

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ П. Леонт'єв

\_\_\_\_\_ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

*«Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500»*

Дипломний проект

Виконав:

студент групи СУдн-81п

Р. Ю. Баланчук

Керівник проекту:

доцент, к.ф.-м.н.

С. В. Соколов

**СУМИ 2022**

№ строчки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Знову розроблена			
3						
4	A4		Реферат	2		
5	A4		Технічне завдання	3		
6	A4	СУдн-81П.151.01.ПЗ	Пояснювальна записка	77		
7						
8			Примінена			
9						
10	A4		Завдання	2		
11						
12			<u>Документація конструкторська</u>			
13			Знову розроблена			
14						
15	A4	СУдн-81П.151.01.A1	Функціональна схема реалізації модернізації АСУТП на базі ПЛК	1		
16	A4	СУдн-81П.151.01.A2	Схема автоматизації МНА Модернізація АСУТП МНА на базі ПЛК	1		
17	A4	СУдн-81П.151.01.A3	Технічна схема НПС	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23			<u>Документація по плакатам</u>			
24			Знову розроблена			
25						

					<i>СУдн-81П.151.01.ДП</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Баланчук Р. Ю.					
<i>Керівник</i>		Соколов С. В.					
<i>Рецензент</i>							
<i>Н.контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							
					Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500. Відомість проекту		
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
						2	1
					<i>Гр.СУдн-81П</i>		

# СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: “Комп’ютеризованих систем управління”

Спеціальність: 151-«Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ П. Леонтєв

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра (дипломний проект) студенту

Баланчуку Роману Юрійовичу

1. Тема проекту:

Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500

затверджена наказом по університету від “10” червня 2022 р. №0433-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту \_\_\_\_\_ 15.06.2022 р.

3. Початкові дані до проекту: Завдання кафедри, технічне завдання на

проекткування, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст записки пояснення

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

---

---

---

---

---

---

---

---

5.Перелік графічного матеріалу

*1. Функціональна схема реалізації модернізації АСУТП на базі ПЛК*

*2. Схема автоматизації МНА*

*3. Технічна схема НПС*

6.Дата видачі завдання

16.05.22 р.

Керівник проекту

С. В. Соколов

Прийняв до виконання

Р. Ю. Баланчук

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту	Терміни виконання етапів проекту	Приміт.
1	ЗАГАЛЬНА ЧАВСТИНА	26.05.22–27.05.22	
2	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	27.05.22–04.06.22	
3	ОХОРОНА ПРАЦІ	04.06.22–08.06.22	
4	РОЗРОБКА ГРАФІЧНОЇ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОЕКТУ	08.06.22-12.06.22	
5	ОФОРМЛЕННЯ ПЗ, ГРАФІЧНИЙ КОНСТРУКТОРСЬКІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ	12.06.22-13.06.22	
6	ЗДАЧА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ КЕРІВНИКОВІ	13.06.22-14.06.22	
7	ЗДАЧА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ НА РЕЦЕНЗІЮ	14.06.22-15.06.22	

Студент-дипломник

Р. Ю. Баланчук

Керівник проекту

С. В. Соколов

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
на проектування  
*автоматизації магістрального насосного агрегату МНА-2500*

Розробник:  
студент групи СУдн-81п

Р. Ю. Баланчук

Погоджено:  
керівник проекту:  
доцент, к.ф.-м.н.

С. В. Соколов

**Суми – 2022**

## 1. Найменування розробки:

*Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500*

## 2. Мета і призначення розробки:

*Основним пристроєм, який відповідає за управління технологічним процесом нафтоперекачувальної станції (НПС), є програмуємий логічний контролер (ПЛК) .*

*Програмуємий логічний контролер ПЛК MODICON 984 є спеціалізованим мікропроцесорним пристроєм управління і призначений для обробки сигналів від зовнішніх пристроїв і управління підключеними до нього виконавчими механізмами відповідно до заданої програми.*

## 3. Джерела розробки:

*1. Методичні вказівки з організації самостійної роботи з курсу “Проектування і експлуатація нафтобаз” для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.*

*2. Шишкин г.В. Довідник по проектуванню нафтобаз. – Л.: Недра, 2018.*

*3. Конспект лекцій з дисципліни “Проектування і експлуатація нафтобаз” (частина 1) для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.*

*4. Конспект лекцій з дисципліни “Проектування і експлуатація нафтобаз” (частина 2) для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.*

*5. Тугунов П.І., Новоселов в.Ф. Типові розрахунки при проектуванні і експлуатації нафтобаз і нафтопроводів. Навчань. допомога для вузів. М., Надра, 2017.*

*6. Едігаров с.Г., Бобровський с.А. Проектування і експлуатація нафтобаз і газосховищ. М., Надра, 2018.*

*7. Мацкин л.А., Черняк і.Л., Ілембітов м.С. Експлуатація нафтобаз. Ізд.3., перераб. і доп. М., Надра, 2018.*

8. *А.И. Володимирський, Ю.М Дронговський, Л.А. Зайців, Ю.В. Ліванов. Автоматизація і телемеханізація магістральних нафтопроводів. М.: Надра, 2018.*
9. *Певзнер в.Б. Основи автоматизації нафтогазопроводів і нафтобаз. М.: Надра, 2018.*
10. *Лісафін В.П. Очисні споруди. Охорона довкілля. Навч. посібник, – Ів-Фр.: ДОП ІФДТУНГ, 2019.*
11. *N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.*
12. *Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-I ECON, November 2018.*
13. *Human, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2014.*
14. *Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.*
15. *Стахов Е.А. Очищення нефтесодержащих стічних вод підприємств зберігання і транспорту нафтопродуктів. – Л.: Надра, 2018.*
16. *Охорона праці в машинобудуванні: Підручник для машинобудівних вузів/ Е.Я. Юдін, С.В. Белов, С.К. Баланцев і др.; Під ред. Е.Я. Юдіна, С.В. Белова – 2-е видавництво, перераб. і доп. – М.: Машинобудування, 2018.*
17. *Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2019. – 136с.*

#### 4. Стадії та етапи розробки:

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.
2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.
3. ОХОРОНА ПРАЦІ.
4. СКЛАДАННЯ ВСТУПУ, РЕФЕРАТИВ І ВИСНОВКІВ.
5. ОФОРМЛЕННЯ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.

## РЕФЕРАТ

Баланчук Роман Юрійович. Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500. Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект). Сумський державний університет. Суми, 2022.

Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект) містить 77 листів пояснювальної записки, що включають 23 малюнків і 8 таблиць; графічну конструкторську документацію, що включає 3 креслення та презентацию.

Ключові слова: насос, контролер.

Пояснювальна записка складається з трьох розділів. У першому розділі описано зальну частину диплому. Другий розділ присвячений спеціальній частині. Третій розділ розглядає охорону праці.



## **THE ABSTRACT**

Balanchuk Roman Yuriyovych. The automation of the MNA-2500 main pump unit. Bachelor's thesis (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2022.

The bachelor's thesis (diploma project) contains 77 letters of explanatory note, including 23 figures and 8 tables; graphic design documentation, including 3 drawings and a presentation.

Key words: pump, controller.

The explanatory note consists of three sections. The first section describes the hall part of the diploma. The second section is devoted to a special part. The third section deals with labor protection.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра (дипломного проекту)

на тему:

*“ Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500 ”*

Виконав:

студент групи СУдн-81п

Р. Ю. Баланчук

Керівник проекту:

доцент, к.ф.-м.н.

С. В. Соколов

**СУМИ 2022**

## ЗМІСТ

Перелік прийнятих скорочень.....	3
Вступ.....	4
1 Загальна частина.....	7
1.1 Насосні станції магістральних трубопроводів як об'єкт автоматизації .7	
1.2 Основне функціональне обладнання НПС магістральний насосний агрегат МНА 2500-230.....	10
1.3 Технічні засоби АСУТП МН.....	14
1.4 Техніко – економічне обґрунтування.....	23
2 Спеціальна частина.....	27
2.1 Структурна схема АСУТП.....	27
2.2 Програмні засоби АСУТП.....	31
2.3 Розробка схеми АСУТП МН 2500-230 на базі ПЛК.....	46
2.4 Розробка систем захистів та сигналізації АСУ МН 2500-230 на базі ПЛК.....	53
2.5 Розробка алгоритмів та програмного забезпечення АСУ МН.....	60
3 Охорона праці.....	68
3.1 Охорона праці і навколишнього середовища.....	68
3.2 Пожежна безпека.....	72
Висновок.....	74
Список використаної літератури.....	76

<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>				
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		Баланчук Р. Ю.		
<i>Перев.</i>		Соколов С. В.		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>				
<i>Автоматизація магістрального насосного агрегату МНА-2500</i>				
		<i>Літ.</i>	<i>арк</i>	<i>Аркушів</i>
			2	77
<b>СУдн-81П</b>				

## ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

АСУТП	- автоматизована система управління технологічним процесом
АСУ	- автоматизована системи управління
САУ	- система автоматичного управління
ПК	- персональний комп'ютер
ПЛК	- програмуємий логічний контролер
РС	- Personal Computer
АЦП	- аналогово- цифровий перетворювач
ЦАП	- цифрово- аналоговий пристрій
ЕОМ	- електронно обчислювальна машина
ПЗ	- програмне забезпечення
ОЗП	- оперативний запам'ятовуючий пристрій
ПЗП	- постійний запам'ятовуючий пристрій
НМ	- насос магістральний
МВ	- масляний вимикач
СТД	- синхронний трьохфазний двигун
НПС	- нафтоперекачувальна станція
МН	- магістральний насосний
АВР	- автоматичне включення ризерва
ППМА	- програмний пуск магістрального агрегата
МДП	- місцевий диспетчерський пункт
РДП	- районний диспетчерський пункт
СРУ	- центральний процесорний модуль
ADC	- аналогово – цифровий модуль
IST	- міжсегментний перехід

					СУдн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

Поява автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) стала наслідком синтезу і зустрічного розвитку автоматизованих систем управління (АСУ) і локальної автоматики.

Термін АСУ з'явився в момент, коли в системи управління для рішення різних задач почали впроваджувати обчислювальну техніку. Типова АСУ спочатку виглядала як дворівнева система: нижній рівень відповідав за збір інформації, а верхній - за ухвалення рішення. Потік інформації надходив від об'єкта управління операторові, що обмінювався даними з ЕОМ і здійснював управління об'єктом. Обчислювальні потужності використовувалися лише для того, щоб полегшити операторові або диспетчерові обробку інформації, що надходить.

Під об'єктом управління мали на увазі як технічні засоби, так і виробничі структури, між якими з погляду теорії автоматизації немає принципової різниці. Відмінність з'явилася тільки в назві: автоматизоване управління виробництвом (підприємством) стали позначати АСУВ, автоматизоване управління технічними засобами і процесами - АСУТП.

Перші АСУТП створювалися шляхом об'єднання з уже створеними телемеханічними системами ЕОМ, причому оператор ставав одночасно й оператором ЕОМ, і диспетчером телемеханічної системи. Розробки таких АСУТП досить рідко втілювалися на практиці, та й то лише в тих областях, де економічний ефект від впровадження ЕОМ у технологічний процес не мав вирішального значення (космічної, військова сфери).

ЕОМ не здатна сприймати вхідну інформацію в тому ж виді, що й оператор, як не здатна безпосередньо управляти технологічним процесом. Спроби перетворювати сигнали для введення й адаптувати управління з урахуванням вимог ЕОМ привели до ускладнення і подорожчання системи, що не завжди виправдувало самі удосконалення. Така ситуація (принаймні в Радянському Союзі) існувала приблизно до середини 80-х років.

Локальна автоматика розвивалася від виконання часткових задач управління одним процесом або об'єктом, до управління комплексом з декількох процесів або об'єктів. Комплекс технічних засобів, що забезпечують автоматичне

					Судн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		4

функціонування групи технологічних процесів або технічних засобів, одержав назву системи автоматичного управління (САУ).

Перші САУ реалізовувалися на аналогових регуляторах і релейних схемах автоматичного управління і були досить широко поширені й успішно застосовувалися як невеликі вузли автоматичного управління, так і у великих телемеханічних системах. Однак спроби створити цілком автоматичну, велику (більш 100 контрольованих і керованих параметрів) телемеханічну систему за допомогою аналогової автоматики і релейних схем управління приводили до того, що найчастіше фізичний обсяг і вартість такої системи виявлялися значно більше, ніж у самого об'єкта (або групи об'єктів) управління. Та й надійність таких систем була невелика. Тому паралельно з автоматичною системою управління завжди створювалося ручне керування, що природно не сприяло ні спрощенню ні здешевленню устаткування.

Релейні схеми управління легко піддаються моделюванню програмними засобами, тому було цілком природно спробувати використовувати для цих цілей обчислювальну техніку. Така можливість виникла з появою мини- і микроЕОМ.

Таким чином, розвиток АСУ і локальної автоматики йшло в зустрічних напрямках, але до визначеного моменту теоретично добре розроблені схеми побудови АСУТП із дворівневою архітектурою на практиці виявлялися або занадто складними і дорогими, або непрацездатними. Щоб ці два напрямки «зустрілися», потрібен був цілеспрямований розвиток засобів автоматизації, у першу чергу в плані сумісності датчиків і виконавчих механізмів з цифровою апаратурою обробки даних. Необхідно було і перебороти таке важливе обмеження, як висока вартість обчислювальної техніки. Найбільш прийнятним рішенням обох проблем відразу стало створення програмуємих управляючих мікропроцесорних контролерів. Програмуємі контролери, будучи по своїй суті цифровими (а виходить, легко сумісними з управляючими машинами верхнього рівня), мають спеціалізовані блоки для управління і зв'язку з всілякими аналоговими, дискретними і цифровими датчиками і виконавчими механізмами.

Широке поширення контролерів збіглося за часом з початком поширення персональних комп'ютерів. Тому можна сказати, що прості і недорогі реально працюючі автоматизовані системи керування технологічними процесами почали з'являтися в той же момент, коли в повсякденному житті замість терміна ЕОМ почав уживатися термін "персональний комп'ютер", або просто комп'ютер. З застосуванням програмуємих контролерів типова схема побудови АСУТП

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						5
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

придбала вид ланцюжка: оператор - управляючий комп'ютер - управляючий програмуємі контролери - датчики і виконавчі механізми - об'єкти управління, де обмін інформацією йшов в обох напрямках.

В даний час такі системи являють собою об'єкт активних теоретичних досліджень. Дослідники, використовуючи новий технологічний рівень, повернулися до створення моделей комплексної автоматизації процесів, виробництв і виробничих структур. Єдині відкриті обчислювальні системи дозволяють управляти розподіленими децентралізованими структурами, що еволюціонують, з обмеженою взаємодією, здатними підтримувати в міру потреб механізм налагодження нових зв'язків або поглиблювати їхню взаємодію. Усі необхідні апаратні засоби для таких систем уже створені або легко можуть бути створені. Активно розробляється для цих цілей системо-незалежне програмне забезпечення.

Що стосується ПЗ безпосередньо для АСУТП, то для створення автоматизованих систем управління технологічними процесами існують і успішно застосовуються пакети, називані в технічній літературі SCADA-програмами (Supervisory Control and Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних). Ці програми дозволяють забезпечити двосторонній зв'язок у реальному часі з об'єктом керування і контролю, візуалізацію інформації на екрані монітора в будь-якому зручному для оператора виді, контроль позаштатних ситуацій, організацію вилученого доступу, збереження й обробку інформації. SCADA-пакети забезпечують гнучкість системи, підтримують розподілену архітектуру, можливість розробки драйверів, резервуємість, підтримку спеціалізованих мов програмування.

В даний час створення АСУТП, особливо невеликих, не є чимось винятковим. Напрацьовано типові схеми, схемні і програмні рішення, використовуючи які розроблювачі навіть не акцентують увагу на тому, що вони створюють АСУТП, - просто вирішуються поточні задачі керування устаткуванням або процесом. Це свідчить про те, що автоматизація вже досягла того ступеня щоденності, що і наприклад електрифікація.

До області використання АСУТП відносяться підприємства хімічної, атомної, металургійної, гірничодобувної промисловості, електричні станції і підстанції, насосні і компресорні станції (на нафто і газопроводах, у системах іригації, тепло і водопостачання), підсилювальні і ретрансляційні установки на лініях зв'язку, системи охоронної сигналізація і т.і.

					Судн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		6

## 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Насосні станції магістральних трубопроводів як об'єкт автоматизації

Важливим елементом системи трубопровідного транспорту є станції для перекачування нафти і нафтопродуктів. Основним функціональним обладнанням цих станцій є насосні агрегати. Тому перекачувальні станції часто називають насосними станціями магістральних трубопроводів.

Нафта і нафтопродукти – це реальні рідини, що характеризуються певною в'язкістю. Тому перекачування по трубопроводу обов'язково супроводжується втратами енергії (тиску, напору) на тертя. Звідси випливає основна функція насосної станції – це підвищення тиску нафти і нафтопродуктів до такої величини, щоб можливо було компенсувати втрати тиску по довжині і в місцевих опорах, подолати різницю геодезичних позначок кінця і початку трубопроводу, забезпечити технологічно необхідний тиск рідини в кінці трубопроводу.

Отже, насосна станція є енергетичним об'єктом системи трубопровідного транспорту нафти і нафтопродуктів.

Насосну станцію магістрального нафтопроводу називають нафтоперекачувальною станцією НПС, тому що вона перекачує нафту.

Насосні станції магістральних трубопроводів діляться на головні і проміжні.

Головна НС знаходиться на початку трубопроводу і приймає продукти для транспортування з місця видобутку.

Проміжні НПС розміщені на трасі трубопроводу в місцях, що визначаються гідравлічними розрахунками.

Головна НПС магістрального нафтопроводу призначена для приймання нафти з установок підготовки нафти та закачування її з заданим тиском із ємностей у трубопровід.

До складу технологічних споруд проміжних НПС входять: магістральна насосна, вузол із регулюючими клапанами або заслінками, фільтри-грязевловлювачі, вузли запобіжних пристроїв, технологічні трубопроводи. На рисунку 1 показано технологічну схему проміжної НПС.

Проміжні насосні станції призначені для підвищення тиску в магістральному трубопроводі при перекачуванні нафти.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		7



На сучасних нафтопроводах перекачування нафти проводиться за схемою ( із насоса в насос ).

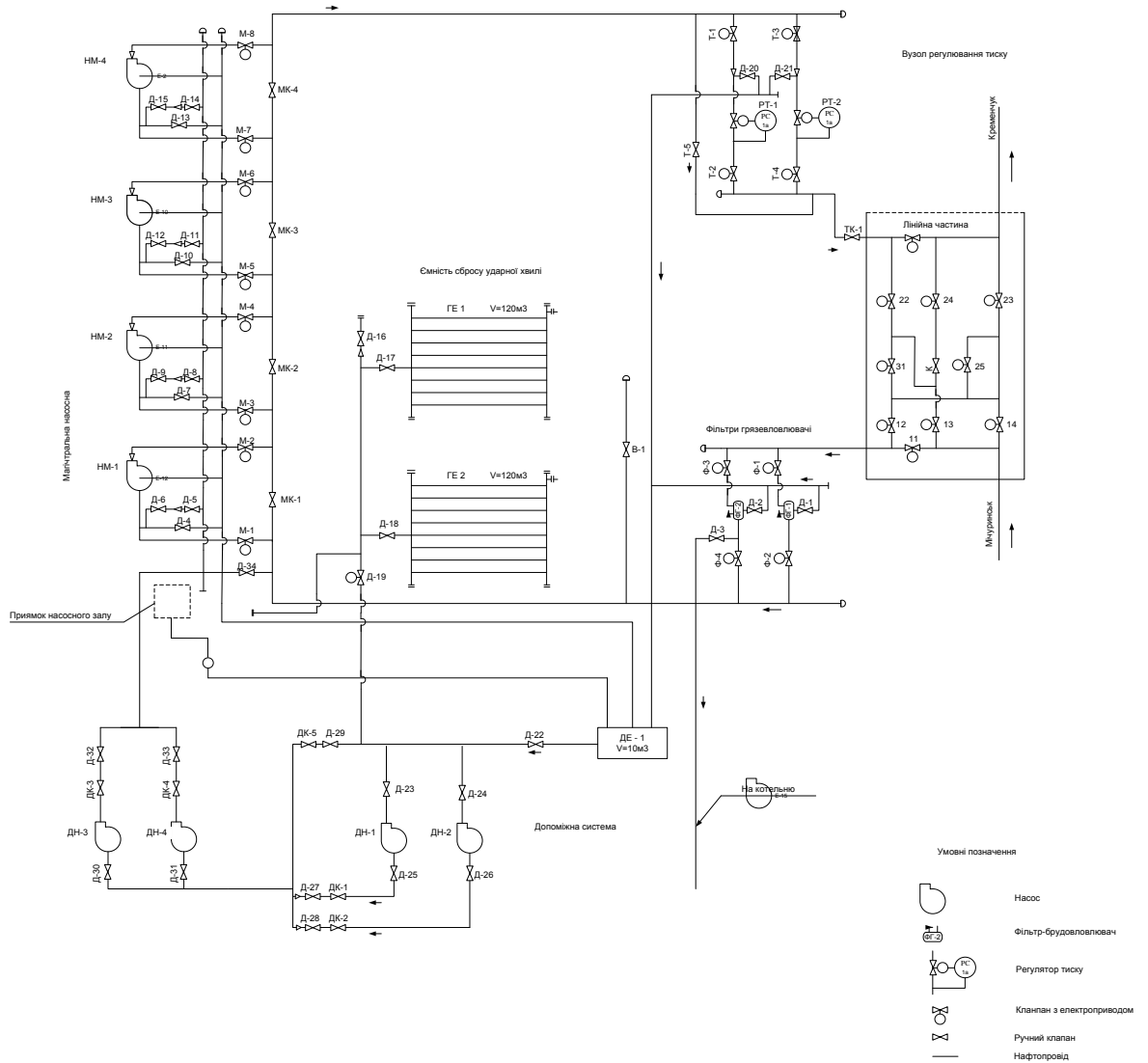


Рисунок 1.1 Технологічна схема НПС

Для забезпечення безпечної експлуатації основного та допоміжного обладнання НС передбачені системи автоматичного контролю , захисту (блокуванню) та сигналізації як окремого насосного агрегату, так і насосної станції загалом.

