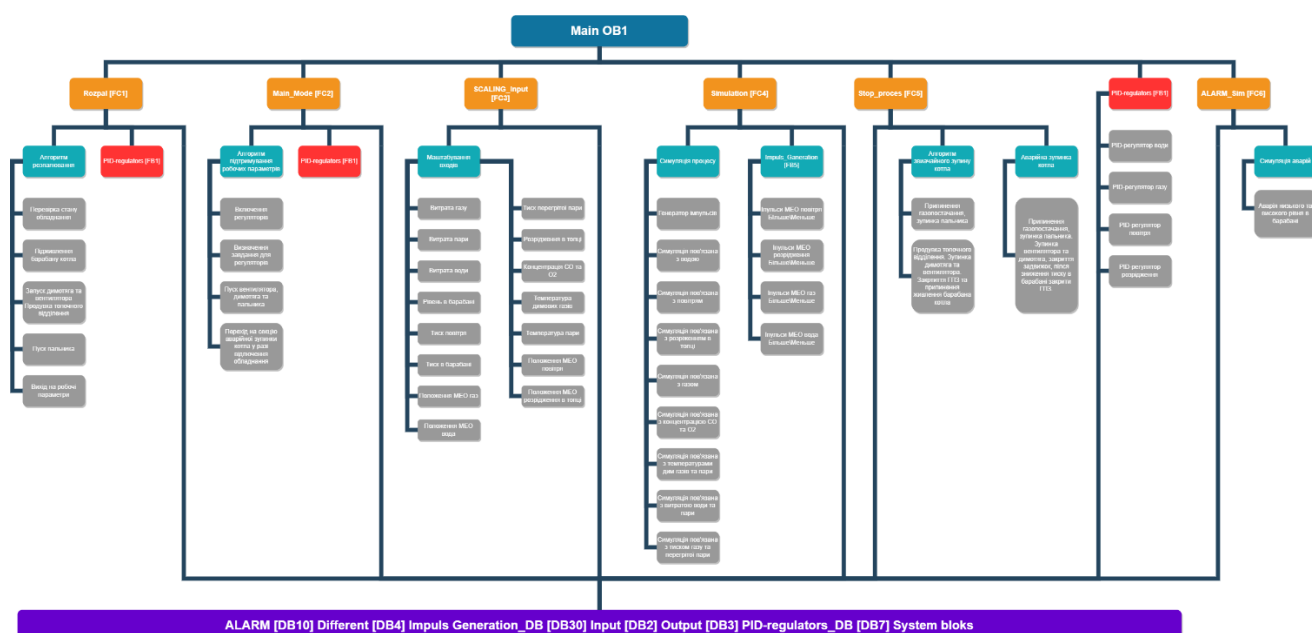
У робочому режимі дублюється включення усього обладнання та регуляторів. Виконується підтримка робочих параметрів роботи котла. У разі виходу з ладу певного обладнання або натисканні кнопки зупинки котла програма переходить у секцію зупинки котла та аварійна зупинка.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Ющук П.О.			Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Мацебула Д.В.					60	16
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

## Зупинка котла та аварійна зупинка

Звичайна зупинка котла виконується при подачі команди на зупинку котла. Гаситься пальник, закривається подача газу, виконується продувка топочного відділення. Після продувки вимикаються вентилятор та димотяг. Коли тиск в барані впаде до заданого значення закривається ГПЗ та закривається задвижка живлення котла водою.

Аварійна зупинка котла передбачає повне зупинення усього обладнання за закриття задвижок. Коли тиск в барані впаде до заданого значення закривається ГПЗ.



*Рис. 5.1. Структура програми*

## Блок даних входів

### Input [DB2]

Input Properties									
General									
Name	Input	Number	2	Type	DB	Language	DB		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment		Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/ OPC UA/ Web API	Visible in HMI engi- neering	Setpoint	Supervi- sion	Comment
▼ Static									
SB_Start	Bool	false	False	True	True	True	False		Пуск
SB_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False		Стоп
TE_Steam	Int	0	False	True	True	True	False		Температура пари
TE_Steam_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Температура пари
TE_Smoke	Int	0	False	True	True	True	False		Температура димових газів
TE_Smoke_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Температура димових газів
PE_Gaz	Int	0	False	True	True	True	False		Тиск газу
PE_Gaz_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Тиск газу
PE_OverheatSteam	Int	0	False	True	True	True	False		Тиск перегрітої пари
PE_OverheatSteam_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Тиск перегрітої пари
PE_Air	Int	0	False	True	True	True	False		Тиск повітря
PE_Air_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Тиск повітря
PE_Rarefaction	Int	0	False	True	True	True	False		Розрідження
PE_Rarefaction_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Розрідження
PE_Rarefaction_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False		Розрідження задане значення
PE_Boiler	Int	0	False	True	True	True	False		Тиск в барабані
PE_Boiler_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Тиск в барабані
LE_Boiler	Int	0	False	True	True	True	False		Рівень в барабані
LE_Boiler_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Рівень в барабані
FE_Gaz	Int	0	False	True	True	True	False		Витрата газу
FE_Gaz_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Витрата газу
FE_Steam	Int	0	False	True	True	True	False		Витрата пари
FE_Steam_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Витрата пари
FE_Water	Int	0	False	True	True	True	False		Витрата води
FE_Water_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Витрата води
QE_O2	Int	0	False	True	True	True	False		Концентрація O2
QE_O2_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Концентрація O2
QE_CO	Int	0	False	True	True	True	False		Концентрація CO
QE_CO_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Концентрація CO
MEO_Gaz	Int	0	False	True	True	True	False		Положення MEO газ
MEO_Gaz_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Положення MEO газ
MEO_Rerafaction	Int	0	False	True	True	True	False		Положення MEO розрідження
MEO_Rerafaction_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Положення MEO розрідження
MEO_Water	Int	0	False	True	True	True	False		Положення MEO вода
MEO_Water_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Положення MEO вода
MEO_Air	Int	0	False	True	True	True	False		Положення MEO повітря
MEO_Air_R	Real	0.0	False	True	True	True	False		Положення MEO повітря
GPZ_Open	Bool	false	False	True	True	True	False		ГПЗ відкрити
GPZ_Close	Bool	false	False	True	True	True	False		ГПЗ закрити
LE_Boiler_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False		Рівень задане значення
PE_Air_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False		Тиск повітря задане значення
FE_Gaz_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False		Витрата газу задане значення
MEO_Gaz_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False		Ручний/ автоматичний режим
MEO_Air_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False		Ручний/ автоматичний режим
MEO_Rerafaction_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False		Ручний/ автоматичний режим
MEO_Water_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False		Ручний/ автоматичний режим
SB_Simulator	Bool	false	False	True	True	True	False		Симуляція
SB_Emergency_Stop	Bool	false	False	True	True	True	False		Аварійна зупинка

Рис. 5.2. Блок даних входів

## Блок даних виходів

### Output [DB3]

Output Properties									
General									
Name	Output	Number	3	Type	DB	Language	DB		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment		Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/ OPC UA/ Web API	Visible in HMI engi-neering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
▼ Static									
M1_Start	Bool	false	False	True	True	True	False		Пуск димотяга
M1_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False		Зупинка димотяга
M2_Start	Bool	false	False	True	True	True	False		Пуск вентилятора
M2_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False		Зупинка вентилятора
VLV_GPZ_Open	Bool	false	False	True	True	True	False		Відкриття ГПЗ
VLV_GPZ_Close	Bool	true	False	True	True	True	False		Закриття гПЗ
MEO_Water_More	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО вода більше
MEO_Water_Less	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО вода менше
MEO_Air_More	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО повітря більше
MEO_Air_Less	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО повітря менше
Zapal_Start	Bool	false	False	True	True	True	False		Старт пальника
Zapal_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False		Зупинка пальника
MEO_Gaz_More	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО газ більше
MEO_Gaz_Less	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО газ менше
MEO_Gaz_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		МЕО газ ручне завдання
MEO_Air_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		МЕО повітря ручне завдання
MEO_Rerafaction_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		МЕО розрідження ручне завдання
MEO_Water_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		МЕО вода ручне завдання
MEO_Rerafaction_More	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО розрідження більше
MEO_Rerafaction_Less	Bool	false	False	True	True	True	False		МЕО розрідження менше

Рис. 5.3. Блок даних виходів

## Блок даних інше

### Different [DB4]

Different Properties									
General									
Name	Different	Number	4	Type	DB	Language	DB		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment		Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/ OPC UA/ Web API	Visible in HMI engi-neering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
▼ Static									
StepProg	Int	0	False	True	True	True	False		
StepStop	Int	0	False	True	True	True	False		
StepEmergency	Int	0	False	True	True	True	False		
PID_FE_Gaz	Bool	false	False	True	True	True	False		
PE_Air_Coeff	Real	0.0	False	True	True	True	False		
PE_Air_Mode	Bool	false	False	True	True	True	False		
PID_LE_Boiler	Bool	false	False	True	True	True	False		
PID_PE_Air	Bool	false	False	True	True	True	False		
PID_PE_Rerafaction	Bool	false	False	True	True	True	False		
Time_Air	Bool	false	False	True	True	True	False		
Time_Stop_Air	Bool	false	False	True	True	True	False		
Step_Main_mode	Bool	false	False	True	True	True	False		
Impuls_MEO_Water	Int	0	False	True	True	True	False		
Impuls_MEO_Air	Int	0	False	True	True	True	False		
Impuls_MEO_Rerafaction	Int	0	False	True	True	True	False		
Impuls_MEO_Gaz	Int	0	False	True	True	True	False		
Air_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False		

