



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Gaas-lämmastikhingamise juhtimis- ja  
visualiseerimissüsteemi loomine Petroter 1, 2 ja UOFV  
(fenoolvee puhastusseadme) mahutipargi jaoks TIA  
Portali keskkonas**

**Creation of a control and visualization system for gas-nitrogen  
respiration of a tank park Petroter 1, 2 and phenolic water  
purifier in the TIA Portal environment**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Andrei Murov

Üliõpilaskood: 178696RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Создание системы управления и визуализации газо-  
азотным дыханием ёмкостного парка Petroter 1, 2 и  
УФВ в среде TIA Portal**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMINE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Andrei Murov

Üliõpilaskood: 178696RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

# AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"...." ..... 20.....

Autor: Andrei Murov

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." ..... 20.....

Juhendaja: Sergei Pavlov

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"...." ..... 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Andrei Murov (sünnikuupäev: 06.07.1987)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Gaas-lämmastikhingamise juhtimis- ja visualiseerimissüsteemi loomine Petroter 1, 2 ja UOFV (fenoolvee puhastusseadme) mahutipargi jaoks TIA Portali keskkonnas, mille juhendaja on Sergei Pavlov,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Andrei Murov, 178696RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/17, Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: nimi, amet

ettevõtte, telefon, e-post

### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Gaas-lämmastikhingamise juhtimis- ja visualiseerimissüsteemi loomine Petroter 1, 2 ja UOFV (fenoolvee puhastusseadme) mahutipargi jaoks TIA Portali keskkonnas

(inglise keeles) Creation of a control and visualization system for gas-nitrogen respiration of a tank park Petroter 1, 2 and phenolic water purifier in the TIA Portal environment

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Materjali kogumine, riistvara ja tarkvara valik;
2. Siemens kontrolleri programme kirjutamine;
3. Visualiseerimissüsteemi loomine.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema valimine, vajaliku materjali kogumine	01.09.2021
2.	Programmi kirjutamine, visualiseerimise loomine	01.10.2021
3.	Programmi testimine, vigade avastamine ja parandamine	01.11.2021
4.	Lõputöö kirjutamine ja vormistamine	01.12.2021

**Töö keel:** Vene keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....."..... 20.....a

**Üliõpilane:** Andrei Murov

"....."..... 20.....a

/allkiri/

**Juhendaja:** Sergei Pavlov

"....."..... 20.....a

/allkiri/

**Konsultant:** .....  
/allkiri/

"....." ..... 20.....a

**Programmijuh:** Sergei Pavlov

/allkiri/

"....." ..... 20.....a

# СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	7
ПРЕДИСЛОВИЕ .....	8
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	9
ВВЕДЕНИЕ .....	10
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА .....	11
3 ТЕХНИЧЕСКО ЗАДАНИЕ И ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....	13
4 ОБОРУДОВАНИЕ .....	14
4.1 Используемое оборудование .....	14
5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ .....	17
5.1 Преобразование входных и выходных аналоговых сигналов. ....	17
5.2 Программирование дискретного клапана .....	20
5.3 Программирование дискретного уровнемера .....	22
5.4 Программирование управления регулирующим клапаном .....	23
5.5 Блокировка.....	26
6 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ.....	29
6.1 Главный экран .....	29
6.2 Окно сигнализаций .....	31
6.3 Окно графиков.....	33
6.4 Окно блокировок.....	35
6.5 Окно управления клапанами .....	36
7 ПУСКОВЫЕ ОПЕРАЦИИ .....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
RESÜMEE .....	42
SUMMARY .....	43
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	44
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	46
Приложение 1.....	46
Приложение 2.....	47
Приложение 3.....	48

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данный проект предлагается реализовать на предприятии Viru Keemia Grupp на территории завода по производству сланцевого масла Petroter 1 и Petroter 2.

В конце прохождения производственной практики на производстве Viru RMT OÜ мне было предложено задание, которое я в последствии выбрал темой своей дипломной работы. Основной задачей этой работы является: создание системы управления в среде TIA Portal, создание визуализации, загрузка работы на контроллер Siemens S7-1500.

Хочу выразить свою благодарность руководству Viru RMT OÜ за то, что дали возможность пройти практику и применить полученные знания на производстве. А также поблагодарить технологов Petroter 1, 2 за предоставленную информацию для написания дипломной работы.

Ключевые слова:

Визуализация, клапан, контроллер, азот, Viru Keemia Grupp, дипломная работа.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

VKG – Viru Keemia Grupp

PLC – программируемый логический контроллер (ПЛК)

УОФВ – Установка очистки фенольной воды

ЦПУ – центральный пульт управления

СК – сборник конденсата

AI – analog input, аналоговый вход

AO – analog output, аналоговый выход

DI – digital input, дискретный вход

DO – digital output, дискретный выход

ПК – Персональный компьютер

ПО – Программное обеспечение

PROFIBUS – открытая промышленная сеть

PROFINET – это инновационный открытый стандарт Industrial Ethernet (IEC 61158) для систем промышленной автоматизации

PROFIBUS DP - Decentralized Peripheral — распределённая периферия

mA – миллиампер

Int – целочисленный тип данных

Real – вещественный, число с плавающей точкой

Trend – отображение значений входа или выхода ПЛК в виде графика

## **ВВЕДЕНИЕ**

Установка Petroter предназначена для термического разложения мелкозернистого технологического сланца без доступа кислорода воздуха (пиролиза) с целью получения сланцевых масел, высококалорийного полукоксового газа и пара высокого давления.

Процесс пиролиза сланца осуществляется во вращающемся реакторе P-110 барабанного типа за счет смешивания сланца с горячей золой (твердым теплоносителем) без доступа воздуха при температуре  $475 \div 500$  оС. Побочными продуктами процесса являются: пар высокого давления, фенольная вода. Отходами процесса являются: дымовые газы, зола термической переработки. Пар высокого давления производится в результате утилизации физического тепла при дожиге органических соединений дымовых газов. Также в результате утилизации тепла сланцевой золы выделяется энергия для подогрева отопительной воды и котловой воды. [1]

Цех Petroter состоит из установок Petroter 1, Petroter 2 и УОФВ. Каждая установка состоит из перегонного отделения и отделения конденсации. Отделения конденсации установок Petroter 1 и Petroter 2 и УОФВ объединены в общий емкостной парк.

Для предотвращения вредных выбросов в атмосферу была смонтирована система подачи азота в ёмкости и система утилизации паров дыхания ёмкостей совместно с полукоксовым газом установок Petroter 1 и Petroter 2.

Целью данной работы является создание системы управления ёмкостным парком, создание системы визуализации с возможностью просмотра и настройки графиков, сигнализаций и блокировок.

Задачи данной работы:

- Анализ технической документации;
- Создание системы управления в TIA Portal;
- Создание визуализации в WinCC RT Professional;
- Тестирование в режиме симуляции.

# 1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Ёмкостной парк отделения конденсации установок Petroter 1 и 2 состоит из четырёх ёмкостей. Ёмкость пускового масла установки Petroter 1 E-205, ёмкость пускового масла установки Petroter 2 E-209, ёмкость дренажно-циркуляционного масла 2E-205 и маслоуловитель E-210. ([Приложение 1](#))

Ёмкостной парк УОФВ состоит из пяти ёмкостей. Ёмкость сырьевой воды E-801, ёмкость забензиненного раствора щёлочи E-802, ёмкость очищенной фенольной воды E-803, ёмкость водяного отгона E-804, ёмкость с реагентами для промывки технологического оборудования УОФВ E-807. ([Приложение 2](#))

Каждая ёмкость в ёмкостном парке оснащена датчиком давления, предохранительным клапаном для защиты ёмкости от превышающего допустимые пределы в ней давления или разрежения и огнепреградителем предназначенным для предотвращения попадания искр и пламени в газовое пространство ёмкости.

Для каждой ёмкости или группы ёмкостей установлен узел понижения давления азота, состоящий из регулятора давления, запорных вентилей и байпаса с перепускным ручным клапаном. Узел понижения давления необходим для снижения давления азота перед входом в ёмкость до 5 – 7 мбар. Азот необходим для создания азотной подушки в ёмкости, занимающей всё свободное пространство над уровнем продукта. Цель азотной подушки является поддержание давления в ёмкости выше атмосферного для предотвращения срабатывания предохранительного клапана, установленного на ёмкости и попадания в ёмкость кислорода. Для контроля за расходом азота установлен датчик расхода FIA-8200, показания выводятся на ЦПУ.

Дыхание ёмкостей установок Petroter 1 и 2 E-205, 2E-205, E-209, E-210 и ёмкостей УОФВ E-801, E-802, E-803, E-804 и E-807 объединено в отдельные коллекторы, из которых пары дыхания могут направляться в двух направлениях, через регулирующий клапан PV-8200 и регулирующий клапан PV-8201, далее пары дыхания направляются в общий коллектор и через отсекающий клапан XV-8203 или отсекающий клапан XV-8204 по выбору оператора ЦПУ, направляются в трубопроводы полукоксового газа установок Petroter 1 или Petroter 2. В случае аварийных ситуаций или если обе установки Petroter 1 или Petroter 2 не работают, пары дыхания направляются через отсекающий клапан XV-8205 и отсекающий клапан XV-8206 в общий коллектор и затем на один из двух параллельно установленных угольных фильтров Ф-805 или Ф-806 по выбору оператора ЦПУ. На угольных фильтрах также установлены отсекающие клапана XV-8035 и XV-8036. ([Приложение 3](#))

На коллекторе Petroter 1, 2 и коллекторе УОФВ установлены сборники конденсата СК-820 и СК-821. СК оснащены дискретными датчиками уровня LA-8200 (СК-821) и LA-8201 (СК-821). При достижении определённого уровня, срабатывает датчик сигнал от которого направляется на ЦПУ и загорается аварийная сигнализация.

Коллектора Petroter 1, 2 и УОФВ оснащены датчиками давления и регулирующие клапана. На коллекторе Petroter 1, 2 датчики PI – 8203, PI – 8204 и клапан PV-8200, на коллекторе УОФВ датчики PI – 8201, PI – 8202 и клапан PV-8201. Клапана могут работать в ручном или автоматическом режиме. В автоматическом режиме необходимо выбрать по какому из датчиков будет работать клапан. Оператор ЦПУ сам выбирает какой из датчиков будет в работе, а какой в резерве. При повышении давления клапан открывается, при понижении давления клапан закрывается.

На трубопроводах полукоксового газа установок Petroter 1 и Petroter 2 установлено по два датчика измеряющих содержание кислорода в полукоксовом газе QIAS-2001/1, QIAS-2001/2 и 2QIAS-2001/1, 2QIAS-2001/1. При превышении показаний кислорода по обоим датчикам на одной установке, срабатывает блокировка на остановку установки. В свою очередь срабатывает блокировка линии дыхания и утилизация паров отводится на работающую установку. Если срабатывает блокировка и остановятся обе установки, то пары дыхания переводятся на фильтр Ф-805 или Ф-806 по выбору оператора ЦПУ. [2]

## **2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Данная работа выполнялась согласно техническому заданию заказчика, цель которого автоматизировать линию газо-азотного дыхания ёмкостного парка Petroter 1, 2 и УОФВ. Система должна быть визуально понятна, показания всех приборов должны соответствовать определённому цвету и быть хорошо читаемы. Каждый клапан должен иметь обозначение и управление в отдельном окне. Так же необходимо создание дополнительных окон для просмотра графиков, сигнализаций и блокировок. Выполнение работы было разделено на несколько этапов:

Первый этап - программирование включает в себя:

- обработка аналоговых сигналов;
- программирование дискретных клапанов с концевыми выключателями;
- программирование дискретных уровнемеров;
- программирование регулирующих клапанов с PID – регулятором;
- написание алгоритма работы блокировки;
- создание блока управления сигнализациями и предупреждениями.

Второй этап – визуализация включает в себя:

- создание главного экрана;
- вывод всех показаний датчиков на экран;
- создание окна управления отсекающими клапанами;
- создание окна управления регулируемыми клапанами с возможность выбора ручного режима и автоматического;
- создание и настройка окна сигнализаций и предупреждений;
- создание и настройка окна графиков;
- создание окна блокировок.