На магістральних трубопроводах, що працюють за схемою (із насоса в насос) , будь яке порушення процесу перекачування протягом короткого часу (кілька десятків секунд ) призводить до різких змін технологічного процесу . Основними причинами порушення нормальної роботи нафтопроводів є непланове відключення окремих насосних агрегатів або насосної станції загалом. Причиною

такого явища може бути короткочасне припинення електропостачання НС . При раптовому відключенні НС з попередньої станції поширюється хвиля підвищеного тиску , до наступної – хвиля пониженого тиску.

Для запобігання виникнення аварійних ситуацій на НС передбачається автоматичний захист по тиску . Тиск транспортованої рідини контролюється на вході, до і після регулюючих пристроїв.

Зазвичай захист по тиску передбачають двоступеневий. Перший ступінь захисту, що передбачає захист при граничному тиску, відключає тільки один насосний агрегат. У випадку досягнення так званого аварійного тиску зупиняються одночасно всі насосні агрегати НС. Таким чином , захист від граничних тисків запобігає аваріям, а захист від аварійних тисків є резервним для збільшення надійності.

Захист при граничних тисках на вході НС передбачається для запобігання тривалої роботи насоса при тиску на вході меншому допустимого. Граничні тиски на вході не обмежені тільки кавітаційною характеристикою насосних агрегатів. Відмінністю в роботі захисту на вході НС є наявність витримки в часі на спрацювання, що запобігає відключенню насоса при короткочасному зниженні тиску в наслідок перехідних процесів у трубопроводі.

Важливе значення мають метрологічні питання настроювання пристроїв захисту. Неправильне настроювання призводить або до хибних відключень або до появи тисків, що призводять до перенапружень трубопроводів. Підвищення класу точності приладів зменшує можливість хибних спрацювань і знижує значення настроювання аварійного тиску, що зменшує можливість перенапружень трубопроводів.

Тепловий захист корпусу насоса запобігає тривалій роботі насоса на закриту засувку. Контроль повітря на вході і виході електродвигуна не допускає перегрівання обмотки статора і утворення конденсату при низьких температурах . Експлуатація електродвигунів, що продуваються повітрям при надлишковому тиску , потребує контролю тиску. Герметичність торцевого ущільнення контролюється спеціальним пристроєм. Передбачається також контроль величини вібрації насосного агрегату.

Таким чином , у насосному агрегаті передбачається контроль наступних параметрів:

Контроль тиску на вході насоса;

Контроль електричних параметрів електродвигуна;

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		9

Тепловий контроль корпусу електродвигуна;  
Контроль подавання масла для змащування підшипників;  
Тепловий контроль підшипників насоса та електродвигуна;  
Тепловий контроль повітря , що входить і виходить з електродвигуна;  
Контроль герметичності торцевих ущільнень;  
Контроль вібрації.

На перекачувальних насосних станціях передбачається також система автоматичного пожежегасіння, уявляє собою частину загально станційної системи автоматичного гасіння пожеж.

Об'єми контролю і автоматизації перекачувальних насосних станцій приймаються в залежності від особливостей роботи магістральних нафтопроводів, а також основного та допоміжного обладнання насосних станцій.

## 1.2 Основне функціональне обладнання НПС магістральний насосний агрегат МНА 2500-230

Технологічний процес забезпечується технологічним устаткуванням, датчиками, виконавчими механізмами і т.д. За допомогою датчиків система АСУТП вимірює значення технологічних величин процесу й устаткування, а за допомогою виконавчих механізмів безпосередньо впливає на хід технологічного процесу, керує ним. Головним устаткуванням НПС є магістральний насосний агрегат.

Насоси НМ 2500-230 представляють собою відцентрові горизонтальні насоси, одноступінчаті, спірального типу з робочим колесом двостороннього входу, з підшипниками ковзання з примусовим змазуванням. Як привід використовується синхронний двигун серії СТД - 2000 потужністю 2000 кВт ; напругою  $U=6000$  В ,  $n=3000$  обертів за хвилину, коефіцієнт корисної дії дорівнює 95%. На малюнку 2,3 показано НМ2500-230 та СТД2000.

Насоси НМ 2500-230 розташовані в насосному залі основного укриття НПС призначені для транспортування по магістральному нафтопроводу нафти з температурою від мінус 5 до + 80 С, кінематичною в'язкістю не більш 3см/с. зі змістом механічних домішок не більш 0,05% і розміром 0,2мм.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		10

До складу магістральної насосної станції входить чотири послідовно підключених насосних агрегату, які відключаються електроприводними засувками. На колекторі між засувками на всмоктуванні і нагнітанні насосів встановленні зворотні клапани, що дозволяє здійснювати пуск і зупинку любого насоса без зупинки решти насосних агрегатів, а також здійснювати ступінчасте регулювання тиску і подачі нафти НПС шляхом зміни числа працюючих насосів.

Магістральні насоси типу НМ 2500-230 можуть мати змінні ротори. Характеристики насоса з змінними роторами наведені на малюнках 4,5.

Будова і принцип роботи насоса НМ 2500-230.

Принцип дії насоса полягає в перетворенні механічної енергії в гідравлічну за рахунок взаємодії рідини з робочим органом – робочим колесом.

Насос типу НМ мал.6 складається з:

- I- вузол підшипника;
  - II- вузол торцевого ущільнення;
  - III- вузол імпелерного пристрою;
  - IV- вузол радіально-упорних підшипників.
- 1- корпус насоса;
  - 2- кришка насоса;
  - 3- втулка зубчастої напівмуфти;
  - 4- ротор насоса;
  - 5- кришка підшипника;
  - 6- кожух торцевого ущільнення;
  - 7- віджимний болт;
  - 8- корпус підшипника;
  - 9- робоче колесо;
  - 10- захисно-ущільнювальне кільце;
  - 11- опори корпусу.

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.2. Магістральний насос МН2500-230

					СУДН-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.3. Електропривод МН СТД 2000

Базовою деталлю насоса є корпус з горизонтальною площиною рознімання й опорами , розташованими в нижній частині.

Нижня і верхня частини корпусу з'єднуються шпильками з ковпачковими гайками. Горизонтальне рознімання корпусу ущільнюється паронітовою прокладкою і по контуру закривається захисними щитами.

Ротор насоса складається з вала з насадженими на нього робочим колесом, захисними й імперними втулками, дистанційними кільцями й кріпильними деталями. Правильна установка ротора в корпус в осьовому напрямку досягається зміною товщини дистанційного кільця. Напрямок обертання ротора – за годинниковою стрілкою з боку привода.

Опорами ротора служать підшипники ковзання. Змащення підшипників примусове. Кількість масла , що підводиться до підшипників, регулюється за допомогою дросельних шайб, установлюваних на підведенні масла до підшипників.

						Судн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			13

Осьове зусилля ротора сприймають два радіально-упорних підшипники.

Ущільнення ротора механічні, торцеві, гідравлічно розвантажені.

Конструкція торцевого ущільнення допускає розбирання й складання насоса без демонтажу кришки корпусу й корпусів підшипників. Герметизація торцевих ущільнень забезпечується дією пружини, що створюють щільний контакт нерухливого й обертового кілець.

У насосі передбачена система охолодження торцевих ущільнень за рахунок прокачування рідини імпелером через камеру торцевого ущільнення.

Імпелерні втулки мають різну гвинтову нарізку: ліву ( з боку електродвигуна) і праву ( з боку радіально-упорного підшипника ).

З'єднання кінців валів насоса й електродвигуна виконується за допомогою зубчастої муфти.

Для привода магістральних насосів використовуються синхронні та асинхронні електродвигуни високої напруги різних марок і різного виконання. Електродвигуни виготовляються у звичайному та вибухозахищеному виконаннях.

При використанні як привода електродвигуна у звичайному виконанні насос і двигун установлюють в ізольованих приміщеннях один від одного приміщеннях. Ізоляція приміщень здійснюється з допомогою повітряної завіси.

### 1.3 Технічні засоби АСУ ТП МН

Основним пристроєм, який відповідає за управління технологічним процесом нафтоперекачувальної станції (НПС), є програмуємий логічний контролер (ПЛК) .

Програмуємий логічний контролер ПЛК MODICON 984 є спеціалізованим мікропроцесорним пристроєм управління і призначений для обробки сигналів від зовнішніх пристроїв і управління підключеними до нього виконавчими механізмами відповідно до заданої програми. Зовнішній вигляд ПЛК MODICON 984 та АРМ оператора НПС показано на рисунках 6.1,6.2.

Специфікація ПЛК MODICON 984:

Розрядність	24біт;
Мережний інтерфейс	2М/1М+;
Швидкість обробки	1,0-1,5(мс/Кслів);
Об'єм корист.логіки	16/32/48 Кслів;
Пам'ять стану	

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		14



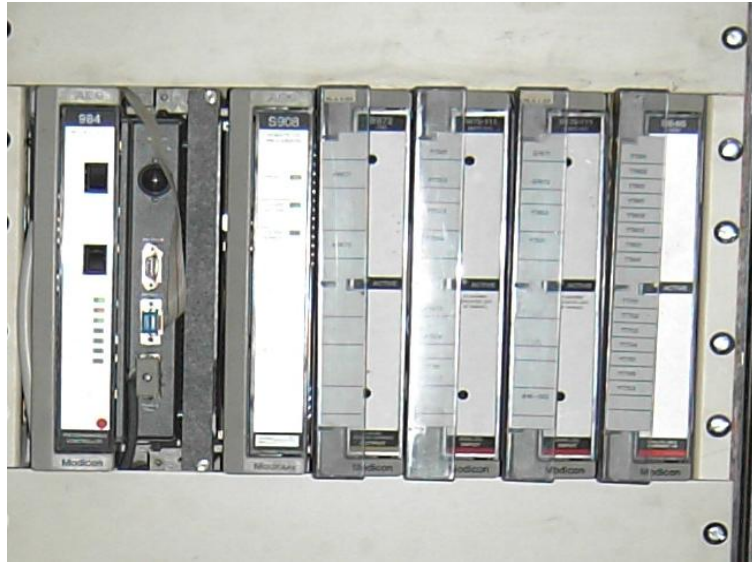


Рисунок 1.4 Зовнішній вигляд ПЛК MODICON 984



Рисунок 1.5 Автоматизоване робоче місце оператора НПС

					СУдн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		15



Регістри	10/32/64К;
Дискрети	8192/65535;
Макс.кіл.дискретних входів-виходів	16384/16384;
Макс.кіл.аналогових входів-виходів	1024/1024;
Усього бітів уведення-виведення	65535 біт;
Розширена пам'ять	до 96 Кслів.

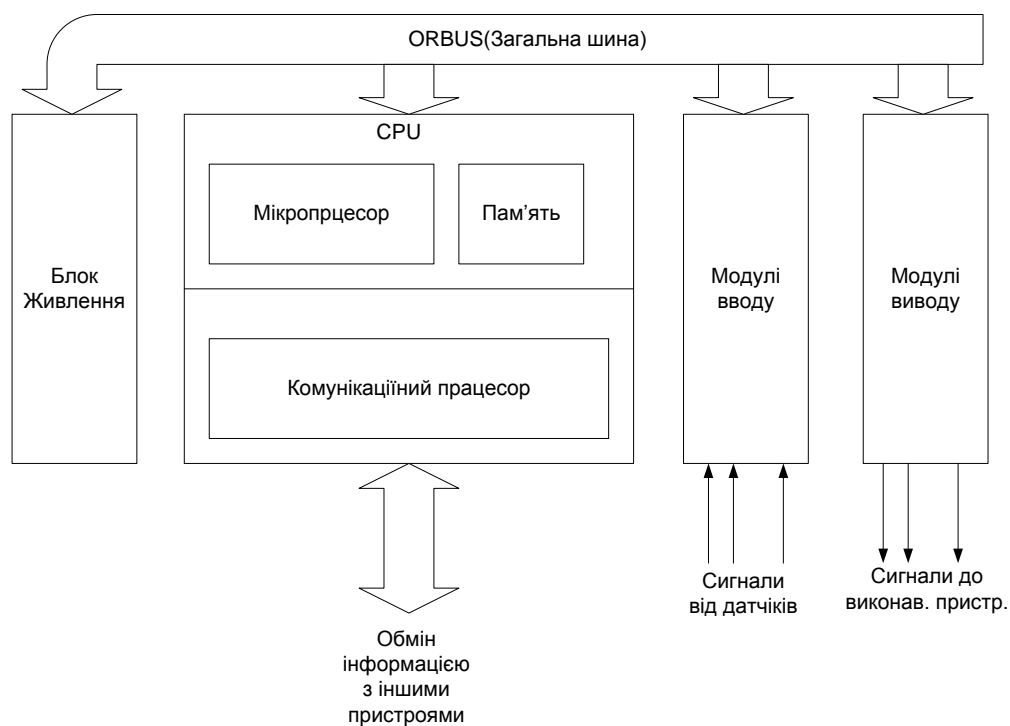


Рисунок 1.6– Узагальнена структура ПЛК

Призначення блоків:

- блок живлення (забезпечує перетворення мережної напруги до рівня, необхідного для нормальної роботи всіх інших складових частин ПЛК;

- центральний процесорний модуль (CPU- містить цифровий мікропроцесор і пам'ять; CPU зчитує перетворені вхідні дані, виконує логічну програму, що знаходиться в пам'яті, і пересилає відповідні вихідні сигнали на виконавчі пристрої; у функцію CPU входить також здійснення обміну даними з іншими пристроями управління в рамках локальних мереж або в рамках одиничного зв'язку між двома пристроями (Point-to-point); у високопродуктивних ПЛК CPU може містити додатковий комунікаційний мікропроцесор або є окремий мікропроцесорний комунікаційний модуль- Comm- процесор);

- модулі введення (підключаються до польових датчиків і здійснюють перетворення сигналів у внутрішню форму представлення , з яким оперує CPU);

- модулі виводу (здійснюють перетворення сигналів і передачу формованих CPU сигналів на виконавчі пристрої);

Всі елементи ПЛК зв'язані між собою за допомогою внутрішньої загальної шини, яка містить у собі шину даних, адресну шину і шину управління.

Пам'ять контролера MODICON 984 (рисунок 8) у залежності від призначення підрозділяється на три різновиди.

### Пам'ять ПЛК MODICON 984

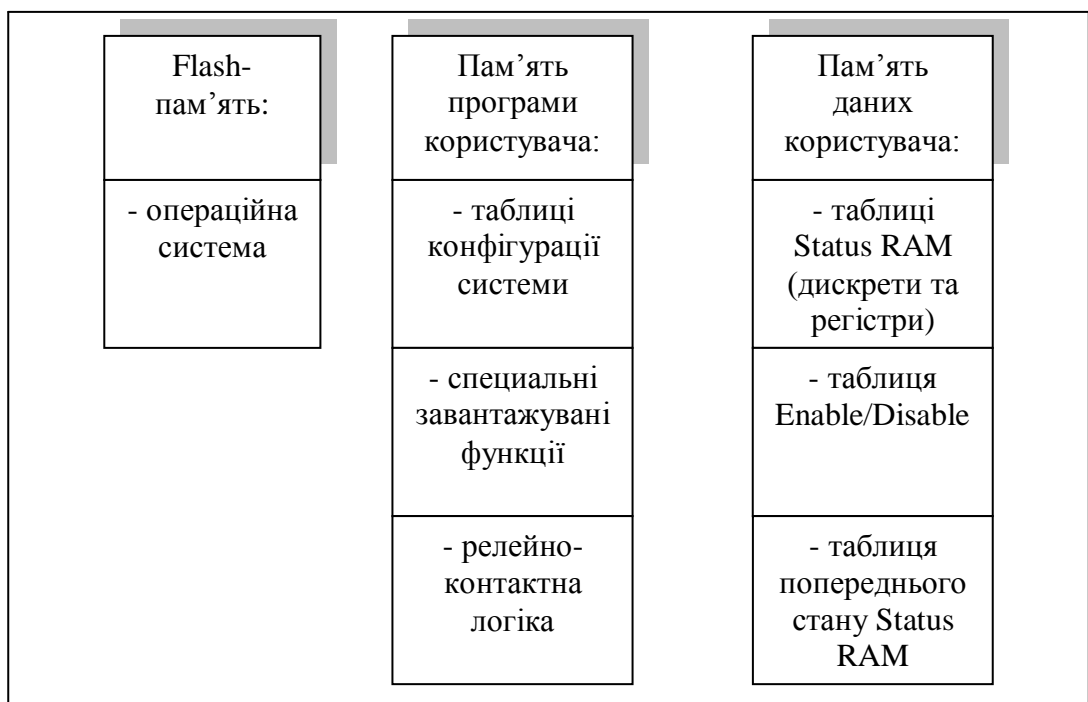


Рисунок 1.7- Пам'ять ПЛК MODICON 984

Flash-пам'ять (ПЗП). Операційна система, що знаходиться в Flash-пам'яті, є сукупністю супервізорних програм, що встановлюють ідентичність даного ПЛК. Ці програми:

- визначають мову програмування, на якій пишеться програма користувача (Modsoft);
- здійснюють управління статичною і динамічною пам'яттю CPU для різних цілей;

- установлюють порядок обробки і збереження даних у ПЛК.

Пам'ять програми користувача призначена для збереження таблиць конфігурації системи (режим роботи ПЛК, параметри комунікаційних портів, таблиці параметрів підтримуваних CPU модулів уведення-виведення, диспетчера сегментів логіки користувача і т.д.).

Пам'ять даних користувача. Усі входи і виходи ПЛК мають відповідне відображення (посилання) у пам'яті даних, що організовано у виді окремих дискрет і 16- бітових регістрів. Крім того, свої посилання мають деякі внутрішні вузли релейно-контактної логіки користувача. Таблиця поточних посилань називається „Таблиця Status RAM”

Для можливості розпізнавання фронтів сигналів у пам'яті даних зберігаються таблиці історії всіх дискрет і вхідних регістрів .Ручна встановка значень дискрет може здійснюватись за допомогою таблиці дозволу/заборони (ENABLE/DISABLE).

Пам'ять програми користувача і пам'ять даних користувача розташовуються в статичному ОЗП КОМП- типу, підтримуваного літійовою батареєю.

Модуль уведення дискретних сигналів Modicon B827-032 призначений для перетворення вхідних фізичних сигналів рівнем  $=24\text{ V}$  у логічні рівні напруг, що характеризують дійсні значення двухпозиційних об'єктів контролю, використовувані контролером ПЛК і складається з 32 незалежних входів.

Високий рівень напруги фізичного сигналу відповідає логічної “одиниці”, а нижній рівень “нулеві”.

Вхідні напруги, порівнюються з постійним граничним рівнем для забезпечення гістерезиса .

Схема гістерезиса гарантує надійну ідентифікацію вхідних сигналів у присутності електричного шуму .Кожен вхід електрично ізольований опто-ізоляторами від шини даних контролера. Входи модуля можуть протистояти випадковим перехідним процесам у вхідних ланцюгах , що часто виникають в умовах виробництва з високим рівнем індустриальних завод.

Індикатори статусу вхідних сигналів розташовані на лицьовій частині модуля для простоти пошуку несправностей. Кожна електросхема заявляє про свій стан вкл./викл. світлодіодними індикаторами. Світлодіод ACTIVE горить у тому випадку, коли існує зв'язок між модулем і контролером ПЛК. На рисунку 9 показана блок схема Modicon B827-032 Input Module.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		18

Конструкція модуля перешкоджає механічному впливові і мінімізує вплив індустриального шуму на логічні рівні напруг.