Рис. 5.4. Блок даних інше

## Блок даних тривоги

### ALARM [DB10]

ALARM Properties									
General									
Name	ALARM	Number	10	Type	DB	Language	DB		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment		Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/OPC UA/ Web API	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
▼ Static									
High_LE_Boiler	Bool	false	False	True	True	True	False		
Low_LE_Boiler	Bool	false	False	True	True	True	False		

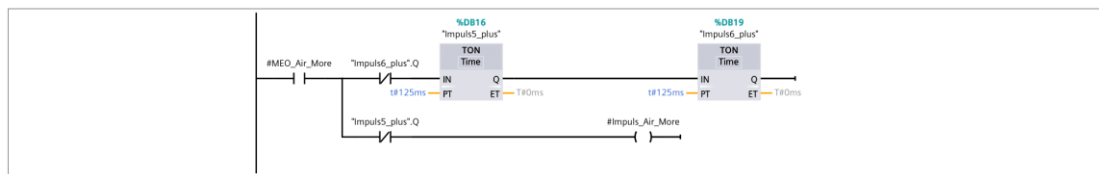
Рис. 5.5. Блок даних тривоги

## Програма генератор імпульсів

### Impuls\_Generation [FB5]

Impuls_Generation Properties									
General									
Name	Impuls_Generation	Number	5	Type	FB	Language	LAD		
Numbering	Automatic								
Information									
Title		Author		Comment		Family			
Version	0.1	User-defined ID							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/OPC UA/ Web API	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
▼ Input									
MEO_Water_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Water_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Air_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Air_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Rarefaction_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Rarefaction_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Gaz_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
MEO_Gaz_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
PE_Reduction_Start	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
▼ Output									
Impuls_Water_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Water_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Air_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Air_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Rarefaction_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Rarefaction_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Gaz_More	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Impuls_Gaz_Less	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
PE_Reduction	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

#### Network 1: Імпульси МЕО повітря більше



#### Network 2: Імпульси МЕО повітря менше

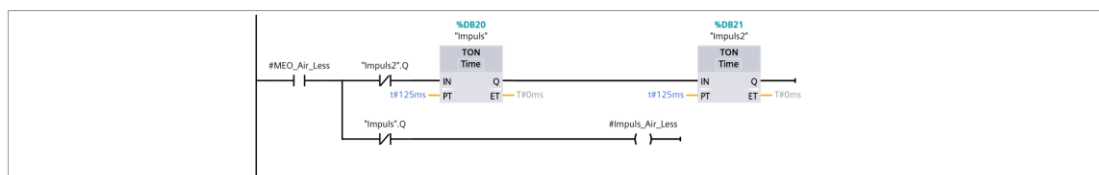
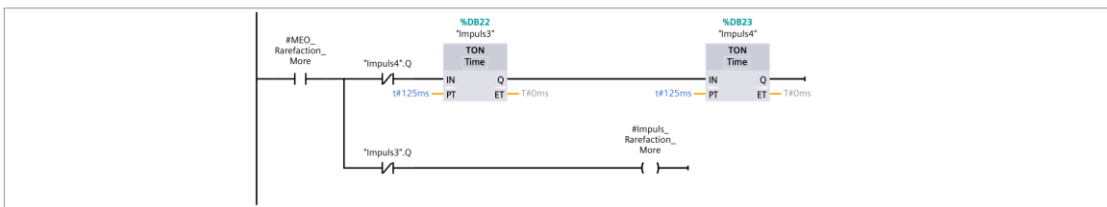


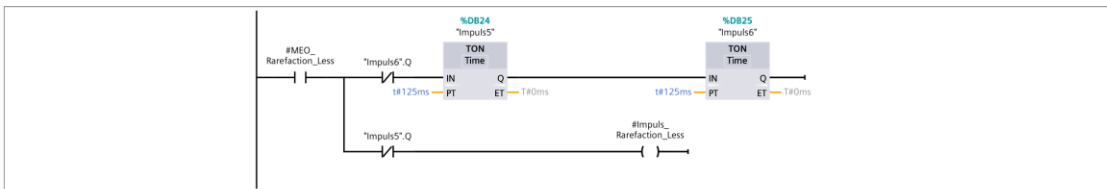
Рис. 5.6. Програма генератор імпульсів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

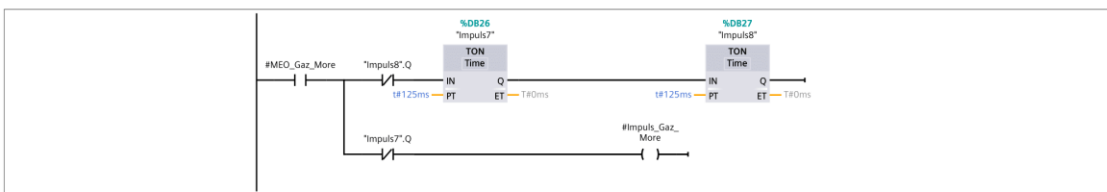
Network 3: Імпульси МЕО розрідження



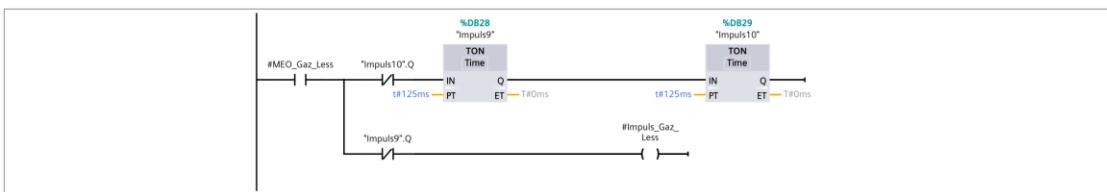
Network 4: Імпульси МЕО розрідження менше