## 3 ОБОРУДОВАНИЕ

### 3.1 Используемое оборудование

Согласно требованиям технической документации, в качестве ПЛК выбран был контроллер семейства Siemens, S7-1500 CPU 1516-3 PN/DP (Рис. 3.1) с возможностью подключения контроллера по сети PROFIBUS и PROFINET.[3]

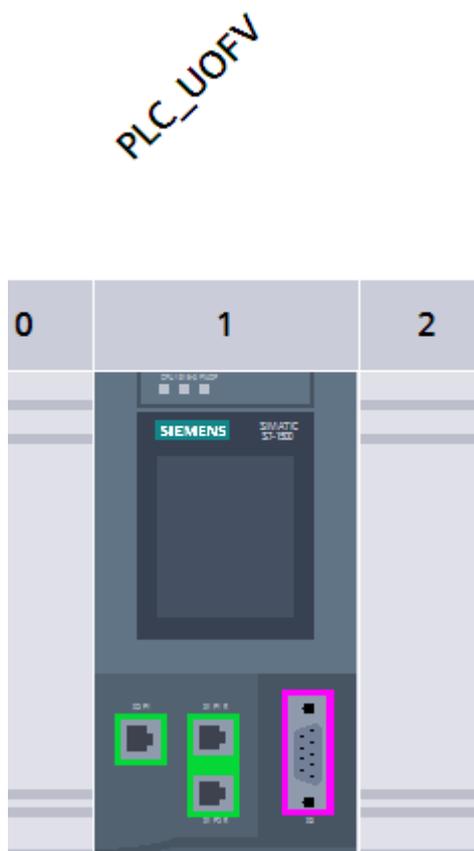


Рис. 3.1 S7-1500 CPU 1516-3 PN/DP

Контроллер S7-1500 подключен к удалённо установленным в отдельном помещении ёмкостного парка станциям SIMATIC ET 200iSP. ET 200iSP это станция распределенного ввода-вывода для работы в Ex-зонах. К данной станции можно подключать до 32 электронных модулей.[4]

В данном проекте используется 6 AI модулей 4AI x 2WIRE HART[5], 1 AO модуль 4AO x HART[6], 3 DO модуля 4DO x 23.1VDC / 20mA SD 'H'[7] и 2 DI модуля 8DI x NAMUR[8]. (Рис. 3.2)



Рис. 3.2 SIMATIC ET 200Isp с модулями 4AI x 2WIRE HART и 4AO x HART и SIMATIC ET 200Isp с модулями 4DO x 23.1VDC / 20mA SD 'H' и 8DI x NAMUR

В качестве рабочей станции выступает мини ПК Lenovo ThinkCentre M720[9] с характеристиками:

- процессор — 8th Gen Intel® Core™ i5;
- память — 16 Гб DDR4;
- графический чипсет— Intel® Integrated Graphics 630;
- диск — 500 Гб SSD.

Для подключения рабочих станций к контроллеру и объединения их в общую локальную сеть используется свитч SCALANCE X005[10]. (Рис. 3.3)

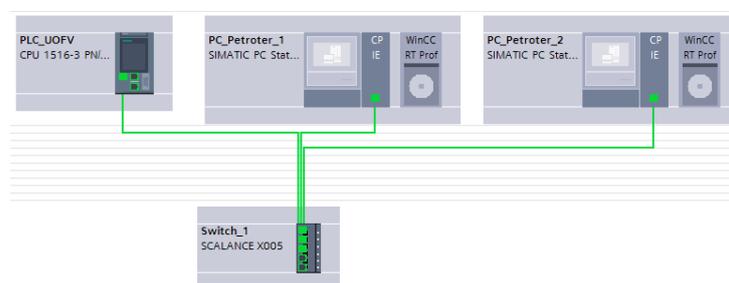


Рис. 3.3 Объединение устройств при помощи свитча SCALANCE X005

Для связи контроллера с рабочими станциями используется стандарт PROFINET. PROFINET является открытым стандартом который можно использовать в качестве единой сети автоматизации предприятий, заводов, машинного оборудования и к которой возможно подключать стандартные Ethernet устройства и устройства автоматизации[11].

Для связи контроллера с удалённо расположенными станциями распределенного ввода-вывода ET200iSP используется протокол Profibus DP. (Рис. 3.4) Profibus DP – это протокол обмена данными, ориентированный на обеспечение скоростного обмена между устройствами ввода-вывода и системой автоматизации [12]. В данном проекте контроллер находится в помещении ЦПУ, а станция распределенного ввода-вывода на значительном расстоянии от него и поэтому было решение проложить сетевой кабель Profibus для экономии средств и времени.

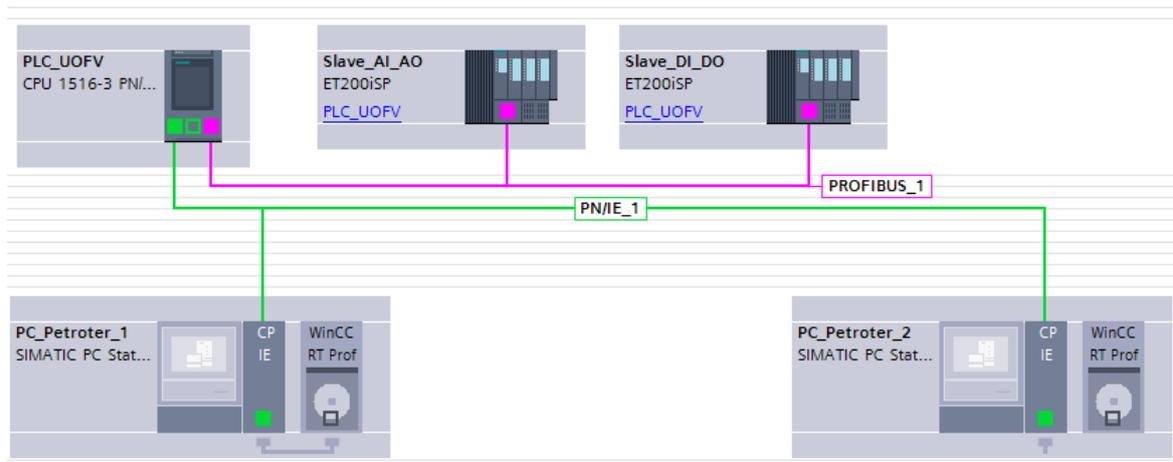


Рис. 3.4 Подключение устройств в TIA Portal

## 4 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Данная работа создавался в среде разработки TIA Portal v16 (Totally Integrated Automation Portal).

### 4.1 Преобразование входных и выходных аналоговых сигналов.

Согласно технической документации в данном проекте все аналоговые датчики такие как датчик температуры, давления, датчик содержания кислорода и расходомер имеют на выходе ток 4 – 20 мА. На вход ПЛК приходит число от 0 до 27648. Для преобразования этих чисел в мА и реальные значения датчиков, температуру, давление или расход, создаем два функциональных блока, язык LAD. Эти два блока будут использоваться для всех датчиков.

Первый функциональный блок to\_mA\_conv[FB7], блок преобразования входной величины в мА.[13] Так же в этом блоке прописана инструкция для определения неисправности датчика или обрыва связи. (Рис. 4.1)

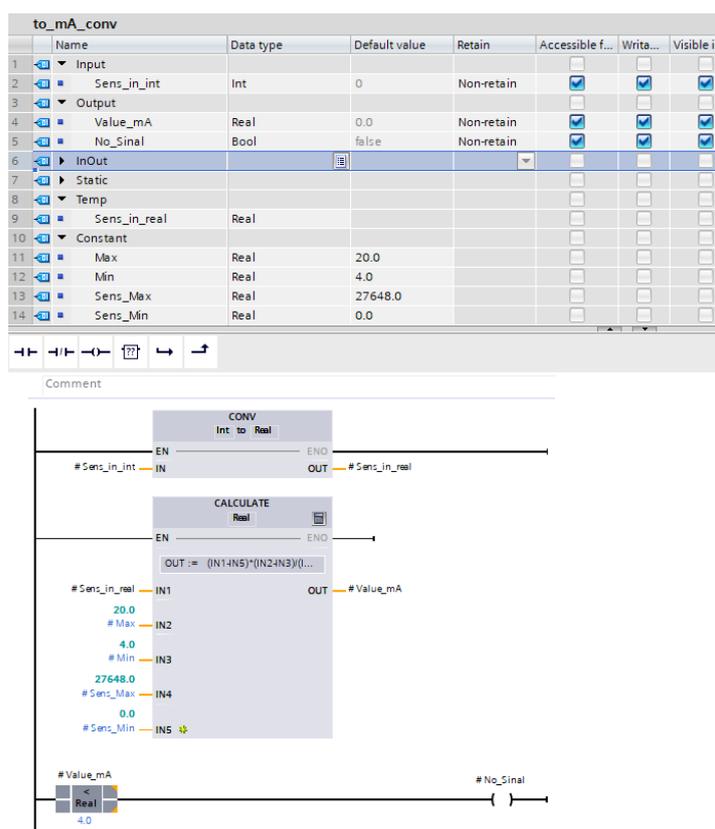


Рис. 4.1 Блок преобразования входного сигнала в мА

Переменная Sens\_in\_int это число которое пришло на вход контроллера в формате int, для дальнейшей работы его необходимо перевести в реальные единицы в Real при помощи инструкции CONV, после конвертации получаем тоже самое число в

переменной Sens\_in\_real в формате Real. Далее используя инструкцию Calculate по формуле  $(IN1-IN5) * (IN2-IN3) / (IN4-IN5) + IN3 = OUT$  получим нужное значение. Значение будет записано в переменную Value\_mA. В этом случае ток в мА.

- IN1 – входное конвертированное значение от датчика;
- IN2 – верхняя граница для масштабированного выходного значения- 20мА;
- IN3 – нижняя граница для масштабированного выходного значения - 4мА;
- IN4 – верхняя граница для масштабированного входного значения – 27648;
- IN5 – нижняя граница для масштабированного входного значения – 0;
- OUT – масштабированное выходное значение.

В данном примере IN2 IN3 IN4 IN5 будут константами для всех датчиков.

Также для обнаружения обрыва связи с датчиком написана инструкция с использованием функции сравнения, если значение переменной Value\_mA меньше 4, то пойдёт сигнал в переменную No\_Signal.

Второй функциональный блок to\_real\_conv[FB8], блок преобразования входной величины в реальные показания с датчиков и функция для обнаружения верхнего и нижнего аварийного предела. (Рис. 4.2)

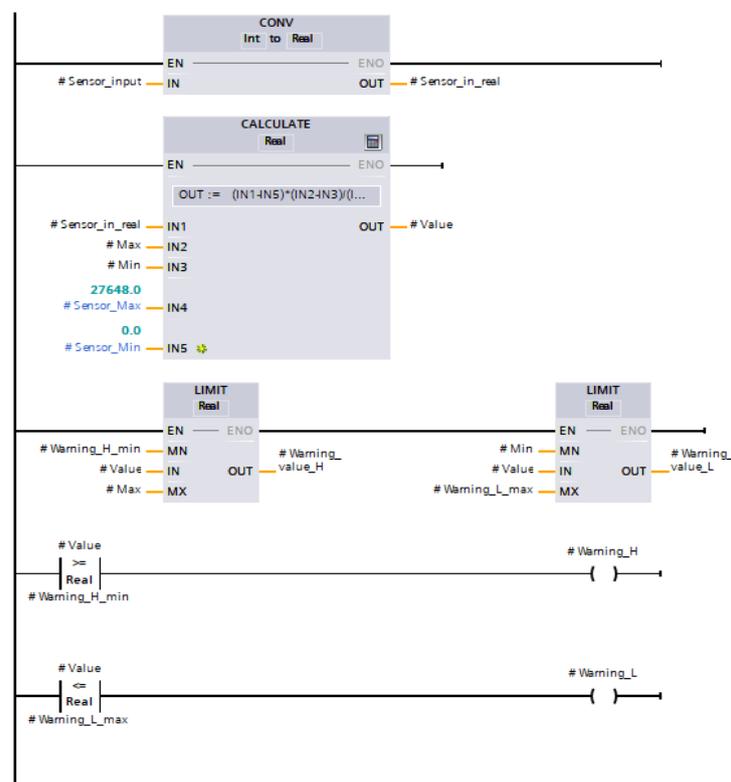


Рис. 4.2 Блок преобразования входного сигнала в реальные значения

Формула преобразования входной величины аналогична формуле из блока to\_mA\_conv[FB7],  $(IN1-IN5) * (IN2-IN3) / (IN4-IN5) + IN3 = OUT$ . В этой функции константы будут только входы IN4 и IN5. Вход IN2 – это верхняя граница датчика, IN3 – нижняя граница датчика.

Для обнаружения верхнего и нижнего аварийного предела используется функция лимит, для определения диапазона в котором находится Value - масштабированное выходное значение. Если значение Value больше или равно значению Warning\_H\_min, то пойдет сигнал на Warning\_H. Если значение Value меньше или равно значению Warning\_L\_max, то пойдет сигнал на Warning\_L.

Warning\_H и Warning\_L будут использоваться в блоке сигнализаций и предупреждений.