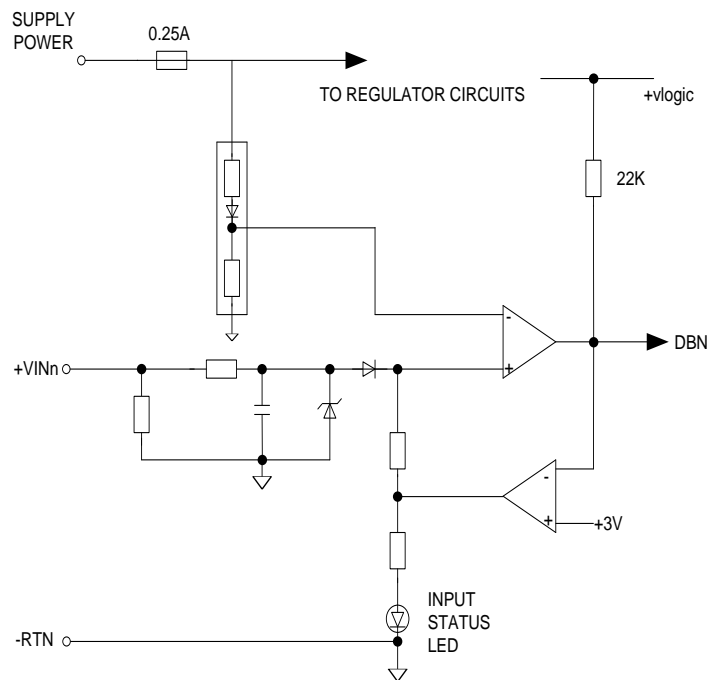


Рисунок 1.8 - Блок схема модуля вводу (Input Module) Modicon B827-032

Електричні характеристики модуля вводу Modicon B827-032:

ON Level Input Voltage  $> = 22,5V$  or  $0,75Vs$ ;

(рівень напруги вводу при включенні)

OFF Level Input Voltage  $< = 4,5V$  or  $0,25 Vs$ ;

(рівень напруги вводу при виключенні)

Input Resistance (вхідний опір):

On State (стан “вкл”) 8 to 11 Ком;

OFF State (стан “викл”) 6 to 8 Ком;

External Power Supply (Зовнішній блок живлення):

Supply Voltage (джерело напруги) 18 to 30V(постійний);

Supply Current (джерело струму) 70mA;

Power Supply Loading (Навантаження блоку живлення):

$+5VDC/30mA$ ,  $-5VDC/0mA$ ,  $+4.3VDC/1mA$ .

Характеристики електросхеми:

Topology (топология) 32 вхідний модуль;

Isolation Voltage (напруга ізоляції) 1500VAC at 47-63 Hz for 60sec.;

Response Time (час спрацьовування )	ON to OFF, 1mS max; OFF to ON, 1mS max.
Навколишнє середовище роботи модуля :	
Temperature (температура)	0 до 60 C;
Humidity (вологість)	0% до 95%;
Vibration (вібрація )	0,625G, 50-500Hz.

Модуль вихідних управляючих дискретних сигналів Modicon B814-108 має вісім електросхем, у кожній схемі є мініатюрне реле високої потужності, схема індикації LED (стан реле), схема захисту контакту. Конфігурація виконавчих контактів може змінюватись (нормально замкнутий контакт або нормально розімкнутий контакт ). Індикатори статусу вихідних сигналів розташовані на лицьовій частині модуля для простоти пошуку несправностей. Кожна електросхема заявляє про свій стан вкл./викл. світлодіодними індикаторами. Світлодіод ACTIVE горить у тому випадку, коли існує зв'язок між модулем і контролером ПЛК. Модуль розроблено таким чином, щоб протистояти серйозним перехідним процесам зазвичай по напрузі, з якими зіштовхуються в індустріальному навколишньому середовищі. Захист контакту забезпечується варистором . Усі вісім вихідних схем захищені проти поточних перевантажень.

Принцип дії модуля такий. Логічний сигнал “0” або “1” надходить із ПЛК на модуль використовується для управління двухпозиційним об'єктом модуля – реле , контакти якого включені в схему керування двухпозиційними технологічним об'єктом і дозволяють змінювати його стан , тобто управляти.

Спрощена схема модуля виводу Modicon B814-108 представлена на рисунку 10.

Електричні характеристики модуля виводу Modicon B814-108:

Working Voltage Reng	0-30 VDC max;
(діапазон робочієї напруги )	0- 240 VAC (RMS) max;
Maximum Load Current	4,0Amp@ 240 VAC (RMS);
(максимальне навантаження)	5,0Amp@ 120 VAC (RMS); 5,0Amp@ 30 VDC (RMS);
Switcing Capabilsty	960VA max, or
(Здатності переключення)	150Watts DC max;
Response Time(ON/OFF)	ON / OFF 6-15ms.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						20
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

(Час спрацьовування)

Surge (стандарт)

ANSI C37,90A-1974,  
IEEE 475-1974.

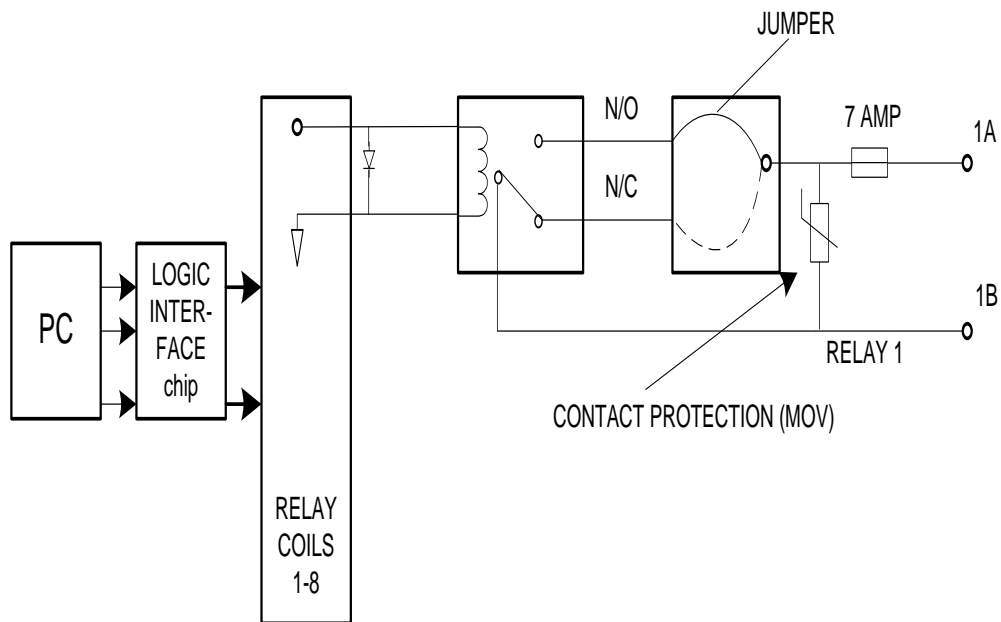


Рисунок 1.9- Спрощена схема модуля виводу Modicon B814-108

Аналого-цифровий модуль вводу Modicon B875-111.

Аналого-цифровий модуль вводу входних сигналів Modicon B875-111 перетворює входну напругу оптопарі або діапазони входного струму оптопарі в двійкову інформацію. Аналого-цифровий модуль (ADC) може перетворювати вісім диференціальних сигналів.

ADC доступно п'ять діапазонів входної напруги оптопарі від 0 до 5V, 1 до 5V, -5 до 5V, 0 до 10V, -10 до 10V. Конфігурація модуля по входній напрузі обирається модульним перемикачем.

Також модулю ( ADC) доступно три діапазони входного струму оптопарі від 0 до 20 mA, 4 до 20 mA, -20 до 20 mA. Конфігурація модуля по входному струму оптопарі обирається модульним перемикачем.

Модуль має вісім/шістнадцять аналогових входів і здатний проводити опитування всіх каналів кожні 10/20 msec. ADC забезпечує більше ніж 12-bit рішення й абсолютну точність +/-0,1% . Схема аналого-цифрового модуля вводу Modicon B875-111 показана на рисунку 1.9.

Специфікація аналого-цифрового модуля вводу Modicon B875-111.

									Арк..
									21
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата					

СУДН-81П.151.01.ПЗ

Input Range (вхідний діапазон):	
Analog inputs per Module (аналогові входи модуля)	8 Differential;
Voltage Range (діапазон вимірюваної напруги)	0 to 5V, 1 to 5v, -5 to +5V, 0 to 10V, 10 to +10V;
Current Range (діапазон вимірюваного струму)	0 to 20mA, 4 to 20mA, -20mA to 20mA;
Input Filtr (фільтрація вхідних сигналів)	48hz , +/-10%.
Input Resistance (вхідний опір):	
Current Mode (похибка при вимірюванні струму)	250ohms, +/-0,05%;
Voltage Mode (похибка при вимірюванні напруги)	>10Mohms to 10,000 ohms;
Differential inputs (опір окремого входу)	20Kohms per channel.
Input Protection (захист входів):	
Normal Mode (в нормальному режимі)	120V RMS Differential Input;
Over Current Protection (захист від перевантаження струмом)	Up to 30mA;
Rejection (фільтрація)	- 40dB ,DC to 60Hz.
Conversion Resolution (здатність перетворювання)	> 12 Bits al ranges Bipolar 1 part in 15,000 Unipolar 1 part in 7,500;
Accuracy (похибка)	+/- 0,1%;
Throughput (пропускна здатність)	10mS /8channels.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		22

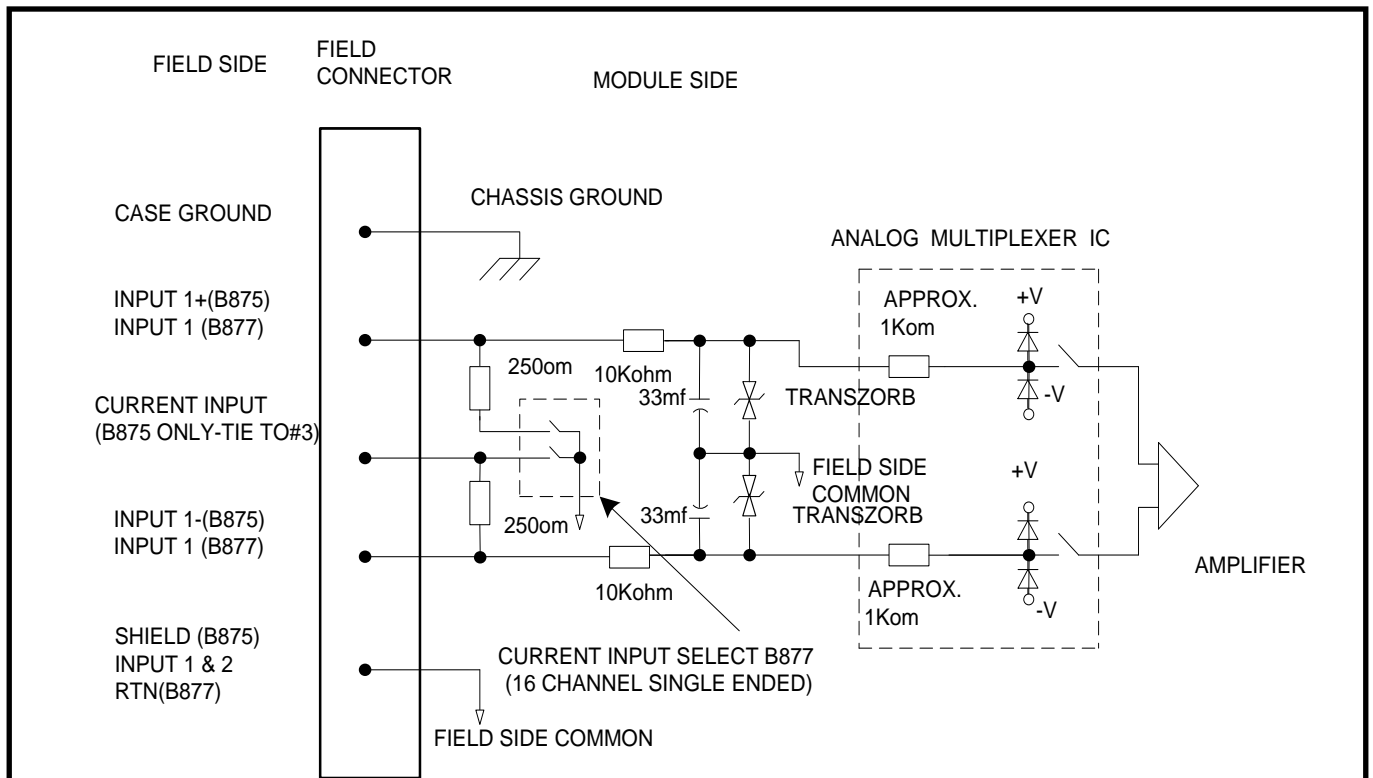


Рисунок 1.10- Схема аналого-цифрового модуля вводу Modicon B875-111

#### 1.4 Техніко – економічне обґрунтування

Разом з появою реального власника на підприємствах стала задача підвищення ефективності виробництва і якості продукції, що випускається, а також забезпечення нової якості управління за рахунок створення єдиного інформаційного простору підприємства. Цього можна досягти, лише володіючи всією достовірною оперативною інформацією від всіх об'єктів виробництва. Реальним інструментом для досягнення поставленої мети є комплексна інтеграція окремих підсистем усього підприємства.

Передовий світовий досвід доводить, що підвищення ефективності діяльності сучасного підприємства можливо тільки при наявності єдиної системи, що поєднує управління фінансами, персоналом, постачанням, збутом і власне виробництвом. Такі системи розглядаються як засіб досягнення основних цілей бізнесу: поліпшення якості продукції, що випускається, зниження витрат і збільшення обсягу виробництва, заняття стійких позицій і одержання істотних конкурентних переваг на ринку.

Для того щоб інформаційна система підприємства вирішувала задачу зниження загальної собівартості продукції і приводила до інтегрованого поняття економічної ефективності виробництва в цілому, інформаційна система повинна включати наступні компоненти:



- достатню кількість первинного устаткування (датчики, виконавчі механізми, контролери) на основному і допоміжному технологічному процесі;
- сучасний промисловий контролерний і комп'ютерний парк і промислові комунікації;
- сучасний програмний інструментарій для обробки , оперативної технологічної, облікової і комерційної інформації;
- розвинену комунікаційну інфраструктуру підприємства.

Створення на підприємствах автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) є в сьогоднішніх умовах гарантією росту продуктивності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, підвищення ефективності використання ресурсів виробництва. Автоматизовані системи управління технологічними процесами охоплюють всі основні виробничі функції промислового об'єкта, будь то виробнича ділянка, цех, завод або електростанція, функції ж людини обмежуються при цьому керуванням роботою самого автоматизованого комплексу.

Як правило, виділяють 3 рівні промислової автоматизації: (1) нижній рівень, що охоплює датчики і виконавчі механізми; (2) середній рівень, що включає промислові контролери, локальні і розподілені системи збору й обробки даних; (3) верхній рівень, що поєднує керуючі комп'ютери, промислові робочі станції, панельні Personal Computer (PC) і т.і.

PC-сумісні промислові комп'ютери являють собою пристрої підвищеної надійності, здатні працювати в несприятливих умовах навколишнього середовища, таких як пил, волога, низькі/високі температури, вібрація і т.і. Промислові комп'ютери мають ряд конструктивних особливостей, що відрізняють їхній від звичайних офісних PC. Замість стандартних системних плат, у корпус промислових комп'ютерів встановлюються пасивні об'єднанчі шини, що містять рознімання живлення і слоти розширення для установки процесорних плат і периферійних плат ISA, PCI, AGP, призначених для зв'язку з зовнішніми пристроями (різними датчиками, виконавчими пристроями і каналами комунікації). Така конструкція дозволяє робити заміну будь-якої плати (у тому числі процесорної) за лічені хвилини. Деякі моделі пасивних шин дозволяють збирати на одній платі до 4 незалежних комп'ютерних систем.

В якості периферійних плати промислових комп'ютерів використовуються вбудовані системи збору даних, що представляють собою встановлювані в

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						24
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

комп'ютер плати введення/виведення для сполучення комп'ютера з будь-якими виконавчими пристроями. Спектр плат збору даних включає АЦП, ЦАП, плати дискретного введення/виведення, плати з убудованими реле, плати збору даних з термодатчиків (терморезисторів і термопар), пристрою управління кроковими двигунами, лічильники/таймери. Цей набір інструментів дозволяє вирішувати будь-які задачі контролю і управління - від побудови інтелектуальних задач до автоматизації навігаційних систем.

Активне впровадження АСУТП не є просто даниною моді або прагненням у такий спосіб диференціюватися від конкурентів. Ці технології є інструментом для побудови нової стратегії глобальної інфраструктури підприємства і фактом підвищення ролі інформаційних технологій в області промислової автоматизації.

Об'єктивними передумовами створення інтегрованих систем управління підприємствами можна назвати цілий ряд об'єктивних показників процесу виробництва, що вимагають усе більш тісної інтеграції систем, що представляють різні рівні керування підприємством. Серед них можна виділити наступні:

- керівництво підприємств стає усе більш зацікавленим в одержанні оперативної й об'єктивної інформації про поточні і попередні значення параметрів, технологічних і виробничих процесів;
- на великих підприємствах зростає необхідність оперативного управління територіально - розподіленими структурами і ресурсами не тільки на рівні бізнесів-додатків, але і на рівні виробництва;
- інтеграція система АСУВ і АСУТП дозволяє проводити поточне й оперативне планування витрат і собівартості, забезпечувати їх облік у темпі з процесом виробництва, миттєве реагування на відхилення від необхідного рівня.

На основі поточної інформації з АСУТП можливо здійснення цільового управління виробництвом за наступними показниками:

- якість продукції;
- енергозбереження й економія ресурсів;
- заданої продуктивності;

Не тільки підприємство в цілому, але і різні внутрішні служби керування зацікавлені в одержанні об'єктивних технологічних даних.

					<b>СУДн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 1.1- Типові виробничі задачі

Типові виробничі задачі	Користувачі інформації
Підвищення якості продукту	Служби контролю якості
Підвищення об'ємів виробництва	Технологічні служби
Підвищення ефективності виробництва	Ремонтні служби, Оператори устаткування
Зниження тривалості простоїв	Планові служби
Зниження собівартості Збереження інвестицій	Інші, наприклад бухгалтерія

Використання мікропроцесорної техніки в АСУТП дає можливість перейти до принципово нового рівня процесу проектування виробництва — комплексним інтегрованим системам автоматичного проектування.

З'явилися обчислювальні системи з малим рівнем споживання енергії й універсальними можливостями, що дозволяють вирішувати задачі керування об'єктами різної фізичної природи.

Мікропроцесорні пристрої спеціалізовані під конкретний об'єкт керування і тому різноманітні по призначенню, структурі, апаратурним і програмним засобам і є найбільш масові. Апаратурні засоби забезпечують зв'язки і сполучення з апаратурою об'єкта і є середовищем для розміщення і функціонування програмних засобів. Програмні засоби містять значну частину функцій мікропроцесорного пристрою і за допомогою АЗ виконують основні функції МПП і об'єкта.

Мікропроцесорний пристрій – є функціонально і конструктивно закінчений виріб, що є схемно – конструктивним з'єднанням кількох мікросхем, у тому числі одного чи декількох мікропроцесорів, призначений для використання однієї чи кількох з функцій: одержання, обробка, передання, перетворення, інформації та керування.

Перспективи та можливості застосування мікропроцесорної техніки в обчислювальних системах ще повністю не розкриті. Постійно вдосконалюються технологія та архітектура.

## 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Структурна схема АСУТП

Зараз, мабуть, ні для кого не є секретом, що контрольно-вимірвальне устаткування і виконавчі механізми АСУТП багатьох промислових підприємств морально і/або фізично застаріли і вимагають відновлення. Виходом з подібної ситуації є, з однієї сторони поетапна заміна зношеного устаткування, а з іншої, – одночасна модернізація не відпрацювавших свій термін експлуатації приладів до стану, що забезпечує їхню роботу в сучасних системах управління. Для підприємств, що мають розвинену систему кабельних комунікацій, така задача вирішується досить просто.

Управляючі контролери АСУТП часто називаються мікроконтролерами - програмувальними, мікропроцесорними, промисловими, логічними.

В архітектурі АСУТП управляючі контролери займають місце між рівнем датчиків і виконавчих механізмів і системами верхнього рівня управління процесом. Основна функція контролерів у системі - збір, обробка і передача на верхній рівень первинної інформації, а також генерація і передача управляючих сигналів на виконавчі механізми.

Контролер має такі компоненти: джерело живлення, модуль процесора, модулі введення, модулі виведення, модулі зв'язку й інтерфейсів, спеціальні модулі.

Джерело живлення повинне забезпечувати безперервність і надійність роботи усіх вузлів контролера. Особлива увага приділяється якості стабілізації, рівневі пульсацій і підтримці схем контролера якийсь час у робочому стані, якщо пропадає зовнішнє електроживлення. Тому багато контролерів комплектуються джерелами живлення, що сполучають у собі функції мережевих фільтрів і UPS (джерел безперебійного живлення).