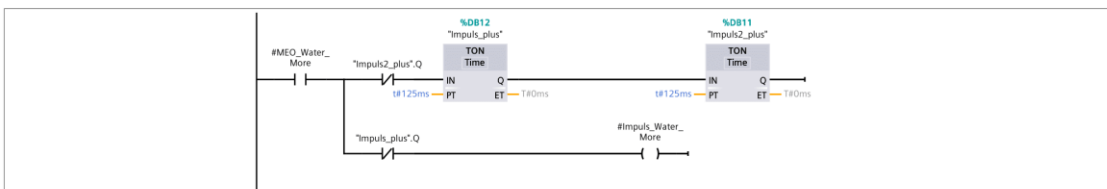
Network 5: Імпульси МЕО газ більше



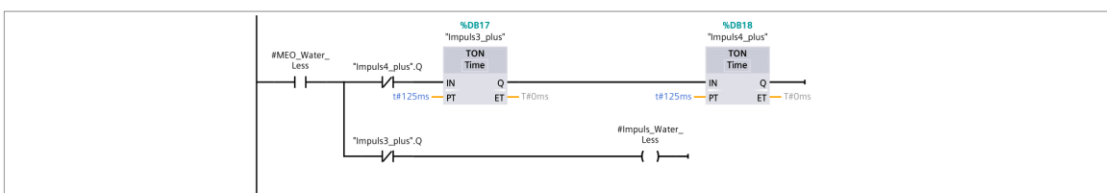
Network 6: Імпульси МЕО газ менше



Network 7: Імпульс МЕО вода більше



Network 8: Імпульс МЕО вода менше



Network 9: Імпульс зменшення тиску в барабані

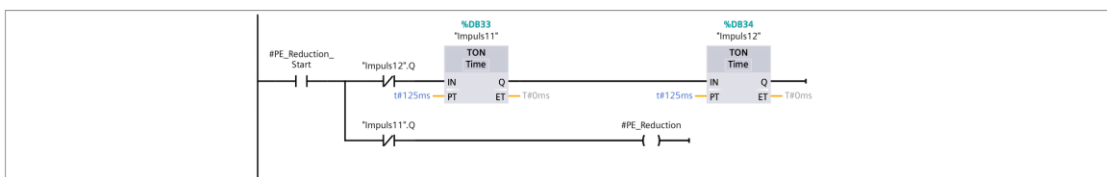


Рис. 5.7. Програма генератор імпульсів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Програма розпалювання

```

0001 "PID-regulators_DB"();
0002
0003 "Time_Air".TON(IN := "Different".Time_Air,
0004     PT := t#150s);
0005
0006
0007 IF "Input".SB_Start AND "Different".StepProg = 0 THEN
0008     "Different".StepProg := 1;
0009
0010 END_IF;
0011
0012
0013 CASE "Different".StepProg OF
0014 1: // Перевіряємо чи все закрито
0015     IF "Input".MEO_Air_R <= 0.0 AND "Input".MEO_Gaz_R <= 0.0 AND "Input".MEO_Rerafaction_R <= 0.0 AND "Input".MEO_Wa-
0016     ter_R <= 0.0 AND "Output".Ml_Stop = 1 AND "Output".M2_Stop = 1 AND "Output".VLV_GPZ_Close THEN
0017         "Different".StepProg := 2;
0018     END_IF;
0019 2: // перевіряємо тиск в барабані
0020     IF "Input".PE_Boiler_R <= 1200.0 THEN
0021         "Different".StepProg:=3;
0022     END_IF;
0023 3: //Якщо рівень менший - робимо підживлення
0024     "Input".LE_Boiler_SP := 110.0;
0025     "Input".MEO_Water_Man_Auto := 0;
0026     IF "Input".LE_Boiler_R<=110.0 THEN
0027         "Different".PID_LE_Boiler := 1;
0028     END_IF;
0029     IF "Input".LE_Boiler_R >= 110.0 THEN // рівень = заданому
0030         "Different".StepProg := 4;
0031     END_IF;
0032 4:// запуск димотяга та вентилятора
0033     "Output".M2_Start := 1;
0034     "Output".M2_Stop := 0;
0035     "Different".PID_PE_Air := 1;
0036     "Input".MEO_Air_Man_Auto := 0;
0037     "Different".PE_Air_Mode := 0;
0038     "Input".PE_Air_SP := 1200.0;
0039     "Different".Time_Air := 1; // пуск таймера продувки топочного відділення
0040     IF "Input".PE_Rerafaction_R >= 45.0 THEN
0041         "Output".M1_Start := 1;
0042         "Output".M1_Stop := 0;
0043         "Different".PID_PE_Rerafaction := 1;
0044         "Input".MEO_Rerafaction_Man_Auto := 0;
0045         "Input".PE_Rerafaction_SP := 45.0;
0046     END_IF;
0047     IF "Time_Air".Q THEN //зупинка таймера
0048         "Different".Time_Air := 0;
0049         "Different".StepProg := 5;
0050     END_IF;
0051 5: //старт пальника
0052     "Input".LE_Boiler_SP := 0.0;
0053     "Different".PID_FE_Gaz := 1;
0054     "Input".MEO_Gaz_Man_Auto := 1;
0055     "Output".MEO_Gaz_Man := 35.0;
0056     "Different".PE_Air_Mode := 1;
0057     "Different".PE_Air_Coeff := 5.0;
0058     IF "Input".MEO_Gaz_R >= 35.0 AND "Input".PE_Air_R >= 3675.0 THEN
0059         "Output".Zapal_Start := 1;
0060         "Output".Zapal_Stop := 0;
0061         "Different".StepProg := 6;
0062     END_IF;
0063 6://вихід на робочу зону
0064     IF "Input".PE_Boiler_R >= 1000.0 THEN
0065         "Input".MEO_Gaz_Man_Auto := 0;
0066         "Different".StepProg := 7;
0067     END_IF;
0068 7:
0069     IF "Input".PE_Boiler_R >= 1600.0 THEN
0070         "Output".VLV_GPZ_Open := 1;
0071         "Output".VLV_GPZ_Close := 0;
0072         "Different".Step_Main_mode := 1;
0073         "Different".StepProg := 0;
0074     END_IF;
0075 ELSE // якщо нічого то йдемо на секцію звичайної роботи
0076     "Different".Step_Main_mode := 1;
0077 END_CASE;
0078

```

*Рис. 5.8. Програма розпалювання*

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## Програма робочого режиму

```
0001 "PID-regulators_DB"();
0002
0003 IF "Different".Step_Main_mode = 1 THEN //включення регуляторів для робочого режиму
0004     "Different".PID_LE_Boiler := 1;
0005     "Input".LE_Boiler_SP := 0.0;
0006     "Input".MEO_Water_Man_Auto := 0;
0007     "Different".PID_PE_Air := 1;
0008     "Different".PE_Air_Mode := 1;
0009     "Different".PE_Air_Coeff := 5.0;
0010     "Input".MEO_Air_Man_Auto := 0;
0011     "Different".PID_PE_Rarefaction := 1;
0012     "Input".PE_Rarefaction_SP := 45.0;
0013     "Input".MEO_Rerafaction_Man_Auto := 0;
0014     "Different".PID_FE_Gaz := 1;
0015     "Input".MEO_Gaz_Man_Auto := 0;
0016     "Output".M2_Start := 1;
0017     "Output".M2_Stop := 0;
0018     "Output".M1_Start := 1;
0019     "Output".M1_Stop := 0;
0020     "Output".Zapal_Start := 1;
0021     "Output".Zapal_Stop := 0;
0022     IF "Input".PE_Boiler_R >= 1600.0 THEN
0023         "Output".VLV_GPZ_Open := 1;
0024         "Output".VLV_GPZ_Close := 0;
0025     END_IF;
0026 END_IF;
0027 IF "Output".M2_Stop OR "Output".M1_Stop OR "Output".Zapal_Stop OR "Output".VLV_GPZ_Close THEN
0028     "Input".SB_Start := 0;
0029     "Different".StepEmergency := 1;
0030     "Input".SB_Start := 0;
0031 END_IF;
```

Рис. 5.9. Програма робочого режиму

## Програма тривоги

```
0001 IF "Input".LE_Boiler_R < - 315.0 THEN
0002     "ALARM".Low_LE_Boiler := 1;
0003     ;
0004 END_IF;
0005
0006 IF "Input".LE_Boiler_R >= - 315.0 THEN
0007     "ALARM".Low_LE_Boiler := 0;
0008 END_IF;
0009
0010 IF "Input".LE_Boiler_R <= 315.0 THEN
0011     "ALARM".High_LE_Boiler := 0;
0012 END_IF;
0013
0014 IF "Input".LE_Boiler_R > 315.0 THEN
0015     "ALARM".High_LE_Boiler := 1;
0016 END_IF;
```

Рис. 5.10. Програма тривоги

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Програма зупинки

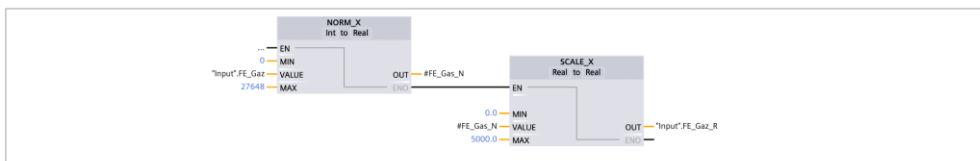
```
0001 "PID-regulators_DB"();
0002 "Time_Stop_Air".TON(IN:"Different".Time_Stop_Air,
0003     PT:=t#100s);
0004
0005 IF "Input".SB_Emergency_Stop AND "Different".StepEmergency = 0 THEN //аварійна зупинка
0006     "Input".SB_Start := 0;
0007     "Different".Step_Main_mode := 0;
0008     "Different".StepEmergency := 1;
0009 END_IF;
0010
0011 IF "Input".SB_Stop AND "Different".StepStop = 0 AND "Different".Step_Main_mode = 1 THEN //зупинка
0012     "Input".SB_Start := 0;
0013     //"Different".Step_Main_mode :=0;
0014     "Different".StepStop := 1;
0015
0016 END_IF;
0017 CASE "Different".StepStop OF // алгоритм зупинки
0018     1:
0019         "Different".Step_Main_mode := 0;
0020         "Output".Zapal_Start := 0;
0021         "Output".Zapal_Stop := 1;
0022         "Input".MEO_Gaz_Man_Auto := 1;
0023         "Different".PE_Air_Mode := 0;
0024         "Input".PE_Air_SP := 1200.0;
0025         "Output".MEO_Gaz_Man := 0.0;
0026         IF "Output".MEO_Gaz_Man <= 0.0 THEN
0027             "Different".Time_Stop_Air := 1;
0028             "Different".StepStop := 2;
0029         END_IF;
0030     2:
0031         IF "Time_Stop_Air".Q THEN
0032             "Input".MEO_Air_Man_Auto := 1;
0033             "Output".MEO_Air_Man := 0.0;
0034             "Output".M2_Start := 0;
0035             "Output".M2_Stop := 1;
0036         END_IF;
0037         IF "Input".PE_Air_R <= 100.0 THEN
0038             "Output".M1_Start := 0;
0039             "Output".M1_Stop := 1;
0040             "Input".MEO_Rerafaction_Man_Auto := 1;
0041             "Output".MEO_Rerafaction_Man := 0.0;
0042         END_IF;
0043
0044         IF "Input".PE_Boiler_R <= 1350.0 THEN
0045             "Output".VLV_GPZ_Open := 0;
0046             "Output".VLV_GPZ_Close := 1;
0047             "Input".MEO_Water_Man_Auto := 0;
0048             "Output".MEO_Water_Man := 0.0;
0049         END_IF;
0050
0051 END_CASE;
0052
0053 CASE "Different".StepEmergency OF //алгоритм аварійного блокування
0054     1:
0055         "Output".Zapal_Start := 0;
0056         "Output".Zapal_Stop := 1;
0057         "Input".MEO_Gaz_Man_Auto := 1;
0058         "Different".PE_Air_Mode := 0;
0059         "Input".PE_Air_SP := 1200.0;
0060         "Output".MEO_Gaz_Man := 0.0;
0061         "Input".MEO_Air_Man_Auto := 1;
0062         "Output".MEO_Air_Man := 0.0;
0063         "Output".M2_Start := 0;
0064         "Output".M2_Stop := 1;
0065         "Output".M1_Start := 0;
0066         "Output".M1_Stop := 1;
0067         "Input".MEO_Rerafaction_Man_Auto := 1;
0068         "Output".MEO_Rerafaction_Man := 0.0;
0069         IF "Input".PE_Boiler_R <= 1350.0 THEN
0070             "Output".VLV_GPZ_Open := 0;
0071             "Output".VLV_GPZ_Close := 1;
0072             "Input".MEO_Water_Man_Auto := 0;
0073             "Output".MEO_Water_Man := 0.0;
0074             "Different".StepEmergency := 0;
0075         END_IF;
0076
0077 END_CASE;
```

Рис. 5.11. Програма зупинки

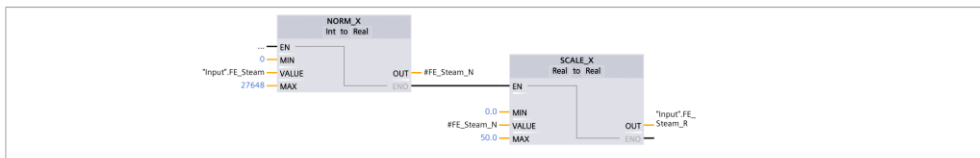
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Програма масштабування