В блок Analog\_to\_Real[FC1] необходимо вызвать блоки to\_real\_conv[FB8] и to\_mA\_conv[FB7]. После этого в блоке [FB7] ничего менять не нужно, а в блок [FB8] записать следующие значения:

- "Max" – максимальное значение датчика;
- "Min" – минимальное значение датчика;
- "Warning\_H\_min" – нижняя граница лимита аварийно-высокого значения;
- "Warning\_L\_max" – высшая граница лимита аварийно-низкого значения.

На примере датчик температуры, который работает в диапазоне от 0 до 100 оС. Верхний лимит 80 оС, а нижний 5 оС. (Рис. 4.3)

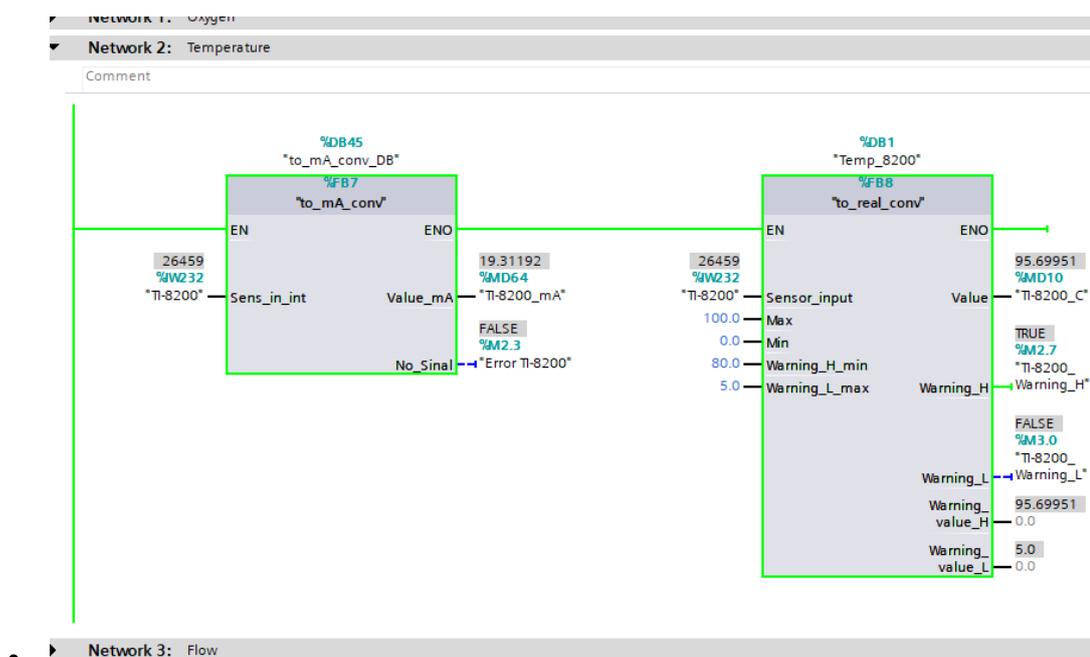


Рис. 4.3 Пример работы датчика температуры TI-8200

Для данного проекта необходимо было преобразовать четырнадцать датчиков давления, один датчик температуры и расхода, четыре датчика замера содержание кислорода и два аналоговых позиционера регулирующих клапанов. (Рис. 4.4)

ID	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Supervis...	Comment
51	PI-8014	Pressure	Int	%IW120						Давление E-804
52	PI-8204	Pressure	Int	%IW242						Давление_Датчик давления_-200...200 ...
53	PI-8203	Pressure	Int	%IW240						Давление_Датчик давления_-200...200 ...
54	PI-8202	Pressure	Int	%IW238						Давление_Датчик давления_-200...200 ...
55	PI-8201	Pressure	Int	%IW236						Давление_Датчик давления_-200...200 ...
56	FI-8200	Flow	Int	%IW234						Расход - Термомассовый расходомер; ...
57	TI-8200	Temperature	Int	%IW232						Температура 80...100 °C
58	PV-8201_indication	Default tag table	Int	%IW230						Регулирующая арматура - Положение - ...
59	PI-8016	Pressure	Int	%IW244						Давление_Датчик давления_-200...200 ...
60	PI-8013	Pressure	Int	%IW118						Давление E-803
61	PV-8200_indication	Default tag table	Int	%IW228						Регулирующая арматура - Положение - ...
62	PI-8024	Pressure	Int	%IW204						Давление E-802
63	PI-8025	Pressure	Int	%IW206						Давление E-807
64	PI-2036	Pressure	Int	%IW212						Давление E-205
65	PI-2037	Pressure	Int	%IW214						Давление E-209
66	PI-2038	Pressure	Int	%IW216						Давление E-210
67	PI-8012	Pressure	Int	%IW116						Давление E-801
68	2QIA-2001/2	O2	Int	%IW74						
69	2QIA-2001/1	O2	Int	%IW72						
70	QIA-2001/2	O2	Int	%IW70						
71	QIA-2001/1	O2	Int	%IW68						
72	2PI-2047	Pressure	Int	%IW250						Давление 2E-205

Рис. 4.4 Список тэгов аналоговых датчиков

## 4.2 Программирование дискретного клапана

В проекте используется десять дискретных клапанов с концевыми выключателями для обратной связи. Все они программируются одинаково поэтому создаем два функциональных блока которые будут записаны в один общий блок Valve\_control [FC3].

Первый блок управления клапаном называется Discrete\_Valve[FB1] язык LAD. Здесь используется инструкция Set/Reset. (Рис. 4.5)

- Open - даёт 1 на выход и клапан открывается;
- Close – сбрасывает 1 на 0, клапан закрывается.

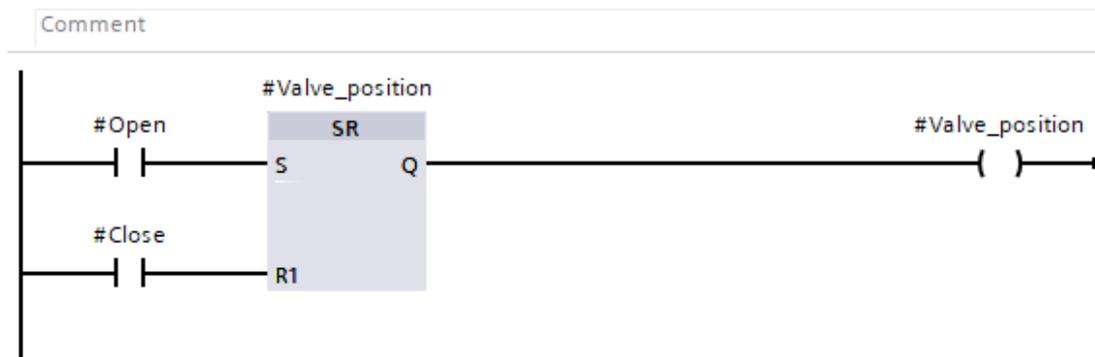


Рис. 4.5 Функциональный блок Discrete\_Valve[FB1]

Второй функциональный блок называется Discrete\_input[FB2] язык LAD.

На вход контроллера приходят два дискретных сигнала от концевого выключателя клапана. Один сигнализирует что клапан открыт на 100%, о том, что клапан закрыт. Инструкция Timer\_On\_Delay используется для защиты сигнала от ложных срабатываний. (Рис. 4.6)

Так же если концевой выключатель будет находится в неопределённом положении, то будет срабатывать ошибка.



Рис. 4.6 Функциональный блок Discrete\_input[FB2]

На изображении (Рис. 4.7) инструкция управления клапаном XV-8203. Этот клапан связан с основной блокировкой. При её срабатывании питание на управление клапаном будет отключено. Данное управление подходит для всех дискретных клапанов данного проекта.

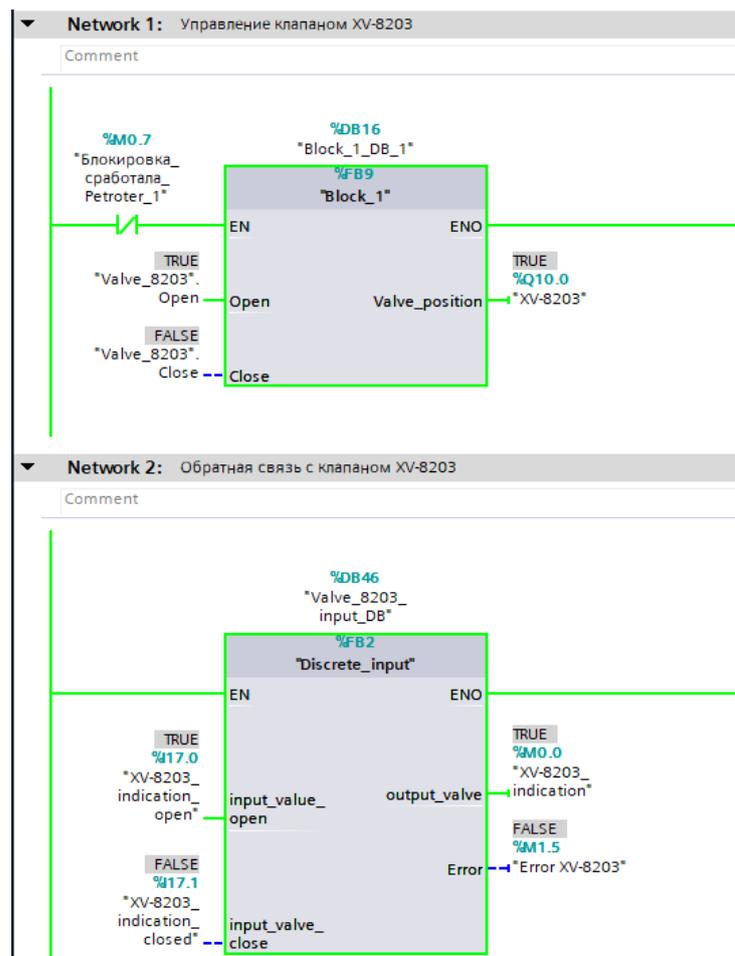


Рис. 4.7 Управление клапаном XV-8203 и обратная связь

### 4.3 Программирование дискретного уровнемера

В данной работе задействовано два дискретных уровнемера установленных на сборниках конденсата. Когда уровень достигает датчика на вход контроллера приходит сигнал. (Рис. 4.8) Для датчиков уровня создан блок Level\_SK[FB5]. Также при срабатывании уровня, срабатывает аварийная сигнализация.

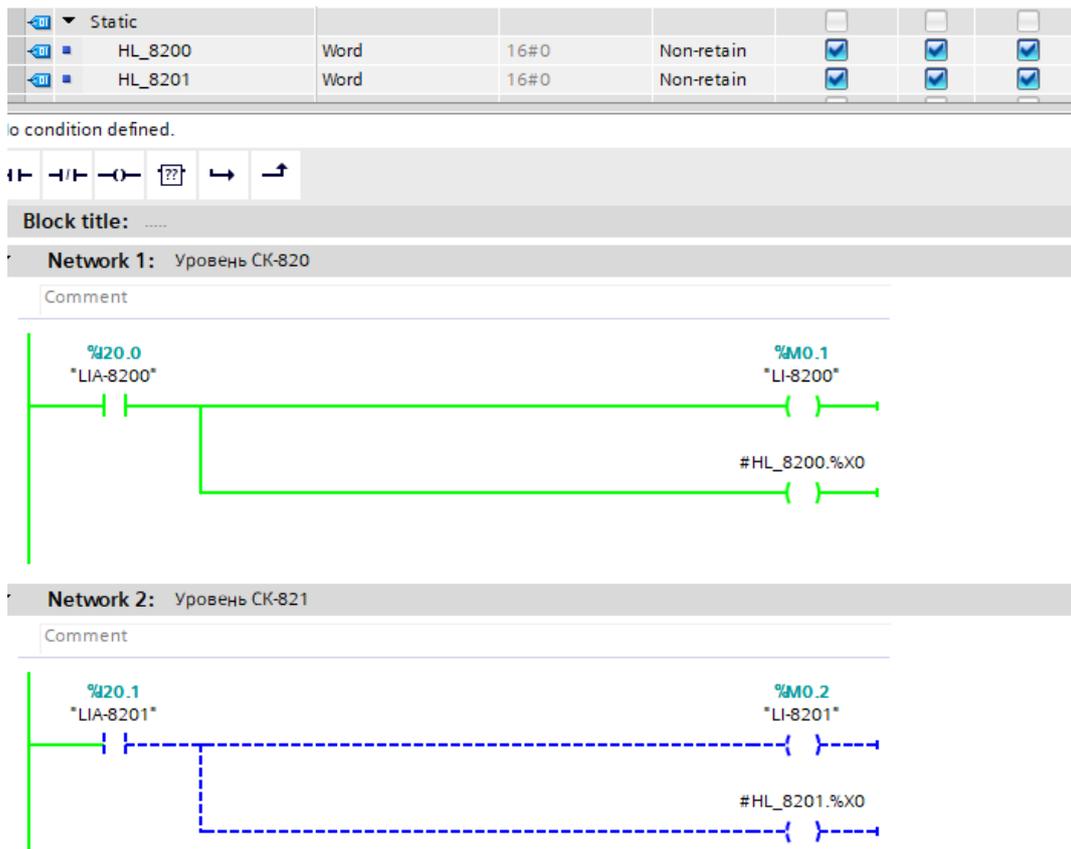


Рис. 4.8 Дискретные уровнемеры

## 4.4 Программирование управления регулирующим клапаном

В проекте задействовано два регулирующих клапана, которые работают в автоматическом режиме от выбранного датчика давления или в ручном режиме.