У залежності від використовуваної електроніки модулі процесора можуть бути восьми- і 16-розрядними, однак для АСУТП більш важливі інші їхні параметри: максимальне число оброблюваних входів-виходів (до 8192), загальний об'єм пам'яті програм (до 1664 Кбайт), час виконання команди (0,1-0,5 мкс), число можливих таймерів/лічильників, число входів переривань, можливість розширення і т.д. Для ефективної роботи процесорні модулі управляючих контролерів повинні мати (і мають) розгалужену систему команд і характеристики управляючого

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		27

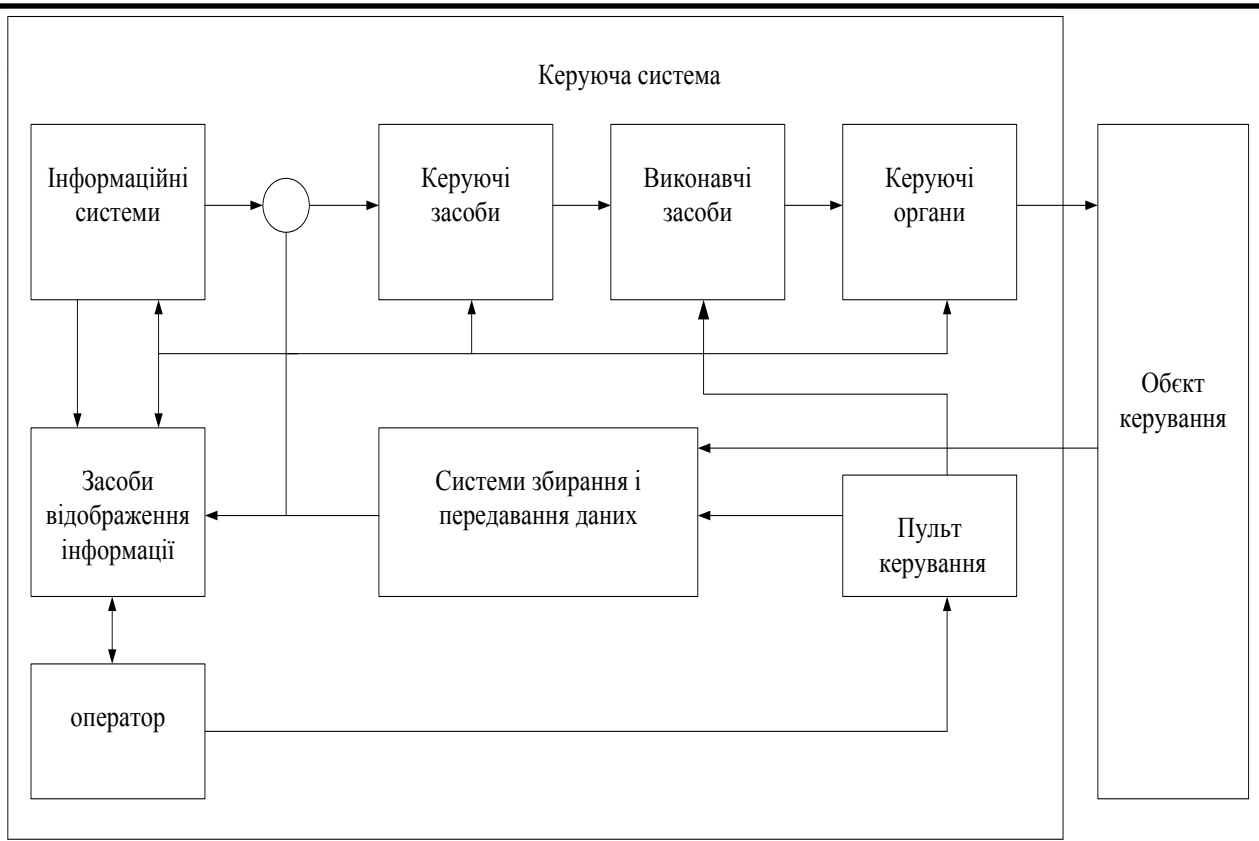


Рисунок 2.1 – Структура системи управління

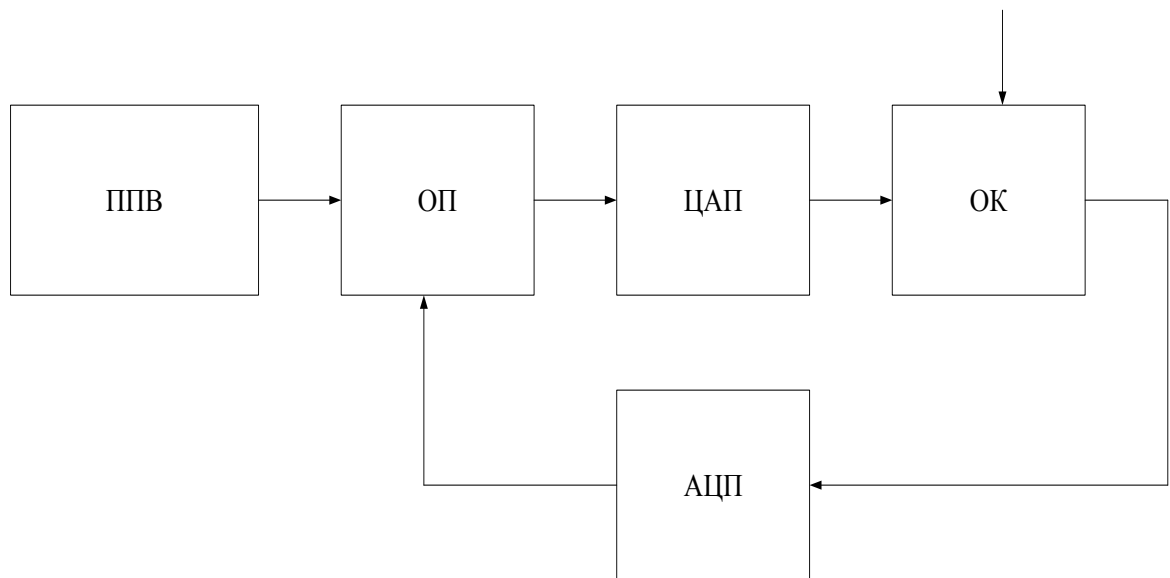


Рисунок 2.2- Цифрова система автоматичного керування

комп'ютера з можливістю обміну інформацією з іншими рівнями управління процесом. По суті справи, по логічній побудові модуль процесора контролера - це системний блок персонального комп'ютера, за одним лише виключенням: замість дискових накопичувачів у контролерах використовуються ППЗП з ультрафіолетовим стиранням і флеш - пам'ять.

Модулі введення працюють із сигналами постійного, змінного і імпульсного струму. Призначені для перетворення сигналів у цифрову форму і видачі їх на обробку по запиту процесора.

Модулі виводу забезпечують видачу управляючого сигналу на виконавчий механізм. Можуть видавати управління постійним, перемінним, імпульсним струмом, а також працювати по типу реле - замкнуто/розімкнуто. Випускаються з транзисторними, тиристорними, релейними вихідними ланцюгами. Стандартна навантажувальна здатність вихідного ланцюга - 2 А.

Модулі зв'язку й інтерфейсів забезпечують зв'язок контролерів з верхнім рівнем, а також між собою. У практиці побудови АСУТП використовуються як стандартні "комп'ютерні" інтерфейси, так і спеціалізовані шинні системи.

Спеціальні модулі призначені для виконання спеціальних функцій: підключення сенсорів, термопар, термоопорів, терміналів, програматорів і т.п.

Фізичне і логічне розташування контролерів між датчиками, виконавчими механізмами і управляючими комп'ютерами обумовило необхідність спільної роботи контролера з цими пристроями і, природно, наявності в контролерів визначених "рис" як систем нижчого, так і вищого рівня.

З нижчим рівнем контролери мають загальні сигнали і управляючі впливи, причому деякі модулі введення здатні зчитувати сигнал безпосередньо з датчиків, а керуюча напруга деяких модулів виводу може служити напругою живлення для малопотужних виконавчих механізмів.

Функціонування контролерів під управлінням власного локального ПЗ повинно бути тісно пов'язане з ПЗ систем більш високого рівня. Усі сучасні програмуємі логічні контролери (ПЛК) мають розвинені програмні засоби. Програмування контролера має на увазі опис у пам'яті ПЛК алгоритму функціонування контрольованої і управляємої технологічної системи або її частини. В даний час не існує єдиного безумовного стандарту мов ПЛК, хоча існує міжнародна норма ІЕС 1131. Але майже кожен виробник створює свою мову для контролерів власного виробництва. Мови створюються на основі Асемблера

					<b>СУДн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						29
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

конкретного кристала, використовуваного в контролері; найчастіше використовується система команд MCS-51. Технологічна мова ПЛК дозволяє:

- проводити опитування входів;
- ініціалізувати виходи;
- обробляти логічні й арифметичні інструкції;
- керувати таймерами-лічильниками;
- перетворювати коди і виконувати операції над даними;
- пересилати файли і здійснювати зв'язок з іншими ПЛК і комп'ютерами.

Більшість технологічних мов, реалізованих у контролерах, дозволяють представляти алгоритм у виді релейних або логічних схем. У такому випадку програмування зводиться до графічного представлення функціонування системи і не вимагає детального вивчення можливостей мови. Іншими словами, фахівець, налагоджуючи контролери на виконання визначеної задачі, користується термінами самої задачі (процесу), а не конкретної мови програмування. Приміром, програма говорить контролерові: опитай датчики клапанів 1 і 2 і контакти реле 5 і, якщо клапан 1 включений, а клапан 2 виключений або замкнуті контакти реле 5, умикай двигун 1.

Вводити програму в пам'ять контролера можна за допомогою спеціальних програматорів або через інтерфейс комп'ютера. Кожен виробник разом з контролерами представляє пакет програм для створення і налагодження контролерного ПЗ на комп'ютері. Поставляються також різні симулятори і спеціалізовані редактори, у тому числі графічні. Після налагодження програм контролери можуть зберігати їх в енергонезалежних ПЗП, з яких програма перевантажується в ОЗП після включення живлення або ініціалізації контролера

Багато сучасних контролерів комплектуються програмувальними терміналами для відображення виконуваного процесу, що дозволяє організувати зручне місце оператора, не використовуючи персональні комп'ютери.

Конструктивно контролери виготовляються по секційному блоковому принципу. Кожен логічний модуль фізично являє собою окремий блок, що встановлюється або в монтажний відсік, або на єдину монтажну шину. Комутація між модулями здійснюється через єдиний монтажний крос. Такий конструктив дозволяє широко варіювати кількість використовуваних модулів і оптимально підбудовувати фізичну архітектуру контролера до розв'язуваної задачі. Крім того, така побудова зручна в обслуговуванні, модернізації і ремонті. При необхідності замінюються лише окремі модулі, без зміни архітектури всієї системи.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						30
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

Останнім часом часто використовується розподілена архітектура контролерного рівня АСУТП. У великих, просторово рознесених установках зростають витрати на кабельні з'єднання і чутливість до перешкод. Тому контролери, що мають невелику кількість входів-виходів, розташовують у безпосередній близькості від конкретних датчиків і виконавчих механізмів. Кожен контролер управляє своєю ділянкою процесу, а зв'язок з контролерною мережею здійснюється через системи децентралізованого розширення, що забезпечують єдиний рівнобіжний інтерфейс і високошвидкісну передачу, аж до оптоволоконного кабелю.

Гнучкість логічної і фізичної архітектури управляючих контролерів дозволяє організувати гнучку схему управління процесом. Управляючі контролери можуть нести основне навантаження по керуванню процесом, видаючи на верхній рівень тільки "довідкову" інформацію, а можуть бути лише передатною ланкою між комп'ютером і конкретними елементами управління технологічним процесом. Сучасні управляючі контролери здатні взяти на себе управління яким завгодно по величині процесом, з будь-якою необхідною швидкістю і точністю.

## 2.2 Програмні засоби АСУТП

Програмування контролерів серії Modicon 984 здійснюється за допомогою програмного пакета Modsoft, установлюваного на IBM PC-сумісній обчислювальній машині (програматорі) з операційною системою DOS. Modsoft є інтегрованим інструментом для створення, тестування і документування програм користувача. До складу пакета входять графічні і текстові редактори, службові програми для конфігурації ПЛК, передачі програмних кодів і даних із програматора на ПЛК і навпаки, програма актуальної допомоги (Help), а також спеціальні програми для коментування і документування

Для функціонування пакета Modsoft потрібно наступне апаратне забезпечення:

- IBM PC X/T A/T або сумісний комп'ютер , або спеціалізовані програматори Modicon P230, P350M, P610, P840C;
- операційна система DOS версії 3.3 і вище , ОЗП 640Кбайт;
- жорсткий диск не менш 10Мбайт.

Зв'язок між пристроєм програмування і ПЛК здійснюється за допомогою:

- Modbus RTU/Modbus ASCII ( інтерфейс RS-232 або модем), швидкість

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		31



передачі інформації до 19200 Бод;

- Modbus Plus ( інтерфейсна плата , що вставляється в пристрій програмування, SA85);

Перед початком процедури встановлення рекомендується перевірити файл CONFIG.SYS параметри FILES і BUFFERS повинні мати значення не менш 20.

Перед запуском комплексу, якщо Ви маєте кольоровий адаптер з монохромним монітором, Ви повинні виконати команду DOS, SET SCREEN = MONO.

При використанні "миші" або Modbus PLUS, повинні бути визначені відповідні драйвери. Ми встановлюємо комплекс Modsoft з дистрибутивних дискет на робочий диск. Процедура встановлення перевіряє наявність 1.5 Мб доступного простору на диску. У випадку недостатнього простору на диску, видається попередження.

Встановлення комплексу Modsoft із гнучких дисків на жорсткий диск здійснюється таким чином. Включаємо комп'ютер і завантажуюмо DOS, вставляємо дистрибутивний диск у дисковод A: , набираємо A\ INSTALL A \ C: (і натискаємо <Enter>).

Програма встановлення запропонує підтвердити бажання встановити комплекс для запобігання випадкових помилок.

У випадку встановлення з 2-дискового набору після обробки диска 1 видається повідомлення Please remove CMODSOFT Disk 1 from drive A: and insert Disk 2. Strike any key when ready. (Будь ласка, видаліть диск 1 з дисководу A: і вставте диск 2. Натисніть будь-яку клавішу, коли буде готово)

У процесі встановлення в кореневому каталозі жорсткого диска створюється каталог CMODSOFT, а в ньому - підкаталоги TMP, RUNTIME, PROGRAMS.

Наприкінці успішного переносу файлів комплексу (у протилежному випадку видається повідомлення про помилку) буде запропоновано додати шлях до каталогу CMODSOFT у список директиви PATH файлу AUTOEXEC.BAT (у цьому немає необхідності, якщо будемо запускати комплекс із його власного каталогу). Це досягається редагуванням файлу AUTOEXEC.BAT, розташованого в кореневому каталозі диска.

Розглянемо, як створити каталог для збереження програм для Modsoft. На приклад "TIME" знаходиться в підкаталозі PROGRAMS. Якщо хочемо створити

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
						32
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

окремий підкаталог, то введемо наступні команди CD CMODSOFT, MKDIR < ім'я підкаталога >.

Останньою дією встановлення є власне запуск комплексу, виконуваний уведенням команди CMODSOFT.

Зовнішній вигляд програмного пакета Modsoft представлений на рисунку 2.3 . На екрані з'явиться інформація про ідентифікацію програмного пакета і номера версії.

```
##          ## #####  #####          #####  #####  #####  #####
###      ### ##    ## ##    ##    ##    ##    ##    ##    ##
####  #### ##    ## ##    ##    ##    ##    ##    ##    ##
##  #### ##    ## ##    ##    ##    #####  ##    ##    #####  ##
##  ##  ##  ##    ## ##    ##    ##    ##    ##    ##    ##
##          ##  ##    ## ##    ##    ##    ##    ##    ##    ##
##          ##  #####  #####          #####  #####  ##    ##

          MODSOFT is a Registered Trademark of Modicon, Inc

Under the terms of the supplied Software License Agreement, the
proprietary software that you have received cannot be copied,
reproduced, transferred, or licensed to anyone but you. If the system
becomes inoperative, you may transfer the software to a backup system.

          Modicon DOS Compact 984 Programming Software

          Press the Enter Key to Continue
```

Рисунок 2.3- Зовнішній вигляд програмного пакета Modsoft

Програмний пакет Modsoft 984 викликається стандартним чином з операційної системи DOS > modsoft [/switch] де ключ switch може встановлювати різні опції функціонування пакета. Натискання клавіші <Enter> приводить до появи на екрані заставки. При повторному натисканні з'являється головне меню. Modsoft має 3 основних режими роботи:

- Offline - у цьому режимі користувач може визначати конфігурацію ПЛК, створювати і модифікувати логічні програми без підключення

контролера. Вся інформація запам'ятовується на жорсткому диску програматора. У Offline доступні наступні команди: <Select Program>, <New Programs>, <Save Change>, <Save All Files>, <Save as...>, <Change PLC Address>, <Program File Settings>, <Location of Program Names>;

- Online - у цьому режимі всі зміни програми негайно відображаються в пам'яті підключеного контролера (без запису на жорсткий диск програматора). Змінені коментарії і/або символи можуть запам'ятовуватися додатково, за допомогою спеціальних файлових операцій. У online доступні наступні команди <Select Program>, <Direkt to Program>;
- Combined - зміни програми відображаються одночасно як у пам'яті контролера, так і у файлах.

Створення нової програми для ПЛК серії Modicon 984 (можливо тільки в режимі Offline обиранням рядка New Program) здійснюється у визначеній послідовності:

- задання імені програми і місця розташування файлів на жорсткому диску, в яких буде зберігається вся інформація про програму контролера. Ім'я програми запам'ятовується у файлі з розширенням.env. Користувач може вибрати піддиректорію „за замовчуванням" (як правило c:\modsoft\programs\) або вказати інший шлях. Уведення завершується натисканням клавіші <Enter>;
- встановлення параметрів з'єднання програматор-контролер, через яке буде здійснюватись наступна передача даних на ПЛК. При цьому повинні бути встановлені наступні параметри:
  - Address - адреса контролера (1-247);
  - Protocol- протокол зв'язку. Можливе завдання наступних протоколів – Modbus I, Modbus Plus II, 3 996, Modbus Map 3.0, Decnet;
  - Mode - режим зв'язку (ASCII або RTU);
  - Data Bits - кількість інформаційних бітів в одній послідовності ( 7або8);
  - Parity - перевірка паритету (None, EVEN або ODD);
  - Stops Bits - кількість стопових бітів наприкінці послідовності (1 або 2);
  - Baud - швидкість передачі даних. Можливий вибір швидкості з наступного ряду: 50, 75, 110, 134, 150, 300, 600, 1200, 1800, 2000, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600, 19200 Бод;

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		34

- Device -номер послідовного інтерфейсу програматора (Com...Com8), через який здійснюється зв'язок.

Встановлення параметрів здійснюється послідовно через вибір відповідних позицій у вікнах підказки, що з'являються на екрані;

- одним з найважливіших етапів при створенні програми користувача є проектування конфігурації контролера, тому що від цього етапа залежить подальше функціонування контролера. На цьому етапі необхідно вибрати тип контролера, задати параметри всіх його комунікаційних портів і входів-виходів, а також сконфігурувати пам'ять. Конфігурація ПЛК здійснюється з використанням меню, що при створенні нової програми з'являється відразу після завдання параметрів зв'язку програматор-контролер;

- створення ступеневих діаграм логіки користувача. Вибір програмного сегмента здійснюється через меню SEGMENT STATUS DISPLAY (екран статусу сегментів) встановленням маркера на відповідну позицію і натисканням клавіші <Enter> або функціональних клавіш F4 <Editors > і потім F1 <Ladder>. Екран статусу сегментів показує кількість сконфігурованих і запрограмованих сегментів, а також кількість мереж в кожному сегменті;

- після програмування мереж ступеневої логіки введена інформація необхідно зберегти на жорсткому диску пристрою програмування і/або передати на підключений ПЛК. Запис інформації на жорсткий диск здійснюється через пункт Save Changer меню Offline або "гарячою" клавішею <CTRL +F4>.

Програма ступеневої логіки (Ladder Logic), необхідна для реалізації управління технічних задач, зберігається в пам'яті користувача в сегментах логіки. Основна програма і підпрограми повинні бути розміщені в різних сегментах логіки.

Окремий логічний сегмент складається з слідуючих одна за одною логічних мереж. Кожна логічна мережа є ступеневою діаграмою (рисунок 15), відносно якої беремо до уваги, що вона обмежена ліворуч шиною живлення, а праворуч - шиною заземлення (не відображається). Сходами є 7 горизонтальних сполучень (поперечин) і 11 вертикальних стовпчиків. Перетинання ланки і стовпчика називається вузлом - кожна мережа містить 77 вузлів.

Кількість мереж у сегменті обмежується тільки розміром пам'яті логіки користувача, доступної CPU, і часом її виконання при обробці CPU усієї програми користувача.

У вузлах ступеневої логіки розміщуються елементи релейної логіки ( контакти , обмотки реле , вертикальні і горизонтальні перемички) або команди ступеневої логіки .