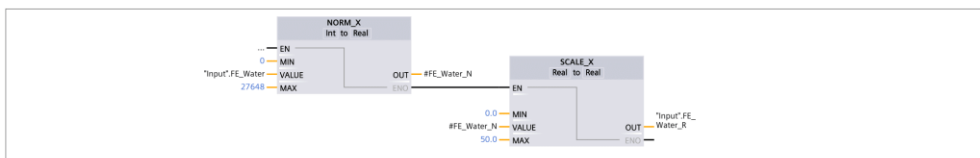
Network 1: Витрата газу



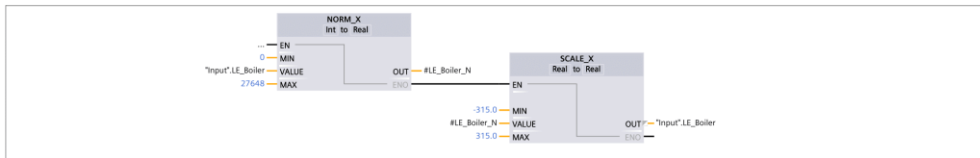
Network 2: Витрата пари



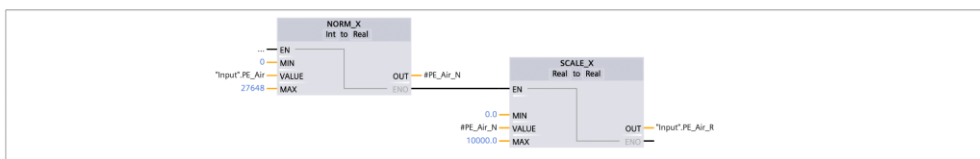
Network 3: Витрата води



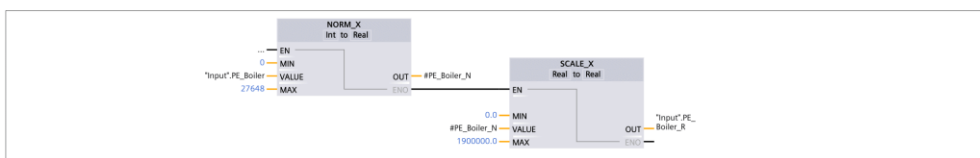
Network 4: Рінь в барабані



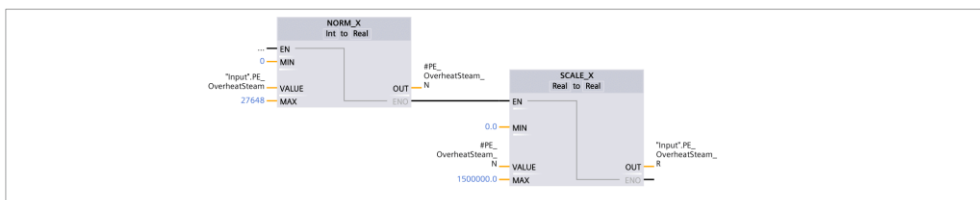
Network 5: Тиск повітря



Network 6: Тиск в барабані



Network 7: Тиск перегрітої пари



Network 8: Розрідження

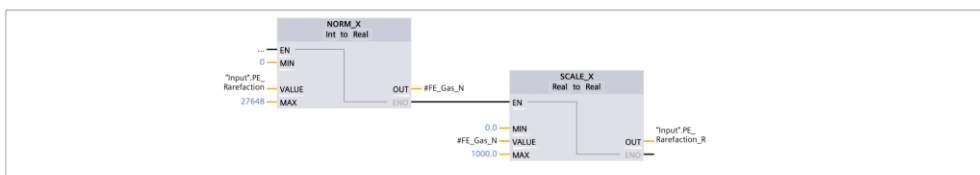


Рис. 5.12. Програма масштабування

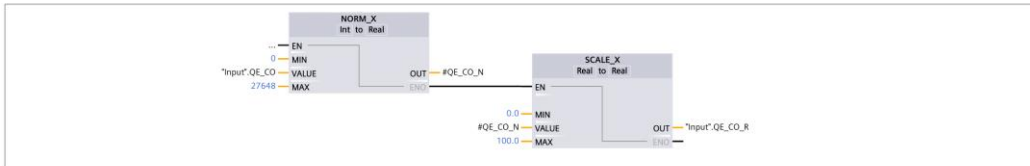
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

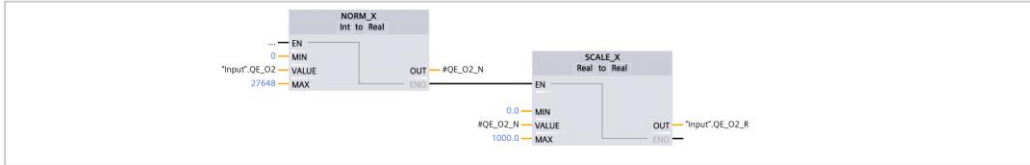
Арк.

69

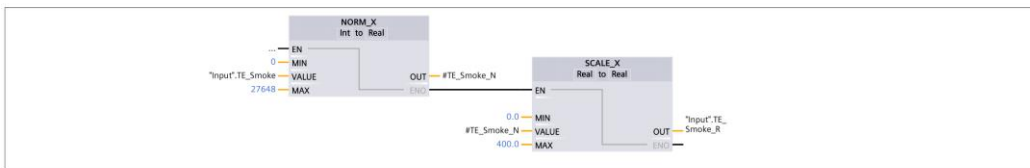
Network 9: Концентрація CO



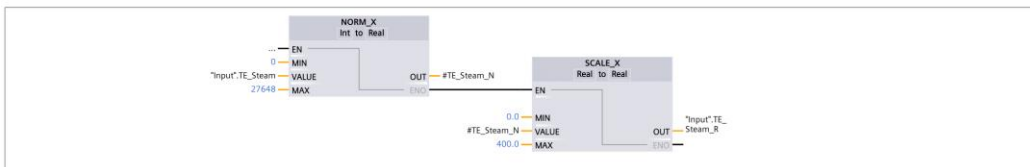
Network 10: Концентрація O2



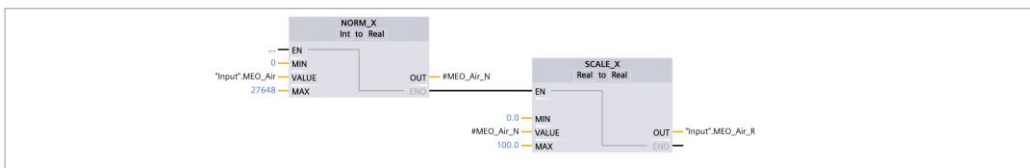
Network 11: Температура дим.газів



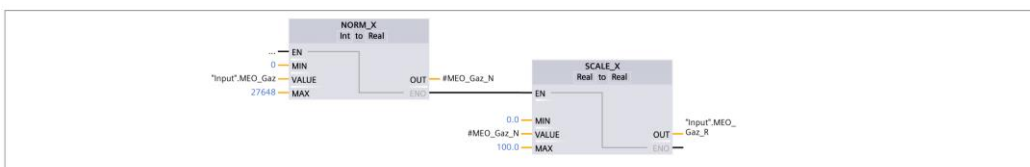
Network 12: Температура пари



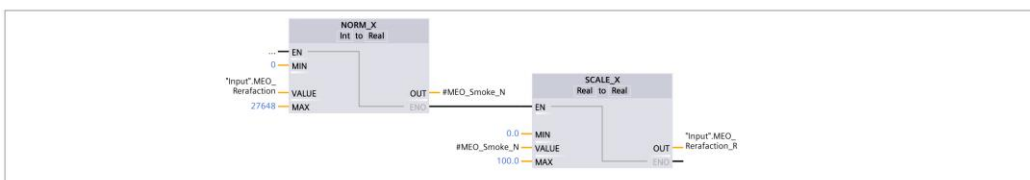
Network 13: Положення МЕО повітря



Network 14: МЕО газ



Network 15: МЕО розрідження



Network 16: МЕО Вода

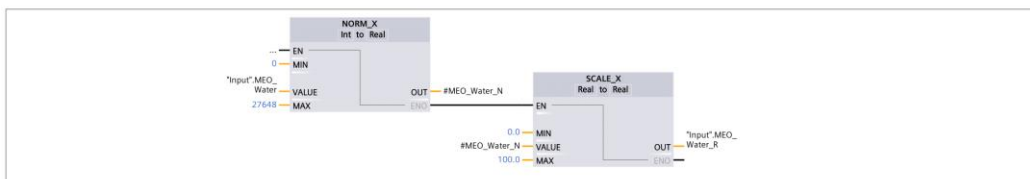


Рис. 5.13. Програма масштабування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

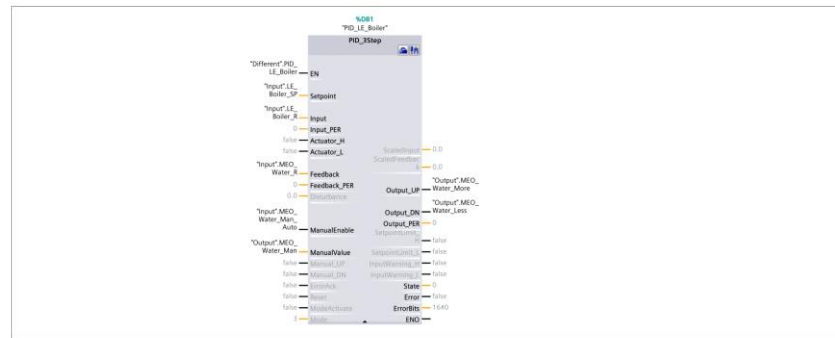
Кваліфікаційна робота

Арк.