Так как на каждой линии по два датчика давления то в начале была написана инструкция для выбора одного из датчиков. (Рис. 4.9)

- Set\_arrow\_1 и Set\_arrow\_2 выбирает от какого датчика будем работать;
- Arrow\_1 и Arrow\_2 показывает какой датчик выбран;
- Input\_1 в эту переменную записывается выбранный датчик.

Так же в этой функции прописана инструкция, если пропал сигнал от датчика PI-8201, то автоматически выбирается датчик PI-8202.

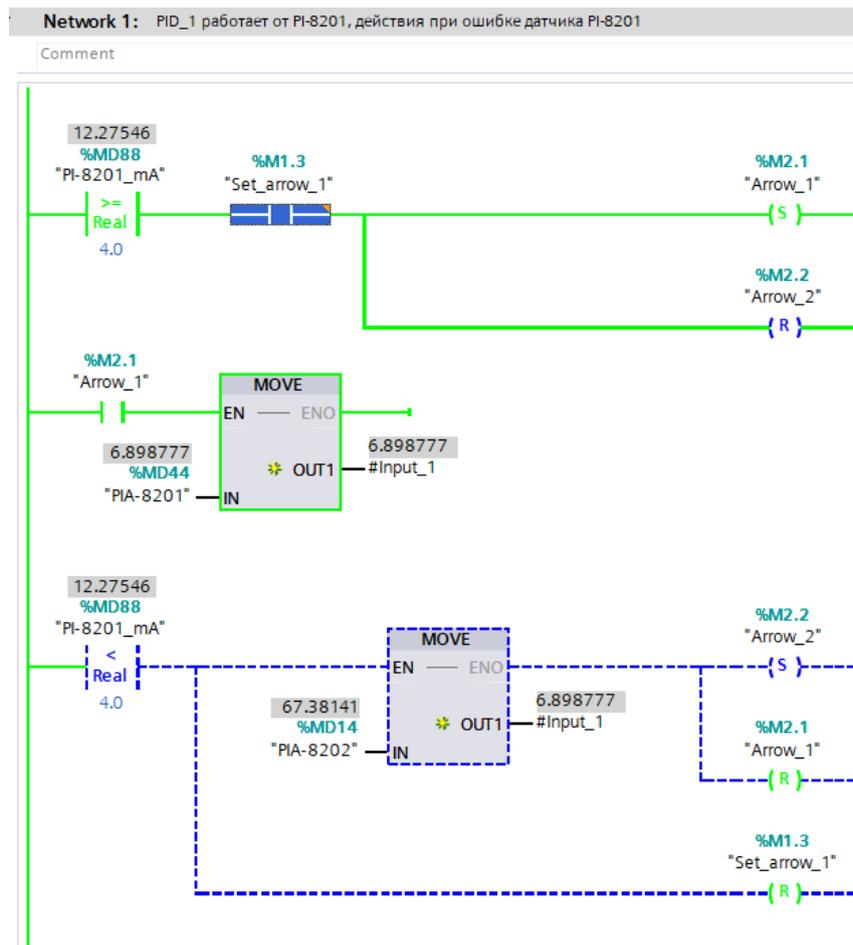


Рис. 4.9 Выбран датчик PI-8201 для клапана PV-8200

Для работы с клапаном был выбран универсальный PID- регулятор (PID\_компакт) из библиотеки. [14]

Для настройки PID регулятора были выбраны следующие переменные:

- Setpoint – Устака, требуемое значение;
- Input – Входное значение, показания выбранного датчика давления;
- Mode – Выбор режима управления PID регулятором, 3 – автоматический режим, 4 – ручной режим;
- ModeActivate – Включение выбранного режима;
- ManualValue – Значение для ручного управления;
- ManualEnable – Подтверждение ручного значения;
- Output\_PER – аналоговое выходное значение.

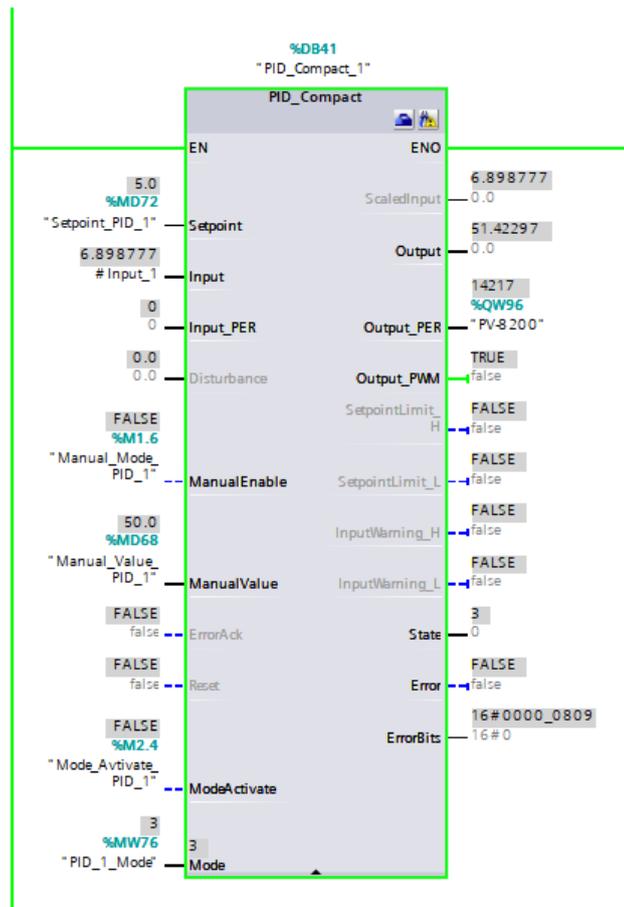


Рис. 4.10 Работа PID регулятора в автоматическом режиме

Так как клапан может работать в ручном и автоматическом режиме то для выбора режима работы PID регулятора была написана следующая функция. (Рис. 4.11)

Manual\_Mode\_PID\_1 активен, выбран ручной режим и для его активации передаем команду 4 в PID\_1\_Mode и активируем режим с помощью Mode\_Activate\_PID\_1.

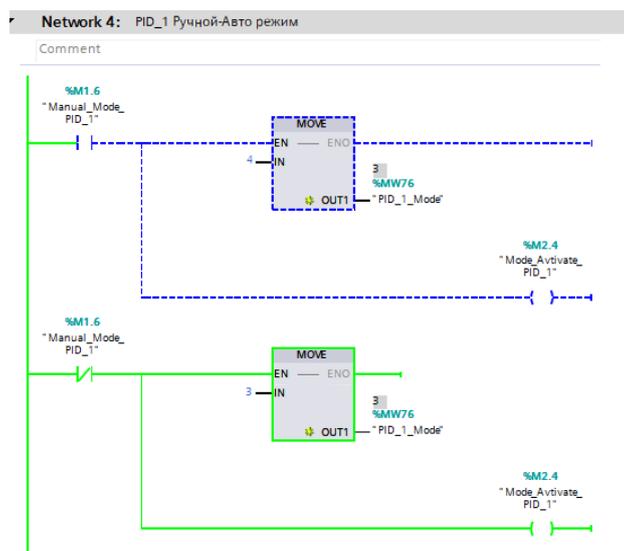


Рис. 4.11 Выбор режима работы PID регулятора

Так как работа клапана связана с основной и внутренней блокировкой то в этом же блоке была прописана функция действия с клапаном при срабатывании блокировки. (Рис. 4.12) Если сработала основная блокировка, то клапан переходит в ручной режим и полностью закрывается.

Действия при срабатывании внутренней блокировки такие же, как и у основной, а условием для срабатывания блокировки является давление на управляющем датчике должно быть меньше или равно нулю.

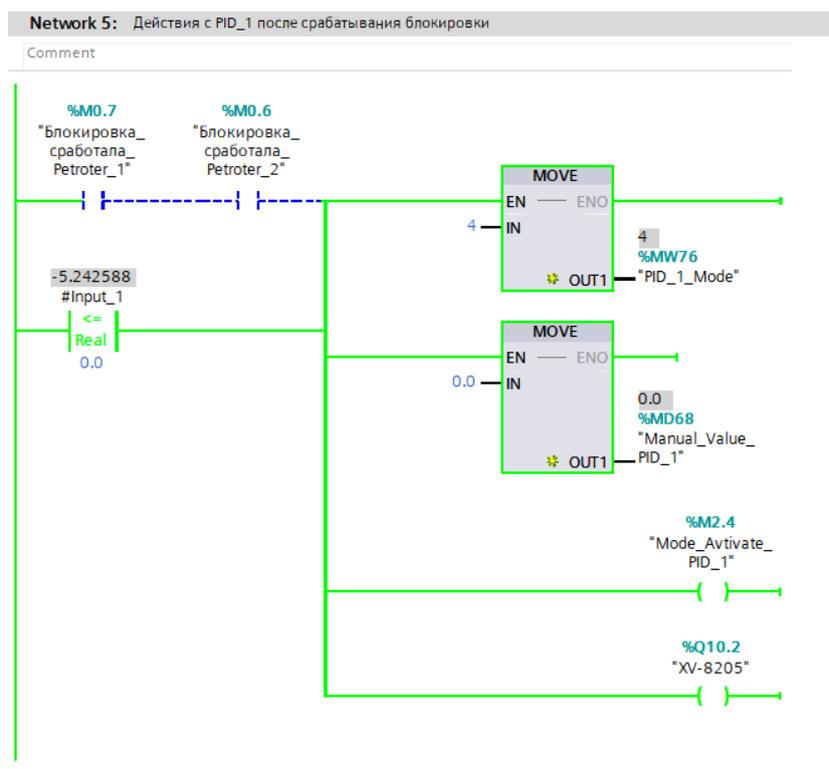


Рис. 4.12 Действия с PID регулятором при сработавшей блокировкой

## 4.5 Блокировка

Для безопасной эксплуатации системы отвода паров дыхания емкостей, для защиты оперативного персонала, защиты оборудования и предотвращения возникновения аварийных ситуаций, создана блокировка "I-8-01". Так как пары поступают на вход вакуумных насосов и возможно содержание кислорода в трубопроводах, то было принято решение использовать эти параметры в блокировке.

Первым делом для того чтобы включить блокировку, должны быть выполнены следующие условия:

- содержание кислорода в трубопроводе меньше 2% на одной из установок;
- должен быть один из насосов в работе.

Если одна из установок Petroter 1 или Petroter 2 будут остановлены, то включение блокировки возможно.

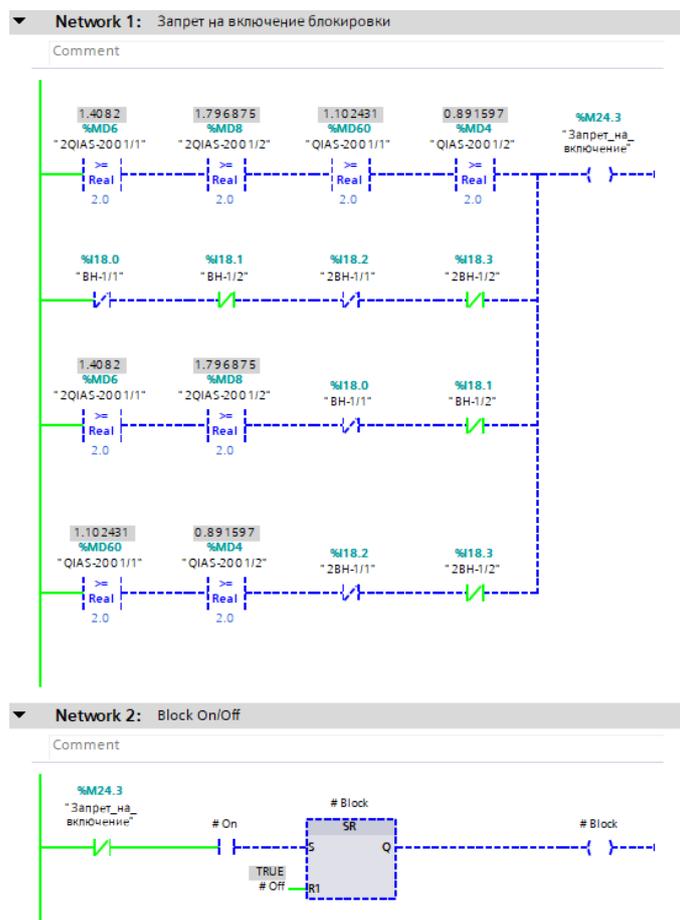


Рис. 4.13 Условия включения и отключения блокировки

Если блокировка была включена и отвод паров был на вакуумные насосы Petroter 1, показание кислорода по обеим датчикам превысили допустимое значение или остановились оба насоса, то сработает блокировка Petroter 1 и отвод паров будет направлен на Petroter 2. (Рис. 4.14) Так же сработает сигнализация и на экране оператора появится сообщение.