Контролери Modicon 984 обробляють ступеневу логіку в наступному порядку:

- послідовно сегмент за сегментом, якщо диспетчером сегментів (Segment Scheduler) не встановлений інший порядок обробки;
- в межах одного сегмента послідовно обробляються логічні мережі від першої до останньої;

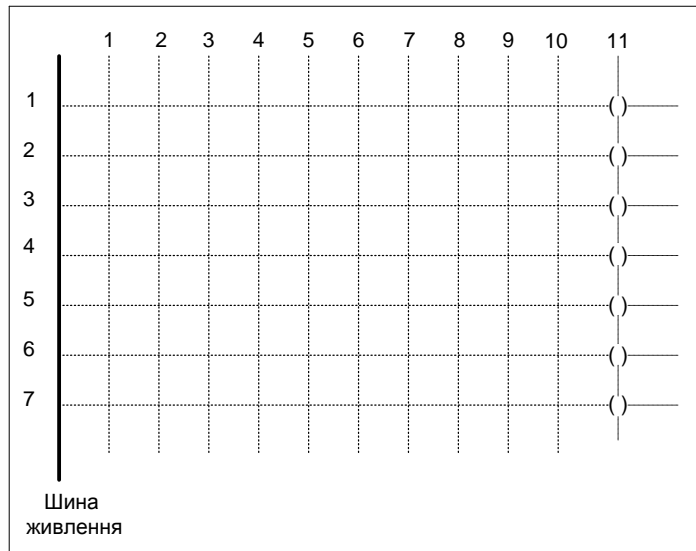


Рисунок 2.4 - Схема ступеневої логіки (Ladder Logic)

- в межах однієї логічної мережі послідовно обробляються усі вузли, починаючи з верхнього лівого вузла в мережі і переходячи зверху вниз, потім ліворуч праворуч.

Час циклу обробки програми складається з часу обробки логіки, часу обслуговування каналів введення-виведення, часу обробки міжсегментних переходів (intersegment transfer – IST) системних накладних витрат обслуговування приймально-передавальних портів і допоміжних процесорів, а також системної самодіагностики .

Для збільшення продуктивності в архітектурі контролерів Modicon 984 обробка логіки центральним процесором сполучена за часом з обробкою каналів введення-виведення процесором введення-виведення. Звичайно сегменти програми логіки зв'язані з каналом введення-виведення, наприклад сегмент 2 зв'язаний з каналом 2. Стан входів зчитуються процесором введення-виведення під час обробки логіки попереднього сегмента, а стан виходів обновляються під час

обробки логіки наступного сегмента. Такий метод обслуговування введення-виведення означає, що найбільше "свіжі" стани входів доступні для обробки негайно, а відновлення стану виходів виробляється максимально незабаром після завершення обробки логіки.

При переході від одного сегмента до іншого проводиться обмін даними між процесором введення - виведення і пам'яттю стану, поточний стан входів пересилається в пам'ять стану, а встановлені стани виходів у процесор введення-виведення. При використанні прямого доступу до пам'яті (direct memory access - DMA) IST звичайно займає менш 1 мс на сегмент. Час циклу обробки програми контролюється сторожовим таймером (Watchdog Timer - WTD). При перевищенні визначеного значення часу виконання програми переривається. При автоматичній конфігурації ПЛК це значення встановлюється рівним 250 мс. Для зміни використовується диспетчер сегментів.

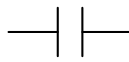
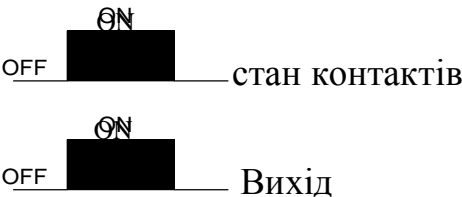



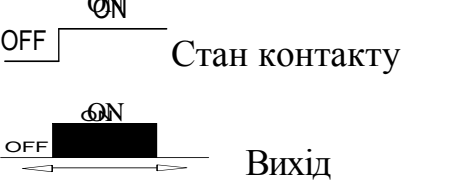
У розпорядженні користувача знаходяться 4 типи контактів і 2 типи обмоток реле (Таблиця 1.2), а також вертикальні і горизонтальні перемички:

- нормально розімкнутий контакт (НРК) - проводить струм, коли адресуємі ім обмотка реле або контакт знаходяться в стані ON;
- нормально замкнутий контакт (НЗК) - проводить струм, коли адресуємі ім обмотка реле або контакт знаходяться в стані OFF;
- позитивний перехідний контакт (ППК) - при зміні стану адресуємі обмотки реле або контакту з OFF у ON (передній фронт) проводить струм протягом часу обробки одного циклу;
- негативний перехідної контакт (НПК) - при зміні стану адресуємі обмотки реле або контакту з ON у OFF (задній фронт) проводить струм протягом часу обробки одного циклу;
- обмотка реле - є відображенням дискретного виходу з посиланням у пам'яті стану типу Ох. Виключається відразу ж після зникнення сигналу від управляючого елемента;
- обмотка реле з пам'яттю - після зняття управляючого сигналу залишається включеним до кінця поточного циклу обробки програми;
- вертикальна перемичка - з'єднує два елементи або вихіда команд, розташованих в одному вертикальному стовпчику. Може використовуватись для програмування логічної функції „монтажне” АБО і не вимагає додаткової пам'яті;
- горизонтальні перемички - використовуються в сполученні з вертикальними для розширення логіки в межах мережі без переривання шляху сигналу. Кожна горизонтальна перемичка займає 1 слово пам'яті в ПЛК із 16-ти розрядним процесором і 1.5 слова - у ПЛК із 24-х розрядним процесором.

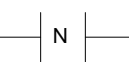
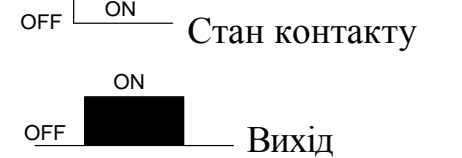
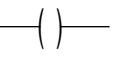
										Судн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							37

Набір команд мови Modsoft для кожного типу контролера із сімейства 984 складається з групи основних команд і групи що завантажуються або додаткових команд. У залежності від типу ПЛК одна і та ж команда може належати до основного або бути завантажуваною, особливо це відноситься до команд комунікації і управління портами введення-виведення. З поділом команд на основні і додаткові ( що завантажуються) для конкретного ПЛК. У таблиці 3 наведені команди Modsoft, що є основними незалежно від типу ПЛК.

Таблиця 1.2- Символи програмування

Елемент	Символ	Діаграма або опис функції	Посилання в пам'яті стану
Нормально розімкнутий контакт		 стан контактів Вихід	0x, 1x
Нормально замкнутий контакт		 стан контактів Вихід	0x, 1x
Позитивний перехідний контакт		 Стан контакту Вихід	0x, 1x

Продовження таблиці 2

Елемент	Символ	Діаграма або опис функції	Посилання в пам'яті стану
Негативний перехідний контакт		 Стан контакту Вихід	0x, 1x
Звичайне реле		Стає OFF відразу ж після зняття живлення	0x
Реле пам'яттю	3	Залишається в останньому стані до початку чергової обробки логіки	0x

Команда зображується на ступеневій діаграмі прямокутником (функціональним блоком), у якого ліворуч розташовуються входи, праворуч виходи (рисунок 2.5).

Функціональні блоки можуть займати один, два або три вузли в логічній мережі в залежності від типу відповідної команди. Команда лічильника, наприклад, займає два вузли по вертикалі - їй потрібно два суміжних вузли, що повинні бути розташовані один над іншим. Інший приклад, команда ADD займає три вертикальних вузли.

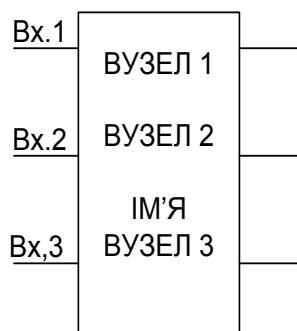


Рисунок 2.5 - Функціональний блок команди

Таблиця 2.3 – Основні команди Modsoft

Команда	Опис функції
ТАЙМЕРИ	
T1.0	Таймер з кроком дискретизації 1з
T0.1	Таймер з кроком дискретизації 0.1з

Продовження таблиці 3

Команда	Опис функції
T.01	Таймер з кроком дискретизації 0.01з
ЛІЧІЛЬНИКИ	
UCTR	Інкриментний лічильник від 0 до заданого значення
DCTR	Декрементний лічильник від заданого значення до 0
ЦІЛОЧИСЛЕННА МАТЕМАТИКА	
ADD	Додавання 2-х 16- ти розрядних цілих чисел
SUB	Віднімання 2-х 16- ти розрядних цілих чисел
MUL	Множення 2-х 16- ти розрядних цілих чисел
DIV	Ділення 2-х 16- ти розрядних цілих чисел
ПЕРЕСИЛАННЯ	



ДАНИХ	
R->T	Пересилання реєстр -таблиця
T->R	Пересилання таблиця - реєстр
T->T	Пересилання таблиця - таблиця
BLKM	Посилка блоку
FIN	Постановка в чергу стека FIFO
FOUT	Вибірка з черги стека FIFO
SRCH	Пошук шаблону бітів в одному з реєстрів таблиці
STAT	Пересилання вмісту реєстрів стану
МАТРЕЧНІ ОПЕРАЦІЇ	
AND	Логічні І двох матриц
OR	Логічні АБО двох матриц
XOR	Логічні АБО-НІ двох матриц
COMP	Логічне доповнення із шаблоном бітів у матриці
CMPR	Логічне порівняння шаблонів бітів у 2-х матрицях
MBIT	Модифікація бітів – зміна поточного значення бітів
SENS	Контроль бітів – визначення поточного значення біта
BROT	Ротація бітів- зрушення в ліво або в право в матриці
ПІДПРОГРАМИ І УПРАВЛІННЯ ОБРОБКОЮ	
JSR	Виклик підпрограми

Продовження таблиці 3

Команда	Опис функції
LAV	Мітка вхідної крапки підпрограми
RET	Повернення в основну програму
SKP	Пропуск обробки заданої кількості логічних мереж

Найбільш часто зустрічаються в технічних додатках функціональних блоків є тригери. У програмному середовищі Modsoft тригери реалізуються засобами елементів ступеневої логіки. У своїх програмах ми можемо використовувати наступні типи тригерів:

- звичайний статичний R-S тригер ;
- статичний R-S тригер з пам'яттю;
- динамічний тригер .

						Арк..
						40
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	СУДн-81П.151.01.ПЗ	

Функціональна частина, що часто зустрічається в програмах користувача для логічного контролера - це генератор (аварійна сигналізація, синхронізація і т.д.). Незмінним елементом при програмуванні генераторів у програмному середовищі Modsoft стають таймери. У залежності від специфіки конкретного технічного додатка існують різні варіанти реалізації генераторів. Наприклад, такі :

- генератор зі змінюваною скважністю сигналу ; реалізується за допомогою двох послідовно включених таймерів, охоплених зворотним зв'язком ; верхній за схемою таймер відповідає за формування тривалості паузи, нижній – імпульсу; таким чином, користувач має можливість змінювати частоту генератора, а також співвідношення між імпульсом і паузою (скважність);
- генератор з фіксованою скважністю сигналу ; для реалізації досить одного таймера, охопленого зворотним зв'язком ; період генеруючих імпульсів складається з тривалості паузи (визначається установкою таймера) і тривалості імпульсу, рівної часу циклу обробки програми; скважність генеруючих імпульсів близька або до 0 або до 1.

Для підрахунку кількості імпульсів, що надходять від зовнішніх пристроїв або формованих в самій програмі, у Modsoft використовуються функціональні блоки, називані лічильниками. Наступні 2 типи лічильників відносяться до основного набору команд, доступні для використання у всіх типах контролерів сімейства 984 і можуть бути вставлені в програму з використанням клавіш F3 <Elements> і F2 <TimCnt>:

- UCTR- інкрементний лічильник, що рахує кількість імпульсів від 0 до заданого значення;
- DCTR - декрементний лічильник, що рахує кількість імпульсів від заданого значення до 0.

Призначення входів і виходів інкрементного лічильника:

- верхній вхід - при зміні стану OFF-ON (передній фронт) збільшується на 1 (інкрементується) вміст лічильника;
- нижній вхід - при стані дорівнює 1 лічильник знаходиться в активному стані; при стані дорівнює 0 відбувається обнулення вмісту лічильника.

Імпульси, що надходять на верхній вхід, не викликають зміни стану лічильника;

- верхній вихід дорівнює 1, якщо вміст лічильника дорівнює уставці; у протилежному випадку вихід дорівнює 0;

									Арк..
									41
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	СУДН-81П.151.01.ПЗ				

- нижній вихід – дорівнює 1, якщо вміст лічильника менше уставки; якщо вміст стає рівним уставці, то нижній вихід дорівнює 0, а імпульси, що надходять на верхній вхід, більше не змінюють вміст лічильника.

Призначення входів і виходів декрементного лічильника:

- нижній вхід - при передньому фронті значення уставки стає вмістом лічильника; лічильник в активному стані, поки цей вхід дорівнює 1;
- верхній вхід - при зміні стану OFF - ON ( передній фронт ) вміст лічильника зменшується на 1 (інкрементується);
- верхній вихід доівнює 1, якщо вміст лічильника дорівнює нулю, інакше вихід дорівнює 0;
- нижній вихід дорівнює 1, якщо вміст лічильника більше нуля; якщо вміст дорівнює нулю, то нижній вихід дорівнює 0, а імпульси, що надходять на верхній вхід, більше не змінюють вміст лічильника.

При реалізації широкого спектра задач управління потрібно маніпулювати великими масивами даних. У мові Modsoft для збереження даних використовуються групи регістрів. У залежності від способу запису— читання і характеру маніпуляцій розрізняють наступні форми організації даних:

- таблиця - безперервна послідовність регістрів (рисунк 17), читання-запис яких здійснюється послідовно; за один цикл виконання програми можливий доступ тільки до одного регістра в таблиці; у голові таблиці знаходиться регістр, в якому утримується значення покажчика на черговий оброблюваний регістр таблиці;

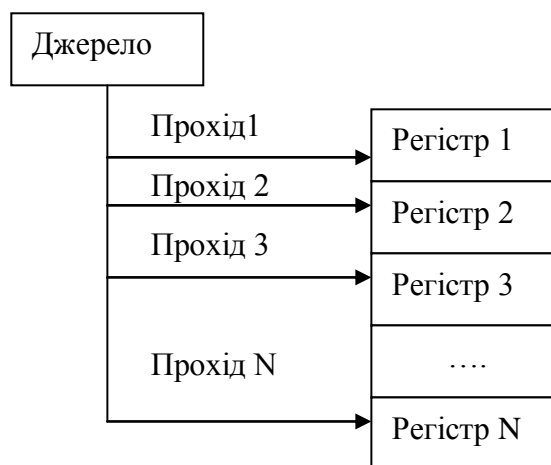


Рисунок 2.6- Таблица

- блок - блок (послідовність) реєстрів (рисунок 18), що можуть записуватися або зчитуватися за один цикл виконання програми;

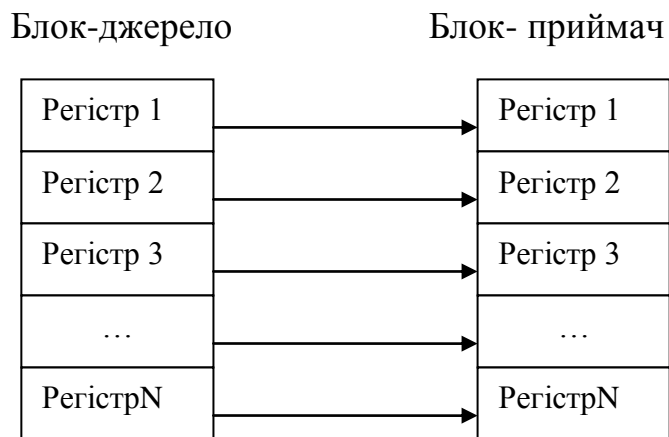


Рисунок 2.7 – Блок реєстрів

- стек - ланцюжок реєстрів (рисунок 2.8), запис у які здійснюється послідовно із зсувом вмісту; запис інформації з реєстра-джерела відбувається за один цикл виконання програми завжди у верхній реєстр стека , при цьому попередні значення зсуваються вниз на один реєстр; після операції зчитування зчитуваний реєстр обнуляється, а показчик зменшується на одиницю; у такий спосіб робота зі стеком у modsoft організована за принципом FIFO-First In – First Out (Першим прийшов – першим вийшов);

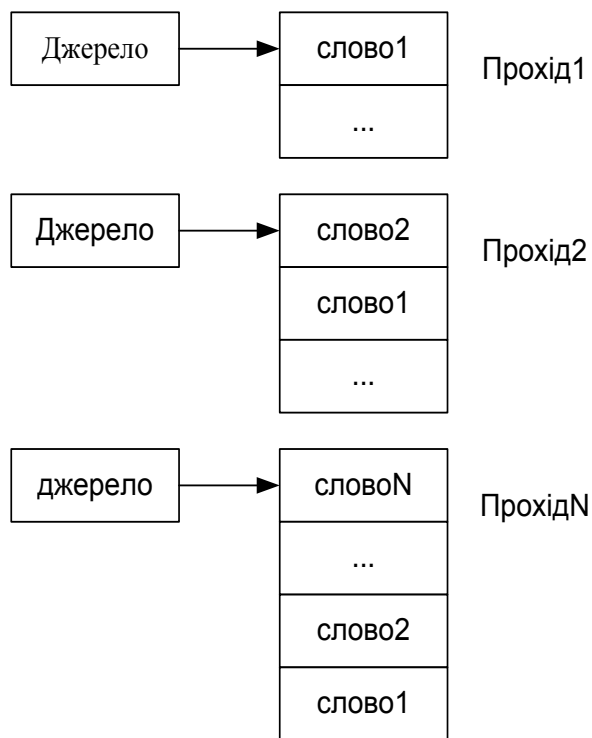


Рисунок 2.8- Стек

- матриця - якщо командам Modsoft необхідний доступ до окремих бітів у послідовності регістрів, то така послідовність розглядається як матриця (рисунок 20 ); при виконанні зруційних (сдвигових) операцій матрицю можна розглядати як ланцюжок бітів довжиною  $16 \cdot N$ , де  $N$  - кількість 16 - бітових регістрів у матриці.

Характер багатьох технологічних процесів припускає виконання окремих технологічних операцій послідовно, коли операція може виконуватися тільки в тому випадку, якщо виконана попередня. При автоматизації таких процесів розробнику програмного забезпечення дуже важливо мати засіб програмування, який дозволить би наочно відтворювати структуру технологічного процесу. Програмний пакет Modsoft 984

### Матриця

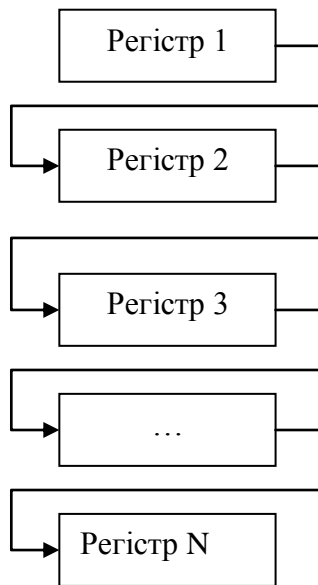


Рисунок 2.9- Матриця

має вбудований графічний редактор, що дозволяє створювати діаграми послідовного управління SFC (Sequential Function Chart). Діаграма послідовного управління складається з елементів 2-х видів - кроків (steps) і переходів (transitions), що містять у собі мережі ступеневої логіки. Відповідно до стану внутрішніх посилань і входів/виходів логіка кроку може оброблятися або ігноруватися, тобто в кожен поточний момент часу крок може бути активним або неактивним. Логічні мережі, зв'язані з кроком, обробляються доти, поки не відбудеться подія, що пропонує контролерові перейти до обробки іншого кроку.

Усі ПЛК Modicon мають у системній пам'яті таблицю 16-ти розрядних регістрів, що містить інформацію про результати діагностики життєво важливих вузлів контролера, справності його модулів введення/виведення, стану різних каналів зв'язку. Інформація про ПЛК у таблиці стану кодується через стан окремих її бітів.

Довжина таблиці стану різна для різних типів контролерів сімейства 984 (таблиця 2.4). Перші 11 регістрів таблиці для всіх типів контролерів зарезервовані під інформацію про стан CPU. Вміст деяких або всіх регістрів таблиці стану може бути доступний ступеневій логіці через 2-х вузлову команду STAT, що переносить інформацію із системної пам'яті в таблицю регістрів типу 0x або 4x. У верхньому вузлі команди ідентифікується перший регістр таблиці-приймача, у нижньому константою задається довжина таблиці.

					<i>СУДн-81П.151.01.ПЗ</i>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 2.4- Регістри стану контролера

Регістри стану	Призначення вмісту регістрів стану
1-11	Інформація про стан CPU.
12-171	Справність модулів введення/виведення локального і вилученого каналів.
172-254	Загальний стан зв'язку по каналах введення/виведення .
255-277	Загальний стан зв'язку по каналах введення/виведення (тільки для 24- розрядних ПЛК ).