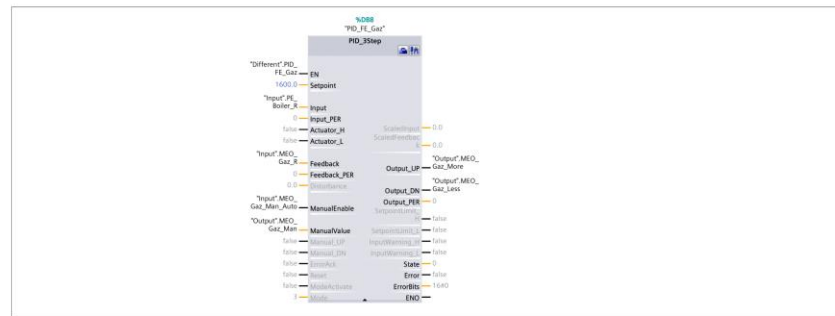
70

# Програма ПІД-регуляторів

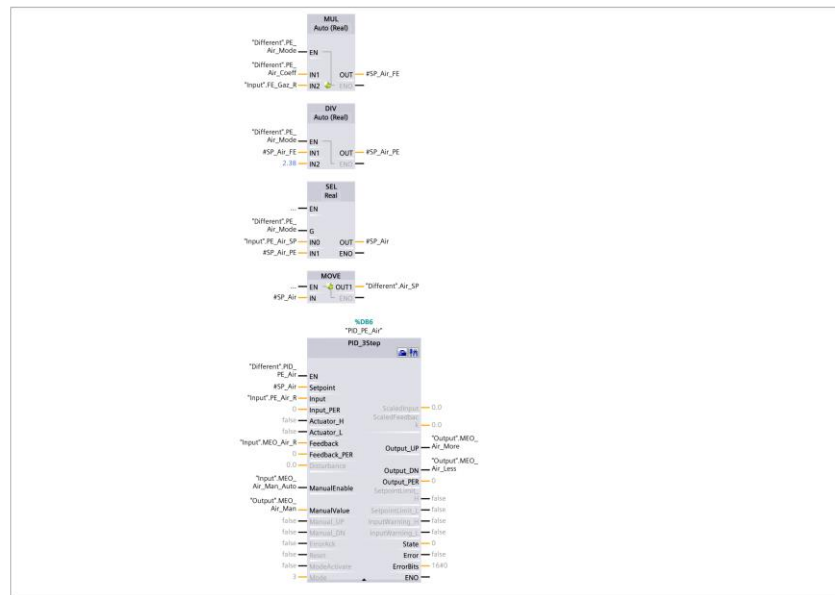
Network 1: Регулятор води



Network 2: Регулятор газу



Network 3: Регулятор повітря



Network 4: Регулятор розрідження

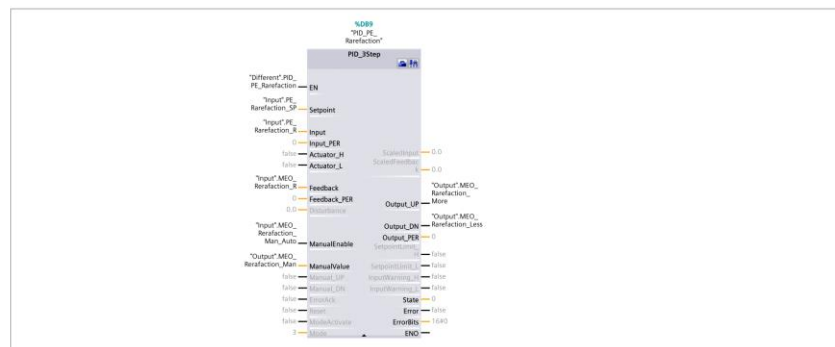
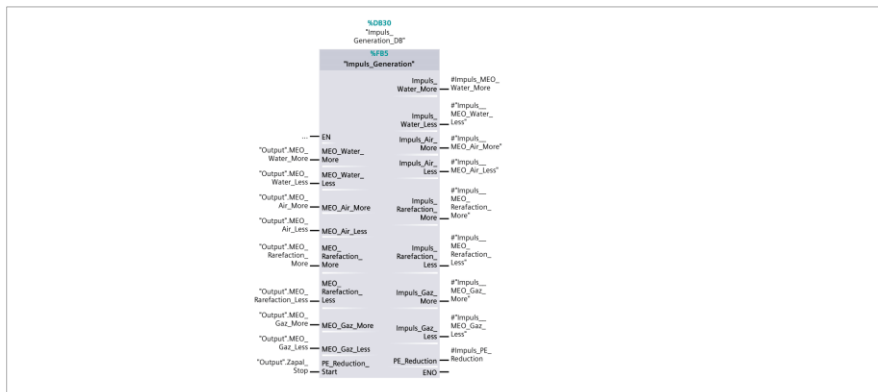


Рис. 5.14. Програма ПІД-регуляторів

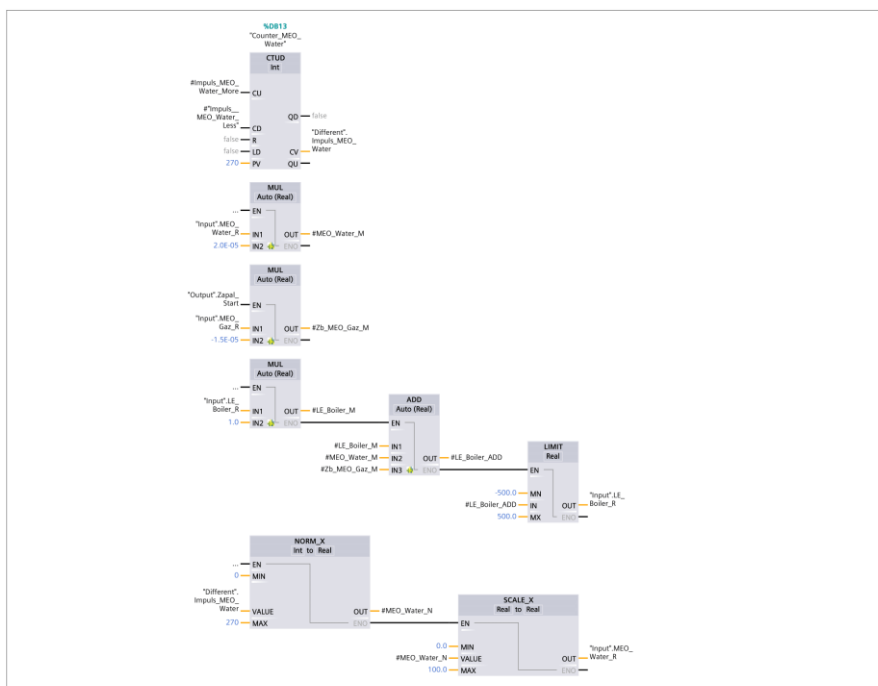
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

# Програма симуляція



Network 2: Імітація води



Network 3: Імітація повітря

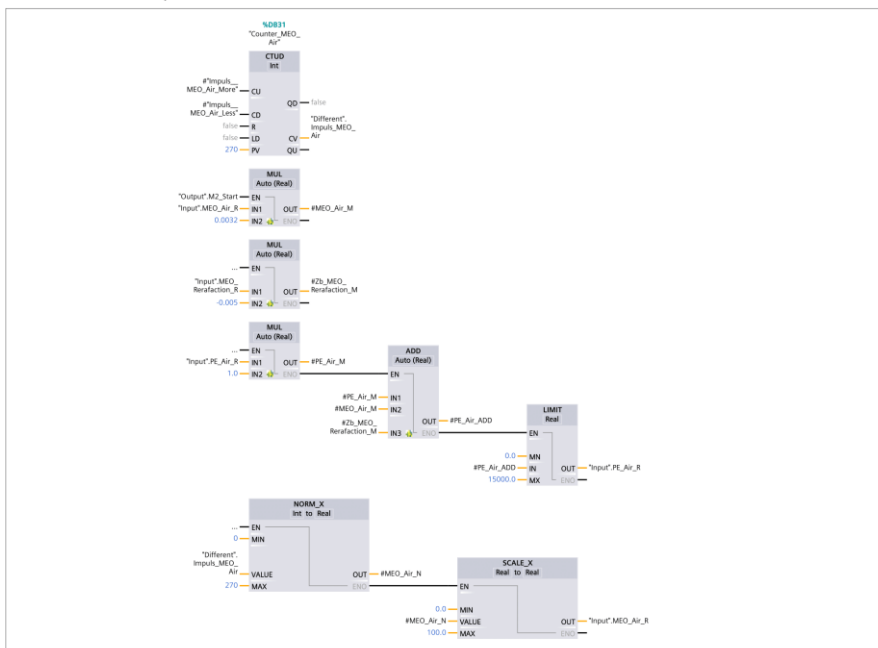
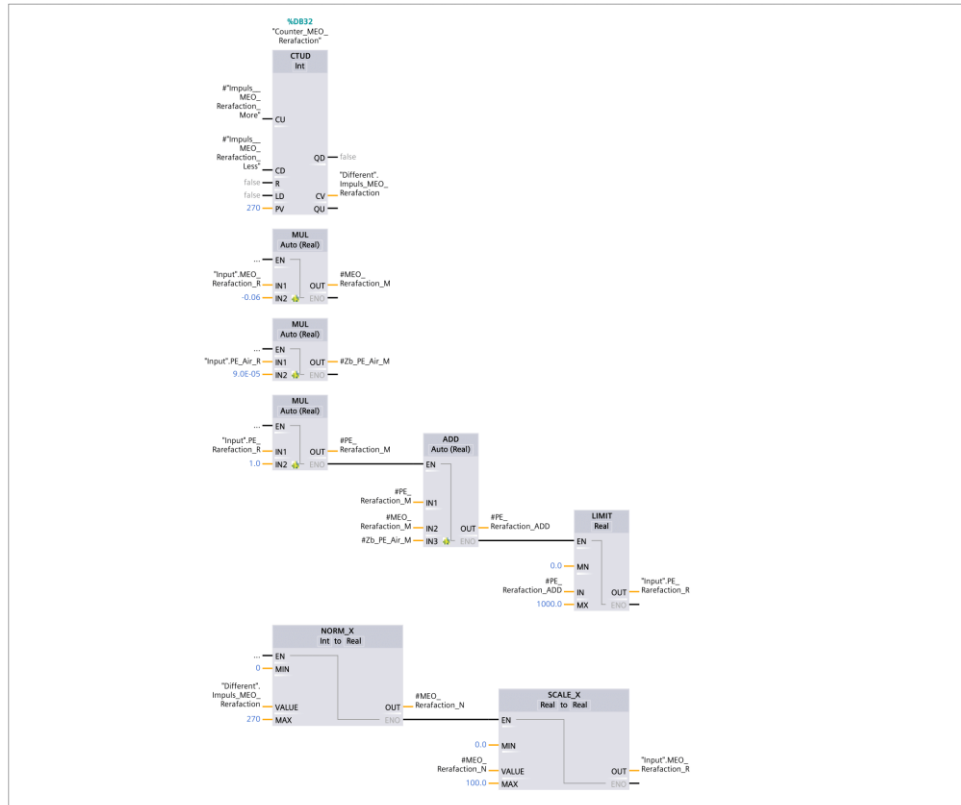