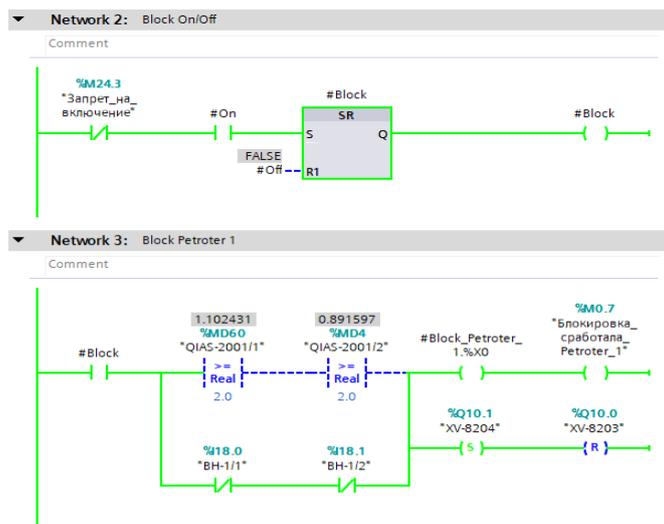


Рис. 4.14 Блокировка включена и сработала на Petroter 1

Если показание кислорода по всем четырём датчикам превысили допустимое значение или остановились четыре насоса, то отвод паров будет направлен на фильтр Ф-805 или Ф-806. (Рис. 4.15)

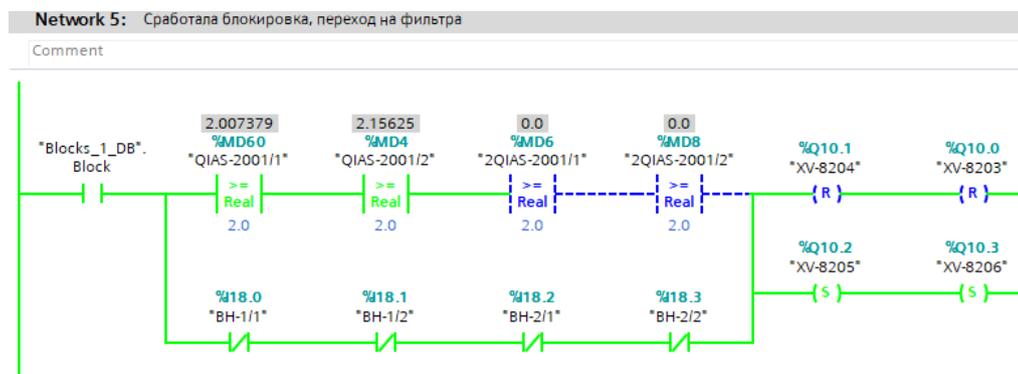


Рис. 4.15 Блокировка сработала, переход на фильтр Ф-805 или Ф-806

## 5 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Визуализация создавалась в программе TIA Portal, WinCC RT Professional. Данная работа состоит из одного основного экрана, а также вспомогательных окон для просмотра графиков, для просмотра сигнализаций, окна включения - отключения блокировок и окна для управления клапанами.

### 5.1 Главный экран

На главном экране изображена общая схема отвода паров дыхания, линия подачи азота, контрольно-измерительные приборы, исполнительные механизмы, экран предупреждений и кнопки с возможностью перехода к вспомогательным экранам. (Рис. 5.1)

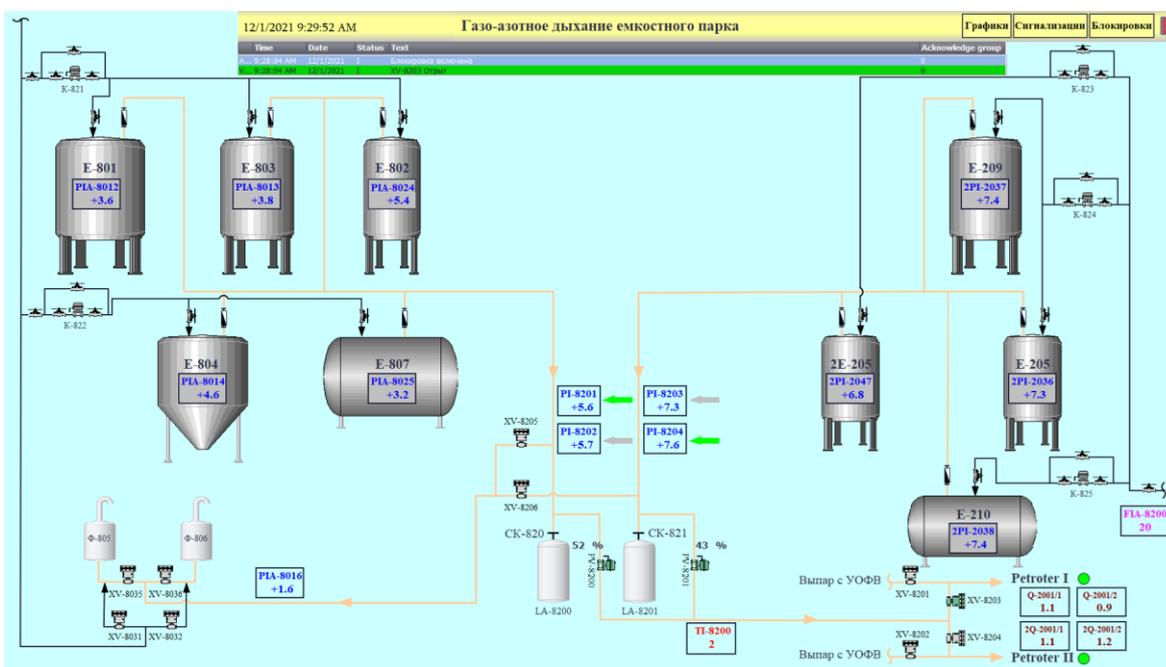


Рис. 5.1 Экран управления газо-азотным дыханием.

Главный экран можно разделить на несколько зон контроля и управления. (Рис 5.2)

1. Ёмкостной парк УОФВ;
2. Ёмкостной парк Petroter 1 и Petroter 2;
3. Узел управления направления отвода паров дыхания, контроль за сборниками конденсата СК-820, СК-821;
4. Узел управления утилизации паров дыхания через фильтр Ф-805 или Ф-806;

5. Узел управления утилизации паров дыхания на Petroter 1 или Petroter 2 и индикация состояния блокировки.

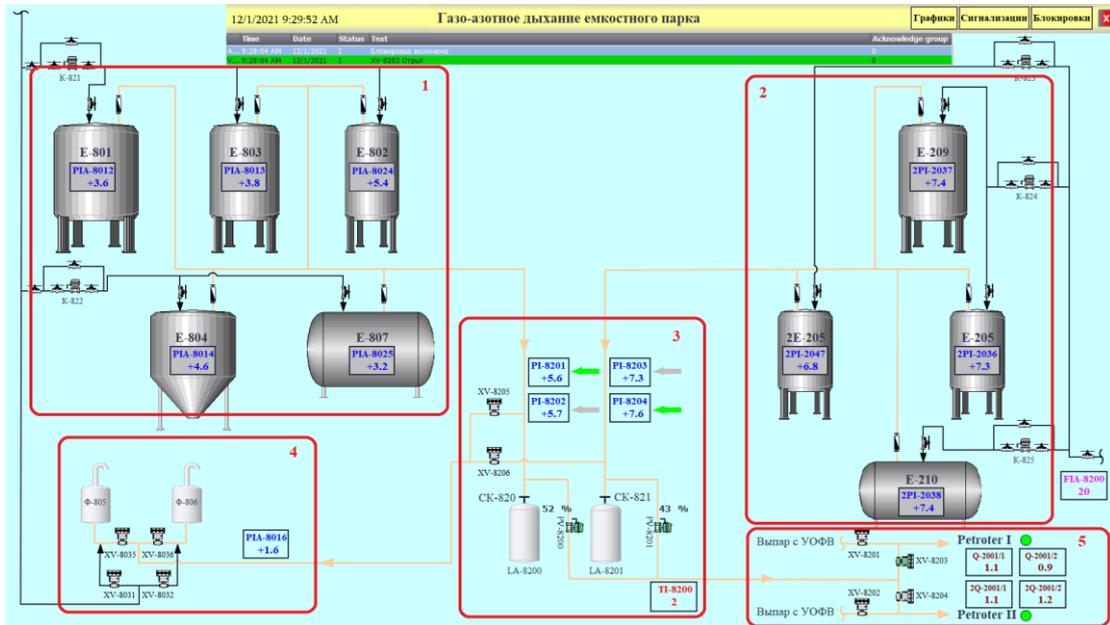


Рис. 5.2 Главный экран разделён на зоны

Для отображения переменных на экране оператора необходимо создать нужный тэг во вкладке HMI tags, дать название тэгу, выбрать Data type который должен соответствовать типу тэга из ПЛК, в столбце Connection выбрать соединение, соответствующее настройкам во вкладке Connections. [15] (Рис. 5.3)

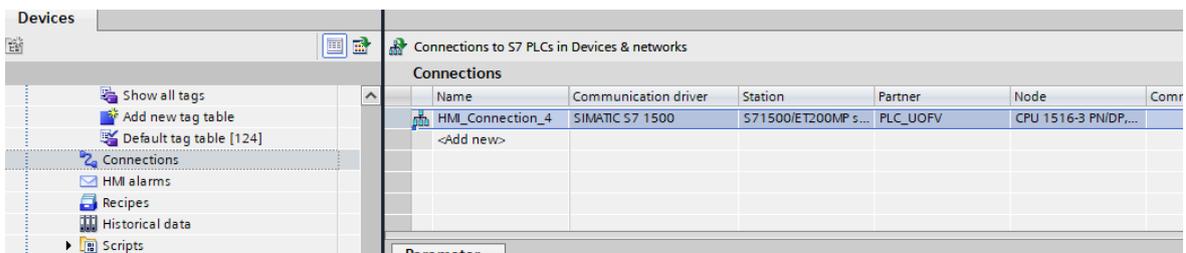


Рис. 5.3 Настройка соединения с ПЛК

Далее в столбце PLC tag выбрать нужный тэг из тэгов ПЛК. (Рис. 5.4)

Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address
Alarms_DB_Alarm_word_9	Default tag table	Word	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Alarms_DB.Alarm_word_9	
Block_1_DB_Block_Petroter_1	Default tag table	Word	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	*Block_I-8-01_DB*.Block...	
Block_1_DB_Block_Petroter_2	Default tag table	Word	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	*Block_I-8-01_DB*.Block...	
Block_OFF	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	*Block_I-8-01_DB*.Off	
Block_ON	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	*Block_I-8-01_DB*.On	
Close_XV-8031	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8031.Close	
Close_XV-8032	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8032.Close	
Close_XV-8035	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8035.Close	
Close_XV-8036	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8036.Close	
Close_XV-8201	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8201.Close	
Close_XV-8202	Default tag table	Bool	HMI_Connection_4	PLC_UOFV	Valve_8202.Close	

Рис. 5.4 Создание и привязка переменных в HMI tags

Для того чтобы привязать созданный HMI tag к объекту на экране, нужно перейти на экран, выбрать созданный объект, открыть Properties этого объекта, зайти в General и окне Process выбрать Tag, при необходимости настроить. (Рис. 5.5)

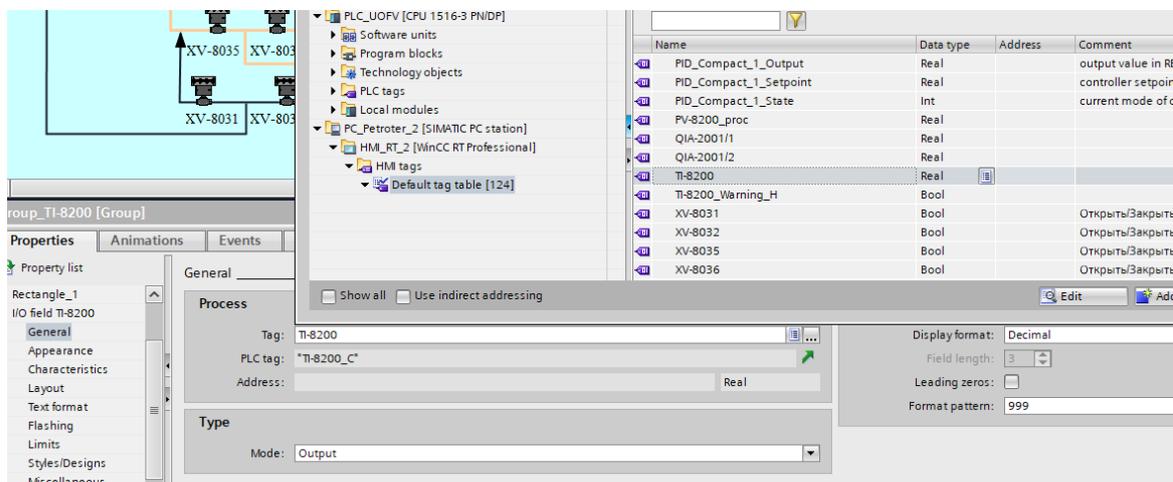


Рис. 5.5 Привязка переменной к объекту

## 5.2 Окно сигнализаций

Сигнализации необходимы для предупреждения и привлечения внимания оператора, при возникновении каких-либо отклонений в технологическом процессе. Бывают звуковыми и световыми.