Призначення входів і виходів команди STAT:

- вхід - стан ON ініціює процес переносу (запуск за рівнем сигналу, при переключенні ON-OFF вміст регістрів таблиці приймача зберігається);
- вихід - стан ON свідчить про завершення операції (при переключенні входу в стан OFF вихід також встановлюється в OFF).

Програмний пакет Modsoft дозволяє переглядати вміст регістрів таблиці стану без переносу в пам'ять даних (у регістри типу 0x або 4x), що є особливо важливим при останові контролера тому, що в цей час команда STAT не обробляється .

Програмні помилки й апаратні збої при роботі з програмуємими контролерами підрозділяються на два типи:

- фатальні - помилки в програмах і несправності апаратного забезпечення, що приводять до неможливості циклічної обробки програми користувача; дія цих несправностей може виявлятися як при роботі вже налагодженого програмного забезпечення, так і при первинній спробі запуску нової програми користувача.
- сховані - програма циклічно обробляється, однак при цьому не виконуються усі вимоги і функції, обумовлені технічними і технологічними умовами .

Програмний пакет Modsoft має убудовані засоби для виявлення фатальних і схованих помилок програмного й апаратного походження .

### 2.3 Р о з р о б к а с х е м и АСУТП М Н 2500-230 н а б а з і ПЛК

Технологічний процес забезпечується технологічним устаткуванням, датчиками, виконавчими механізмами і т.д. За допомогою датчиків система

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		46

АСУТП вимірює значення технологічних величин процесу й устаткування, а за допомогою виконавчих механізмів безпосередньо впливає на хід технологічного процесу, керує ним. Головним устаткуванням НПС є магістральний насосний агрегат.

Насоси МН 2500 - 230 представляють собою відцентрові горизонтальні насоси, одноступінчаті, спірального типу з робочим колесом двостороннього входу, з підшипниками ковзання з примусовим змазуванням. Як привід використовується синхронний двигун серії STD - 2000 потужністю 2000 кВт ; напругою  $U=6000\text{ В}$  ,  $n=3000$  обертів за хвилину, коефіцієнт корисної дії = 95% .

Номінальні показники повинні відповідати значенням зазначеним таблиці 4 і Державним стандартам.

На проміжних НПС використовуються чотири магістральні насоси типу НМ 2500-230. Обв'язка насосів забезпечує їхню послідовну роботу.

Його роботою керує система керування НПС. Величезний вплив мають безліч допоміжних систем і технологічних параметрів, це все поєднується в складний технологічний процес.

Роботу МНА можна розділити на три етапи:

- пуск;
- робота;

Таблиця 2.5 - Номінальні показники насоса НМ 2500 - 230

Назва показника	Одиниці виміру	Величина	Примітка
Насос НМ 2500 - 230			Припустиме відхилення при виготовленні від +5% до -
Подача	м <sup>3</sup> /год	2500	
Напір	м	230	
Допустимий кавітаційний запас	м	32	
Частота обертання	об/хв	3000	



Продовження таблиці 2.5

Назва показника	Одиниці виміру	Величина	Примітка
Припустимий тиск	кгс/см <sup>2</sup>	75	3% , після 10000 годин роботи -4%
Потужність ( $\rho=860$ кг/м <sup>3</sup> )	кВт	1560	
КПД ( на воді ) , не менше	%	86	
Втрати через ущільнення	л	300	
Двигатель СТД - 2000			
Напруга	В	6000	
Потужність	кВт	2000	Припустиме відхилення після 10000 годин роботи - 2%

- зупинка.

Перед пуском повинні бути виконані наступні умови:

- підготовлена технологічна схема НПС;
- тиск на вході МНС повинне бути не менш 9 кг с/см<sup>3</sup> для насоса 2500, 13 кг с/см<sup>3</sup> ;
- відсутність станційних захистів:
- пожежа;
- загазованість;
- низький тиск у камерах беспромвальної вентиляції;
- підпірна вентиляція;
- низький тиск у маслосистемі;
- рівень у збірнику витоків;
- затоплення насосної.

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		48

Функції управління передбачають можливість управління НПС з операторної і дистанційно з РДП та роботи магістральних насосних агрегатів у режимах:

- автоматичний основний (по програмі пуску з МДП або дистанційно з РДП);
- автоматичний резервний;
- кнопочвий;

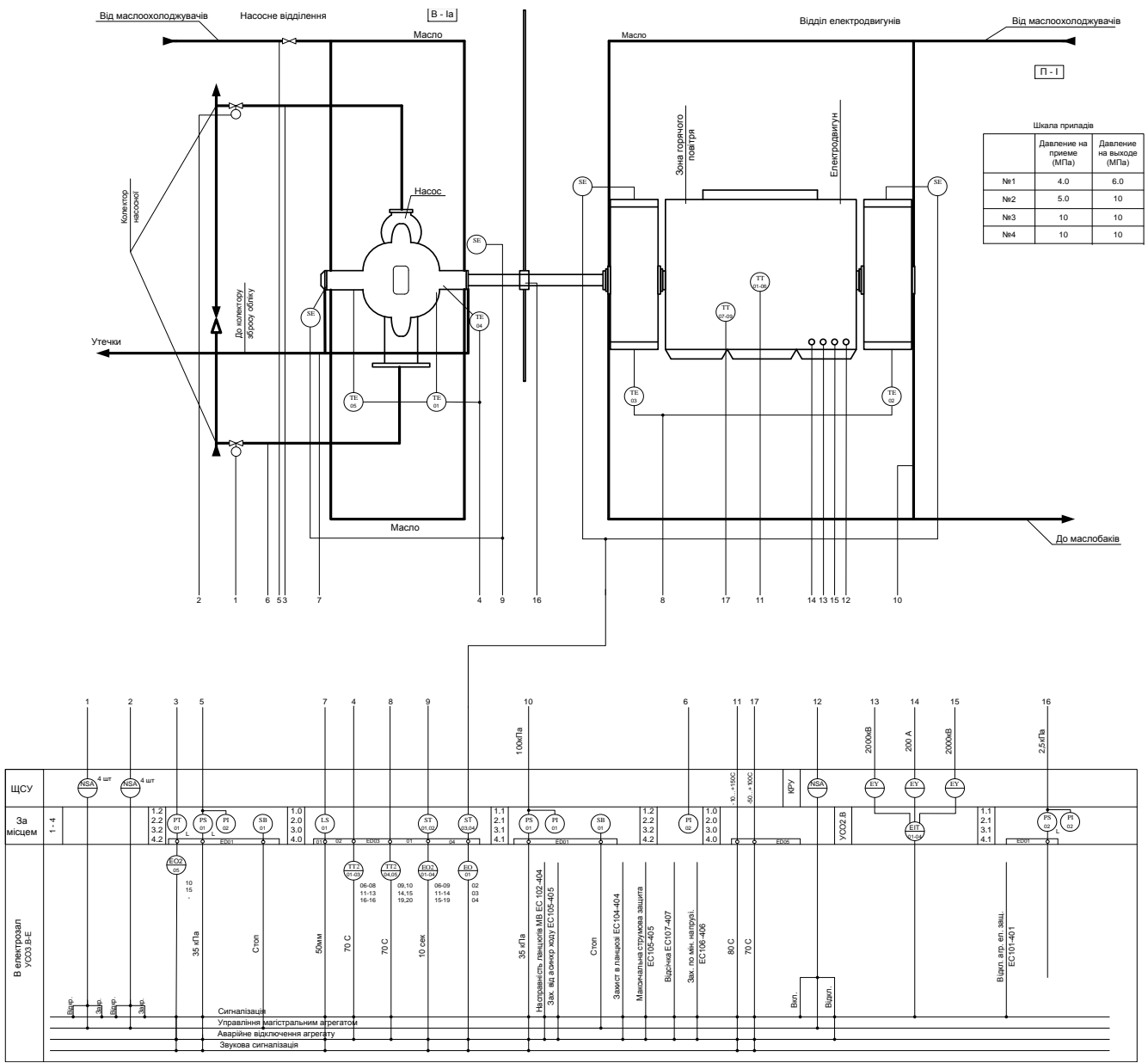


Рисунок 2.10- Схема автоматизації МНА2500-230

- ремонтний.

Програмним пуском магістрального агрегату (ППМА) передбачається виконання наступних функцій:

- контроль можливості пуску насосного агрегату по відсутності сигналів несправності ПСО, параметрам готовності, обраному режимові управління й очікуваному підвищенню тиску в колекторі;
- поопераційний запуск насосного агрегату з контролем виконання кожної операції ;
- виконання програми підготовки до запуску і запуск резервного насосного агрегату з контролем виконання кожної операції;
- автоматичний запуск резервного агрегату при несправності насосного агрегату, що працював, відключеного по одному з захисних параметрів;
- формування оперативних повідомлень і записів в архівний масив, у ході виконання програми.

При роботі виконується контроль технологічних параметрів:

- тиск ;
- контроль аварійних станів;
- контроль агрегату.

Програма контролю роботи МН передбачає виконання наступних функцій:

- контроль захисних параметрів агрегатів і станів ПСО агрегатів;
- контроль ланцюгів управління масляними вимикачами (МВ) агрегатів;
- контроль стану агрегатних засувок (на мимовільне закриття, коли вони є в списку контролю роботи або на мимовільне відкриття, коли вони повинні бути закриті);
- контроль мимовільного включення агрегату;
- виявлення агрегату , відключеного без команди оператора при відключенні секції шини, що живить цей агрегат;
- видача команди "Програмне відключення магістрального насосного агрегату" при несправності окремих вузлів насосного агрегату, при несправності відповідного ПСО агрегату і при мимовільному включенні

					<i>СУдн-81П.151.01.ПЗ</i>	Арк..
						50
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегату й автоматичне включення, агрегату, що знаходиться в гарячому резерві;

- переведення агрегату в гарячий резерв, коли відкриті агрегатні засувки, є ознаки „Резерв” і „Готовий до запуску”;
- формування готовності МН до пуску по параметру ” Вихідна засувка закрита” ;
- формування записів в архівні масиви й оперативних повідомлень в журнал подій і на екран за результатами контролю.

Аналізується стан параметрів за списком агрегатних захистів на досягнення ними граничних значень, при яких потрібне відключення агрегату шляхом порівняння обмірюваних значень і гранично – дозованих , взятих з карти настроювань граничних значень параметрів, або при наявності відповідного сигналу. Якщо є блокування захисту по вібрації, то контроль по цьому параметру не виконується.

Зупинка виконується програмою відключення МН. При зупинці агрегату технологічна схема НПС для перекачування нафти зберігається тому, що це може бути перехід роботи з одного агрегату на інший. Контролюються параметри зупинки (вібрація, температура, тиск).

Програмне відключення МН допускає виконання наступних функцій:

- автоматичне відключення двигуна магістрального насосного агрегату і, при необхідності закриття засувок на прийомі і виході агрегату при спрацьовуванні однієї з загальностанційних захистів;
- при спрацьовуванні одного з агрегатних захистів;
- по команді оператора НПС на програмне відключення агрегату;
- по команді РДП ( по каналах телемеханіки);
- при невиконанні програми запуску агрегату;
- індивідуальне відключення ( закриття ) будь якого вузла магістрального насосного агрегату по командах оператора НПС або при невиконанні команди пуску (відкриття ) цього вузла - засувки на прийомі або на виході агрегату або двигуна;
- формування оперативних повідомлень і записів в архівний масив у ході виконання програми.

Крім зазначених програма виконує наступні додаткові функції:

- виключення зі списку контролю роботи вузла насосного агрегату, що відключається;

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		51

- формування команд на відключення (закриття) вузла агрегату;
- контроль відключення двигуна;
- контроль закриття засувки;
- формування записів в архівні масиви й оперативні повідомлення в журнал подій і на екран за результатами контролю.

Для реалізації перерахованих умов нормального функціонування, контролю технологічних ,технічних параметрів основного устаткування необхідно використовувати технічні засоби для обробки великих об'ємів інформації, що надходить від польових датчиків.

Нині час апаратні засоби для АСУТП уже створені . Рішення поставлених задач бере на себе програмуємий управляючий мікропроцесорний контролер. В архітектурі АСУТП управляючий контролер (ПЛК) займає місце між рівнем датчиків і виконавчих механізмів і системами верхнього рівня управління технологічним процесом.

Програмуємі контролери, будучи по своїй суті цифровими (а виходить, легко сумісними з управляючими машинами верхнього рівня), мають спеціалізовані блоки для управління і зв'язку з всілякими аналоговими, дискретними і цифровими датчиками і виконавчими механізмами.

З застосуванням програмувальних контролерів типова схема побудови АСУТП придбала вид ланцюга: оператор - управляючий комп'ютер - управляючі програмуємі контролери - датчики і виконавчі механізми - об'єкти управління, де обмін інформацією йшов в обох напрямках.

При побудові АСУТП за даною схемою оператор уже не може безпосередньо впливати на технологічний процес, сприймаючи інформацію безпосередньо з датчиків і управляючи виконавчими механізмами. Хоча створення паралельного ручного управління в принципі можливо, але в ньому немає необхідності, тому що надійність системи в більшості випадків достатня, а аварійні ситуації можуть відпрацьовуватися як управляючим комп'ютером, так і програмуєміми контролерами.

Така архітектура АСУТП має на увазі, що кожен апаратний рівень може приймати на себе частину функцій інших рівнів. Наприклад, усі функції управління технологічним процесом можна покласти на управляючі контролери, а комп'ютер верхнього рівня в цьому випадку буде тільки відображати хід процесу. Можна використовувати контролери лише як передатну ланку, а всім процесом буде управляти комп'ютер або навіть оператор. На практиці найчастіше функції

обробки інформації, що надходить з датчиків і прийняттям управлінського рішення, розподілені між управляючим комп'ютером і контролерами, оператор задає лише початкові умови технологічного процесу і при необхідності коректує сам процес. Така архітектура дозволяє легко нарощувати системи автоматизованого управління. Немає ніяких принципових обмежень, що забороняють у разі потреби одночасно управляти декількома процесами або поєднувати кілька процесів в один.

Мікропроцесорні промислові управляючі контролери також мають власні мови програмування, що дозволяють описати конкретний процес це так називані мови релейних схем з убудованими булевими операціями. Контролери можна програмувати і за допомогою Асемблера або мови високого рівня, найчастіше С, з наступним компілюванням і завантаженням управляючих програм у пам'ять контролера.

#### 2.4 Розробка систем захисту та сигналізації АСУ МН 2500-230 на базі ПЛК

Реалізацію системи контролю і управління агрегатних параметрів МН 2500-230, я хотів би показати на прикладі реалізації агрегатних захистів, таких як «вібрація підшипників», «мінімальний тиск оливи на підшипниках агрегату». Виникнення одного з цих захистів приводить до програмної зупинки насосного агрегату. Агрегатні захисти наведені в таблиці 5.

Таблиця 2.6 – Агрегатні захисти магістрального насосного агрегату

Перелік захистів	Вплив на технологічне устаткування
1	2
1 Максимальна температура: - підшипників насоса; - підшипників електродвигуна; - корпусу насоса; - обмоток статора електродвигуна.	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 3с, закриття агрегатних засувок, АВР. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП
2 Підвищені витоки нафти через торцеві ущільнення	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу 5с, закриття агрегатних засувок, АВР.

Продовження таблиці 2.6				
Перелік захистів		Вплив на технологічне устаткування		
3 Підвищена вібрація агрегату (обмежена експлуатація)		Світлова і звукова сигналізація в МДП		
4 Підвищена вібрація агрегату (неприпустима експлуатація)		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 5 хвилин, закриття агрегатних засувок, АВР. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП		
5 Мінімальний тиск масла (примусової системи змащення)		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 15 с., закриття агрегатних засувок. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП		
6 Мінімальний надлишковий тиск повітря в корпусі електродвигуна		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 10 с., закриття агрегатних засувок, АВР. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП		
7 Електричний захист електродвигуна		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату без витримки часу, закриття агрегатних засувок, АВР. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП		
8 Зміна стану агрегатних засувок (контроль на закриття)		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 30 с., закриття агрегатних засувок, АВР. Дисплей монітора "Аварія агрегату" у МДП і РДП		
9 Відсутність напруги в ланцюгу управління агрегатної засувки		Світлова і звукова сигналізація в МДП. Дисплей монітора „Несправність ланцюгів управління” у МДП.		
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата
СУДН-81П.151.01.ПЗ				Арк..
				54

Продовження таблиці 2.6

Перелік захистів	Вплив на технологічне устаткування
10. Невиконання програми пуску агрегату	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 10 с., закриття агрегатних засувки, АВР. Сигнал у МДП і ОС "Аварія агрегату" у РДП
11. Невиконання програми остановки агрегату	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Повторна зупинка агрегату з витримкою часу 3 с., закриття агрегатних засувки. Сигнал у МДП і ОС "Аварія агрегату" у РДП
12. Відключення агрегату кнопкою "Стоп" по місцю	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату без витримки часу, закриття агрегатних засувки, АВР відсутній. Сигнал у МДП і ОС "Аварія агрегату" у РДП
13 Відсутність напруги живлення схем захисту	Світлова і звукова сигналізація в МДП. Відключення агрегату з витримкою часу до 10 с., закриття агрегатних засувки у кнопковому режимі, АВР відсутній. Сигнал у МДП і ОС "Аварія агрегату" у РДП
14 Відсутність напруги живлення приладів температури і вібрації. Несправність ланцюгів вимірювання температури	Світлова і звукова сигналізація в МДП. ОС "Несправність ланцюгів управління" у МДП
15 Несправність ланцюгів управління масляним вимикачем	Світлова і звукова сигналізація в МДП. ОС "Несправність ланцюгів управління" у МДП.





За допомогою вимірювального перетворювача (органа сприйняття) вібрації, що прикріплюється до корпусів підшипників машин великої потужності, датчик вібрації виробляє вихідний сигнал постійного струму (4-20ма,) пропорційний рівневі вібрації вузла машини (мм/с)

Вихідний сигнал, одержуваний таким чином, може передаватися до контрольного приладу, установлюваному на значній відстані від машини. Як контрольний прилад виступає пристрій обробки.

В якості вимірювального перетворювача (органа сприйняття) застосовується п'єзоелектричний керамічний елемент.

Робота вимірювального перетворювача ґрунтується на фізичному явищі , що граничні поверхні деяких матеріалів (наприклад, кварцу) , під дією прикладеного зусилля генерують позитивні заряди. Зазначений заряд залежить від величини прикладеного зусилля, а так само від сорту п'єзоелектричного матеріалу.

В вимірнику вібрації зусилля створюється так званою сейсмічною масою, зусилля впливу на п'єзоелектричний елемент якого відповідає поточним значенням прискорення.

Вихідний струмовий сигнал пропорційний рівневі вібрації надходить на вхід аналого-цифрового модуля вхідних сигналів Modicon B875-111, що перетворює вхідну напругу оптопарі або діапазони вхідного струму оптопарі в двійкову інформацію. ПЛК обробивши цю інформацію відображає на дисплеї монітора інформацію у вигляді десяткового значення . При досягненні рівня вібрації 7мм/с система управління сигналізує про надмірний рівень вібрації ( десяткове значення на мнемосхемі набуває червоний колір, у листі поточних подій з'являється запис «Підвищений рівень вібрації», включається звукова сирена).

В такій ситуації оператор повинний сам прийняти рішення про відключення насосного агрегату.

При досягненні рівня вібрації 11мм/с система керування автоматично робить програмну зупинку насосного агрегату шляхом використання модуля вихідних керуючих дискретних сигналів. Принцип дії модуля такий. Логічний сигнал “0” або “1” надходить із ПЛК на модуль, який використовується для управління двухпозиційним об'єктом модуля – реле , контакти якого включені в схему управління двухпозиційним технологічним об'єктом і дозволяють змінювати його стан , тобто управляти.

Алгоритм інтеграції в програму контролю та управління агрегатом такого показника як , підвищений рівень вібрації підшипника показано на рисунку 2.12

					<b>СУДН-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		57

Для реалізації агрегатного захисту «мінімальний тиск масла на підшипниках агрегату» використовується сигналізатор граничного тиску, модуль уведення дискретних сигналів.

При надлишковому тиску масла в маслосистемі агрегату  $< 0,3 \text{ bar}$  сигналізатор граничного тиску видає на вхід модуля введення дискретних сигналів високий рівень напруги фізичного сигналу відповідний логічної “одиниці”, а нижній рівень “нулеві”. Вхідні напруги, порівнюються з постійним граничним рівнем для забезпеченням гістерезиса. Схема гістерезиса гарантує надійну ідентифікацію вхідних сигналів у присутності електричного шуму.

Після обробки сигналу ПЛК відображає інформацію на монітор дисплея у виді мнемосхеми з кольоровими індикаторами (зелена індикація - тиск масла в межах норми, червона - тиск масла мінімальний, аварійний). При спрацьовуванні агрегатного захисту «мінімальний тиск масла на підшипниках агрегату» виробляється програмне відключення шляхом використання модуля вихідних управляючих дискретних сигналів.

Алгоритм контролю за мінімальним тиском масла на підшипниках агрегату показано на рисунку 2.12.

Спрощена блок - схема, реалізації агрегатних захистів показана на рисунку 2.13.