Рис. 5.15. Програма симуляція

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Network 4: Імітація розрідження



Network 5: Імітація регулювання газу та витрата газу, та імітація тиску в барабані

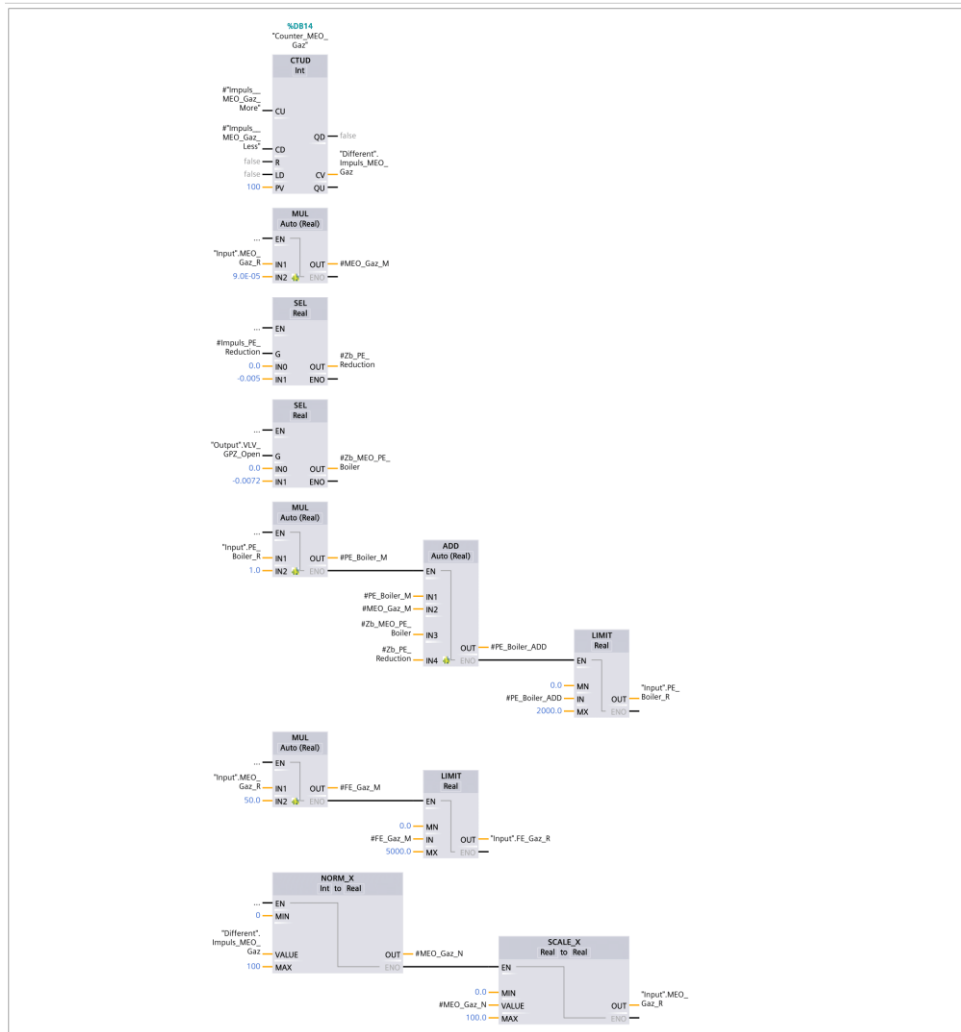
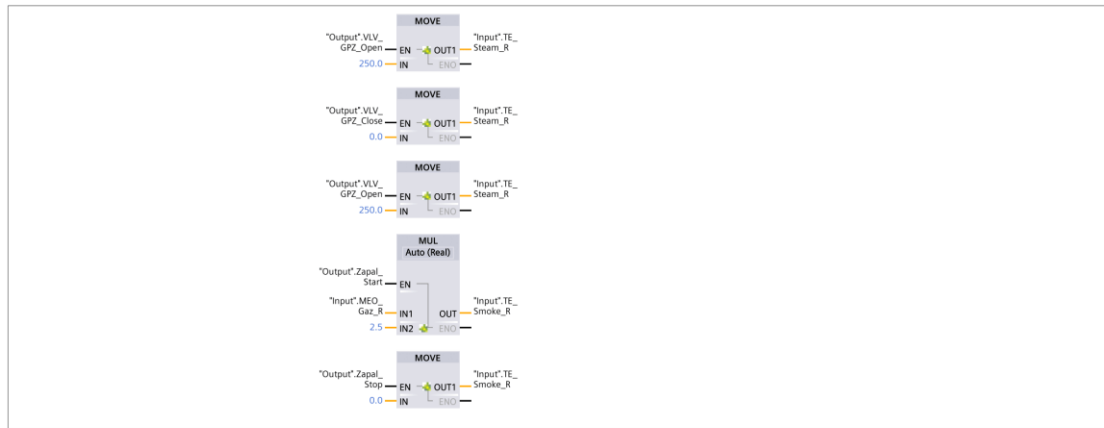