В данном проекте используется несколько видов сигнализаций в виде текстовых сообщений на экране оператора:

- аварийная сигнализация;
- предупредительная сигнализация;
- информативные предупреждения;
- ошибки.

К аварийным сигнализациям относятся аварийно-высокие температуры, уровни, давления, содержания кислорода, срабатывания блокировок, закрытия клапанов.

К предупредительным сигнализациям относятся высокие температуры, давления, содержания кислорода.

К информативным предупреждениям относится информация о том, что клапан был открыт, включение и отключения блокировки.

К ошибкам относится информация о состоянии датчиков и клапанов.

Цвета и обозначения сигнализаций:

- Красный – предельно высокие значения, аварийная ситуация, срабатывание блокировки;
- Жёлтый – высокое значение, закрытие клапана;
- Зелёный – информация о открытии клапана, включении-отключении блокировки;
- Серый – ошибки датчиков, клапанов.

	Date	Time	Alarm text	Alarm class
1	09/12/21	18:57:25.919	Сработала блокировка I-8-01 Petroter 2	Опасность
2	09/12/21	18:57:17.656	Сработала блокировка I-8-01 Petroter 1	Опасность
3	09/12/21	18:57:05.316	XV-8203 Закрыт	Предупреждение
4	09/12/21	18:57:01.207	XV-8203 Отрыт	Инфо
5	09/12/21	18:56:42.667	Высокий уровень в СК-820	Опасность
6	09/12/21	18:56:33.382	Высокий уровень в СК-821	Опасность
7	09/12/21	18:56:23.056	Высокая температура ТИ-8200	Предупреждение
8	09/12/21	18:56:00.376	Ошибка датчика ТИ-8200	Ошибка
9	09/12/21	18:55:59.959	Блокировка включена	Инфо
10	09/12/21	18:55:52.749	Блокировка отключена	Инфо
11				

Рис 5.6 Окно сигнализаций и предупреждений

Для того чтобы настроить окно аварийных сообщений нужно зайти во вкладку HMI alarms и в первом окне Discrete alarms добавить необходимое количество аварийных сообщений и привязать к ним переменные. [16]

- Name – название сигнализации;
- Alarm text – текст который будет выводиться на экран;
- Alarm class – выбирается подходящий класс для сигнализации;
- Trigger tag – Выбрать нужный тэг контроллера.

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigger bit	Acknowledged...	Ackn...	Single ackno...	Alarm annu
1	Discrete_alarm_1	Высокая температура ТИ-8200	Alarm_class_2	TI-8200_Warning_H	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Discrete_alarm_2	Высокий уровень в СК-820	Alarm_class_1	Level_SK_DB_HL_8200	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Discrete_alarm_3	Высокий уровень в СК-821	Alarm_class_1	Level_SK_DB_HL_8201	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Discrete_alarm_4	Блокировка включена	Alarm_class_3	Включите_блокировку	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Discrete_alarm_5	Блокировка отключена	Alarm_class_3	Отключите_блокировку	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Discrete_alarm_6	Сработала блокировка I-8-01 Petroter 1	Alarm_class_1	Block_1_DB_Block_Petroter_1	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Discrete_alarm_7	Сработала блокировка I-8-01 Petroter 2	Alarm_class_1	Block_1_DB_Block_Petroter_2	1	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Discrete_alarm_8	XV-8203 Отрыт	Alarm_class_3	XV-8203_indication_open	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Discrete_alarm_9	XV-8203 Закрыт	Alarm_class_2	XV-8203_indication_closed	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Discrete_alarm_10	XV-8204 Отрыт	Alarm_class_3	XV-8204_indication_open	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Discrete_alarm_11	XV-8204 Закрыт	Alarm_class_2	XV-8204_indication_closed	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Discrete_alarm_12	XV-8205 Отрыт	Alarm_class_3	XV-8205_indication_open	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Discrete_alarm_13	XV-8205 Закрыт	Alarm_class_2	XV-8205_indication_closed	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Discrete_alarm_14	XV-8206 Отрыт	Alarm_class_3	XV-8206_indication_open	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Discrete_alarm_15	XV-8206 Закрыт	Alarm_class_2	XV-8206_indication_closed	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Discrete_alarm_16	Ошибка датчика ТИ-8200	Alarm_class_4	ErrorTI-8200	0	<-No tag>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 5.7 Окно настройки сигнализаций

Во вкладке Alarm class можно выбрать уже созданные классы или создать свой класс, придумать ему название и настроить подходящие цвета фона и текста. (Рис. 5.8) Для данного проекта создано четыре дополнительных класса.

Alarm classes						
Display name	Name	State machine	Log	Background color "Inco...	Text color for "Incomin...	Background color "Outgoi
Опасность	Alarm_class_1	Alarm with single-mode ackno...	<input checked="" type="checkbox"/>	255, 0, 0	0, 0, 0	255, 0, 0
Предупреждение	Alarm_class_2	Alarm with single-mode ackno...	<input checked="" type="checkbox"/>	255, 255, 0	0, 0, 0	255, 255, 0
Инфо	Alarm_class_3	Alarm with single-mode ackno...	<input checked="" type="checkbox"/>	0, 212, 2	0, 0, 0	204, 255, 204
Ошибка	Alarm_class_4	Alarm with single-mode ackno...	<input checked="" type="checkbox"/>	128, 128, 128	0, 0, 0	128, 128, 128
Errors	Errors	Alarm with single-mode ackno...	<input type="checkbox"/>	255, 0, 0	0, 0, 0	255, 0, 0
Warnings	Warnings	Alarm without acknowledgment	<input type="checkbox"/>	255, 255, 0	0, 0, 0	255, 255, 255
System	System	Alarm without outgoing witho...	<input type="checkbox"/>	255, 255, 255	0, 0, 0	255, 255, 255
Diagnostics	Diagnosis events	Alarm without outgoing witho...	<input type="checkbox"/>	255, 255, 255	0, 0, 0	255, 255, 255
A	Acknowledgement	Alarm with single-mode ackno...	<input type="checkbox"/>	0, 0, 0	255, 255, 255	0, 0, 0
NA	No Acknowledgement	Alarm without acknowle...	<input type="checkbox"/>	255, 0, 0	0, 0, 0	255, 0, 0

Рис 5.8 Окно создания классов

Кроме окна с аварийными сообщениями, на главном экране при достижении аварийного значения датчиком, он будет мигать соответствующим цветом. Датчик температуры красным, давление синим, кислород коричневым и расход фиолетовым. (Рис. 5.9)

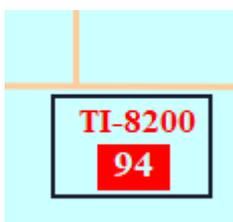


Рис. 5.9 Аварийно-высокая температура

Для дискретного датчика уровня, установленного на ёмкости для сбора конденсата настроена сигнализация в виде красно-жёлтого мигающего круга, при достижении аварийно-высокого уровня. (Рис. 5.10)

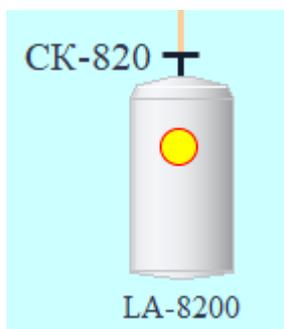


Рис. 5.10 Аварийно-высокий уровень, дискретный уровнемер

### 5.3 Окно графиков

Бывают разного рода ситуации, которые требуют какого-либо расследования, допустим произошла аварийная ситуация и сработала блокировка. Оператор в это время отвлекся от экрана или отошёл и не смог повлиять на процесс. Для определения в какой момент пошло отклонение в процессе и почему это произошло можно воспользоваться графиком.

Согласно заданию, проект должен иметь отдельное окно, в котором уже настроены 4 графика которые показывают измеряемые значения в реальном времени за определённый промежуток времени. Есть возможность добавлять на

один график несколько измеряемых значений для сравнения, выставлять временной диапазон и диапазон значений. (Рис. 5.11)

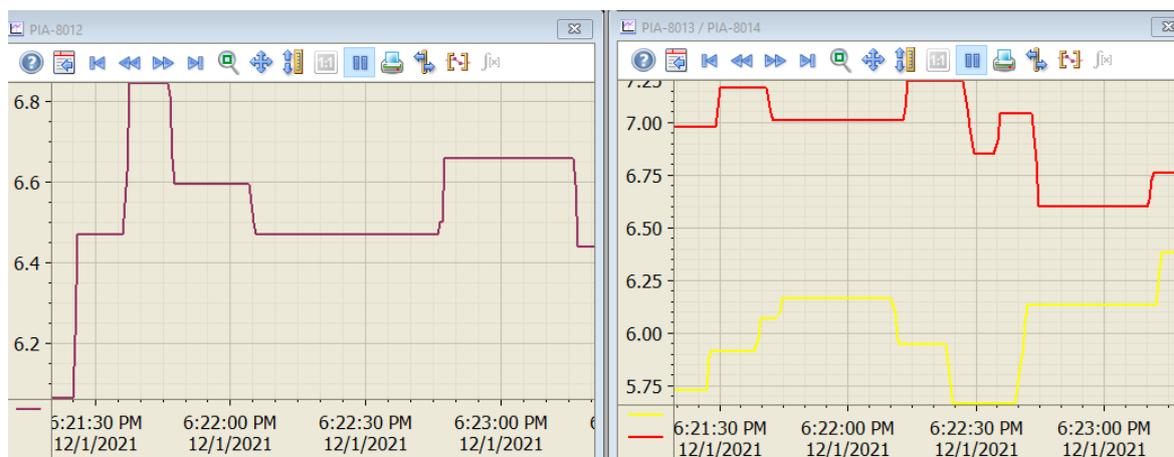


Рис. 5.11 Окно графиков

Для настройки графиков, необходимо войти во вкладку Historical data, и создать в ней новый Data logs, журнал в котором будут храниться выбранные переменные, придумать название Name и выбрать Storage location. Далее в Logging tags добавить необходимое количество переменных, дать им название и привязать к переменным из HMI tags, в столбце Process tag. Остальные настройки не менялись. (Рис. 5.12)

Data logs							
Name	Storage location	Number of data records	Locked	Manual input p...	Runtime comment	Comme	
GasNitrogen	Database	100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<Add new>							

Logging tags							
Name	Process tag	Acquisition mode	Logging cycle	Logging cycle f...	Acquisition cycle	Normalization DLL	
PI-8016	PI-8016	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PI-8201	PI-8201	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PI-8202	PI-8202	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PI-8203	PI-8203	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PI-8204	PI-8204	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-2036	PIA-2036	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-2037	PIA-2037	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-2038	PIA-2038	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-8012	PIA-8012	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-8013	PIA-8013	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-8014	PIA-8014	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-8024	PIA-8024	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PIA-8025	PIA-8025	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PID_1_Output	PID_Compact_1_Output	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
PV-8200_position	PV-8200_proc	Cyclic	500 ms	1	500 ms		
QIA-2001/1	QIA-2001/1	Cyclic	500 ms	1	500 ms		