					<i>Судн-81П.151.01.ПЗ</i>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		58

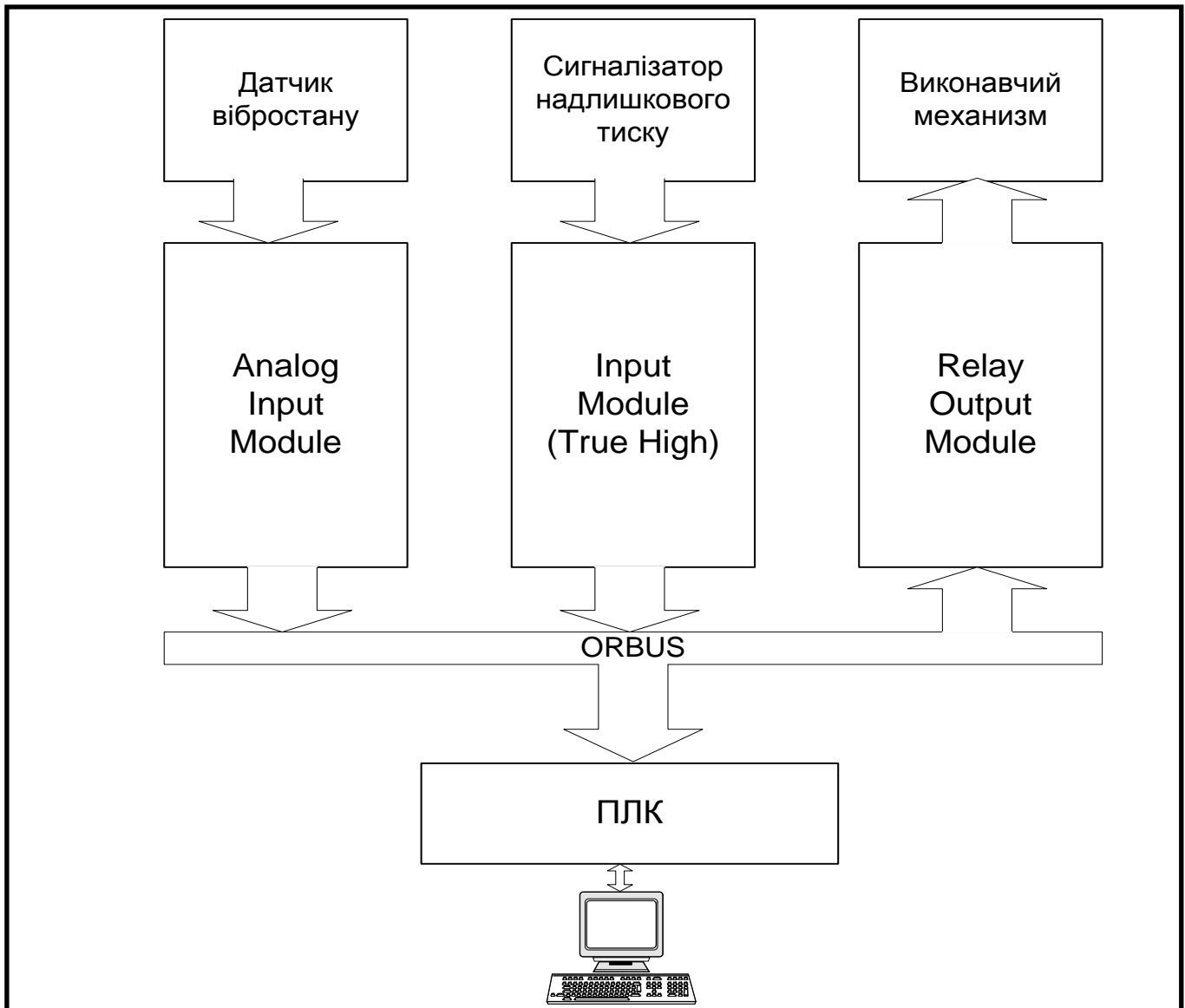


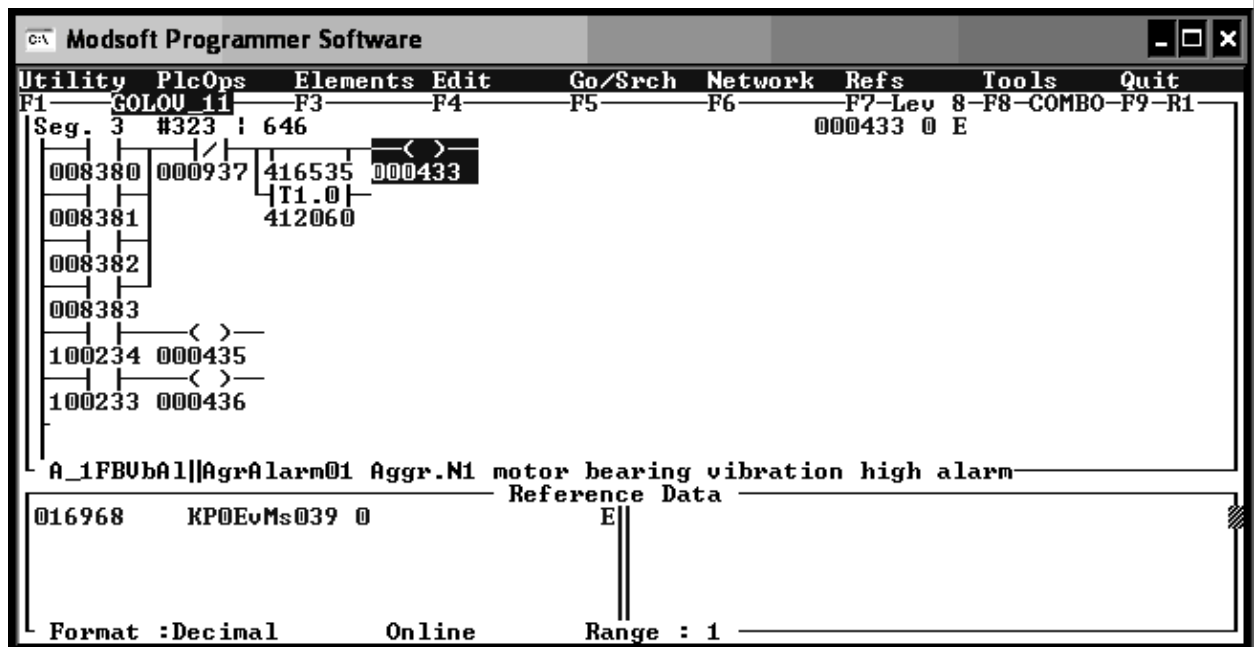
Рисунок 2.12 – Спрощена блок схема реалізації агрегатних захистів

## 2.5 Розробка алгоритмів та програмного забезпечення АСУ МН.

Для розробки програмного забезпечення АСУ МН на базі ПЛК необхідно спочатку накреслити алгоритми спрацювання захисту, контролю параметрів та сигналізації

Будуємо алгоритм спрацювання захисту, контролю параметрів та сигналізації такого параметра магістрального насоса як «Підвищений рівень вібрації МН». На рисунку накреслено алгоритм контролю агрегатного параметра «Підвищений рівень вібрації МН».

Згідно алгоритму будуємо програму обробки спрацювань захисту, контролю параметрів та сигналізації такого параметра магістрального насоса як «Підвищений рівень вібрації МН».



Завдяки графічному редактору , використовуючи типи контактів, типи обмоток реле, а також вертикальні і горизонтальні перемички перетворюємо алгоритм в релейну логіку.

В цьому сегменті формуємо загальний сигнал агрегатного захисту з реєстрів до яких заноситься фізичний сигнал про стан інтенсивності вібрації промислової машини.

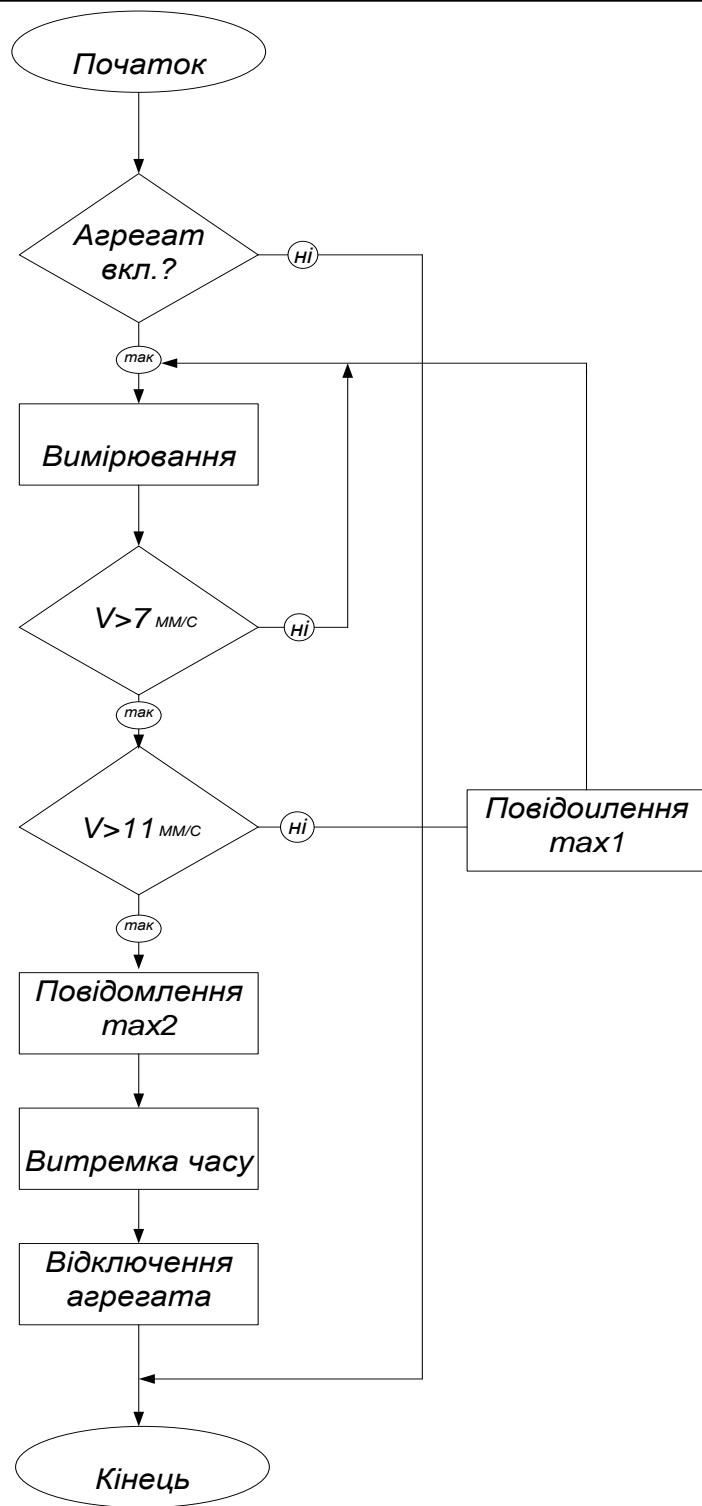


Рисунок 2.13- алгоритм контролю агрегатного параметра «Підвищений рівень вібрації МН».

```

c:\ Modsoft Programmer Software
Utility PlcOps Elements Edit Go/Srch Network Refs Tools Quit
F1 GOL0U 11 F3 F4 F5 F6 F7-Lev 8-F8-COMBO-F9-R1
Seg. 3 #330 : 653 000481 0 E
412006 412011 000433 407737 412011 407737 412011 000481 419152
412001 412001 412001 412011 000481 412011 407893 412019 407733
|AND |AND |OR |COMP |BLKM |BLKM |OR |AND |BLKM|
#00005 #00005 #00003 #00005 #00003 #00005 #00003 #00003 #00002
000927 419152 407735 412001 412011 412001 412016 000481
407733 412001 412001 412011 407890 412011 412019 412016
| |BLKM| |OR | |AND | |OR | |AND | |COMP | |BLKM|
412011 #00005 #00002 #00005 #00003 #00005 #00003 #00003
|COMP|
#00002
A_1FBVbA1C||AgrAlarm01 Aggr.N1 motor bearing vibration high alarm
Reference Data
016968 KPOEvMs039 0 E
Format :Decimal Online Range : 1

```

В цьому сегменті програми ступеневої логіки проводимо перевірку регістрів які відповідають за симуляцію, маскування агрегатних захистів. Таким чином перевірка дає змогу перевірити блокування систем захисту.

```

c:\ Modsoft Programmer Software
Utility PlcOps Elements Edit Go/Srch Network Refs Tools Quit
F1 GOL0U 11 F3 F4 F5 F6 F7-Lev 8-F8-COMBO-F9-R1
Seg. 3 #389 : 712 016968 0 E
008184 | / | 000937 #00030 016967 < >
008185 | | 008188 | | | |
008186 | | 008189 | | | |
008187 | | 008190 | | | |
| | | |
008191 | | | |
| | | |
000481 016968 < >
000482
KPOEvMs039||MA1 аварійная вибрация
Reference Data
016968 KPOEvMs039 0 E
Format :Decimal Online Range : 1

```

В цьому сегменті формуємо звітку на АРМ оператора НПС про «Підвищений рівень вібрації МН».

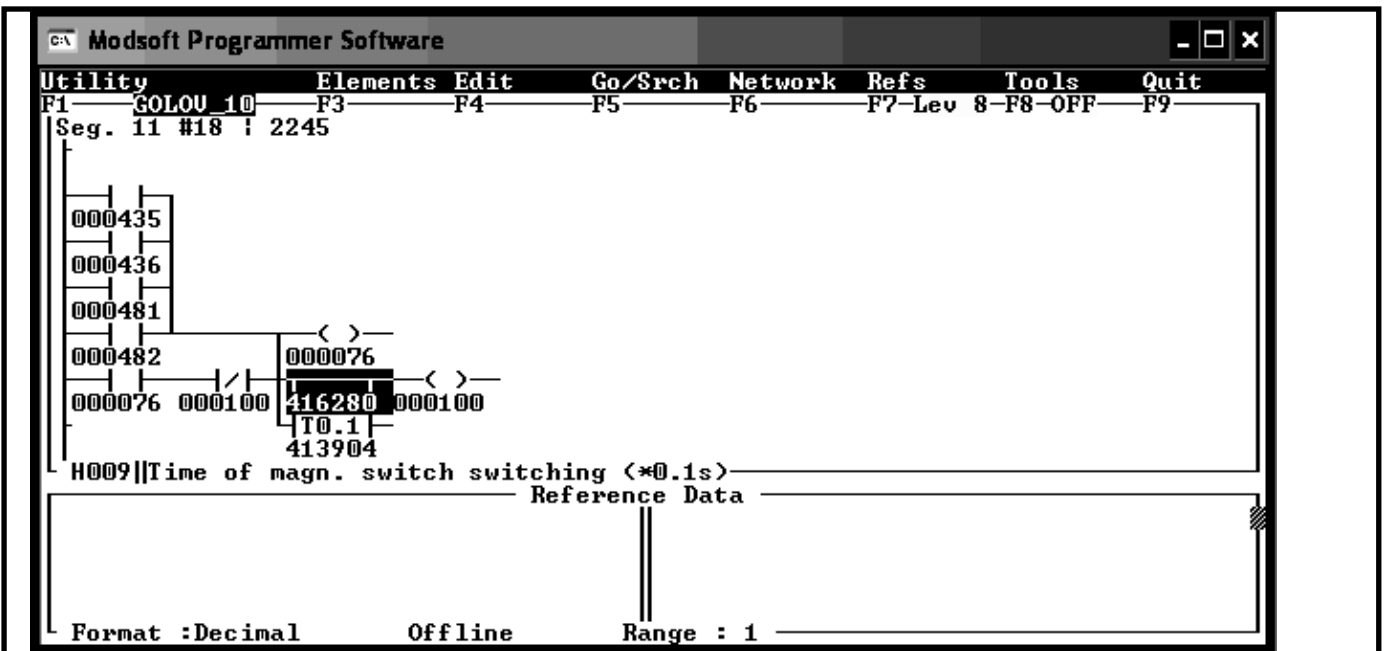


Схема цього сегмента побудована таким чином, що при отриманні та перевірці регістрів які містять в собі сигнал агрегатного захисту «Підвищений рівень вібрації МН» згідно алгоритму який відображено на рисунку... проводиться відключення МН від системи електропостачання МН.

Тепер будемо алгоритм спрацювання захисту, контролю параметрів та сигналізації такого параметра магістрального насоса як «Мінімальній тиск оливи на підшипниках МН». На рисунку накреслено алгоритм контролю агрегатного параметра «Мінімальній тиск оливи на підшипниках МН».

Згідно алгоритму будемо програму обробки спрацювань захисту, контролю параметрів та сигналізації такого параметра магістрального насоса як «Мінімальній тиск оливи на підшипниках МН».

Завдяки графічному редактору, використовуючи типи контактів, типи обмоток реле, а також вертикальні і горизонтальні перемички перетворюємо алгоритм в релейну логіку.

В цьому сегменті формуємо загальний сигнал агрегатного захисту з регістрів до яких заноситься фізичний сигнал про стан реле які контролюють тиск оливи на підшипниках насоса.