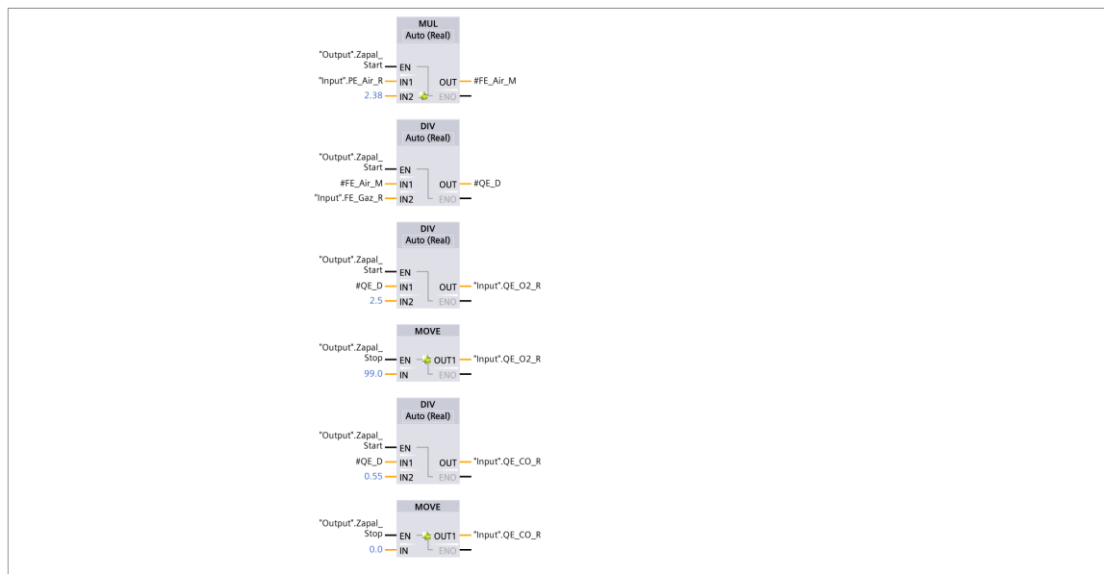
Рис. 5.16. Програма симуляція

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

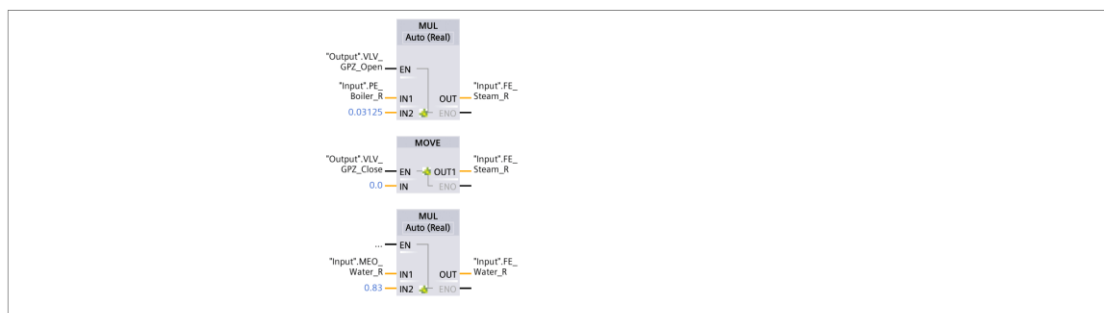
Network 6: Температури



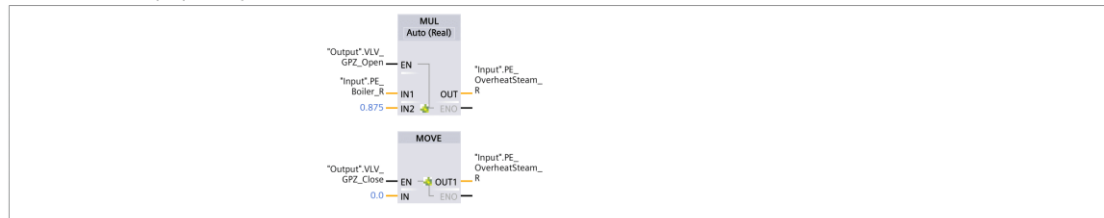
Network 7: Qe O2 & CO



Network 8: Витрата води та пари



Network 9: Тиск перегрітої пари



Network 10: Тиск газу



Рис. 5.18. Програма симуляція

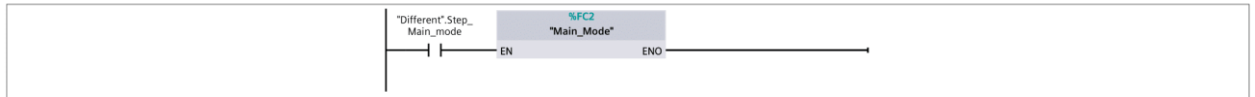
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

# Програма організаційного блоку

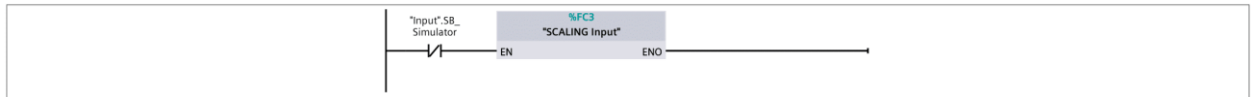
Network 1:



Network 2:



Network 3:



Network 4:



Network 5:



Network 6:

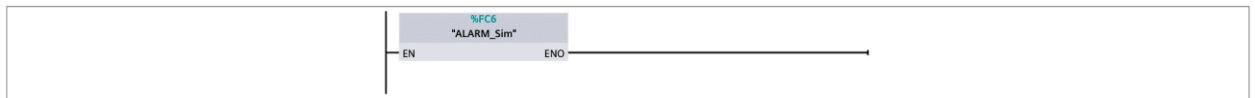


Рис. 5.19. Програма організаційного блоку

# Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

## 6.1. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

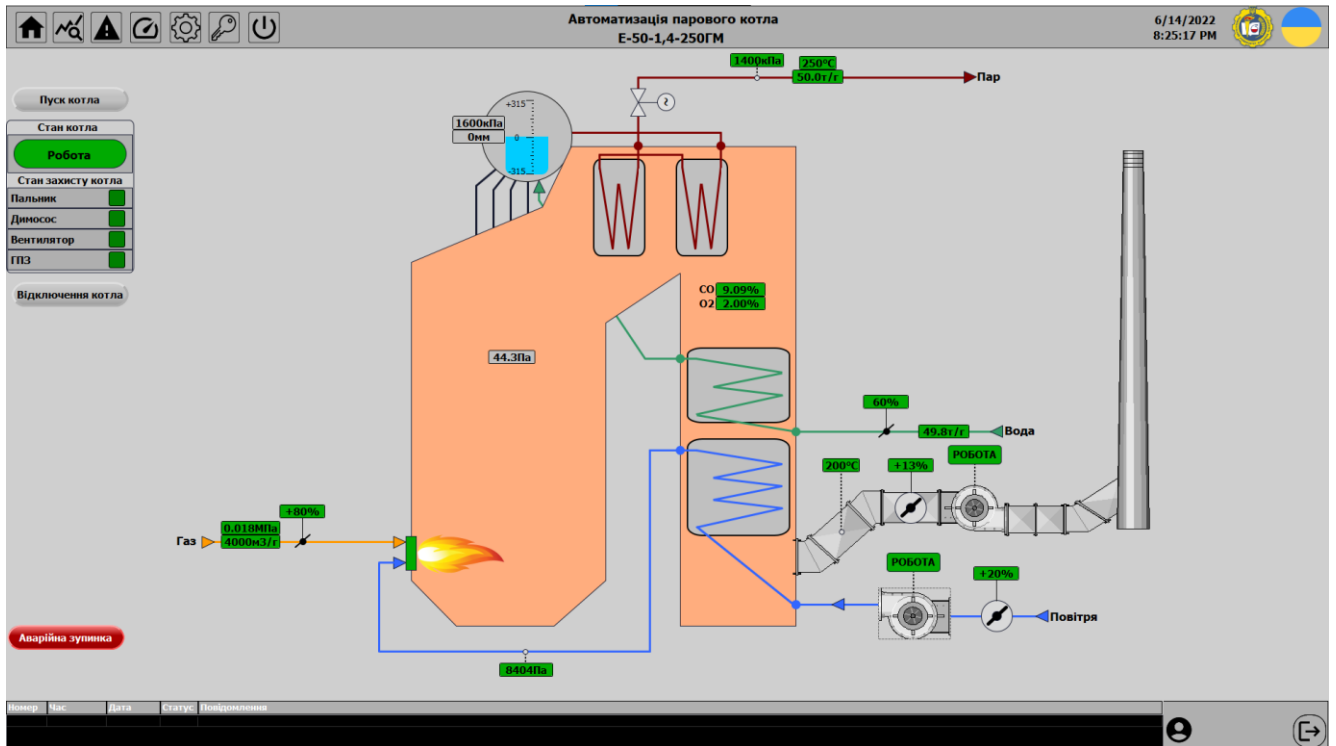


Рис. 6.1. Загальна мнемосхема

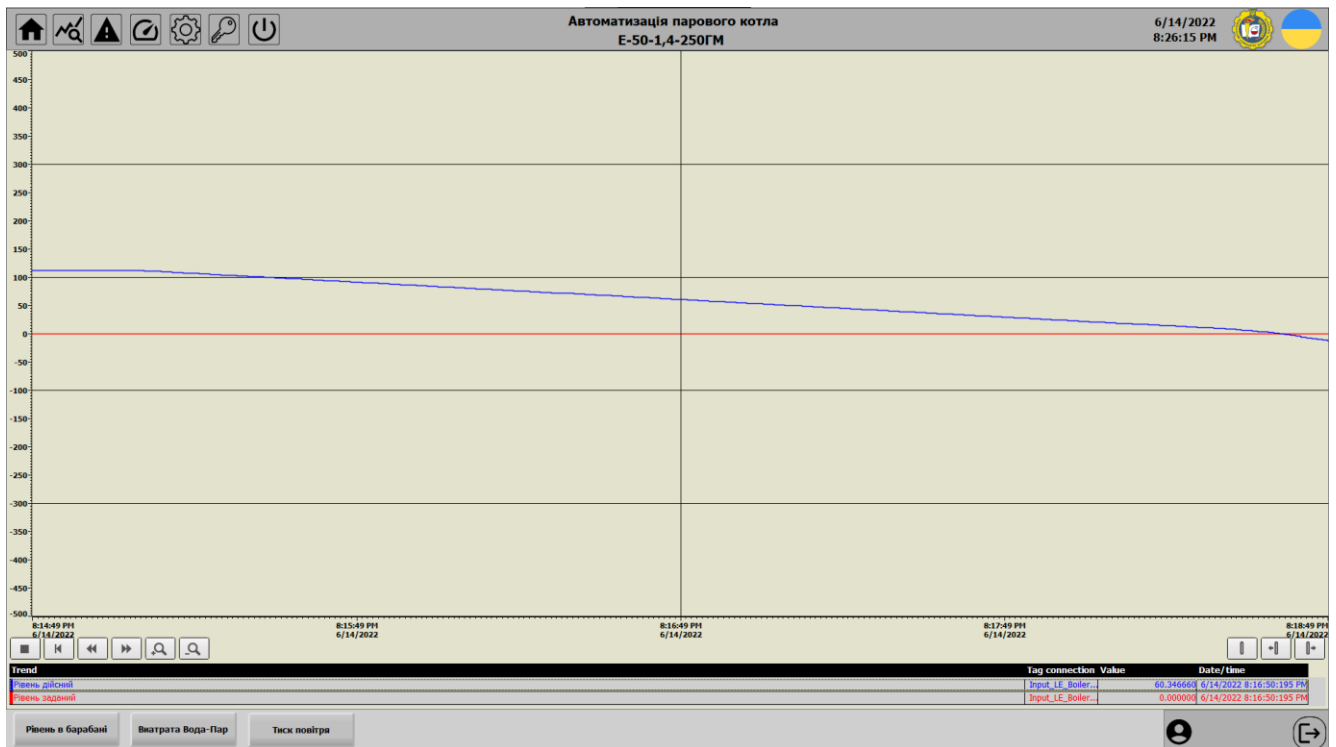


Рис. 6.2. Сторінка тренди

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Ющук П.О.			Розробка системи автоматизації парового котла продуктивністю 50 тон пари в годину	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мацебула Д.В.					76	3
Секр.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