Рис. 5.12 Настройка Historical data для графиков

Для того чтобы выбрать переменную и построить график, нужно открыть окно графиков, на одном из графиков нажать Configuration dialog, в открывшемся окне во вкладке Trends можно добавить несколько новых переменных или изменить уже созданную. Для выбора переменной, нужно нажать Tag name, откроется окно,

в котором будут все созданные в Historical data переменные. Выбрать нужную, настроить цвет, временные и оси параметров. (Рис. 5.13)

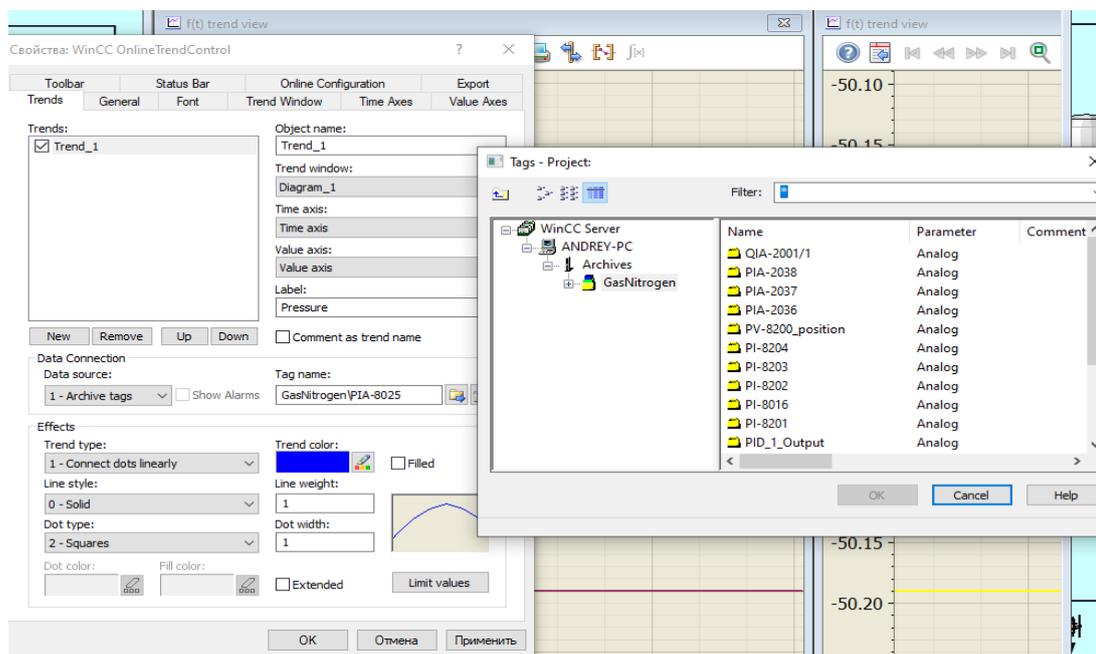


Рис. 5.13 выбор переменных на графике

## 5.4 Окно блокировок

Согласно заданию, проект должен содержать одну блокировку. Управление блокировкой реализовано через окно блокировок Block. Там же отображается её состояние: включена, выключена или сработала. (Рис. 5.14)

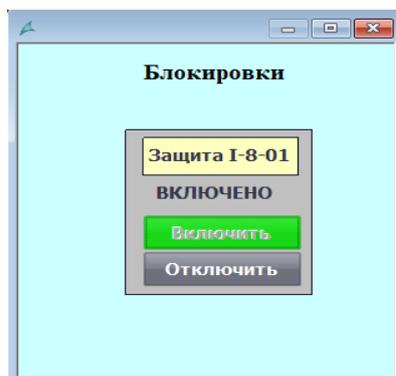


Рис. 5.14 Окно включения и отключения блокировок

Для блокировок создавалось отдельное окно с названием Block, чтобы вывести это окно, на главный экран был использован объект Screen window для отображения других экранов на текущем экране. Привязка окна Block происходит во вкладке Properties-General окна Screen window. (Рис. 5.15)

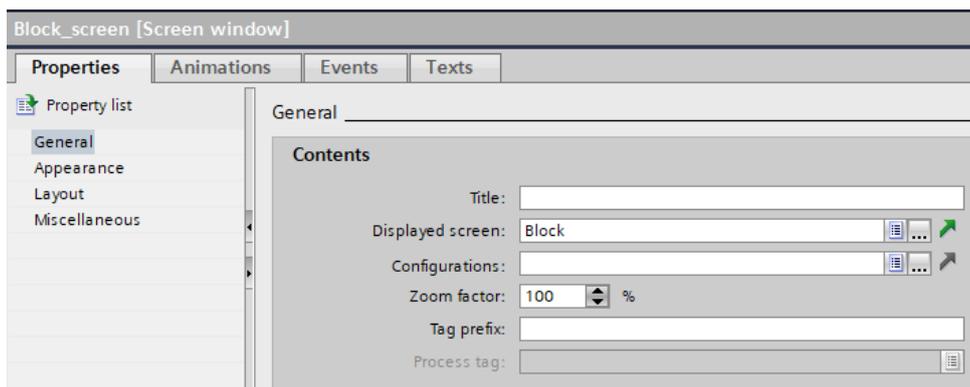


Рис. 5.15 привязка окна Block в окно Screen window.

Для того чтобы вызвать окно блокировок на экран, так как по умолчанию оно скрыто, нужно к уже готовой кнопке “Блокировки” во вкладке Properties – Events для функции Click добавить C skript и прописать следующую команду:

- `ActivateScreenInScreenWindow("Main", "Block_screen", "Block");` – активирует окно Block в объекте "Block\_screen" на главном экране Main;
- `SetPropBOOL("Main", "Block_screen", "Visible",TRUE);` - делает видимым объект Block\_screen на главном экране Main.

Данная команда в функции Click - C skript реализована для всех вызываемых окон данного проекта.

## 5.5 Окно управления клапанами

Согласно технической документации в проекте используется два вида клапанов:

- Отсекающие;
- Регулирующие.

Отсекающие клапана работают в ручном режиме и могут быть открыты или закрыты на сто процентов. Автоматически закрываются при срабатывании блокировки. (Рис. 5.16) Так же в окне управления меняются цвета:

- Open – серый – закрыт, зелёный – открыт;
- Close – серый – открыт, красный – закрыт;
- Значок клапана – серый – закрыт, зелёный – открыт.



Рис. 5.16 Окно управления отсекающим клапаном

На главном экране по цвету можно определить положение концевого выключателя клапана. (Рис. 5.17)

- Открыт, зелёный цвет;
- Закрыт, серый цвет;
- Положение концевого выключателя не открыт и не закрыт, жёлтый цвет.

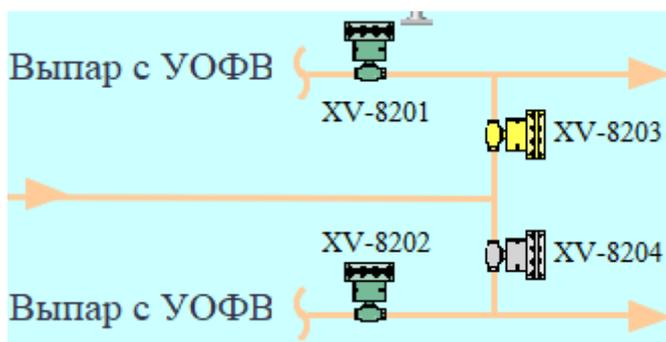


Рис. 5.17 Положения отсекающих клапанов

Регулирующий клапан работает в ручном и автоматическом режиме.

Для управления клапаном в ручном режиме необходимо в окне управления нажать кнопку Manual, появившаяся надпись MANUAL, указывает что клапан в ручном режиме. Далее можно ввести необходимое значение от одного до ста процентов для открытия или закрытия клапана – Manipulated var. (Рис. 5.18)

- Mode - режим работы клапана, Manual или AUTO;
- Readback value – показания позиционера клапана;
- Process value – показания датчика давления, выбранного для работы в автоматическом режиме. Возможно выбрать одно из двух показаний для каждого клапана;
- Setpoint – уставка;

- Manipulated var - значение для ручного управления.

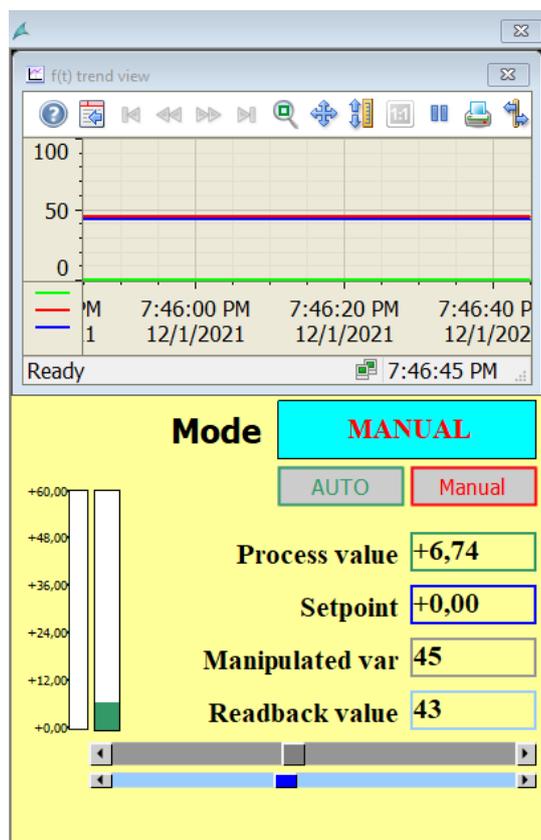


Рис. 5.18 Окно управления клапаном в ручном режиме

Для того чтобы выбрать от какого значения будет работать клапан, на главном экране нужно нажать на стрелки указывающую на тот датчик, который хотим использовать. Если стрелка горит зелёным цветом, значит датчик выбран. Серым цветом горит резервный датчик. (Рис. 5.19) При ошибке датчика, стрелка мигает красным цветом.

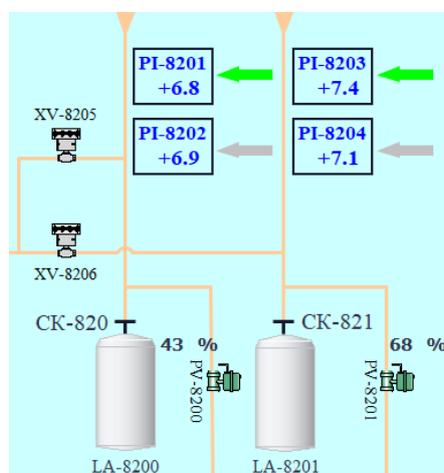


Рис. 5.19 Выбор Process value зелёная стрелка и показания позиционера клапана

Управление клапаном в автоматическом режиме, необходимо нажать кнопку AUTO. После появления надписи AUTO можно указать значение, которое должен поддерживать клапан Setpoint. (Рис. 5.20)

Для удобства в окне управления имеется график, который может отображать любые значения при работе с клапаном.

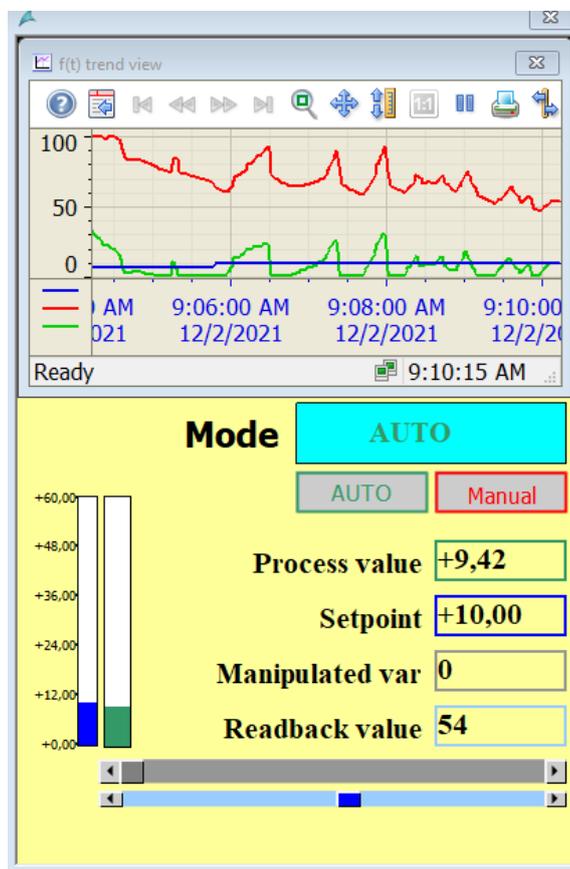


Рис. 5.20 Окно управления клапаном в автоматическом режиме

## **6 ПУСКОВЫЕ ОПЕРАЦИИ**

После выполнения работы над визуализацией и программной частью, все файлы были переданы программистам Viru RMT на проверку и тестирование.