						СУДН-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			63



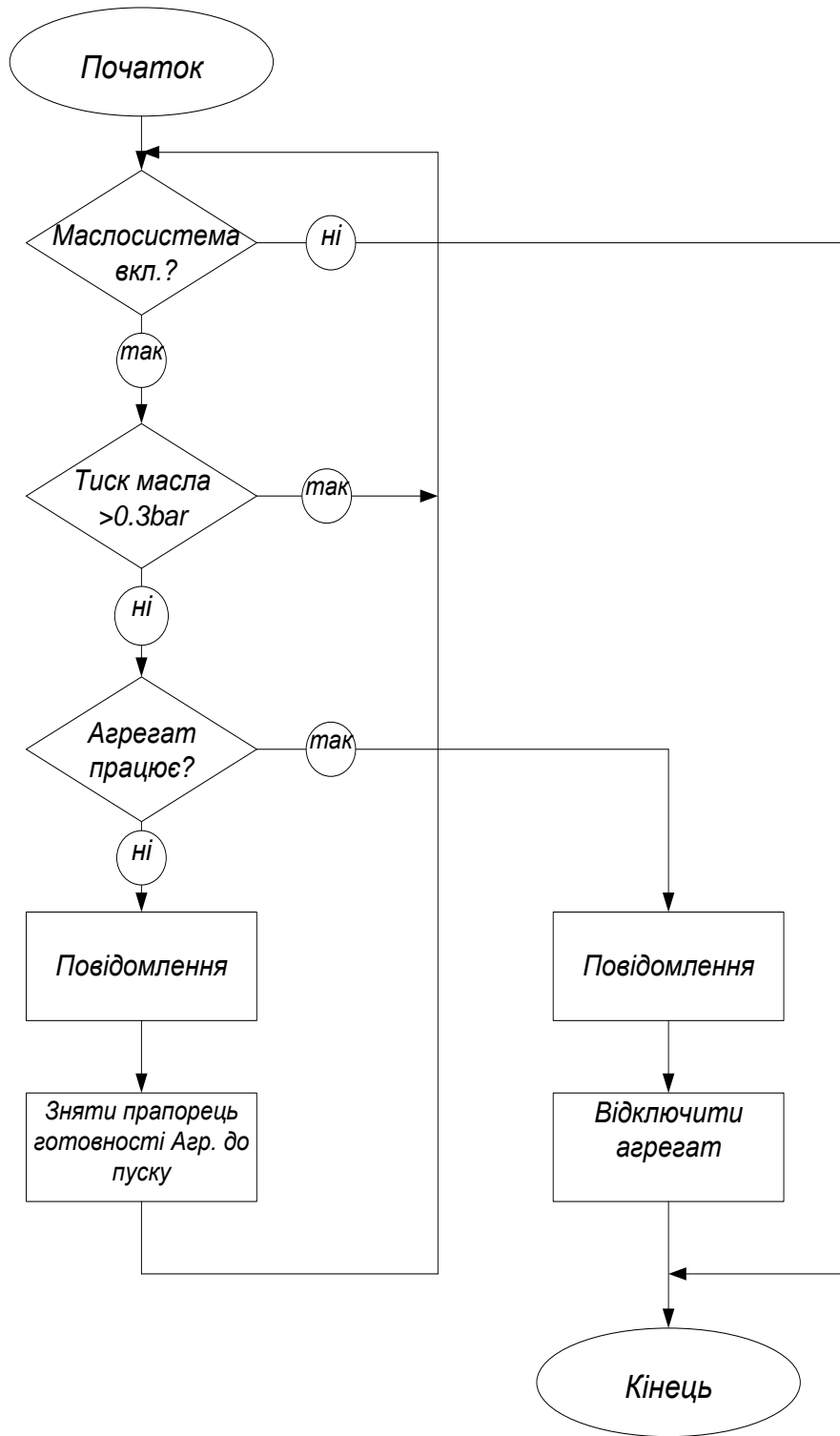


Рисунок 2.14- алгоритм контролю агрегатного параметра «Мінімальний тиск оливи на підшипниках МН».

```

Modsoft Programmer Software
Utility PlcOps Elements Edit Go/Srch Network Refs Tools Quit
F1-GOLOU_11 F3-F4-F5-F6-F7-Lev 8-F8-COMBO-F9-R1
Seg. 3 #323 : 646 000433 0 E
008380 000937 416535 000433
|T1.0|
008381 412060
008382
008383
100234 000435
100233 000436
A_1FBUbA1||AgrAlarm01 Aggr.N1 motor bearing vibration high alarm
Reference Data
016968 KP0EvMs039 0 E
Format :Decimal Online Range : 1

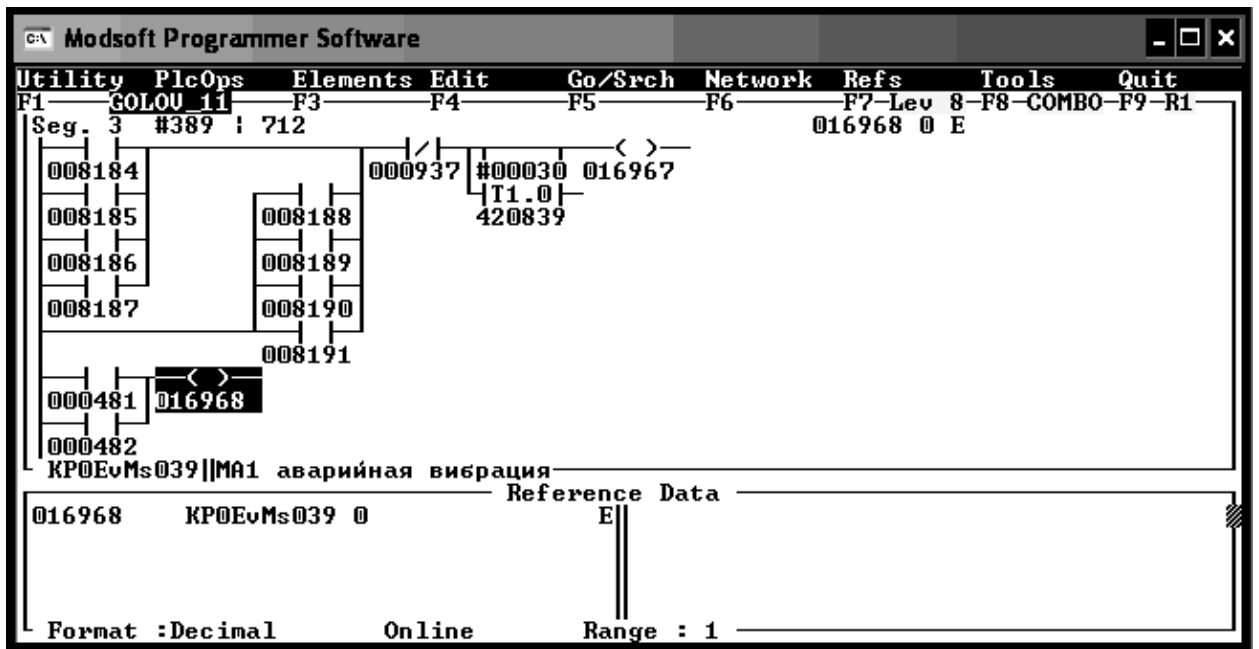
```

```

Modsoft Programmer Software
Utility PlcOps Elements Edit Go/Srch Network Refs Tools Quit
F1-GOLOU_11 F3-F4-F5-F6-F7-Lev 8-F8-COMBO-F9-R1
Seg. 3 #330 : 653 000481 0 E
412006 412011 000433 407737 412011 407737 412011 000481 419152
412001 412001 412001 412011 000481 412011 407893 412019 407733
|AND| |AND| |OR| |COMP| |BLKM| |BLKM| |OR| |AND| |BLKM|
#00005 #00005 #00003 #00005 #00003 #00005 #00003 #00003 #00002
000927 419152 407735 412001 412011 412001 412016 000481
407733 412001 412001 412011 407890 412011 412019 412016
|BLKM| |OR| |AND| |OR| |AND| |COMP| |BLKM|
412011 #00005 #00002 #00005 #00003 #00005 #00003 #00003
|COMP|
#00002
A_1FBUbA1C||AgrAlarm01 Aggr.N1 motor bearing vibration high alarm
Reference Data
016968 KP0EvMs039 0 E
Format :Decimal Online Range : 1

```

В цьому сегменті програми ступеневої логіки проводимо перевірку регістрів які відповідають за симуляцію, маскування агрегатних захистів. Таким чином перевірка дає змогу перевірити блокування систем захисту.



В цьому сегменті формуємо звітку на АРМ оператора НПС про «Мінімальній тиск оливи на підшипниках МН».

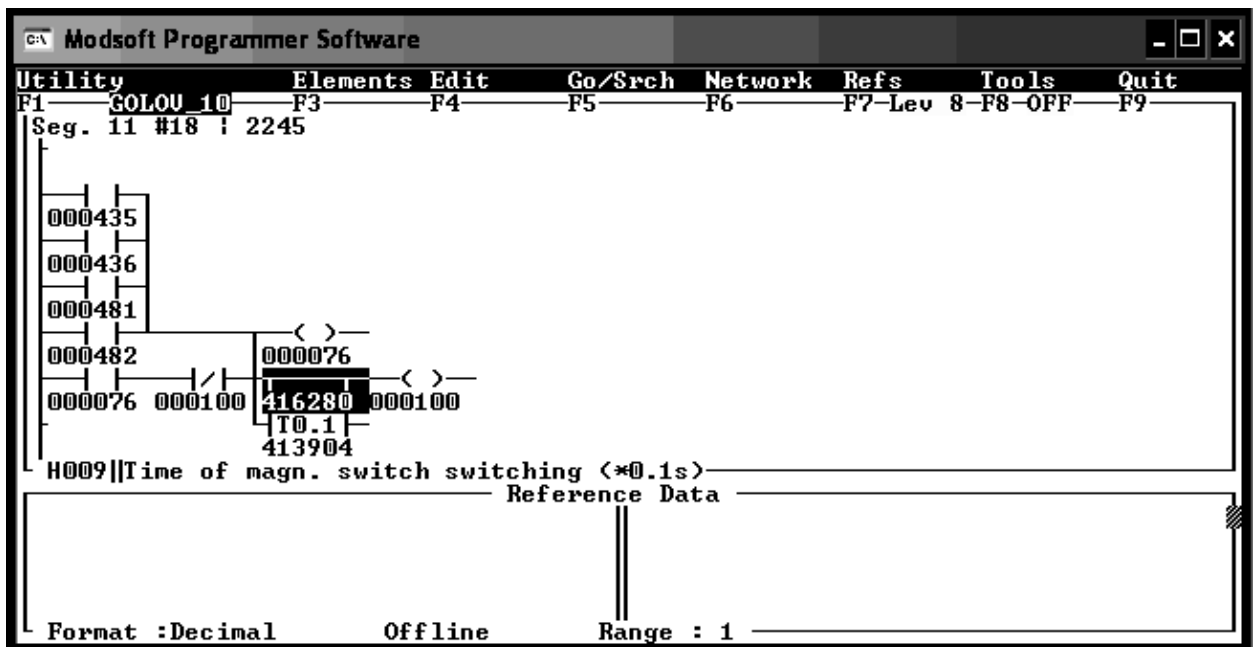


Схема цього сегмента побудована таким чином , що при отриманні та перевірці реєстрів які містять в собі сигнал агрегатного захисту« Мінімальній тиск оливи на підшипниках МН» згідно алгоритму який відображено на рисунку... проводиться відключення МН від системи електропостачання МН.

					СУдн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		67

## 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1 Охорона праці і навколишнього середовища

На об'єктах філії ПДМН ВАТ "Укртранснафта" важливого значення надають питанням охорони праці.

Перш ніж приступити до виконання робіт, при яких виникає потенційна небезпека життя або здоров'я обслуговуючого персоналу, проводяться інструктажі з техніки безпеки. Для попередження травматизму і для закріплення працівниками знань з техніки безпеки на підприємстві розроблений план-графік проведення перевірки знань з техніки безпеки. Тому, завдяки цим заходам, наявності попереджувальних знаків, а також завдяки виконання працівниками правил техніки безпеки на підприємстві от вже 14 років немає нещасних випадків, а також випадків травматизму.

До небезпечних факторів на виробництві відносяться:

- підвищений рівень звукового тиску;
- підвищений рівень вібрації;
- висока концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- джерела високої температури;
- оснащення, що працює під електричним струмом;
- роботи, що проводяться на висоті.

Підвищений рівень звукового тиску і вібрації приводить до виникнення шумової і вібраційної хвороби, тому на виробництві здійснюється постійний контроль рівнів звукового тиску і вібрації. Аналіз проведених вимірів показує, що підвищений рівень звукового тиску спостерігається тільки в механічній майстерні при виконанні робіт на фрезерному верстаті (рівень звукового тиску складає 108 дБ при припустимому 85 дБ) і в насосному залі НПС, при включеній вентиляції і роботі магістральних насосів (рівень звукового тиску складає 96 дБ при припустимому 85 дБ). В всіх інших приміщеннях рівень шуму не перевищує припустимого значення. Рівень вібрації при жодному з проведених вимірів не перевищував припустимого значення завдяки тому, що насоси встановлені на віброгасящих основах.

При виконанні технологічних процесів, а також при виконанні допоміжних робіт на НПС є ділянки, де відбувається викид шкідливих речовин у повітря робочої зони (пилу, пар вуглеводнів і ін.).

					<b>СУДн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		68

Характеристика джерел, з яких відбувається викид забруднюючих речовин у повітря на НПС приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Джерела викиду забруднюючих речовин у повітря на НПС

№ п/п	Об'єкт	Річний фонд часу	Річний оборот нафти	Шкідливі речовини	Елемент викиду забруднень
1	НПС насоси НМ 2500-230	8000		Сірководень, граничні вуглеводні	Торцеві двустороуні ущільнення насосів
2	Збірник витоків нафти V=120м <sup>3</sup>	600	200т	Сірководень, граничні вуглеводні	Механічна витяжна вентиляція
3	Камера фільтрів багноуловлювачів	2		Сірководень, граничні вуглеводні	При ремонтних роботах (чіщення фільтрів) площа випаровування 1м <sup>2</sup>
4	Ділянка електрозварювання	250		Оксид заліза і марганцю	Місцева витяжна вентиляція
5	Вирстатна ділянка	25		Механічний пил	Масляний пилоуловлювач
6	Склад ГСМ; -бензин V=10м <sup>3</sup> -бензин V=10м <sup>3</sup> -бензин V=50м <sup>3</sup> дизпаливо V=25 м <sup>3</sup>		20т 10т 50т 35т	Сірководень, граничні вуглеводні	Повітряні клапани: D=50мм D=50мм D=50мм D=50мм

Продовження таблиці 3.1

№ п/п	Об'єкт	Річний фонд часу	Річний оборот нафти	Шкідливі речовини	Елемент викиду забруднень
7	Ділянка обслуговування автомобілів	100		Оксиди азоту, вуглицю, сірки, різні вуглеводні, сажі і інші	Примусова витяжна вентиляція

При проведенні технологічних процесів на НПС існує небезпека одержати травму. Ділянки можливої небезпеки і характеристика джерел небезпеки представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Характеристика небезпечних факторів на НПС

Види уражень	Місце потенційної небезпеки	Характеристика джерела поразки
Ураження електричним струмом	Зварювальна ділянка Зал електродвигунів Електроустаткування	F=50Гц, U=380В, I=10А F=50 Гц, U=6 В, I=120А F=50 Гц, U=380В, I=10А
Отруєння випарами	Колодязі Резервуар Насосний зал	Пари вуглеводнів Пари вуглеводнів Пари вуглеводнів
Опіки	Бойлерна	t= 180 <sup>0</sup> С
Падіння з висоти	Резервуар	H= 12,5 м
Ураження від дії високого тиску	Трубопроводи Насосної зал Запірна арматура	P= 14÷40 кгс/м <sup>2</sup> P= 40 кгс/м <sup>2</sup> P= 14÷40 кгс/м <sup>2</sup>

Для забезпечення нормальних умов роботи необхідно у виробничих приміщеннях створити відповідні метеорологічні умови. Нормування

									Арк..
									70
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	СУДН-81П.151.01.ПЗ				

метеорологічних умов робочої зони відбувається відповідно до категорії виконуваних робіт.

Для створення необхідних умов роботи, нормалізацію метеорологічних умов на робочому місці проводять за допомогою вентиляції. Насосний зал і зал електродвигунів обладнані приточною, витяжними і підпірної вентиляційними системами, характеристика яких представлена в таблиці 3.3.

Для нагрівання повітря в "холодний" період року встановлені електрокалорифери. У "теплий" період року повітрообмін частково проходить через дефлектори, що встановлені на даху електрозала.

Таблиця 3.3 - Характеристика штучної вентиляції об'єктів НПС

Приміщення	Тип вентиляції	Вентиляційне оснащення	Кратність повітрообміну 1/год
Електро- зал	Підпірна	Ц – 4 – 70	6-7
Насосний зал	Приточная	Ц – 4 – 70	6-7
Механічна майстерня	Витяжна	Ц – 4 – 70	6-7
	Приточная	Ц – 4 - 70	5-6
Хімічна лабораторія	Витяжна	Ц – 4 – 70	5-6
	Місцева	Витяжна шафа	--
Адміністративне приміщення	Місцева	Кондиціонер	--

Проведені виміри освітленості показали, що її рівень відповідає нормативним значенням. Результати вимірів приведені в таблиці 3.4.

При проведенні робіт, що пов'язані з обслуговуванням основного і допоміжного устаткування, велику роль по попередженню травматизму, збереженню здоров'я людини і запобігання виникненню нещасних випадків, відіграють засоби індивідуального захисту .

Культура виробництва , заходи безпеки людині від ураження електричним струмом, захист органів подиху при роботі в місцях, де є випари шкідливих речовин, захист органів слуху від дії шуму з перевищенням гранично допустимого рівня - усе це веде до збереження здоров'я людей.

										Арк..
										71
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	СУДН-81П.151.01.ПЗ					



Таблиця 3.4 - Характеристика освітленості робочих місць об'єктів НПС

Найменування об'єктів	Розряд здоровий роботи	Загальна освітленість, лк		Комбінована освітленість, лк	
		норматив	факт	норматив	факт
Гараж	Va	150	163	—	—
Операторна	IV	400	400	150	206
Насосна	VI	400	400	150	150
Зал електродвигунів	VI	400	400	150	180
Хімічна лабораторія	II	400	400	300	330

### 3.2 Пожежна безпека

Нафта, що перекачується по трубопроводу, є пожежонебезпечною речовиною. Крім того, у допоміжному обслуговуванні використовуються інші пожежонебезпечні речовини, тому до НПС ставляться додаткові вимоги з пожежної безпеки.

На кожному приміщенні, де знаходяться чи зберігаються пальне або вибухонебезпечні речовини, знаходяться табличка з зазначеною категорією пожежної безпеки, а також зазначається клас зони за вибухопожежонебезпечністю.

Для ліквідації пожеж на об'єктах НПС передбачена пожежна команда, у складі якої є спеціальні машини для гасіння пожеж. Крім того, на території НПС розміщено сім протипожежних пунктів з необхідним набором засобів пожежегасіння.

Для гасіння пожеж на НПС крім первинних засобів пожежегасіння є стаціонарна система піногасіння, що включає :

- пінну насосну;
- пожежну насосну;
- пожежні водойми;
- розчинопроводи по периметрі резервуарного парку з відводами до резервуарів;
- водопроводи на об'єкти НПС-1 і НПС-2;
- теплові запобіжники в приміщеннях і на резервуарах типу ММ-1-90,

ТРВ, НГ-103;

- прилад сигналізації в операторній НПС-1 і блок сигналізації і керування НПС-2.

Система піногасіння призначена для гасіння пожеж на таких об'єктах :

- резервуарний парк;
- насосний зал НПС-1;
- електрозал (маслопрямок) НПС-2;

На НПС щомісяця проводять перевірку справності системи піногасіння. Проводиться ручне включення цієї системи і перевіряється час випускання піни, справність насосів, якість піни, вміст піноутворювача і води в суміші.

Для захисту об'єктів НПС від враження блискавкою, всі об'єкти по території захищені блискавковідводами.

					<i>СУДН-81П.151.01.ПЗ</i>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ВИСНОВОК

Передовий досвід доводить, що використання новітніх технологій АСУТП, зокрема ПЛК та його компонентів, ефективність їх використання є в сьогоденних умовах гарантією росту продуктивності праці та ефективністю використання ресурсів підприємства.

Використання автоматизації і телемеханізації нафтоперегонних об'єктів, включаючи автоматизацію технологічного процесу, усувають необхідність відвідування об'єктів, поліпшують роботу технологічного устаткування, підвищують культуру виробництва.

Промислові комп'ютери мають ряд конструктивних особливостей, що відрізняють їхній від звичайних офісних РС. Промислові комп'ютери являють собою пристрої підвищеної надійності, здатні працювати в несприятливих умовах навколишнього середовища, таких як пил, волога, низькі/високі температури, вібрація і т.і. Конструктивно модулі введення – виведення сигналів ПЛК виконані у вигляді змінних модулів. Змінний модуль здійснює безпосередньо вхідні/вихідні перетворення, а базовий процесорний модуль відповідає за передачу даних по мережі і зберігає конфігурацію змінного модуля. Такий конструктив дозволяє легко замінити змінний модуль у випадку його виходу з ладу без вимикання живлення системи і додаткової ре конфігурації .

Для збереження програм і даних застосовують **FLASH**-пам'ять, що дозволяє легко змінювати програму і забезпечувати швидкий перезапуск системи у випадку збою.

Активне впровадження АСУТП не є просто даниною моді або прагненням у такий спосіб диференціюватися від конкурентів. Ці технології є інструментом для побудови нової стратегії глобальної інфраструктури підприємства і фактом підвищення ролі інформаційних технологій в області промислової автоматизації.

Гнучкість логічної і фізичної архітектури управляючих контролерів дозволяє організувати гнучку схему управління процесом.

Сучасні управляючі контролери здатні взяти на себе управління яким завгодно по величині процесом, з будь-якою необхідною швидкістю і точністю.

Мікропроцесорні промислові керуючі контролери мають власні мови програмування, що дозволяють описати конкретний процес, це так звані мови релейних схем з вбудованими булевими операціями. У такому випадку

					СУДн-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		74

програмування зводиться до графічного представлення функціонування системи і не вимагає детального вивчення можливостей мови. Іншими словами, фахівець, налагоджуючи контролери на виконання визначеної задачі, користується термінами самої задачі (процесу), а не конкретної мови програмування.

В даний час напрацьовано багато типових схем використовуючи які розроблювачі навіть не акцентують увагу на тім, що вони створюють АСУТП, - просто вирішуються поточні задачі управління устаткуванням або процесом.

					<b>СУдн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		75

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки з організації самостійної роботи з курсу “Проектування і експлуатація нафтобаз” для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.
2. Шишкин г.В. Довідник по проектуванню нафтобаз. – Л.: Недра, 2018.
3. Конспект лекцій з дисципліни “Проектування і експлуатація нафтобаз” (частина 1) для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.
4. Конспект лекцій з дисципліни “Проектування і експлуатація нафтобаз” (частина 2) для студентів спеціальності 7.090305 – Проектування, спорудження та експлуатація газонафтопроводів і газонафтосховищ. ІФДТУНГ, 2017.
5. Тугунов П.І., Новоселов в.Ф. Типові розрахунки при проектуванні і експлуатації нафтобаз і нафтопроводів. Навчань. допомога для вузів. М., Надра, 2017.
6. Едігаров с.Г., Бобровський с.А. Проектування і експлуатація нафтобаз і газосховищ. М., Надра, 2018.
7. Мацкин л.А., Черняк і.Л., Ілембітов м.С. Експлуатація нафтобаз. Ізд.3., перераб. і доп. М., Надра, 2018.
8. А.И. Володимирський, Ю.М Дронговський, Л.А. Зайців, Ю.В. Ліванов. Автоматизація і телемеханізація магістральних нафтопроводів. М.: Надра, 2018.
9. Певзнер в.Б. Основи автоматизації нафтогазопроводів і нафтобаз. М.: Надра, 2018.
10. Лісафін В.П. Очисні споруди. Охорона довкілля. Навч. посібник, – Ів-Фр.: ДОП ІФДТУНГ, 2019.

					СУДН-81П.151.01.ПЗ	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		76

11. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of Electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.
12. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-IECON, November 2018.
13. Hyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2014.
14. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.
15. Стахов Е.А. Очищення нефтесодержащих стічних вод підприємств зберігання і транспорту нафтопродуктів. – Л.: Надра, 2018.
16. Охорона праці в машинобудуванні: Підручник для машинобудівних вузів/ Е.Я. Юдін, С.В. Белов, С.К. Баланцев і др.; Під ред. Е.Я. Юдіна, С.В. Белова – 2-е видавництво, перераб. і доп. – М.: Машинобудування, 2018.
17. Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2019. – 136с.

					<b>СУДн-81П.151.01.ПЗ</b>	Арк..
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата		77