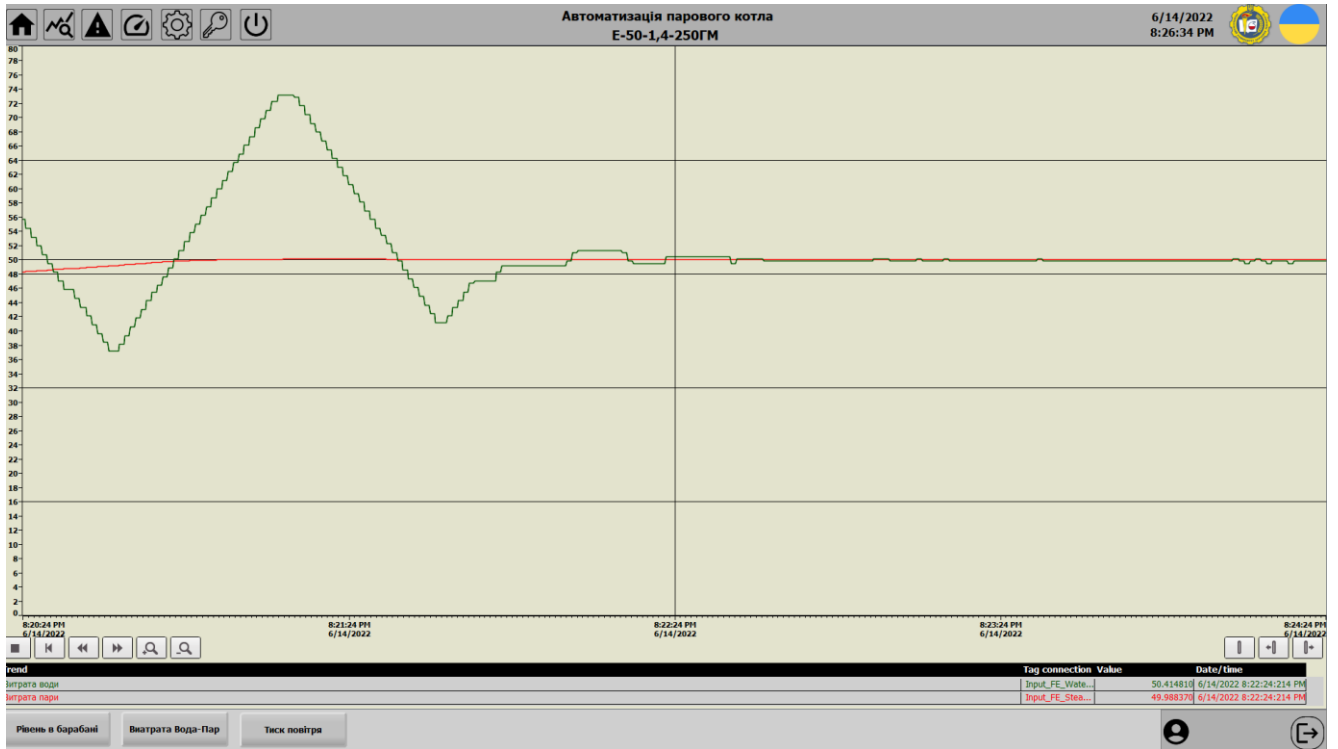


Рис. 6.3. Сторінка тренди

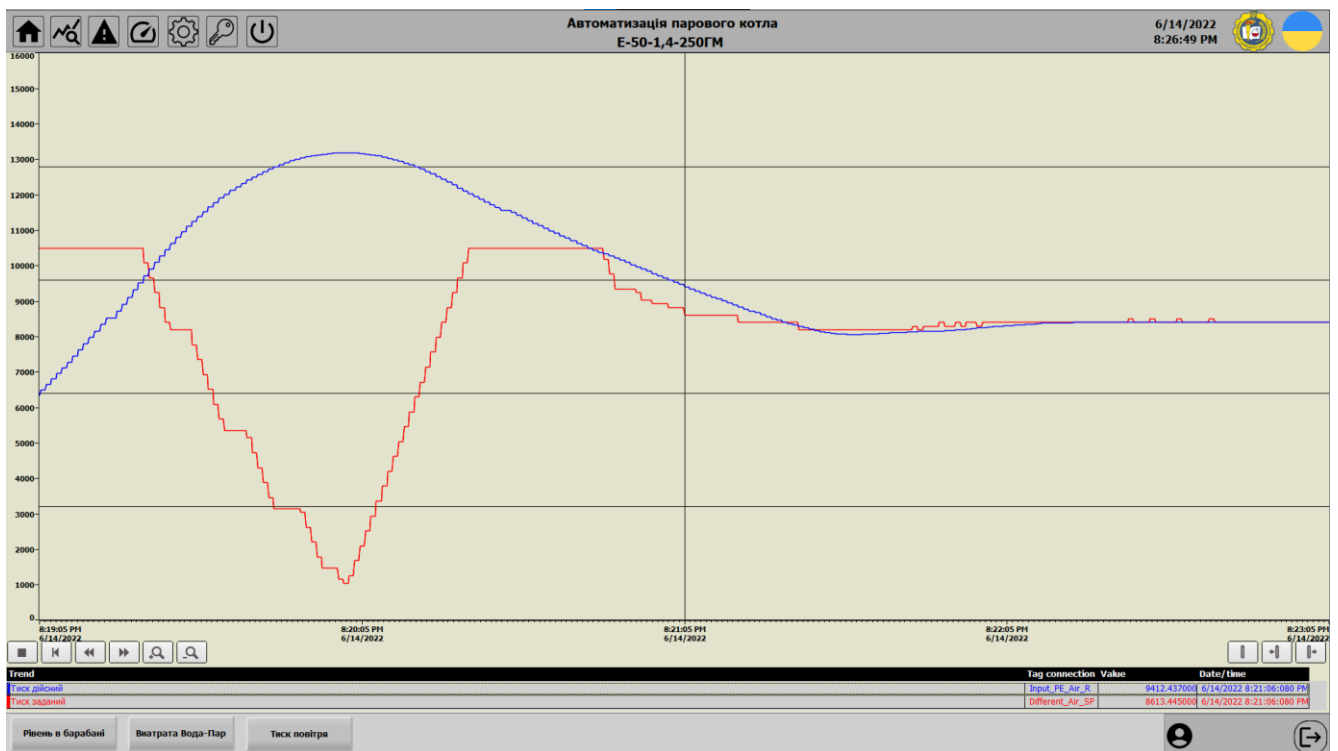


Рис. 6.4. Сторінка тренди



Рис. 6.5. Сторінка тривоги

## Висновок

Розроблена в даному проєкті схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес отримання пари в оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів. В проєкті була використана сучасна схема слідкування за показниками якості спалювання палива яка дозволяє ефективно та економічно керувати подачею палива до пальника. Адаптивна система живлення усіх технічних засобів попереджує знеструмлення усієї системи. Схема контролю та виконання розпалювання дозволяє попередити аварії та завдяки цій схемі процес розпалювання виконується в оптимальному режимі.

Для досягнення оптимальних результатів роботи певного агрегату на підприємстві і використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій. В проєкті використовувались технічні засоби передових виробників такі як: VEGA, Aplisens, Siemens, Schnider та ін. Сучасні технічні засоби дозволили вимірювати та регулювати технологічні параметри з високою точністю. Всі датчики мають можливість їх ремонту та налаштування без зупинки технологічного процесу. Процес ремонту можна виконувати без демонтажу технічного засобу. Оскільки датчики зроблені з окремих частин, у разі виходу з ладу одної з них непотрібно купувати новий пристрій, достатньо замовити зламану деталь та замінити її.

Система після виходу на робочі параметри здатна керувати процесом виготовлення пари самостійно, оператору достатньо лише контролювати показники. Система аварійного захисту дозволить попередити аварію та перевести агрегат у стан зупинки. Таким чином розроблена система значно полегшує роботу оператора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаної літератури

1. Борщев Д.Я. Устройство и эксплуатация отопительных котельных малой мощности. М Стройиздат., 1982г.
2. Волков М.А., Бочков В.А Эксплуатация газифицированных котельных. М.: Стройиздат., 1983г.
3. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности. –М.: Энергоатомиздат, 1989. – 448 с.
4. ПБ 10-574-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ПБ 10-574-03. СПб.: ЦОТПБСП, 2003г
6. Сергеев А.В. Справочное учебное пособие для персонала котельных. СПб.: ДЕАН 2003г.
7. Сідлецький В.М., Проектування систем автоматизації: Метод. рекомендації до виконання курс. проекту для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання./Уклад.: В.М.Сідлецький, В.Г. Трегуб – К.: НУХТ, 2013. – 46 с.
8. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие, Книга 1. – СПб.: ДЕАН, 2010. – 552 с.
9. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие, Книга 2. –СПб.: ДЕАН, 2009. – 944 с.
10. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2014. – 344 с.
11. Ельперін І.В., Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед.— К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
12. Левченко О.І., Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок. Навчальний. посібник / О.І. Левченко, В.М. Сідлецький– К.:НУХТ, 2014. – 227с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.

14. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп’ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

15. Трегуб В.Г. Основи комп’ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.

16. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.

17. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.

18. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.

19. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.

20. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.

21. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп’ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						81
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

22. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напрямку 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

23. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

24. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

25. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

26. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		