В середине октября 2021 года, был пробный пуск установки. Во время пуска никаких проблем не возникло. Пришлось настраивать PID регулятор, внесли изменения коэффициентов P и I, а D переменную отключили за ненадобностью.

С ноября 2021 года данная установка работает в обычном режиме.

Так же в ноябре 2021, по просьбе оперативного персонала была добавлена звуковая сигнализация. В ближайшее время планируется добавить, обогрев трубопроводов с выводом показаний на экран и возможно в будущем изменения в блокировке.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Перед началом выполнения задания, ознакомился с технической документацией. Выполнение работы поделил на два этапа:

1. Создание программной части;
2. Создание визуальной части.

В ходе выполнения работы над программной частью выполнил поставленные задачи:

- Преобразование аналоговых сигналов;
- Создание системы управления отсекающими клапанами;
- Создание системы управления регулирующими клапанами с PID – регулятором;
- Создание блока управления блокировкой согласно условиям технической документации;
- Создание блока управления дискретным уровнем.

Перед началом выполнения работы по визуализации, получил от заказчика советы, которых придерживался во время выполнения задания. В итоге выполнил поставленные перед собой задачи:

- Визуализация основного экрана;
- Вывод показаний датчиков на главный экран;
- Возможность управления клапанами с основного экрана;
- Окно управления отсекающими и регулирующими клапанами;
- Окно графиков, сигнализаций и блокировок.

После того как программа была написана, протестировал её на симуляторе, после чего передал программистам на рассмотрение и внесение изменений.

На сегодняшний день установка прошла все тестирования и находится в работе.

## RESÜMEE

Praktika ajal pakuti mulle ülesandeks luua Petroter 1,2 ja fenoolvee puhastusseadme mahutipargi gaasi-lämmastiku hingamis juhtimis- ja visualiseerimissüsteem.

Sellel seadmel on üheksa rõhuanduritega paaki. Lisaks on sellel seadmel temperatuuri-, voolu- ja hapniku kontsentratsiooni andurid. Voolusuuna ja rõhu reguleerimiseks on see seade varustatud juhtseadmega, millel on juht- ja sulgeventiilid.

Pärast tehnilise dokumentatsiooniga tutvumist olid peamised ülesanded määratud, mis olid tehtud selle töö käigus:

- Sulgventiilide juhtimissüsteemi loomine;
- PID -regulaatoriga juhtventiilide juhtimissüsteemi loomine;
- Analoogsignaali teisendamine;
- Põhiblokeeringu juhtploki loomine vastavalt tehnilise dokumentatsiooni tingimustele;
- Diskreetse tasemeanduri juhtploki loomine;
- Põhiekraani visualiseerimine;
- Anduri näitude väljastamine põhiekraanile;
- Sulgemis- ja juhtventiili juhtaken;
- Trendide, häirete ja blokkide aken;
- Test simulatsioonirežiimis.

Peale antud ülesande täitmist töö oli edastatud Viru RMT programmeerijatele kontrollimiseks, testimiseks ja võimalikuks muudatuste ning täienduste tegemiseks.

Tänapäeval on gaasi-lämmastiku hingamise seade, mille jaoks see ülesanne oli täidetud läbis kõik testid ja töötab tavapäraselt.

Selles töös kirjutatud programm ei ole lõplik. Peale installatsiooni kasutuselevõttu lisas klient programmi helialarm. Lähitulevikus soovib klient lisada torustiku küttesüsteemi, põhiekraanilt juhtimise võimalusega. Ja viimistleda blokeerimisalgoritm.

## **SUMMARY**

During my internship, I was offered the task of Creation of a control and visualization system for gas-nitrogen respiration of a tank park Petroter 1, 2 and phenolic water purifier.

This installation has nine tanks with pressure sensors. In addition, this installation has a temperature, flow and oxygen concentration sensor. To control the direction of flow and regulate the pressure, this installation is equipped with a control unit with control and shut-off valves.

After being acquainted with the technical documentation, the main tasks were determined, that were done during the execution of this work:

- Creation of a control system for shut-off valves;
- Creation of a control system for control valves with PID;
- Scaling of analog signals;
- Creation of a lock control unit according to the conditions of the technical documentation;
- Creation of a control unit for a discrete level sensor;
- Main screen visualization;
- Display of sensor readings on the main screen;
- Creation of a control window for shut-off and control valves;
- Creating a window for trends, alarms and locks;
- Simulation testing.

After completing this task, the work was transferred to Viru RMT programmers for checking, testing and possibly making any changes and additions.

Today, the gas-nitrogen breathing installation for which this task was performed passed all the tests and works normally.

The program written in this work is not final. After putting the installation into operation, the customer added sound alarm to the program. In the near future, the customer wants to add a pipeline heating system, with the ability to control from the main screen. And also finalize the blocking algorithm.

## ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Технологический регламент TR-4-2011 (часть 1) производства сланцевого масла в цехе Petroter, перегонное отделение, 2011. (juhendamine)
2. Временная инструкция по эксплуатации системы азотного дыхания емкостного парка, OILj.PETR I,II/17, 2021. (juhendamine)
3. SIMATIC S7-1500 Программируемый контроллер. [Online] <https://www.siemens-pro.ru/s7-1500/6ES7516-3AN01-0AB0.html> (12.12.2021)
4. Станция распределённого ввода-вывода ET200iSP. [Online] <https://www.siemens-pro.ru/components/et200isp.htm> (12.12.2021)
5. Модуль аналогового входа для станции ET200iSP. [Online] <https://www.parmley-graham.co.uk/automation/siemens/io-systems-for-in-cabinets/et200isp/6ES7134-7TD00-0AB0> (12.12.2021)
6. Модуль аналогового входа для станции ET200iSP. [Online] <https://www.parmley-graham.co.uk/automation/siemens/io-systems-for-in-cabinets/et200isp/6ES7135-7TD00-0AB0> (12.12.2021)
7. Модуль дискретного вывода для станции ET200iSP. [Online] <https://simatic-market.ru/Siemens-CA01/6ES7132-7RD01-0AB0/> (12.12.2021)
8. Модуль дискретного входа для станции ET200iSP. [Online] <https://simatic-market.ru/Siemens-CA01/6ES7131-7RF00-0AB0/> (12.12.2021)
9. Lenovo ThinkCentre M720. [Online] <https://www.lenovo.com/ee/et/desktops-and-all-in-ones/thinkcentre/m-series-tiny/ThinkCentre-M720q/p/11TC1MTM72Q> (12.12.2021)
10. Siemens Scalance X-000. [Online] [https://www.siemens-pro.ru/scalance\\_x-000/6GK5005-0BA00-1AA3.html](https://www.siemens-pro.ru/scalance_x-000/6GK5005-0BA00-1AA3.html) (12.12.2021)
11. PROFINET. [Online] <https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/promyshlennaya-kommunikaciya/profinet/preimushchestva-profinet.html> (12.12.2021)
12. Profibus DP. [Online] <https://aveon.ru/services/008/> (12.12.2021)
13. Tia Portal Обработка аналоговых сигналов. [Online] [Tia Portal Обработка аналоговых сигналов | Electric-Blogger.ru](https://electric-blogger.ru/tia-portal-obrabotka-analogovykh-signalov/) (12.12.2021)

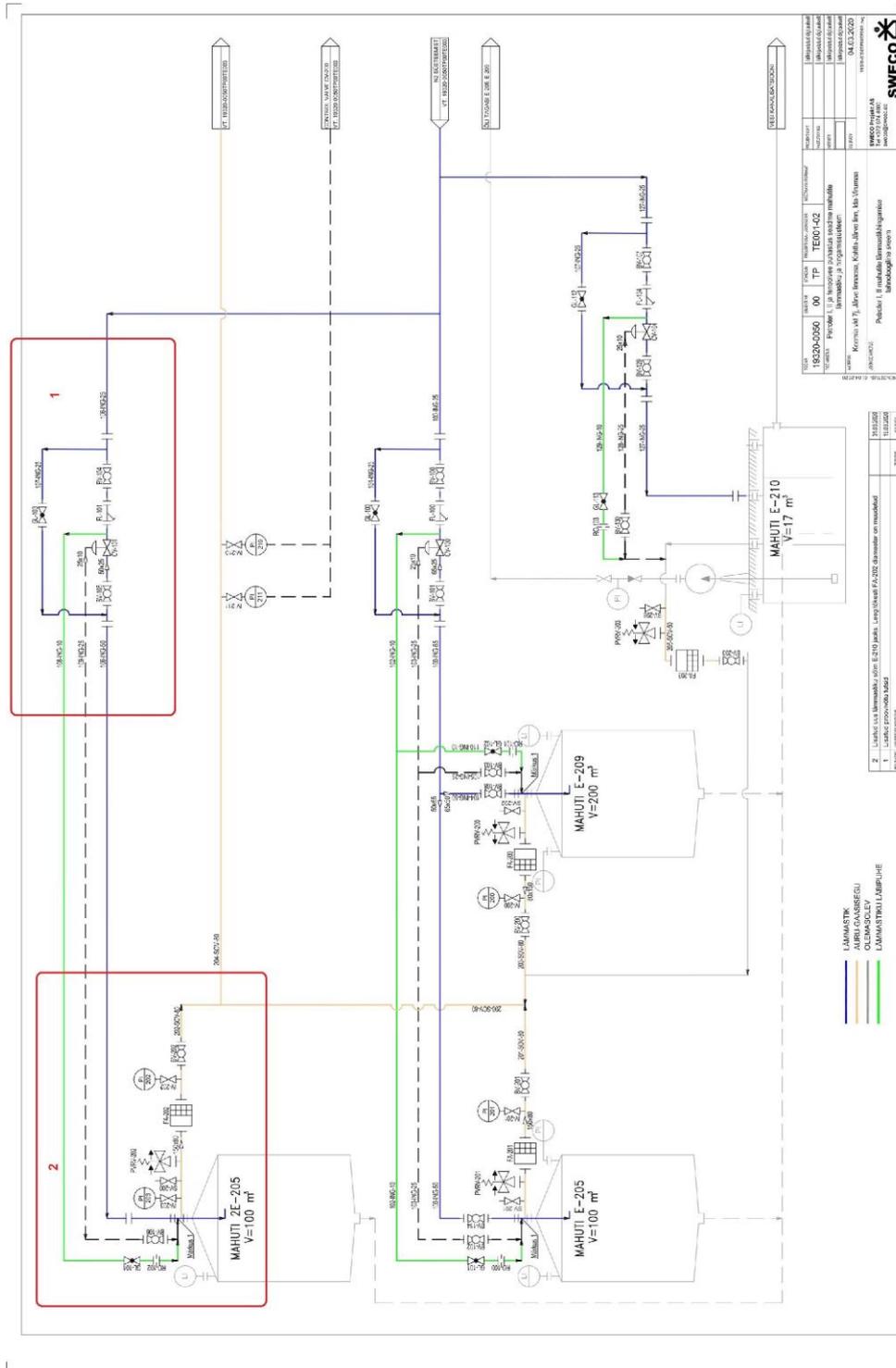
14. PID-регулирование "PID\_Compact". [Online] [https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-1200/s71200\\_system\\_manual\\_r.pdf](https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-1200/s71200_system_manual_r.pdf) (12.12.2021)
15. Создание тэгов для HMI в TIA Portal, привязка переменных к объектам. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=lcKnHtffvIM&list=PLbfc7EtEaR0iAqQiaewnsOTPpMG9NoOfI&index=2&t=212s> (12.12.2021)
16. Создание аварийных сообщений в TIA Portal для HMI, настройка Alarm View. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=PbdKIGIwPRE&list=PLbfc7EtEaR0iAqQiaewnsOTPpMG9NoOfI&index=4> (12.12.2021)

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1.

Емкостной парк Petroter 1, 2.

1. Узел понижения давления азота;
2. Узел подачи азота и отвода паров дыхания, отсечная арматура, датчик давления, пламя преградитель и предохранительно-сбросной клапан.



## Приложение 2.

Емкостной парк УОФВ.

1. Узел понижения давления азота;
2. Узел подачи азота и отвода паров дыхания, отсечная арматура, датчик давления, пламя преградитель и предохранительно-сбросной клапан.

